

# EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DEL HIERRO EN LA ELABORACIÓN DE UN CAMELO BLANDO RELLENO

## EVALUATION OF THE BIODISPONIBILITY OF IRON IN THE ELABORATION OF SOFT CANDY STUFFED

---

Brayan Eduardo Castellanos C.,<sup>1</sup>

Leidy Lorena Varón B.<sup>2</sup>

Gloria Helena Gonzalez B.<sup>3</sup>

---

### RESUMEN

Actualmente, en Colombia se presenta una alta prevalencia de anemia ferropénica que afecta en su mayoría a la población de primera infancia. En consecuencia, se han creado diversos alimentos fortificados con este mineral. A partir de esto, se proyecta el desarrollo de un caramelo blando relleno de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) osmodeshidratado y se evalúa su biodisponibilidad a lo largo del proceso de elaboración, por medio del modelo matemático planteado por Hallberg y Hulthén (2000). Se planteó dividir la metodología en cuatro etapas: análisis fisicoquímicos y nutricionales de materias primas; osmo-deshidratación del carambolo para fortificar el jarabe con sulfato ferroso (45 mg/kg); encapsulación y reticulación del jarabe fortificado mediante alginato (1,5% p/v) y gelatina (0,25 g/ml); y elaboración del caramelo blando, planteando para el

relleno tres formulaciones fruta: jarabe (1:3; 3:1; 1:1). En los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico y nutricional del carambolo, se puede observar para la acidez titulable ( $0,30 \pm 0,005$  ácido oxálico anhídrido % m/m) y pH ( $3,59 \pm 0,08$ ) se encuentran dentro de los parámetros reportados; sin embargo, ocurre lo contrario para sólidos solubles ( $5,5 \pm 0,0$  °Brix a 20°C), índice de madurez ( $18,6 \pm 0,3$  °Brix / ácido oxálico anhídrido % m/m), hierro ( $0,70 \pm 0,06$  mg/100g fruta), calcio ( $27,59 \pm 1,33$  mg/100g fruta), polifenoles ( $6,85 \pm 0,750$  mg/100g fruta) y ácido ascórbico ( $2,10 \pm 0,064$  mg/100g fruta). De este modo, los aspectos relacionados a la cosecha, método de análisis y factores intrínsecos de la fruta son los que pudieron generar esta variación.

**Palabras claves:** carambolo, alimentos fortificados, alginato, gelatina, micronutrientes.

---

<sup>1</sup>Estudiantes del semillero de investigación en especies promisorias (SIESPRO) del programa de Ingeniería de alimentos. Facultad de Ingeniería. Fundación Universitaria Agraria de Colombia, UNIAGRARIA. Bogotá. Contacto: varon.leidy@uniagraria.edu.co.

<sup>2</sup>Ingeniera química. Líder del semillero de investigación en especies promisorias (SIESPRO). Docente T.C. Programa Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Fundación Universitaria Agraria de Colombia, UNIAGRARIA. Bogotá.

## ABSTRACT

Currently in Colombia, there is a high prevalence of iron deficiency anemia, with the early childhood population being the most affected; consequently, various foods fortified with this mineral have been created. From this, the development of a soft candy filled with osmo-dehydrated carambola (*Averrhoa carambola* L.) is projected, evaluating its bioavailability throughout the elaboration process, by means of the mathematical model proposed by Hallberg and Hulthén (2000). Therefore, it was proposed to divide the methodology into four stages: physical-chemical and nutritional analyzes of raw materials; osmo-dehydration of the carambolo, fortifying the syrup with ferrous sulfate (45 mg / Kg); encapsulation and cross-linking of the fortified syrup, using alginate (1.5% w / v) and gelatin

(0.25 g / ml); and elaboration of the soft caramel, raising three fruit formulations for the filling: syrup (1: 3; 3: 1; 1: 1). In the results obtained in the physicochemical and nutritional analysis of the carambola, it can be observed for the titratable acidity ( $0.30 \pm 0.005$  oxalic acid anhydride% m / m) and pH ( $3.59 \pm 0.08$ ) are found within the reported parameters; however, the opposite occurs for soluble solids ( $5.5 \pm 0.0$  ° Brix at 20 ° C), maturity index ( $18.6 \pm 0.3$  ° Brix / oxalic acid anhydride% m / m), iron ( $0.70 \pm 0.06$  mg / 100g fruit), calcium ( $27.59 \pm 1.33$  mg / 100g fruit), polyphenols ( $6.85 \pm 0.750$  mg / 100g fruit) and ascorbic acid ( $2.10 \pm 0.064$  mg) / 100g fruit); being the aspects related to the harvest, method of analysis and intrinsic factors of the fruit who could generate this variation.

**Keywords:** carambolo, fortified foods, alginate, gelatin, micronutrients.

## INTRODUCCIÓN

Los niños de edades entre 0 a 6 años, conocidos como población de primera infancia, son susceptibles a presentar deficiencia de hierro, lo que afecta su proceso metabólico de manera directa. Esto es consecuencia de una dieta pobre en dicho mineral y la capacidad de este de reaccionar con otros compuestos presentes en la matriz alimentaria, lo que provoca una disminución en la biodisponibilidad del mismo. Con base en lo anterior, se han desarrollado diferentes técnicas y tecnologías, como el fortalecimiento y encapsulamiento, respectivamente, los cuales permiten mitigar dicho problema.

Conforme a la problemática descrita, dicha investigación busca evaluar la biodisponibilidad del hierro en el proceso de elaboración de un caramelo blando relleno de carambolo osmodeshidratado mediante un modelo matemático como alternativa para predecir la absorción del mineral en niños de dos a seis años. De esta manera, se llevará a cabo la investigación en cuatro etapas: caracterización del carambolo, proceso de osmodeshidratación, encapsulación y reticulación y elaboración del caramelo. Así, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar el carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y evaluar su biodisponibilidad teórica y características fisicoquímicas, como base en el proceso de elaboración del caramelo blando relleno.
- Establecer el biopolímero que ofrezca mayor biodisponibilidad del hierro en la solución osmótica, mediante una comparación entre encapsulación con alginato y la reticulación de gelatina.

- Determinar la biodisponibilidad del hierro en el caramelo blando relleno por medio de un modelo matemático, evaluando la variación del contenido nutricional del producto a lo largo del proceso.

## BIODISPONIBILIDAD

Se define biodisponibilidad como la fracción de nutrientes ingeridos que son disponibles para la utilización en las funciones fisiológicas normales y para el almacenamiento (La frano *et al.*, 2014). Ahora bien, la biodisponibilidad del hierro está ligada a su forma química, dado que puede estar en un estado ferroso ( $Fe+2$ ), que se absorbe de manera eficiente en el organismo (Appleton & Vanbergen, 2013); o en estado férrico ( $Fe+3$ ) que, por el contrario, presenta una baja biodisponibilidad, debido a la susceptibilidad frente a otros componentes (el ácido fítico, los polifenoles y los oxalatos) para formar complejos insolubles, y a la presencia de micronutrientes (calcio, cobre, zinc, manganeso, cobalto) que comparten la misma ruta de entrada en las células de la mucosa intestinal. De igual forma, existen compuestos que promueven la absorción de hierro, como el ácido cítrico y el ascórbico, la fructosa, la carne, el pescado, y la vitamina A (Barragán, Santoyo & Ramos, 2015).

Por otra parte, son múltiples los estudios realizados para cuantificar la biodisponibilidad del hierro en los alimentos, donde se varían tanto la metodología como el enfoque del análisis, ya sea en el proceso o en el producto terminado. Entre los diferentes experimentos desarrollados, está el de Rodríguez (2017), por medio de un modelo celular intestinal *in vitro* y el modelo matemático planteado por Hallberg y Hulthén (2000), en el que se plantea un

análisis de los diferentes efectos causados por compuestos inhibidores como los fitatos, taninos, el calcio, el huevo, proteína de soja, la carne y promotores como la vitamina C sobre la absorción de hierro.

## CARAMELOS BLANDOS

Según la NTC 3207 del 2008, los caramelos blandos se definen así:

“productos fácilmente masticables, obtenidos a partir de la cocción de una solución de carbohidratos como: azúcar, azúcar invertido, jarabes de glucosa, polioles, poli dextrosa, isomaltitol, grasa y aceites comestibles, emulsificantes, y otros ingredientes aptos para consumo humano permitidos por la autoridad sanitaria competente, de textura semisólida, gelatinosa o pastosa cuando están fríos”.

Por otro lado, el caramelo blando relleno (lácteo o no) es el producto conformado por un caramelo blando, y sirve de cubierta o costra de una porción de relleno, ambos en proporciones definidas (ICONTEC, 2008).

## CARAMBOLO (*AVERRHOA CARAMBOLA L.*)

Uno de los principales alimentos que constituyen la dieta diaria del hombre son las frutas, que se definen como el ovario fecundado y maduro de la flor apto para su consumo (Minsalud, 2013). Son altamente demandadas, principalmente, por su valor nutritivo, variedad de formas, colores y sabores que las hace atractivas para la preparación de alimentos. Así, obtienen la capacidad de otorgar al cuerpo humano los micronutrientes necesarios para su buen funcionamiento (López, 2003).

El carambolo es una fruta de origen tropical originario del suroeste asiático de la familia *Oxalidaceae*. Se identifica como una baya carnosa, de forma ovoide o elipsoidal, de dimensiones variables que van desde 5 hasta 25 cm de longitud y desde 3 hasta 10 cm de diámetro. Se caracteriza por presentar 5 costillas longitudinales, que le dotan de una típica sección transversal en forma de estrella (Hernández & Barrerra, 2004).

El carambolo se caracteriza por su alto contenido de fibra, vitamina C, calcio y hierro. Se debe tener en cuenta que el contenido de este último es mayor, comparado con otras frutas como el banano, la curuba o la mora. De igual manera, es importante mencionar que este fruto tiene relativamente bajos niveles de componentes antinutricionales, como fitatos, saponinas, oxalatos, taninos y fenoles (Soumya & Nair, 2014).

## METODOLOGÍA

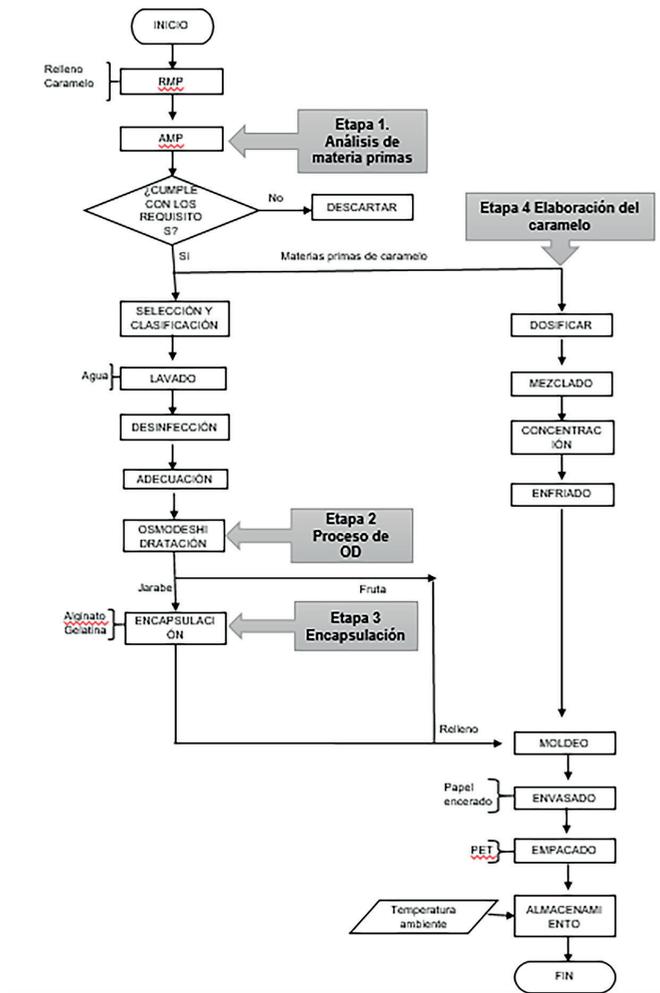
La metodología planteada para la presente propuesta de investigación se encuentra seccionada en cuatro etapas; de igual manera, se especifican los análisis a realizar en cada etapa, teniendo en cuenta que estos se harán por triplicado. Es de resaltar que, al realizar los ensayos de biodisponibilidad según el modelo matemático, solo se tomará el porcentaje de absorción de Hierro no hémico, considerando como factores inhibidores los fitatos, el calcio y los polifenoles y como promotor de la absorción la vitamina C. Cabe mencionar que, aunque los valores de fitatos y fenoles sean bajos en el carambolo, es necesario cuantificarlos para determinar la biodisponibilidad en la materia prima.

## MATERIA PRIMA

El carambolo (*Averrhoa carambola* L.) se compró en un mercado del barrio Mirandela en la localidad de Suba, en Bogotá. Se encontró en un estado de madurez verde, con un peso entre 45 - 55 gramos. De acuerdo con la etiqueta, el fruto provenía del Valle del Cauca.

## MÉTODOS

En la Figura 1, se presenta un proceso general de la elaboración del caramelo blando, desde la recepción de la materia prima implementada para el relleno y la elaboración del caramelo, hasta el almacenamiento del producto final.



**Figura 1.** Proceso de elaboración de caramelo blando relleno.

**Fuente:** elaboración propia.

## Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los resultados se realizó por medio de una medida de tendencia central y una de dispersión (promedio y desviación estándar). De otra manera, para evaluar si hay diferencia estadísticamente significativa entre los resultados, se utilizará un análisis de

varianza (ANOVA). En caso de presentarse diferencias significativas, se desarrollará la prueba de Tukey. Esto se llevará a cabo en el programa Excel, versión 2013, con una significancia de 5%.

En la Tabla 1 se presentan las variables tomadas en cuenta en cada una de las etapas.

**Tabla 1.** Variables en cada etapa del proceso.

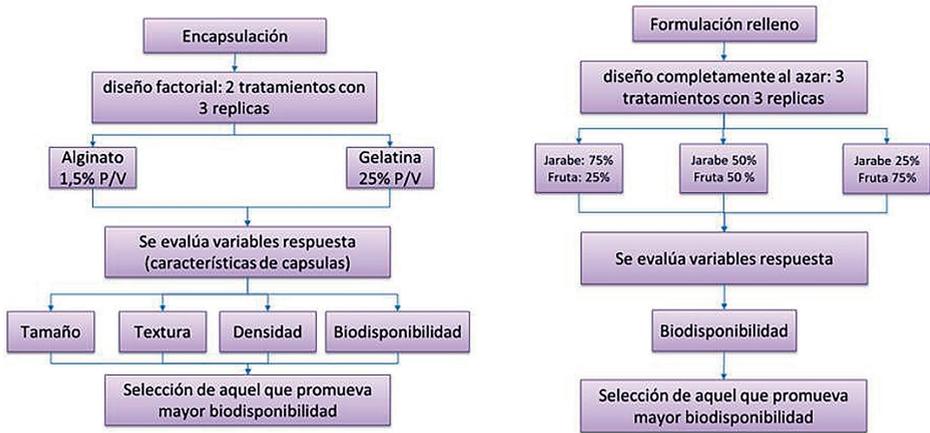
Etapas	Variables control	Variables respuesta
1. Análisis del carambolo	Estado de maduración (verde)	Fisicoquímicos: Sólidos solubles, acidez, pH, índice de madurez. Nutricionales: Cuantificación de hierro; inhibidores: calcio, taninos, poli fenoles; y promotor: Vitamina C.
2. Osmodeshidratación del carambolo	Concentración de sacarosa/ stevia	Fisicoquímicos: Sólidos solubles. Nutricionales: cuantificación de hierro en los productos finales (solución y carambolo). Características de las cápsulas: Textura y densidad.
3. Encapsulación y reticulación	Tratamientos T1: Encapsulación con alginato T2: Reticulación con gelatina	Nutricionales: Cuantificación de hierro; inhibidores: calcio, taninos, poli fenoles; y promotor: Vitamina C
4. Elaboración del carambolo	Tratamientos: relleno de carambolo (%fruta-%jarabe) T1: 75-25 T2: 50-50 T3: 25-75	Nutricionales: Cuantificación de hierro; inhibidores: calcio, taninos, poli fenoles; y promotor: Vitamina C

**Fuente:** elaboración propia.

## Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental solo en las dos últimas etapas del proceso,

encapsulación y elaboración del carambolo. En la Figura 2 se muestra el diseño experimental que se aplicó en la investigación.



**Figura 2.** Diseño experimental de la investigación.

**Fuente:** elaboración propia,

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis del carambolo

En la etapa uno se analizaron las características fisicoquímicas y nutricionales del carambolo. Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados análisis de carambolo.

Componente	Unidad	Media $\pm$ DS
Acidez total	Ácido oxálico anhídrido % m/m	0,30 $\pm$ 0,005
pH	Unidad de pH	3,59 $\pm$ 0,08
Sólidos Solubles Totales	°Brix a 20°C	5,5 $\pm$ 0,0
Índice de madurez	°Brix / ácido oxálico anhídrido % m/m	18,6 $\pm$ 0,3
Ácido ascórbico	mg/100g fruta	2,10 $\pm$ 0,064
Hierro	mg/100g fruta	0,70 $\pm$ 0,06
Calcio	mg/100g fruta	27,59 $\pm$ 1,33
Fitatos totales	mg/100g fruta	26 $\pm$ 0,0
Polifenoles totales	mg equivalentes de ácido gálico / 100g fruta	6,85 $\pm$ 0,750

**Fuente:** elaboración propia.

## Características fisicoquímicas

De acuerdo con la Tabla 2 y con lo expuesto por Mateus-Cagua, Arias y Orduz-Rodríguez (2015), la muestra analizada presenta una acidez total titulable y un pH cercano al reportado en las fincas de Lejanías (Meta), aunque unos sólidos solubles por debajo de lo obtenido en el estudio. Estas características se deben a una posible variación en el índice de madurez y la zona de cultivo, dado que el carambolo utilizado en el presente estudio se obtuvo del Valle del Cauca y su índice de madurez es inferior al reportado por Mateus-Cagua *et al.* (2015), que es de 26,38. A su vez, ello explica un menor contenido de sólidos solubles por la posible recolección temprana del fruto, impidiendo así la degradación de ácidos orgánicos en azúcares.

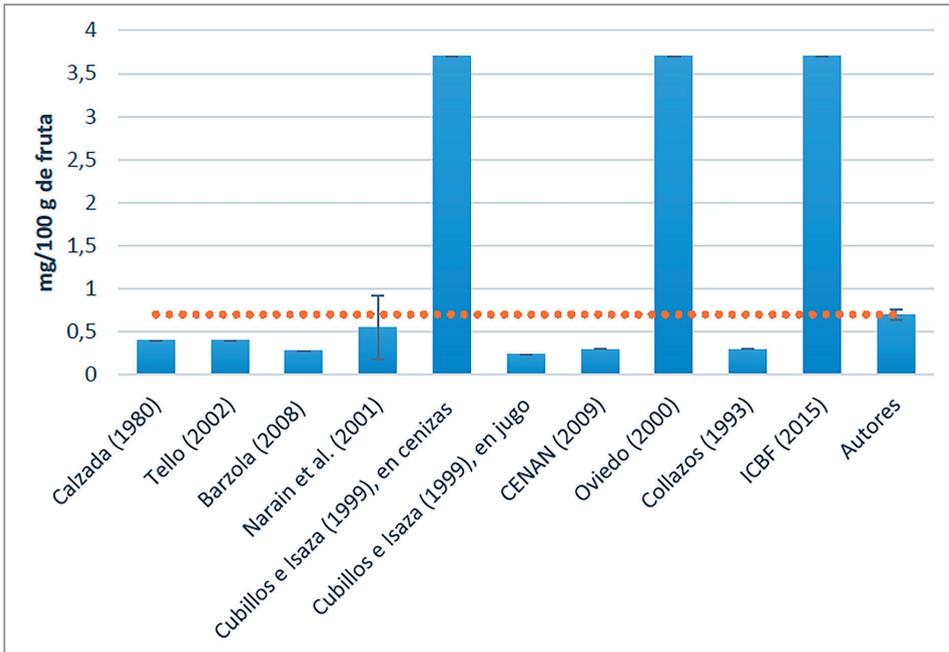
Sin embargo, los resultados de las pruebas fisicoquímicas expuestos en la Tabla 2 son compatibles con lo observado por González, Hernández, Herrera y Barrera (2001) en carambolo recolectado en el municipio de Florencia (Caquetá), para una cosecha entre el día 75 y el 123, cuando se da el estado de crecimiento final del fruto.

## Hierro

El contenido de hierro presenta diferencias con lo reportado por el ICBF (2015),

por tanto, se debe considerar que, según Mateus-Cagua *et al.* (2015), la variedad seleccionada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para fines productivos a nivel nacional fue la icambola, debido a su adaptación a las condiciones climáticas del trópico. De este modo, los datos obtenidos son de la misma variedad expuesta por el ICBF (2015).

Como se observa en la figura 3, el contenido de hierro puede variar por aspectos como el proceso metodológico utilizado por los autores, además del estado de maduración en la cual se encontraba la fruta. Calzada (1980) y Tello, García y Vásquez (2002), utilizaron para su análisis una carambola en estado maduro y obtuvieron resultados inferiores a los establecidos por los autores. De igual forma, se puede evidenciar que, para los casos de Oviedo (2000), ICBF (2015) y Cubillos e Isaza (1999) en cenizas, quienes utilizaron la fruta en un estado de maduración verde, su valor se mantiene en 3,7 mg por cada 100 g de fruta, cantidades superiores a las determinadas. Finalmente, los resultados con una mayor convergencia a los obtenidos fueron los expuestos por Narain, Bora, Holschuh y Vasconcelos (2001), quienes obtuvieron un contenido de  $0,55 + 0,37$  mg de hierro por cada 100 g de fruta, en una carambola de estado de maduración verde.



**Figura 3.** Comparativo del contenido de hierro en el carambolo.  
**Fuente:** elaboración propia.

Además de ello, Juárez, Cerdán y Sánchez-Sánchez (2007) establecen que el hierro es el cuarto mineral más abundante en el suelo y que está en mayor presencia en su estado férrico (Fe III), en comparación de su estado ferroso (Fe II). De igual forma, se determina que la carambola, al ser una planta de clase dicotiledóneas (Calderón, 1977), absorbe el hierro en su estado férrico. De este modo, la deficiencia de hierro en el fruto no se encuentra relacionada de manera directa al contenido de este mineral en el terreno, sino a otros factores como el pH que, según Andrades y Martínez (2014), al encontrarse en valores básicos por la presencia de carbonato sódico, se presenta una disminución de la absorción de hierro por parte de la planta. De igual forma, en pH ácidos puede

ocurrir la precipitación de hierro en forma insoluble con fósforo. Considerando que el cultivo de la carambola se puede adaptar a pH moderadamente ácido y neutro (4,5 a 7) (Mateus *et al.*, 2015), pueden haberse presentado alteraciones en el pH del suelo por malas prácticas agrícolas en el proceso de cosecha, al realizar un tratamiento inadecuado del abono.

Otro factor que pudo dificultar la absorción de hierro, según lo establecido por Juárez *et al.* (2007), es la presencia de compuestos como el sodio y el potasio, resultado de una fertilización inadecuada de los cultivos, o metales pesados, presentes en el agua utilizada para la irrigación, que pudo provenir de una fuente hídrica cercana como el río Cauca, el cual presenta esta problemática

(Sánchez, 2014). Igualmente, Juárez *et al.* (2007) exponen a la temperatura como un factor influyente en la absorción de hierro, donde temperaturas inferiores a 17 °C afectan el desarrollo radicular de las plantas. De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, durante los meses de febrero a mayo del presente año se presentaron temperaturas mínimas en el Valle del Cauca inferiores a 15 °C (IDEAM, 2018a, 2018b, 2018c,

2018d), lo que pudo haber afectado los cultivos del sector.

### Calcio

En la tabla 3, se expone el contenido de calcio en carambolo para diversos autores. En algunos casos, se especifica el método utilizado para su cuantificación y el lugar de origen de las muestras del estudio.

**Tabla 3.** Contenido de calcio en carambolo.

Autores	contenido de calcio (mg/100g producto)	Método	País	Departamento
Tello (2002)	0,27		Perú	
CENAN (2009)	5	Espectrofotometría de absorción atómica	Perú	
Narain <i>et al.</i> (2001)	2,87		Brasil	
Cubillos e Isaza (1999), en jugo	22,15		Colombia	Caquetá
Cubillos e Isaza (1999), en cenizas	31,8		Colombia	Caquetá
ICBF (2015)	32 + 19,4		Colombia	
Autores	27,59	Espectrofotometría de absorción atómica	Colombia	Valle del Cauca

**Fuente:** elaboración propia.

En la tabla 3 se denota una alta variación en los valores de calcio obtenidos por los autores de Perú y Brasil, así que se evidencia un menor contenido de este mineral en otros países. Ello puede haberse dado por la utilización de variedades diferentes a la icambola, ampliamente extendida en Colombia, y a la diversidad de suelos, dado que la disponibilidad del

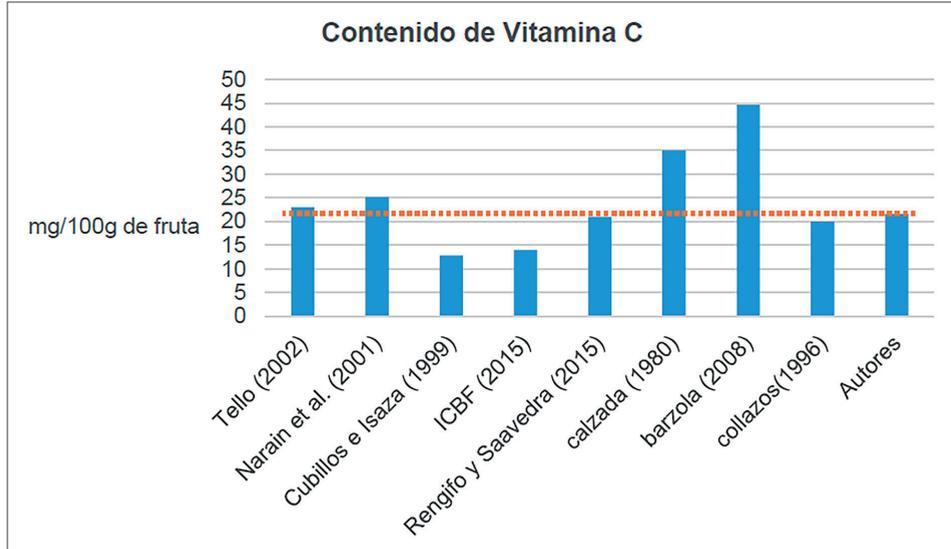
ion  $\text{Ca}^{2+}$  se encuentra ligada al pH, el Ca total suplementado y a la relación de  $\text{Ca}^{2+}$  frente a otros cationes presentes, entre otros factores (Havlin, Beaton, Tisdale & Nelson, 1999).

En Colombia, uno de los problemas más comunes es la relación Ca/Mg en el complejo coloidal (ICA, 1992) que, sumado

a una agricultura con un manejo ineficiente de la fertilidad de los suelos y de la nutrición vegetal para la salud y sobrevivencia de las especies (Piraneque, Aguirre & Menjivar, 2007) conlleva variaciones en los

contenidos de calcio del carambolo, aun cuando se maneja solo una variedad y se realizan estudios en la misma región.

### Ácido ascórbico



**Figura 4.** Comparación de contenido de vitamina C.  
**Fuente:** elaboración propia.

Se denota una alta variación en el contenido de vitamina C entre cada autor, ya que oscila desde 12 mg/100g de fruta hasta 44 mg/100g fruta, y ello se debe, en primera instancia, a la variación del estado de maduración, como lo exponen González *et al.* (2001) quienes presentan una tendencia al aumento del ácido ascórbico conforme se desarrolla el fruto.

Por otra parte, la variación en los valores se pudo deber a las condiciones de almacenamiento; según Barzola (2008), en los frutos refrigerados a 7 °C, el contenido de vitamina C aumenta entre los días 0 y 14

de almacenamiento de 13,8 a 28 mg/100 g de fruta y posteriormente disminuye hasta llegar a 12,5 mg/100 g de fruta el día 28.

En otro orden de ideas, el contenido de vitamina C en las frutas varía con las condiciones de cultivo, como lo exponen Romojaró, Martínez y Pretel (2003), quienes consideran que un contenido excesivo de nitrógeno en el suelo disminuye el contenido de esta vitamina en los frutos. Por otro lado, la temperatura del cultivo es un factor decisivo en la calidad nutricional, dado que el carambolo debe cultivarse a temperaturas entre 21 °C y 32 °C, lo que

significa que temperaturas inferiores a estas inhiben el correcto desarrollo del fruto, al igual que la producción de ácido ascórbico (Mateus-Cagua *et al.*, 2015).

### Polifenoles totales

El contenido de polifenoles descrito en la tabla 2 es inferior al reportado por Oliveira (2014), que era de 120,2 mg equivalentes de ácido gálico/100 gramos de fruto fresco. De acuerdo con Almonacid (2016), Tomás (2003), y Zapata (2014), el contenido de polifenoles en los alimentos se encuentra asociado a factores intrínsecos propios de la matriz alimentaria (o la diversidad genética, etapa de madurez), además de variables climáticas (intensidad de la luz, clima, temperatura); sin mencionar las prácticas agrícolas.

En relación con el efecto de la luz solar sobre el contenido de polifenoles planteado por Tomás (2003), Rugna, Ricco, Gurni & Wagner (2007) establecen una relación directa. Además de ello, Correa, Martín, Pinzón & Cárdenas (2016) y García (2008) demostraron que el fruto en un estado de maduración verde, como el que se encontraba la muestra, presenta la proporción más baja de estos antioxidantes.

De igual forma, Tomás (2003) manifiesta que el contenido de polifenoles puede variar; no solo entre los distintos género o especies de frutas y alimentos, sino también entre las mismas variedades. Esto es comprobado por Morillas y Delgado (2012), quienes exponen un contenido de polifenoles de  $114,026 \pm 0,02$  mg por cada 100 g de fruta, para la variedad Golden Star.

### Fitatos totales

De acuerdo con Filho (2014), el ácido fítico se considera como un inhibidor del hierro, en términos de biodisponibilidad, por su carga negativa, que le permite generar quelatos con este mineral. Ahora bien, el resultado obtenido para el carambolo de acuerdo a la Tabla 2 es congruente con lo expuesto por Buades, Sanchís, Perelló & Grases (2017); López-González *et al.* (2009) y De la Riva (2010), quienes determinan que las frutas no presentan un contenido significativo de este mineral. Así, se resalta a las semillas de cereales, oleaginosas, leguminosas, además de frutos secos, con cantidades desde 800 mg hasta 6000 mg de ácido fítico por cada 100 g de producto.

### CONCLUSIONES

Del análisis fisicoquímico y nutricional, se logró determinar que las variables fisicoquímicas de acidez y pH se encontraban dentro de los parámetros establecidos para la carambola en estado verde. Sin embargo, los sólidos solubles, además de las variables nutricionales analizadas (hierro, calcio, polifenoles totales y ácido ascórbico), no concuerdan con los parámetros reportados; esto puede ser consecuencia de variables relacionadas a la cosecha (tiempo de recolección, exposición solar de la planta, irrigación, buenas prácticas agrícolas), a la metodología implementada para la obtención de los resultados, sin mencionar aspectos intrínsecos de la planta (variedad, estado de madurez). De igual forma, el contenido de ácido fítico en el fruto demuestra el bajo contenido de este, en comparación con otros alimentos como los frutos secos, oleaginosas y leguminosas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almonacid, G. (2016). *Evaluación de la variación del contenido de polifenoles en alimentos vegetales, en función del método de conservación*. (Tesis de licenciatura no publicada). Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- Andrades, M. & Martínez, E. (2014). *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen*. 3a ed. Logroño: Universidad de la Rioja, servicio de publicaciones.
- Appleton, A. & Vanbergen, O. (2013). *Lo esencial en metabolismo y nutrición*. Barcelona: Elsevier España.
- Calderón, E. (1977). *Fruticultura General (Fruticultura I)*. San José: Universidad Estatal a Distancia.
- Barragán, G., Santoyo, A. & Ramos, C. (2015). Iron deficiency anaemia. *Revista Médica del Hospital General de México*, 79(2), 41-114.
- Barzola, D. (2008). *Elaboración de néctar de carambola (Averrhoa carambola L.) enriquecido con hierro*. (Tesis de pregrado no publicada). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Buades, J., Sanchís, P., Perelló, J. & Grases, F. (2017). Fosfatos de origen vegetal, fitato y calcificaciones patológicas en la enfermedad renal crónica. *Nefrología*, 37(1), 20–28.
- Calzada, B. (1980). *Frutales nativos*. Lima: El Estudiante.
- Correa, J., Martin, D., Pinzón, S. & Cárdenas, O. (2016). Efecto del estado de maduración sobre el contenido de polifenoles totales en frutas de *Solanum marginatum*. *Revista I3+*, 3(1), 86–97.
- Cubillos, C. & Isaza H. (1999). Obtención de un producto glaseado y un producto osmodeshidratado de carambola (*Averrhoa carambola L.*) en el piedemonte Caqueteño. Bogotá: Universidad de la Salle e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'.
- De la Riva, D. (2010). *Comparación del contenido de fitatos, polifenoles y capacidad antioxidante de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) cruda y procesada. Variedad salcedo inia*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- García, M. (2008). *Cuantificación de la actividad antioxidante en dos estados de madurez de la carambola (Averrhoa carambola L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- González D., Hernández M., Herrera A., y Barrera J. (2001). Desarrollo del fruto e índices de cosecha de la carambola (*Averrhoa carambola L.*) producida en el piedemonte amazónico colombiano. *Agronomía colombiana*, 18, 7-13.
- Hallberg & Hulthén. (2000). Prediction of dietary iron absorption: an algorithm for calculating absorption and bioavailability of dietary iron. *American Society for Clinical Nutrition*, 71, 1147-1160.
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S., & Nelson, W. (1999). *Soil fertility and fertilizers; an introduction to nutrient management*. Pearson.

- Hernández, M., & Barrera, J. (2004). Aprovechamiento integral del fruto de carambolo (*Averrhoa carambola* L.). En: *Bases Técnicas Para el Aprovechamiento Industrial de especias Nativas de la Amazonía* (57-67). Bogotá D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.
- ICA. (1992). *Manual de asistencia técnica*. En I. C. Agropecuario, Fertilización en diversos cultivos (pág. 64).
- ICBF. (2015). Tabla de Composición de Alimentos colombianos (TCAC).
- ICONTEC. (2008). Productos alimenticios, caramelos blandos. NTC 3207. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2018a). Boletín Climatológico Mensual Abril de 2018.
- IDEAM. (2018b). Boletín Climatológico Mensual Febrero de 2018.
- IDEAM. (2018c). Boletín Climatológico Mensual Marzo de 2018.
- IDEAM. (2018d). Boletín Climatológico Mensual Mayo de 2018.
- Juárez, M., Cerdán, M. & Sánchez-Sánchez, A. (2007). Hierro en el sistema suelo-planta. *Química Del Sistema Suelo Planta*, (II), 1–32.
- La frano, M., Moura, F., Boy, E. & Lonnerdal, B. (2014). Bioavailability of iron, zinc, and provitamin A carotenoids in biofortified staple crops. *Nutrition reviews*, 289-307.
- López-González, A., Grases, F., Costa-Bauzá, A., Monroy, N., Vicente Herrero, T. & Jaume, M. (2009). Fitato y su utilidad en la práctica clínica. *Medicina Balear*, 24(2), 39–46.
- Filho, A. M. (2014). *Caracterização físico-química, nutricional e fatores antinutricionais de quinoa da variedade brasileira BRS Piabiru*. (Tesis de doctorado). Universidade Federal de Viçosa.
- Mateus-Cagua, D., Arias, M. & Orduz-rodíguez, J. (2015). El cultivo de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) y su comportamiento en el piedemonte del Meta (Colombia). Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 135–148.
- Morillas, J. & Delgado, J. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 32(2), 8–20.
- Narain, N., Bora, P., Holschuh, H., & Vasconcelos, M. (2001). Physical and chemical composition of carambola fruit (*Averrhoa carambola* L.) at three stages of maturity. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(3), 144–148.
- Oliveira, G. (2014). *Capacidad antioxidante de Averrhoa carambola L. (carambola) frente a sistemas generadores de radicales libres*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Piraneque, N., Aguirre, S. & Menjivar, J. (2007). Evolución del contenido de elementos nutrientes en suelos cultivados con cebolla de bulbo. *Acta Agronómica*, 37-42.

- Rodríguez, P. (2017). *Manejo de instalaciones para la elaboración de productos alimentarios*. IC Editorial.
- Romojaro F., Martínez M. & Pretel M. (2003). *Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios*. España.
- Rugna, A., Ricco, R., Gurni, A. & Wagner, M. (2007). Efectos de la Radiación Solar sobre la Producción de Polifenoles en Ejemplares Femeninos de Smilax Campestris Griseb . -Smilacaceae-. *Latin American Journal of Pharmacy*, 26(3), 420–423.
- Sánchez, R. (2014). Determinación de la contaminación por metales pesados (plomo, cromo, cadmio y mercurio) en aguas del río Cauca, en la zona urbana de la ciudad de Cali y evaluación de la mutagenicidad utilizando el test de AMES. (Tesis de Maestría). Universidad del Valle, Cali,
- Soumya, S. & Nair, B. (2014). Changes in the biochemical profile of fruits of two species of *Averrhoa* during development. *International journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 572-577.
- Tello, O., García, R. & Vásquez, O. (2002). Conservación de *Averrhoa carambola* "Carambola" por azúcar y calor. *Revista Amazónica de Investigación*, 2(1), 49–58.
- Tomás, F. (2003). Los polifenoles de los alimentos y la salud. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 10(2), 41–53.
- Zapata, S. (2014). Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia, 16, 25–36.