

---

## CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES EN PULPA DE LECHOSA (*Carica papaya*)

Hernández J., Fernández V., Sulbarán B.

Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Química (LUZ)

ofiuco2011@hotmail.com

### Resumen

Se realizó la caracterización fisicoquímica y se midió la actividad antioxidante de frutos de lechosa (*Carica papaya*) cv. *Carmen* cultivada en el estado Zulia. Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron: pH, acidez titulable, grados Brix, humedad y vitamina C (expresado como ácido ascórbico) según la normativa A.O.A.C. La actividad antioxidante (equivalente a TROLOX y vitamina C) fue evaluada por el método del radical ABTS y el contenido de polifenoles totales mediante el método del reactivo de Folin-Ciocalteu. Los resultados obtenidos para el análisis fisicoquímico de la pulpa del fruto fueron: pH =  $4,64 \pm 0,04$ ; vitamina C expresado como ácido ascórbico (mg/100g) =  $87,46 \pm 3,97$ ; acidez titulable (mg de ácido cítrico/100g) =  $0,04 \pm 0,00$ ; grados Brix =  $11,72 \pm 0,08$  y humedad (%) =  $80,04 \pm 0,68$ . Para la actividad antioxidante y evaluación del contenido de polifenoles se obtuvieron los siguientes resultados: actividad antioxidante equivalente a TROLOX (mM/100g) =  $0,49 \pm 0,02$ ; actividad antioxidante equivalente a vitamina C (mg/100g) =  $96,57 \pm 4,89$  y contenido de polifenoles totales expresado como ácido gálico (mg/100g) =  $49,96 \pm 3,34$ . La pulpa de lechosa constituye una manera alternativa de consumir compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta; adicionalmente la actividad antioxidante de una mezcla no viene dada únicamente por la suma de las capacidades antioxidantes de cada uno de sus compuestos polifenólicos, sino que depende también de efectos sinérgicos del microambiente donde se encuentra el compuesto y esto puede ocasionar efectos inhibitorios de la capacidad antioxidante. Por otra parte la caracterización fisicoquímica del fruto aporta un gran tema de apoyo en futuras investigaciones comparativas.

**Palabras clave:** lechosa, lámina flexible, ABTS, TROLOX.

## Introducción

Frutas, hortalizas, cereales y en definitiva todos los alimentos de origen vegetal que ocupan una parte importante de nuestra alimentación diaria, aportan además de azúcares, grasas y proteínas toda una serie de nutrientes minoritarios o micronutrientes tales como vitaminas, minerales y fibras, entre otros. Cano y Arnao (2004). Las frutas poseen distintos compuestos bioactivos, entre los que destacan los antioxidantes, compuestos de distinta naturaleza química, que incluyen a las vitaminas C y E, polifenoles, carotenoides y terpenoides, entre otros Pérez (2007). Los antioxidantes son sustancias que pueden retrasar el comienzo o reducir la velocidad de oxidación de las sustancias autooxidables Fennema (2000). Su concentración en los alimentos es muy baja, además son sensibles a la descomposición durante ciertos procesamiento y almacenaje de la materia prima o de productos elaborados por lo que se han usado suplementos o técnicas industriales para su concentración Marcano (2011). La actividad antioxidante de la lechosa (*Carica papaya*) ha tenido un particular interés como una de sus principales propiedades funcionales. Se ha determinado que la actividad antioxidante de esta fruta se debe a la presencia de los compuestos polifenólicos, ácido ascórbico y los compuestos carotenoides en el caso del sistema antioxidante químico Sousa, Loir, Rees y Larondelle (2008). Actualmente, diversos compuestos cromógenos son utilizados para determinar la capacidad de los compuestos

fenólicos que contiene los frutos para captar los radicales libres generados, el método más aplicado es la generación del radical ABTS [2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfónico)]. El método del radical ABTS<sup>•+</sup>, se considera un método de elevada sensibilidad, práctico, rápido y muy estable, además, la ventaja de que su espectro presenta máximos de absorbancia a 414, 654, 754 y 815 nm en medio alcohólico y que su tiempo de reacción entre 1 y 7 minutos es relativamente corto, lo hace un método especial para compuestos puros, extractos de plantas o de alimentos Re, Pellegrini, Proteggente, Pannala, Yang y Rice (1999) y Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho y Fett (2005), en esta investigación se realizará la caracterización fisicoquímica y se evaluará la actividad antioxidante de pulpa de lechosa (*Carica papaya*).

## Materiales y métodos

**Material Vegetal:** Los frutos de lechosa fueron suministrados por el Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola del estado Zulia, ubicado en el municipio Mara del Estado Zulia. Se recolectaron 9 Kg de frutos de lechosa variedad Carmen en forma sistemática y aleatoria, en completo estado de madurez fisiológica COVENIN (1769-81).

**Tratamiento de la muestra:** Los frutos fueron lavados y separados en sus partes constituyentes epicarpio, pericarpio y semilla. La pulpa (pericarpio) fue agrupada en tres lotes de tres kilogramos cada uno y almacenada a -5 °C.

**Caracterización fisicoquímica.** Los parámetros fisicoquímicos evaluados en

la pulpa de fruta fueron pH, contenido de ácido ascórbico (Vitamina C), acidez titulable, grados Brix y humedad de acuerdo a lo recomendado por la Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C, 1990)

#### **Obtención del extracto de los frutos:**

La extracción de los compuestos polifenólicos y antioxidantes se realizó según Araya, Clavijo y Herrera (2006), para ello un gramo de muestra fue mezclado con diez (10) mL de etanol, posteriormente se agitó magnéticamente la mezcla por una (1) hora y se centrifugó a 12000 rpm por veinte (20) minutos. El sobrenadante obtenido fue almacenado en envases ámbar a -15 °C hasta su análisis, el cual se realizó en un tiempo máximo de cuarenta y ocho (48) horas luego de la obtención del extracto.

**Determinación del contenido de polifenoles totales:** Se realizó usando el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo a lo descrito por Arnous, Makris y Kefalas (2002). Los análisis se realizaron en un equipo UV-visible GENESYS a 750 nm empleando una curva de ácido gálico en un rango de 0 a 500 ppm. Los resultados fueron expresados en miligramos equivalente de ácido gálico por gramos de muestra (mg GAE/ 100 g de muestra).

**Determinación de la actividad antioxidante:** La actividad antioxidante de las muestras se evaluó por el método ABTS reportado por Miller, Sampson, Candeias, Bramley y Rice-Evans (1996) y Rice-Evans, Miller y Paganag (1996), basado en la oxidación de la sal diamónica ABTS y posterior remoción del radical  $ABTS^{+}$  por parte de los compuestos antioxidantes presentes en la muestra. La obtención del radical  $ABTS^{+}$  se basa

en la reacción de una solución de ABTS 7 mM con persulfato potásico 2,5 mM, ambos reactivos en proporción 1:1. La mezcla se dejó en reposo, tapada con papel aluminio y a temperatura ambiente ( $\pm 25$  °C) durante un tiempo mínimo de dieciséis (16) horas antes de comenzar las evaluaciones. Al radical  $ABTS^{+}$  generado se le determinó la absorbancia (abs) a 750 nm (Abs cromóforo radical,  $t_{0 \text{ min}}$ ), luego se añadieron 40  $\mu$ L de los extractos diluidos y se midió nuevamente la absorbancia a 750 nm transcurridos cinco (5) minutos (Abs cromóforo radical + antioxidante,  $t_{5 \text{ min}}$ ). Para cuantificar los resultados se utilizó el antioxidante sintético TROLOX y el antioxidante natural ácido ascórbico, los cuales fueron ensayados en las mismas condiciones que las muestras y los resultados se expresaron en miligramos de actividad antioxidante equivalente de TROLOX (TEAA) y miligramos de actividad antioxidante equivalente en ácido ascórbico (VCEAA) por 100 gramos de muestra.

## **Resultados y Discusión**

### **Caracterización fisicoquímica del fruto**

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización fisicoquímica del fruto de lechosa. Los frutos presentaron un pH de  $4,64 \pm 0,04$ , lo que favorece, junto a la acidez la inhibición de los microorganismos facilitando así el almacenamiento y manejo postcosecha del fruto Medina y Pagano (2003). Según Avilán y Rengifo (1990) la composición química de la frutas puede variar debido a diversos factores, entre ellos, la época del año, el estado de maduración, la

variedad y hasta la calidad del suelo.

La acidez de la pula de lechosa fue de  $0,04 \pm 0,00$  meq ácido cítrico/g. Los frutos de lechosa presentan contenidos mínimos pero importantes de ácido málico y cítrico, aunque también posee contenidos de ácido galacturónico, tartárico, malónico, succínico y muchos otros ácidos orgánicos Litz (2009).

Belandria, Velandria y Navarro (2010), reportan una acidez promedio de  $0,055 \pm 0,01$  meq ácido cítrico/g para la variedad Thailandia de lechosa, un valor similar al reportado en esta investigación. En los frutos de lechosa, los sólidos solubles totales expresados como °Brix se deben a la presencia de glucosa, fructosa y sacarosa Fennema (2000) y Avilán y Rengifo (1990). El contenido de grados Brix en la lechosa fue de  $11,72 \pm 0,08$ , mayores al rango de 9,14-9,48 °Brix, reportado por Belandria *et al.* Los sólidos solubles (°Brix) se deben a la presencia de los azúcares antes nombrados, sin embargo factores como la acidez pueden ocasionar un aumento en su contenido debido a la hidrólisis de los polisacáridos.

El contenido humedad (%) de los frutos de lechosa se encuentra en el rango de 80-85% de humedad previsto para este tipo de alimentos Fennema (2000). La muestra presentó una humedad de  $80,04 \pm 0,68$  %, inferior al reportado por Ashaye, Babalola. S.O, Babaloba A.O, Aina, Fasoyiro (2005), quienes señalan un valor de 87,67 % para la variedad *Pink Solo* de lechosa.

En los frutos el contenido de vitamina C expresado como ácido ascórbico puede variar entre diferentes plantas pues los cultivares son totalmente diferentes en

altura y abundancia de fruto Medina y Pagano (2003) y Avilán y Rengifo (1990). El ácido ascórbico es fotosensible y muy inestable, pudiendo oxidarse fácilmente a la forma deshidroascórbica en presencia de luz o calor, y factores como el pH, la actividad de agua y la concentración de oxígeno aceleran la velocidad de reacción Fennema (2000). El árbol de lechosa es bajo y recubre los frutos con sus hojas lo que favorece la disminución de la incidencia de luz en los cuerpos comestibles Avilán y Rengifo (1990). Cabe destacar que la acidez de los frutos juega un papel importante pues a mayor contenido de ácidos orgánicos más veloz es la oxidación del ácido ascórbico, por esta razón para la lechosa el contenido de vitamina C fue de  $87,46 \pm 3,97$  mg ácido ascórbico/g, mayor a lo reportado por Ashaye *et al.* (2005), para la lechosa de variedad *Pink* solo de 83,33 mg ácido ascórbico/g.

#### **Actividad antioxidante del fruto**

En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos de la actividad antioxidante equivalente a TROLOX ( $0,49 \pm 0,02$  mM/100g), actividad antioxidante equivalente a vitamina C ( $96,57 \pm 4,89$  mg/100g) y contenido de polifenoles totales ( $49,96 \pm 3,34$  mg GAE/100g) del fruto. Los extractos polifenólicos del material vegetal (fruto) son muchas veces una mezcla de diferentes clases de polifenoles que son solubles en el solvente usado en el sistema Souza *et al.* (2008), por esto su extracción y cuantificación total es simple.

**Tabla 1.** Caracterización fisicoquímica del fruto fresco de lechosa

Muestra	pH	Vitamina C <sup>a</sup>	Acidez <sup>b</sup> (meq/g)	Humedad (%)	°Brix
Fruto	4,64±0,04	87,46±3,97	0,04±0,00	80,04±0,68	11,72±0,08

<sup>a</sup> Expresada en miligramos de ácido ascórbico

<sup>b</sup> Expresada en mili equivalente de ácido cítrico

**Tabla 2.** Contenido de polifenoles y actividad antioxidantes del fruto fresco de lechosa

Muestra	Polifenoles totales (mg GAE/100g)	TEAC <sup>a</sup> (mM/100g)	VCEAC <sup>b</sup> (mg/100g)
Fruto	49,96±3,34	0,49±0,02	96,57±4,89

<sup>a</sup> Actividad antioxidante equivalente a TROLOX

<sup>b</sup> Actividad antioxidante equivalente a vitamina C

Contreras-Calderón, Calderón-Jaimes, Guerra-Hernández y García-Villanova (2010), reportaron para la variedad Papaya de montaña valores de polifenoles totales de 36,8±6 mg GAE/100g, un valor por debajo del obtenido en esta investigación. De igual forma el contenido de vitamina C expresado por los autores fue de 32,8±0,00 mg/100g, sumamente bajo comparado con el obtenido en este análisis (87,46±3,97 mg/100g). Lim, Y, Lim, T y Tee (2007) reportaron para la variedad Solo de lechosa valores en contenido de polifenoles totales de 28±6 mg GAE/100g, un valor menor al obtenido en la investigación y el contenido de vitamina C en 108±16 mg/100g, un valor mayor pero comparable con el 87,46±3,97 mg/100g de contenido de vitamina C presente en el fruto utilizado en este análisis.

Contreras-Calderón *et al.* (2010), evaluaron la actividad antioxidante de frutos de lechosa mediante el método de

ABTS usando TROLOX como patrón de referencia, obteniendo un valor de 7,63±1,36 µmol/g muy por debajo del obtenido bajo las mismas condiciones en esta investigación.

La mayoría de los compuestos polifenólicos que actúan en la actividad antioxidante de las frutas se caracterizan por ser hidrosolubles y estables a temperatura ambiente pero son susceptibles a los cambios químicos (maduración de la fruta); físicos en el procesamiento del fruto (trituración y picado: estos compuestos forman parte de la organización tisular y de estructuras que al romperse se lixivian y se destruyen parcialmente al contacto con el aire); y térmicos, ya que el aumento excesivo del calor modifica el pigmento de los alimentos Agostini, *et al.*, (2004).

Adicionalmente la actividad antioxidante de una mezcla no viene dada por solo por la suma de las capacidades antioxidantes de cada uno de sus compuestos polifenólicos, depende también de

efectos sinérgicos del microambiente donde se encuentra el compuesto y esto puede ocasionar efectos inhibitorios de la capacidad antioxidante Kuskoski *et al.* (2005).

## Conclusiones

La pulpa de lechosa constituye una manera alternativa de consumir compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta; adicionalmente su caracterización fisicoquímica como pie de apoyo en futuras investigaciones comparativas.

## Referencias Bibliográficas

- Agostini, L.; Morón, M.; Ayala A., Ramón A. (2004). Determinación de la capacidad antioxidante de flavonoides en frutas y verduras frescas y tratadas térmicamente. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 54, 1, 89-92.
- Araya H., Clavijo C., Herrera C. (2006). capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 56, 4, 361-365.
- Arnous, A., Makris D., Kefalas P. (2002). Correlation of pigment and flavone content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. J Food Comps. Anal. 15, 655-665.
- Association of Official Analytical Chemist, A.O.A.C (1990). Official Methods of Analysis. (15ta Ed.), Volumen 1, Capítulo 4, VA, U.S.A.
- Ashaye O.A., Babalola S.O., Babalola A.O., Aina J.O., Fasoyiro S.B. (2005). Chemical and organoleptic characterization of pawpaw and guava leathers. J AgricSci. 1, 1, 50-51.
- Avilán L., Rengifo C. (1990). El Mango. (1ra Ed). Caracas, Venezuela: América.
- Belandria D., Velandria V., Navarro C. (2010). Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) en las variedades Tailandia y Maradol. Producción Agropecuaria / Agroalimentaria. 3, 1, 45-49.
- Cano, A., Arnao M. (2004) Actividad antioxidante hidrofílica y lipofílica y contenido en vitamina C de zumos de naranja comerciales: relación con sus características organolépticas. Cienc. Tecn. Alim., 4, 3, 185-189.
- Contreras-Calderón J., Calderón-Jaimes L., Guerra-Hernández E., García-Villanova B., (2010). Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. Food Reach International. doi:10.1016/j.foodres.2010.11.003.
- COVENIN (1769-81). Norma Venezolana, Frutas. Toma de muestras.
- Fennema O. (2000). Química de los alimentos. (2da Ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Kuskoski, M.; Asuero A., Troncoso A., Mancini-Filho J., Fett R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Cien. Tecnol. Aliment., 24, 4, 726-732.
- Lim Y., Lim T., Tee J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chem. 103, 1003-1008.
- Litz R. (2009). The mango: botany, production and uses. (2da Ed). U.S.A: CAB International.

- Marcano D. (2011), La química de los alimentos. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, Venezuela. Fundación Empresas Polar.
- Medina M., Pagano F. (2003). Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo “Criolla Roja”. 20, 1, 72-86.
- Miller N., Sampson J., Candeias L., Bramley P., Rice-Evans C. (1996). Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FebsLett.* 384, 240-242.
- Pérez J., Saura F. (2007). Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas, V Congreso Iberoamericano de tecnología postcosecha y agroexportaciones. [en línea]. Recuperado de: [www.horticom.com/pd/imagenes/71/429/71429.pdf](http://www.horticom.com/pd/imagenes/71/429/71429.pdf)
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, 26, 9, 10, 1231-1237.
- Rice-evans C., Miller N., Paganag G. (1996). Structure- antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol Med.* 20, 7, 933-956.
- Souza J., Silva E., Loir A., Rees J., Rogez H., Larondelle Y. (2008). Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: A correlation study using chemical and biological *in vitro* assays. *Food Chem.* 106, 331-339.