

**CONTENIDO DE POLIFENOLES,  
CAROTENOS Y CAPACIDAD  
ANTIOXIDANTE EN FRUTOS DE UCHUVA  
(*Physalis Peruviana*) EN RELACIÓN A SU  
ESTADO DE MADURACIÓN**



Autoras:

**HELEN J. MIER G., GABRIELA CÁEZ R**

UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
BOGOTÁ – COLOMBIA  
2011

Información de los Autores

**Helen J. Mier G.**

Facultad de Ingeniería – Universidad de La Sabana.


e-mail: [helenmier@gmail.com](mailto:helenmier@gmail.com)

**Gabriela Cáez R.**

Doctorado en Biociencias

Facultad de Ingeniería – Universidad de La Sabana.

e-mail: [gabriela.caez@unisabana.edu.co](mailto:gabriela.caez@unisabana.edu.co)



Las opiniones expresadas en este documento no son necesariamente opiniones de la Revista ReCiTeIA, de sus órganos o de sus funcionarios. ReCiTeIA no se hace responsable de materiales con derecho de autor tomados sin autorización por los propios autores.

Edición:  
2011 © ReCiTeIA.  
ISSN 2027-6850  
Cali – Valle – Colombia  
e-mail: [reciteia@gmail.com](mailto:reciteia@gmail.com), [reciteia@live.com](mailto:reciteia@live.com)  
url: <http://revistareciteia.es.tl/>

## Contenido de polifenoles, carotenos y capacidad antioxidante en frutos de uchuva (*Physalis Peruviana*) en relación a su estado de maduración

Helen J. Mier G., Gabriela Cáez R.  
Universidad de La Sabana – Colombia

### CONTENIDO

Lista de Tablas .....	104
Lista de Figuras .....	104
Lista de Ecuaciones .....	104
Resumen.....	105
1 Introducción .....	106
2 Materiales y métodos .....	106
2.1 Selección de la fruta .....	106
2.2 Caracterización físico-química .....	107
2.3 Cuantificación de polifenoles .....	107
2.4 Capacidad antioxidante DPPH .....	107
2.5 Contenido de carotenos .....	108
2.6 Análisis estadístico .....	108
3 3. Resultados y discusión .....	108
3.1 Caracterización físico-química .....	108
3.2 Contenido de carotenoides .....	110
3.3 Contenido de polifenoles .....	111
3.4 Capacidad antioxidante DPPH .....	111
4 Agradecimientos .....	112
5 Referencias .....	112

### LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Caracterización físico-química de uchuva ecotipo Colombia para seis estados de maduración <sup>1</sup>	108
--	-----

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tabla de color de la uchuva.	107
Figura 2. Características físico-químicas de frutos de uchuva. Comportamiento de los SST y ATT en los seis estados de maduración por color (A). Comportamiento del pH en relación al IM (SST/ATT) (B). Las barras en los puntos indican la desviación estándar.	109
Figura 3. Contenido de carotenos expresados como $\beta$ -caroteno en frutos de uchuva en relación al IM (SST/ATT). Las barras en los puntos indican la desviación estándar.	110
Figura 4. Relación entre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en frutos de uchuva. Las barras en los puntos indican la desviación estándar.	111

### LISTA DE ECUACIONES

% de inhibición DPPH.....	108
---------------------------	-----

## Contenido de polifenoles, carotenos y capacidad antioxidante en frutos de uchuva (*Physalis Peruviana*) en relación a su estado de maduración

### RESUMEN

La maduración implica cambios en los compuestos antioxidantes y su capacidad antioxidante en diferentes frutas. La uchuva (*Physalis peruviana*) es reconocida por sus propiedades medicinales y antioxidantes, asociadas al contenido de polifenoles y carotenoides. El objetivo del estudio fue determinar la influencia del estado de madurez respecto del contenido de carotenoides evaluado por método espectrofotométrico, contenido de polifenoles totales por Folin-Ciocalteu y capacidad antioxidante por DPPH en uchuva ecotipo Colombia. El Índice de maduración se evaluó como el cociente entre sólidos solubles totales y acidez total titulable como % ácido cítrico, y se comparó frente a carta de color del fruto. Los resultados mostraron una tendencia creciente en sólidos solubles totales, índice de madurez, contenido de carotenoides expresados como  $\beta$ -caroteno, contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante, en relación al estado de madurez. En frutos completamente maduros, se encontraron valores máximos de polifenoles totales (240,16 mg EAG/100 g fm.f), carotenoides totales (310  $\mu$ g EBC/100 gmf) y capacidad antioxidante (91% inhibición DPPH). La correlación entre contenido de polifenoles y capacidad antioxidante sugiere que los compuestos fenólicos de la uchuva tienen efecto significativo ( $p < 0,05$ ) en la capacidad antioxidante. El estado de madurez influye directamente en el contenido carotenoides y compuestos fenólicos en uchuva. La presencia de compuestos bioactivos en mayor cantidad en el fruto produce mayor capacidad antioxidante, por lo cual esta propiedad funcional se incrementa también con la maduración del fruto. Estos resultados son indicio del uso potencial de uchuva como fuente de antioxidantes naturales con prometedoras aplicaciones industriales.

**Palabras clave:** Antioxidantes, capacidad antioxidante, carotenos, polifenoles, uchuva.



## 1 INTRODUCCIÓN

Algunas investigaciones han demostrado que los compuestos fitoquímicos de frutas y verduras contribuyen a su capacidad antioxidante [1, 2]. En ese sentido se ha generado un gran interés por los alimentos que contienen compuestos fenólicos a causa de sus propiedades antioxidantes, asociadas a potenciales efectos positivos en la salud humana [3]. Los carotenos también están entre los fitoquímicos más citados como responsables de reducir el riesgo de desarrollar enfermedades degenerativas como el cáncer [4].

La *Physalis peruviana*, conocida en Colombia como uchuva, pertenece a la familia de las solanáceas en el género *physalis* [5]. Muchas propiedades medicinales han sido atribuidas a esta planta de origen andino [6], usada empíricamente en la medicina tradicional peruana para tratar el cáncer y otras enfermedades [7]. Existe evidencia de que algunas de estas propiedades se asocian a la capacidad antioxidante de los polifenoles presentes en la fruta [8, 9]. También los carotenos parecen tener un importante papel en los beneficios del consumo de uchuva. El principal caroteno de la uchuva es el  $\beta$ -caroteno [10], responsable de su color naranja [11].

La maduración de las frutas envuelve una serie de reacciones bioquímicas tales como la hidrólisis de almidón, la síntesis de carotenoides, polifenoles y compuestos volátiles [12]. Esto conlleva a cambios en los compuestos fitoquímicos y su capacidad antioxidante durante la maduración [13]. Fischer y Martínez (1999) evaluaron el comportamiento de variables físico-químicas y contenido de  $\beta$ -caroteno en uchuvas colombianas de diferentes grados de maduración, encontrando cambios crecientes en sólidos solubles totales, pH y contenido de  $\beta$ -caroteno a medida que incrementan los estados de maduración [14]. Sin embargo, pocos reportes han sido publicados a cerca de los cambios en las sustancias bioactivas en relación a su capacidad antioxidante durante la maduración.

El propósito del presente estudio fue investigar la influencia del estado de maduración en las características físico-químicas, contenido de carotenoides, contenido de polifenoles totales y su capacidad antioxidante en uchuva ecotipo Colombia.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 SELECCIÓN DE LA FRUTA

Se evaluaron uchuvas (*physalis peruviana*) Ecotipo Colombia, nativas de Cundinamarca. Los frutos se cosecharon en seis estados de madurez, provenientes de un cultivo ubicado en el municipio de Villapinzón, a una altura de 2650 msnm. y una temperatura promedio de 13°C. Los frutos de uchuva fueron clasificados según el color, teniendo en cuenta la carta de color establecida por la Norma Técnica Colombiana 4580 (fig.1). Se tomaron cinco frutos por estado y por medición [15].

## 2.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

Se determinó sólidos solubles totales (SST) como porcentaje de °Brix mediante el método refractométrico según AOAC 932.12/ 90 con corrección por temperatura. El pH se determinó con el método potenciométrico con un autotitador METROHM 702 SM Titrino. La acidez total titulable (ATT), mediante la titulación con NaOH 0,1 N con autotitador METROHM 702 SM Titrino y se expresó como % ácido cítrico, según AOAC 942.15/90. El Índice de maduración (IM) se estableció como el cociente entre los SST y la ATT [16].

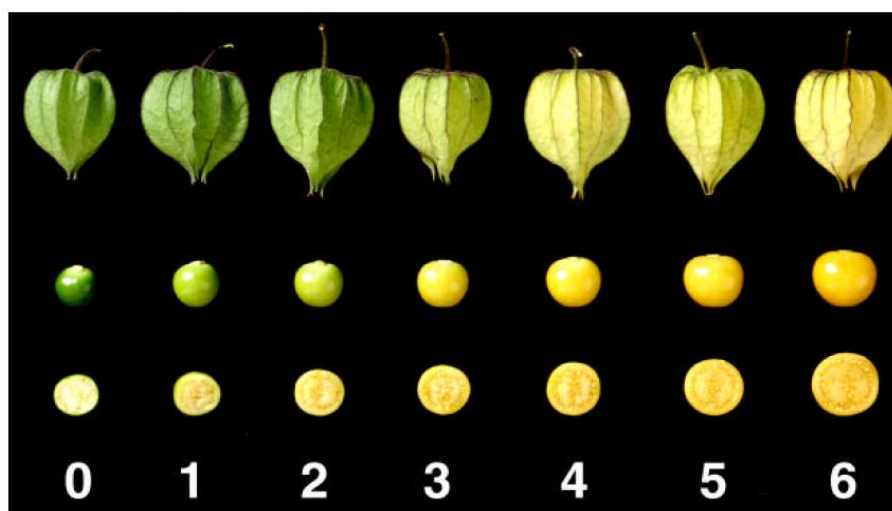


Figura 1. Tabla de color de la uchuva.

Fuente: NTC 4580

## 2.3 CUANTIFICACIÓN DE POLIFENOLES

Se cuantificó el contenido de polifenoles presentes en extractos metanólicos de uchuva de los seis grados de maduración por el método espectrofotométrico Folin-Ciocalteu [17, 18] A un balón aforado de 25 mL se le adicionaron 1 mL del extracto de polifenoles, 5 mL de agua destilada y 1 mL de reactivo de Folin- Ciocalteu ((Merck). Después de cinco minutos de reacción, se adicionó 1 mL de carbonato de sodio (Merck) al 7%, se aforó a 25 mL con agua destilada y se dejó reaccionar durante 90 minutos protegido de la luz. Se determinó la absorbancia a una longitud de onda de 750 nm en un espectrofotómetro Cary Varian 100 UV-Vis, y el contenido de polifenoles se expresó en mg de ácido gálico (AG)/100 g de muestra frente a curva de calibración.

## 2.4 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DPPH

La capacidad antioxidante fue determinada por la técnica de decoloración del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH), propuesto por Brand-Williams, et al. (1995) [19]. El radical DPPH se reduce en presencia de antioxidantes manifestándose un cambio de color en la solución. Se mezclaron 2850  $\mu$ L de reactivo DPPH (0,024 mg/mL metanol) con

150 µL de extracto metanólico de uchuva. Después de una reacción de 16 minutos se determinó la absorbancia a una longitud de onda de 515 nm en un espectrofotómetro Cary Varian 100 UV-Vis, El % de inhibición fue calculado con la Ec. (1) y expresado como % de inhibición DPPH.

$$\%inhibición\ DPPH = \frac{Abs_{t=0} - Abs_{t=16}}{Abs_{t=0}} * 100 \quad Ec (1)$$

## 2.5 CONTENIDO DE CAROTENOS

Los carotenoides expresados como β-caroteno fueron cuantificados espectrofotométricamente de acuerdo al AOAC No. 938.04. Se maceraron 5 g de muestra con acetona analítica (Merck®) - hexano (Merck®) (1:9), durante dos horas. Luego se adicionaron 20 ml de acetona - hexano (1:9), seguidos de filtración y aforo a 25 ml. En un tubo de ensayo se adicionaron 0.6 ml de la muestra aforada y 4 ml de éter de petróleo (Merck®), y se agitó por 30s. Se determinó la absorbancia a una longitud de onda de 449 nm en un espectrofotómetro Cary Varian 100 UV-Vis, usando éter de petróleo como blanco. El contenido de sustancias carotenoideas se expresó en mg β-caroteno/100 g de muestra frente a curva de calibración con β-caroteno analítico[20, 21].

## 2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los ensayos se evaluaron por triplicado y fueron expresados como promedio ± desviación estándar. Los datos fueron analizados por un análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey (p< 0,05) utilizando el software Minitab versión 16.

# 3 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

Para caracterizar los estados de maduración seleccionados por color, se determinó pH, SST, ATT y el índice de maduración (IM) correspondiente a cada estado (tabla 1).

**Tabla 1.** Caracterización físico-química de uchuva ecotipo Colombia para seis estados de maduración<sup>1</sup>

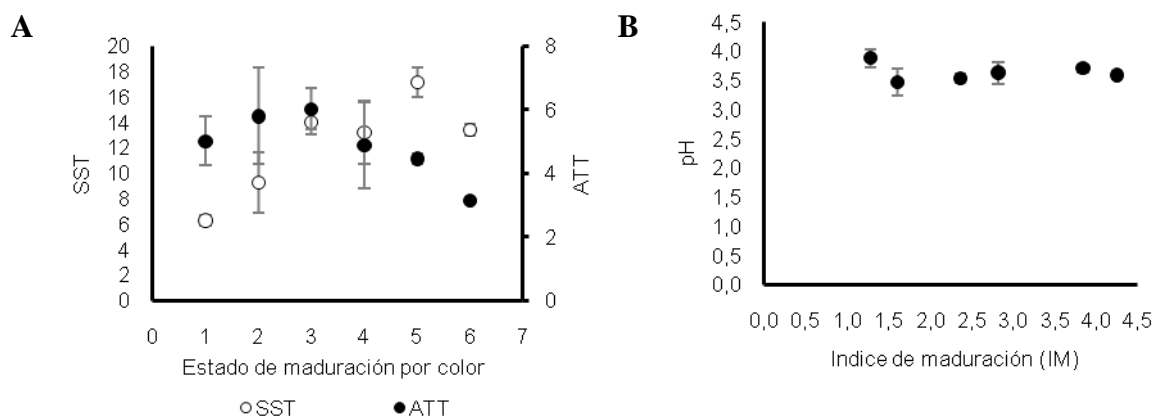
Estado de maduración por color	pH	ATT		SST		IM	
		Villapinzón	NTC	Villapinzón	NTC	Villapinzón	NTC
1	3,88 ± 0,16 <sup>a</sup>	5,01 ± 0,77 <sup>ab</sup>	2,7	6,28 ± 0,37 <sup>d</sup>	11,4	1,29 ± 0,27 <sup>c</sup>	4,22
2	3,47 ± 0,23 <sup>b</sup>	5,80 ± 1,52 <sup>ab</sup>	2,56	9,30 ± 2,36 <sup>cd</sup>	13,2	1,61 ± 0,07 <sup>c</sup>	5,16
3	3,54 ± 0,07 <sup>b</sup>	6,02 ± 0,64 <sup>a</sup>	2,34	14,05 ± 0,97 <sup>ab</sup>	14,1	2,36 ± 0,38 <sup>b</sup>	6,03
4	3,63 ± 0,19 <sup>ab</sup>	4,87 ± 1,36 <sup>ab</sup>	2,03	13,20 ± 2,45 <sup>bc</sup>	14,5	2,82 ± 0,47 <sup>b</sup>	7,14
5	3,71 ± 0,07 <sup>ab</sup>	4,46 ± 0,16 <sup>ab</sup>	1,83	17,13 ± 1,14 <sup>a</sup>	14,8	3,84 ± 0,31 <sup>a</sup>	8,09
6	3,59 ± 0,07 <sup>ab</sup>	3,25 ± 0,11 <sup>b</sup>	1,68	13,4 ± 0,42 <sup>abc</sup>	15,1	4,25 ± 0,01 <sup>a</sup>	8,99

<sup>a, b, c, d</sup> Las letras distintas indican diferencia significativa (ANOVA p< 0,05).

<sup>1</sup>Todos los datos son el promedio (n = 3) ± desviación estándar.

La variación de SST y ATT en los diferentes estados de maduración se presenta en la Fig. 2A. Se aprecia un aumento constante de la cantidad de azúcares a medida que el fruto madura, hasta el estado de maduración 4, en el cual los valores presentan una disminución, seguida de un aumento leve. Un comportamiento similar encontró Fisher y Martínez (1999) en uchuvras cultivadas en Ubaté (Cundinamarca) en las que se observó un descenso de la concentración de SST a partir de la fase de maduración cuatro [14]. Si bien los SST aumentan a medida que el fruto de uchuva madura, la acidez (ATT) en general presenta una clara tendencia decreciente con el incremento de la maduración (Fig. 2A), aunque se observa un leve incremento hasta el estado de maduración 3, pero los valores alcanzados no presentan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA  $p < 0,05$ ). Se ha observado una disminución de la acidez durante la maduración de muchos frutos lo que indica una alta tasa metabólica en esta fase [22]. Los ácidos orgánicos contribuyen en gran parte al sabor, en una relación típica entre azúcares y ácidos en las diferentes especies de frutales [23].

El índice de maduración (IM) o Ratio es una relación entre SST y AT, que proporciona una indicación de la calidad organoléptica de los frutos. Esta relación aumenta conforme el fruto madura. Los valores oscilan entre 1,29 y 4,25 en los frutos estudiados, valores que representan casi la mitad de los IM establecidos en la NTC 4580. Márquez et al (2009) también obtuvo valores inferiores a los de la norma en uchuvras cultivadas en Medellín (Antioquía), provenientes de semillas de diferentes regiones de Colombia [24].



**Figura 2.** Características físico-químicas de frutos de uchuva. Comportamiento de los SST y ATT en los seis estados de maduración por color (A). Comportamiento del pH en relación al IM (SST/ATT) (B). Las barras en los puntos indican la desviación estándar.

El pH disminuye del estado 1 al estado 2, y posteriormente presenta un leve aumento hasta el estado 6, sin embargo los valores de pH no presentan diferencias estadísticamente significativas (ANOVA  $p < 0,05$ ) entre los estados de maduración 2 al 6. Al contrastar esta disminución de pH con el IM, se observa claramente un comportamiento estable de esta variable a medida que el fruto avanza en la maduración (fig. 2B). La disminución del pH en los primeros estados puede relacionarse con el aumento que se da en la concentración de ácidos orgánicos. [25].

### 3.2 CONTENIDO DE CAROTENOIDES

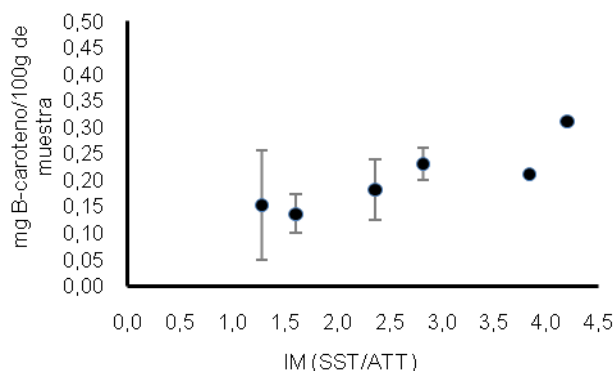
Los carotenoides son el más amplio grupo de pigmentos en la naturaleza, presentes en todos los organismos fotosintéticos y son los responsables de los colores amarillos a rojos de las frutas [26]. Los valores de carotenoides expresados como  $\beta$ -caroteno para los estados de maduración estudiados se encuentran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Contenido de carotenoides, polifenoles totales y capacidad antioxidante de frutos de uchuva ecotipo Colombia

Estado de maduración por color	mg $\beta$ -caroteno/100g de muestra	mg ácido gálico/100g de muestra Fresca	% Inhibición DPPH
1	0,15 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	149,29 $\pm$ 25,56 <sup>ab</sup>	68,46 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>
2	0,14 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	121,33 $\pm$ 9,37 <sup>b</sup>	72,17 $\pm$ 0,02 <sup>bc</sup>
3	0,18 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	131,19 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup>	79,61 $\pm$ 0,10 <sup>abc</sup>
4	0,23 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	127,31 $\pm$ 53,10 <sup>ab</sup>	78,03 $\pm$ 10,72 <sup>abc</sup>
5	0,22 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	195,94 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup>	86,14 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup>
6	0,31 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	240,16 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	91,70 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Las letras distintas indican diferencia significativa (ANOVA  $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Todos los datos son el promedio (n = 3)  $\pm$  desviación estándar.



**Figura 3.** Contenido de carotenos expresados como  $\beta$ -caroteno en frutos de uchuva en relación al IM (SST/ATT). Las barras en los puntos indican la desviación estándar.

Se observa como el contenido de carotenos se incrementa a medida que avanza el estado de maduración. Este aumento se da hasta el estado de maduración 4 en el que se alcanzan 230  $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno/100 g muestra fresca, luego se presenta una ligera disminución y finalmente un incremento hasta 310  $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno/100 g muestra fresca en el estado de sobremaduración (fig. 3). Este mismo comportamiento fue encontrado por Fisher y Martínez (1999) para uchuvas colombianas cultivadas en Boyacá, en el cual se alcanzó durante el cuarto estado de maduración un contenido de  $\beta$ -caroteno de 230  $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno/100 g muestra fresca, que luego disminuyó y aumentó a niveles similares al final de la maduración [14]. Luego Fisher y Lüdders (2000) encontraron valores inferiores de contenido de este pigmento en frutos sobremaduros colombianos cultivados también en Boyacá, con valores de 149,9  $\mu$ g  $\beta$ -caroteno/100 g muestra fresca y 157,3  $\mu$ g de

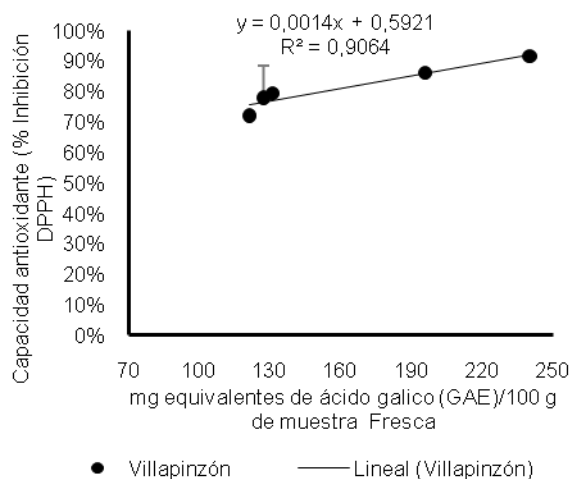
carotenoides totales/100 g muestra fresca [10, 27]. Como ya fue reportado antes, la cantidad de  $\beta$ -caroteno incrementa en los frutos maduros. La mayoría de los frutos, presentan durante sus procesos de maduración una mayor síntesis de carotenoides, como en el albaricoque [28], mango [29] y papaya [30].

### 3.3 CONTENIDO DE POLIFENOLES

El contenido de polifenoles totales tiene un comportamiento casi constante hasta el cuarto estado de maduración y luego incrementa hasta alcanzar un valor de 240,2 Equivalentes ácido gálico (EAG)/100 g muestra fresca, en el último estado de maduración (tabla 2). Este valor es superior al encontrado por Repo y Encina (2008), quienes estudiaron el contenido de polifenoles totales de uchuva peruana en frutos maduros y determinaron un contenido de 154 mg EAG/100 g muestra [13]. En uchuva la quercitina es el principal compuesto fenólico, seguido de miricetina y kaempferol [31] Ramadan y Mörsel, (2007) encontraron cantidades de polifenoles del orden de 6.30 mg de equivalentes de ácido cafeico /100 g de jugo, por lo cual destacaron su potencial como bebida funcional [32].

### 3.4 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DPPH

La capacidad antioxidante también presentó una tendencia creciente con el incremento de la maduración pasando de 68,5% en el primer estado a 91,7 % en el estado final (tabla 2). Estos valores indican una alta capacidad de la uchuva de inhibir radicales libres causantes de la oxidación. Esta tendencia creciente de la capacidad antioxidante durante la maduración se evidenció también en uchuvas peruanas, que presentaron una capacidad antioxidante de 489,05  $\mu$ g equivalente trolox/g de tejido por la técnica DPPH y 520,72  $\mu$ g equivalente trolox/g de tejido por ABTS en frutos completamente maduros [13].



**Figura 4. Relación entre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en frutos de uchuva. Las barras en los puntos indican la desviación estándar.**

Ramadan (2007) destaca que la presencia de un alto contenido de polifenoles en el jugo de uchuva podría contribuir al alto nivel de capacidad antioxidante alcanzándose una inhibición del DPPH del 78% [32]. Al graficar el contenido de polifenoles contra la capacidad antioxidante (fig. 4), se observó una alta correlación ( $r^2=0,9064$ ), lo que sugiere que los compuestos fenólicos de la uchuva tienen una gran efecto en la capacidad antioxidante, como esta reportado para otras frutas [33, 34].

En conclusión, el estado de madurez influye directamente en el contenido de compuestos bioactivos en la uchuva, dado que durante la maduración se generan procesos de biosíntesis de sustancias como lo son los carotenoides, los compuestos fenólicos, el ácido ascórbico, entre otros. La presencia de estos compuestos en mayor cantidad en el fruto produce una mayor capacidad antioxidante, por lo cual esta propiedad funcional se incrementa también con la maduración del fruto [13]. Comparado con otras frutas, el contenido de polifenoles encontrado en la uchuva es equivalente o superior en casos como acerola, níspero, cereza, kiwi, limón y naranja con contenidos de 123, 170, 200, 172, 128 y 152 mg EAG/100 g muestra fresca, respectivamente [35, 36 y 37]. La capacidad antioxidante en la uchuva es alta y está claramente relacionada con el contenido de polifenoles.

Estos resultados son un indicio del uso potencial de este ecotipo de uchuva como una fuente de antioxidantes naturales con prometedoras aplicaciones industriales.

#### 4 AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado en el marco de un proyecto 04-2009 ejecutado gracias a la financiación de Colciencias, Cámara de Comercio de Bogotá, Universidad de La Sabana y la empresa CI Riek Ltda. Los autores agradecen también la colaboración de Jacqueline Valenzuela por su apoyo en el proyecto.

#### 5 REFERENCIAS

- [1] P. T. Gardner, T. A. C. White, D. B. McPhail, and G. G. Duthie. The relative contributions of vitamin C, carotenoids, and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, 68, pp 471–474, 2000.
- [2] V.L.A.G. Lima, E.A. Melo, M.I.S. Maciel, F.L. Prazeres, R.S. Musser, and D.E.S. Lima. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. *Food Chemistry*, 90, pp. 565–568, 2005.
- [3] I. Martínez-Valverde, M. J. Periago, y G. Ros, Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 50 (1), pp 5–18, 2000.
- [4] J.A. Olson. Carotenoids. In: M.E. Shils, J.A. Olson, M. Shike, A.C. Ross. (Eds.), *Modern Nutrition in Health and Disease*, Baltimore, pp. 525–541, 1999.
- [5] M. Cedeño y D. Montenegro. Plan exportador, logístico y comercialización de uchuva al mercado de Estados Unidos para FRUTEXPO SCI Ltda. Facultad de Ingeniería, vol. Ingeniero Industrial., Bogotá Pontificia Universidad Javeriana, 2004.

- [6] S. Rodríguez y E. Rodríguez. Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. *Revista Médica Vallejana*, 4(1), pp. 43–52, 2007.
- [7] D. Zavala, Q. Mauricio, A. Pelayo, M. Posso, J. Rojas and V. Wolach. Cytotoxic effect of *Physalis peruviana* (capuli) in colon cancer and chronic myeloid leukemia. *Anales de la Facultad de Medicina*, 67(4), pp. 283–289, 2006.
- [8] L. Franco, G. Matiz, J. Calle, R. Pinzón and L. Ospina. Antiinflammatory activity of extracts and fractions obtained from *Physalis peruviana* L. calyces. *Biomedica*, 27(1), pp. 110–115., 2007.
- [9] L. Puente, C. Pinto-Muñoz, E. Castro and M. Cortés. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International* (in press), 2010.
- [10] G. Fischer, G. Ebert and P. Lüdders. Provitamin A carotenoids, organic acids and ascorbic acid content of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) ecotypes grown at two tropical altitudes. *Acta Horticulturae*, 531, pp. 263–268, 2000.
- [11] M. Ramada and J. Morsel. Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(4), pp. 969–974, 2003.
- [12] J. Speirs and C.J. Brady. Modification of gene expression in ripening fruit. *Australian Journal of Plant Physiology*, 18, pp. 519–532, 1991
- [13] R. Repo y C. Encina. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev. Soc. Quím. Perú*. 74(2): pp. 108-124, 2008
- [14] G. Fischer y O. Martínez. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana*. 16 (1-3), 35-39, 1999.
- [15] NTC 4580. Norma Técnica Colombiana. Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones. 1999.
- [16] J. Álvarez-Herrera, J. Galvis, H. Balaguera-López. Determinación de cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). *Agronomía Colombiana* 27(2), pp 253-259, 2009.
- [17] V. Singleton and J. Rossi. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.*, 16 (3): pp. 144 – 158, 1965.
- [18] I. Sotelo, N. Casas y G. Camelo. Borojó (*Borojoa patinoi*): source of polyphenols with antimicrobial activity. *Vitae*, Sept./Dec, vol.17, no.3, pp.329-336., 2010.
- [19] W. Brand-Williams, M.E Cuvelier and C. Berset. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol*. Pp. 28:25-30, 1995.
- [20] C. Amaya. Evaluación de la estabilidad de las propiedades físicas del extracto de pigmentos rojizos obtenidos a partir de la cascara de tomate (*Lycopersicon Esculentum*). Tesis de grado. Universidad de la sabana. Chía (Cund), 2004.
- [21] D. Leiva y D. Gómez. Efecto del pretratamiento de deshidratación osmótica sobre las propiedades fisicoquímicas de la papaya (*Carica Papaya* L.) en un proceso de liofilización. Tesis de grado. Universidad de la sabana. Chía (Cund), 2004.
- [22] I. Pinzón, G. Fisher and G. Corredor. Determination of the maturity stages of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.). *Agronomía colombiana*, Jan./June, vol.25, no.1, pp.83-95, 2007.



- [23] R. Wills, B. McGlasson, D. Graham and D. Joyce. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. CAB International, Nueva York. 262 p., 1998.
- [24] C.J. Marquez, O. Trillos, J.R. Cartagena and J.M. Cotes.. Physico-chemical and sensory evaluation of cape gooseberry fruits (*Physalis peruviana* L.). *Vitae*, Jan./Apr. vol.16, no.1, pp.42-48, 2009.
- [25] H. Marschner. Mineral nutrition of higher plants. 2a ed. Academic Press, London, 2002.
- [26] [26] P.M. Bramley. In I. Johnson and G. P. Williamson (Eds.), *Phytochemical functional foods*. Boca Raton: CRC Press, 2003.
- [27] V. De Rosso and A- Z. Mercadante. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, pp. 5062–5072, 2007.
- [28] V. Dragovic-Uzelac, B. Levaj, V. Mrkic, D. Bursac and M. Bora. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry* 102, pp. 966–975, 2007.
- [29] A. Z. Mercadante and D. B. Rodriguez-Amaya. Content of carotenoids in two mango cultivars and mango juices obtained by HPLC. In *Proceedings of the 10th international symposium on carotenoids*, pp. 5–8. Trondheim. 1993.
- [30] V. C Wilberg and D. B. Rodriguez-Amaya. HPLC quantitation of major carotenoids of fresh and processed guava, mango and papaya. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 28, 474–480, 1995.
- [31] S. H. Häkkinen, S. O. Kärenlampi, , I. M. Heinonen. H.M. Mykkänen and A.T. Riitta. Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, pp. 2274–227, 1999.
- [32] M.F. Ramadan and J.T. Mörsel. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, pp. 452–460, 2007.
- [33] X. Wu, G.R. Beecher, J.M. Holden, D.B. Haytowitz, S.E. Gebhardt, and R.L. Prior. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of foods in the United States. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 52, pp. 4026–4037, 2004.
- [34] R. Chirinos, J. Galarza, I. Betalleluz-Pallardel, R. Pedreschi, and D. Campos. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. *Food Chemistry* 120, pp. 1019–1024, 2010.
- [35] H. Kobayashi, C.Z. Wang, K.W and Pomper, K.W. Phenolic content and antioxidant capacity of pawpaw fruit (*Asimina triloba* L.) at different ripening stages. *Hortscience*, 43, 268-27, 2008.
- [36] O. Rop, J. Sochor, T. Jurikova, O. Zitka, H. Skutkova, J. Mlcek, P. Salas, B. Krska, B., et al. Effect of Five Different Stages of Ripening on Chemical Compounds in Medlar (*Mespilus germanica* L.). *Molecules*, 16, pp. 74-91, 2011.
- [37] Base de datos de la actividad antioxidante ORAC y del contenido de Polifenoles totales de frutas producidas, consumidas y/o exportadas por Chile 2011. Laboratorio de Análisis de antioxidantes en alimentos del Instituto de Nutrición y Tecnología de

los alimentos (INTA): Universidad de Chile. Disponible en:  
[http://portalantioxidantes.com/?page\\_id=69](http://portalantioxidantes.com/?page_id=69)