

Caracterización fisicoquímica de frutos de mango (*Mangifera indica* L.) silvestre de la provincia de Corrientes

Physicochemical characterization of wild mango fruits (*Mangifera indica* L.) from the province of Corrientes

Arias Gorman, A.D.^{1*} , Sgroppo, S.C.¹ , Zaritzky, N.E.² 

¹ Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.

Laboratorio de Tecnología Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.

² Universidad Nacional de La Plata, Argentina

Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA-CONICET), Facultad de Ciencias Exactas.

* adriana.arias@comunidad.unne.edu.ar

Resumen

El mango (*Mangifera indica* L.) es un fruto tropical de amplia comercialización en el mercado internacional, con características organolépticas y nutricionales muy atractivas. En el Nordeste de Argentina se encuentran numerosas plantaciones silvestres de estos árboles que dan un fruto conocido como mango criollo, no habiendo información acerca de su composición. En este trabajo se caracterizaron los frutos producidos en la provincia de Corrientes (Argentina) entre los años 2008 y 2015, encontrándose elevados contenidos de agua (>75 %), azúcares totales y reductores (11.95 ± 1.32 y 2.72 ± 0.16 g glucosa/100 g de tejido), fibra bruta (>0.70 %) y fibra dietaria total (8.10 ± 0.25 %). A su vez, estos frutos poseen una alta actividad antioxidante debida principalmente a los niveles de fenoles y carotenoides totales (1117.46 ± 18.51 μ g ácido clorogénico/g de tejido y 43.09 ± 3.48 μ g β -caroteno/g de tejido), siendo los tenores de ácido ascórbico reducidos.

Palabras clave: Azúcares totales y reductores; Actividad antioxidante; Fenoles totales; Carotenoides; Ácido ascórbico.

Abstract

Mango (*Mangifera indica* L.) is a tropical fruit with wide commercialization in the international market, with very attractive organoleptic and nutritional characteristics. In the Northeast of Argentina there are many wild plantations of these trees that give a fruit known as mango criollo, however there is no information about its composition. In this work, the fruits produced in the province of Corrientes (Argentina) between 2008 and 2015 were characterized, finding high contents of water (>75 %), total and reducing sugars (11.95 ± 1.32 and 2.72 ± 0.16 g glucose/100 g of tissue), crude fiber (>0.70 %) and total dietary fiber (8.10 ± 0.25 %). In turn, these fruits have a high antioxidant activity mainly due to the levels of total phenols and carotenoids (1117.46 ± 18.51 μ g chlorogenic acid/g of tissue and 43.09 ± 3.48 μ g β -carotene/g of tissue), being the tenors of ascorbic acid reduced.

Keywords: Total and reducing sugars; Antioxidant activity; Total phenols; Carotenoids; Ascorbic acid.

1. INTRODUCCIÓN

Los mangos (*Mangifera indica* L.) son árboles de la familia *Anacardiaceae* y se los cree originarios de la región de Asia tropical (Indo-Birmana). Su cultivo es uno de los más antiguos del mundo y producen frutos muy apreciados por su sabor. Se los consume como frutos frescos o en bebidas, mermeladas, helados, productos deshidratados, etc.



La familia *Anacardiaceae* posee 75 géneros y 700 especies, mayormente tropicales con algunas especies subtropicales y de climas templados. El género *Mangifera* está constituido por 69 especies, aunque no todos dan frutos comestibles (Paull y Duarte, 2011).

Es uno de los frutos tropicales y subtropicales más importantes en términos de producción, superficie de cultivo y popularidad. La *Food and Agriculture Organization* (FAO) estimó que en 2020 se produjeron en el mundo alrededor de 41 millones de toneladas de mango, representando el 35 % de las frutas tropicales denominadas “principales” (García-Mahecha *et al.*, 2023). La India es el mayor productor de mangos a nivel mundial, con un total de 24 millones de toneladas producidas en 2020; siendo los Estados Unidos de América y la Unión Europea los principales importadores (FAO, 2023). Para la FAO, la producción de fruta tropical en el mundo contribuye a generar empleo, aumentar la renta de los agricultores y la seguridad alimentaria y reducir los niveles de pobreza. La popularidad del mango en el mercado internacional se debe al excelente sabor del fruto, atractivos color y fragancia y excelente valor nutritivo, siendo por esto conocido como “Rey de las frutas” (Farina *et al.*, 2020). Es una muy buena fuente de micronutrientes: provitamina A y cantidades razonables de vitamina C, además de minerales (P, Fe, Na, K, Ca), vitaminas del grupo B, como así también de macronutrientes: carbohidratos simples y complejos, lípidos y ácidos grasos, proteínas y aminoácidos, y ácidos orgánicos. Se considera que, la ingesta de 100 g de mango, aporta entre 60 y 190 calorías (Maldonado-Celis *et al.*, 2019).

En la región del Nordeste Argentino (NEA), se encuentran más de 50.000 árboles silvestres de mango con una producción media de 300 frutos/árbol durante los meses de verano, los cuales son casi totalmente descartados por su alto contenido en fibras a pesar del buen sabor que poseen. Se los conoce como mangos criollos, derivan de las variedades indochina-filipinas, son poliembriónicos y se propagan casi exclusivamente por semilla (Paull y Duarte, 2011). Actualmente aún no se cuenta con información acerca de la composición y perfil electroforético de dichos frutos producidos por los árboles autóctonos de la Provincia de Corrientes, siendo el objetivo del presente trabajo su caracterización fisicoquímica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Material vegetal

Se trabajó con frutos de mango silvestre (*Mangifera indica* L.) que se producen en la región de Paso de la Patria (27° 19' 00" S, 58° 35' 00" O Corrientes, Argentina) conocidos como mangos criollos (Fig. 1). Los frutos maduros, de color amarillo anaranjado, se recogieron durante los meses de enero a marzo de 2008 a 2015, tuvieron en promedio un peso de 191.51 ± 35.39 g, con un eje mayor de 7.67 ± 0.56 cm y menor de 6.26 ± 0.36 cm (calibre Labor, China); y 10.0 ± 2.5 °Brix (refractómetro ICSA-OPTIC, modelo ref. 107, China).

Una vez en el laboratorio, los frutos libres de daños y enfermedades se lavaron con abundante agua corriente, retirando restos de tierra y hojas, se sanitizaron con solución de NaClO 100 ppm durante 30 segundos y se enjuagaron con agua potable. Posteriormente se retiraron manualmente las partes no comestibles del fruto, piel y carozo, se trozaron y almacenaron a -18 ± 3 °C en lotes de 15 frutos por “pool” hasta el momento de su uso.



Figura 1. Imágenes de frutos de mango criollo en diferentes estadios de maduración, y de la pulpa cortada en cubos y triturada con un procesador doméstico.

Para realizar las determinaciones se efectuó un muestreo del “pool” antes mencionado y se trituro el tejido con un procesador doméstico de 700 Watts de potencia (Phillips, Argentina) hasta consistencia de puré.

2.2. Determinaciones

2.2.1. Contenido de agua

Se determinó por secado en estufa al vacío a 60 °C hasta valores de pesada constante. Los resultados se expresaron porcentualmente (AOAC, 1990).

2.2.2. pH

Se utilizó un peachímetro con electrodo para sólidos Testo 206 (Barcelona, España).

2.2.3. Color de la pulpa

Se utilizó la técnica de análisis digital de imágenes (Yam y Papadakis, 2004; Wasnik *et al.*, 2019; Tarafdar *et al.*, 2020). Para ello, se escanearon los purés de mango por medio de un escáner HP Deskjet F4280 All-in-one y los resultados se analizaron por medio del software Adobe Photoshop versión 8.0.1. (EE.UU.). Se registraron los parámetros L , a y b , los cuales fueron estandarizados y convertidos a L^* , a^* y b^* .

2.2.4. Acidez titulable

Se efectuó por titulación con NaOH 0.1 N hasta pH 8.1. Los resultados se expresaron en mg ácido cítrico/100 g de tejido fresco (AOAC, 1990).

2.2.5. Fibra Bruta

Se determinó por el método 962.09 de la AOAC (1990) modificado, efectuando una hidrólisis ácida y luego alcalina en caliente. El residuo obtenido se secó a 60 °C durante 24 horas, se enfrió y pesó. Los resultados se expresaron como % de fibra bruta.

2.2.6. Fibra dietética total

Se utilizó el método enzimático propuesto por la AOAC (1997), utilizando el Kit de Ensayo de Fibra Dietética (Sigma, Suiza), el cual contiene las enzimas α -amilasa, proteasa y amiloglucosidasa. El residuo obtenido luego de los tratamientos enzimáticos y lavado con etanol y acetona se secó a 70 °C en estufa al vacío. Las proteínas en el residuo se determinaron por Kjeldahl y el resultado se expresó en % de fibra dietaria.

2.2.7. Azúcares totales y reductores

Los azúcares se cuantificaron por el método de Somogyi-Nelson (Southgate, 1974), basado en la reacción redox entre el reactivo cúpricoalcalino y los azúcares reductores glucosa y fructosa, y la formación de un complejo de color azul por adición de una solución de arsenomolibdato de amonio. Para ello, se preparó un extracto etanólico a partir de 10 g de muestra e hizo reaccionar una alícuota del mismo con la solución de cobre y arsenomolibdato, leyendo el producto de la reacción a 520 nm utilizando un espectrofotómetro Metrolab 1700 (Buenos Aires, Argentina). Para cuantificar los azúcares totales se realizó una hidrólisis ácida (10 min. en baño maría) y luego continuó con el procedimiento descrito anteriormente. Se utilizó una curva de calibración con patrón de glucosa a partir de una solución madre de 0.1011 g/100 mL. Los resultados se expresaron en g glucosa/100 g de tejido.

2.2.8. Actividad antioxidante

Se determinó utilizando el radical cromógeno 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH•) según el método de Brand-Williams *et al.* (1995) modificado. Para ello, 100 μ L de extracto etanólico (diluido 1:5) se adicionaron a 6 mL de solución de DPPH• (0.03 mg/mL) registrando las absorbancias a 517 nm en un espectrofotómetro a los 15 minutos, tiempo en el cual la reacción alcanzó el estado estacionario. Se preparó una curva de calibración de ácido clorogénico y expresó el resultado en mg ácido clorogénico equivalente/g tejido.

2.2.9. Fenoles Totales

Se determinó por el método de Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965) utilizando un extracto etanólico preparado según se describió para azúcares. Se tomó una alícuota de dicho extracto y se hizo reaccionar con el

reactivo de Folin durante 5 minutos antes de agregar una solución saturada de carbonato de sodio y agitar. Una hora después se leyó la absorbancia del producto de reacción a 670 nm. Se realizó una curva de calibración a partir de ácido clorogénico 0.02 % p/v como patrón y expresó los resultados en μg ácido clorogénico/g tejido.

2.2.10. Flavonoides

Se empleó el método utilizado por Koley *et al.* (2018) con ligeras modificaciones, sobre una alícuota de 0.5 mL del extracto etanólico anteriormente preparado. Al tiempo cero se adicionó 0.15 mL de NaNO_2 5 % p/v, posteriormente 0.15 mL de AlCl_3 10 % p/v, alcalinizó con NaOH 1 M y leyó la absorbancia a 510 nm contra un blanco de reacción. Se realizó una curva de calibración usando catequina como patrón a partir de una solución madre de 0.0058 g/100 mL. Los resultados se expresaron en μg catequina/g tejido.

2.2.11. Pectinas Totales

Se determinaron por el método del carbazol (Southgate, 1974) sobre el residuo insoluble en alcohol (RIA) obtenido luego de un tratamiento con etanol en caliente (80 °C, 30 minutos). Una vez seco el RIA, se hidrolizó con NaOH 0.05 N y 1 mL del filtrado se hizo reaccionar con solución ácida de tetraborato de sodio 0.0125 M. Se calentó 10 minutos a baño maría y enfrió antes de agregar 200 μL de una solución alcalina de carbazol 0.15 % p/v dejando reaccionar 1 hora en baño de hielo. La lectura se realizó a 530 nm y expresó el resultado en mg ácido D-galacturónico/g tejido.

2.2.12. Carotenoides totales

Se determinaron por lectura espectrofotométrica a 450 nm del extracto etéreo (Davies, 1970). Para ello se obtuvo un extracto acetónico de la muestra con posterior extracción de los pigmentos con éter de petróleo fracción 30-60. Los resultados se expresaron en μg β -caroteno/g tejido.

2.2.13. Cuantificación de β -Caroteno

La separación del β -caroteno se realizó preparando un extracto hexánico siguiendo la metodología propuesta por Liu *et al.* (2013). La cuantificación se hizo por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), utilizando un cromatógrafo Shimadzu LC-10 A (Tokio, Japón) provisto de una columna Thermo Scientific Hypersil ODS C18, tamaño de poro 120 Å, 250 x 4.6 mm (Waltham, MA, EE.UU.) y detector Shimadzu SPD-M20A UV-Vis DAD. Se fijó la longitud de onda a 454 nm y trabajó con solvente de corrida acetone: metanol: cloruro de metileno (6:2:2, v/v/v), con un flujo de 1.2 mL/minuto. Se utilizó como patrón una solución de β -caroteno (All trans- β -caroteno tipo II, HPLC > 95 %, Sigma, St. Louis, EE.UU.) y los resultados se expresaron en mg β -caroteno/g de tejido.

2.2.14. Ácido Ascórbico

El extracto se obtuvo mediante la técnica utilizada por Sgroppo y Pereyra (2009). El extracto obtenido se filtró utilizando filtros para jeringa con membrana de nylon no estéril de 0.45 μm de poro. La determinación del contenido de ácido ascórbico se realizó por medio de cromatografía líquida de alta eficiencia. Se inyectaron manualmente 20 μL del filtrado en un equipo de HPLC (Shimadzu LC-10 A, Tokio, Japón) provisto de una columna Thermo Scientific Hypersil ODS C18, tamaño de poro 120 Å, 250 x 4.6 mm (Waltham, MA, USA) y detector Shimadzu SPD-M20A UV-Vis DAD. Se fijó la λ a 254 nm y utilizó como solvente de corrida agua tridestilada acidificada con ácido sulfúrico (pH= 2.5), con un flujo de 1 mL/minuto. El contenido de ácido ascórbico fue calculado en mg/100 g de tejido, utilizando una solución patrón de 0.0296 g de ácido ascórbico en 100 mL de agua destilada.

2.2.15. Cuantificación de proteínas

Las proteínas fueron determinadas por el método de Lowry *et al.* (1951) a partir del polvo acetónico preparado para realizar la separación electroforética. Las muestras se diluyeron con buffer y trataron con 2 mL de reactivo de tartrato de sodio y potasio y sulfato cúprico en medio básico. Luego de 10 minutos en oscuridad se adicionaron 0.2 mL de reactivo de Folin (1+1 en agua), se dejó reaccionar 30 minutos en oscuridad y se realizó la lectura de absorbancia a 750 nm. Se expresó el resultado en mg albúmina/g tejido. Se realizó una curva de calibración usando albúmina bovina como patrón a partir de una solución madre de 1 mg/mL de agua destilada.

2.2.16. Perfil Proteico

Se realizaron electroforesis desnaturizantes en placa, utilizando geles separadores de poliacrilamida al 14 % v/v conteniendo dodecil sulfato de sodio (SDS) de acuerdo al sistema de buffer discontinuo de Laemmli (1970). El gel de “stacking” fue del 4 % v/v. Se utilizó una cuba Bio-Rad Mini Protean II Dual Slab Cell (California, EE.UU.) con placas de 10 x 10 cm y espesor de geles de 0.7 mm. Las electroforesis se hicieron con buffer Tris-base 0.025 M de pH=8.3 conteniendo 0.192 M de glicina y 0.1 % p/v de SDS, manteniendo condiciones de corriente constante (15 mAmp/placa en gel de “stacking” y 30 mAmp/placa en los geles separadores). Se utilizó un kit con marcadores de peso molecular Sigma (St. Louis, EE.UU.) entre 70 y 14 kDa, y Coomassie Brilliant Blue R-250 como agente de tinción de los geles.

2.2.17. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados por medio de un ANOVA aplicando el test LSD para establecer las diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) utilizando el software [INFOSTAT](#) versión estudiantil (Di Rienzo *et al.*, 2011). Los extractos se prepararon por duplicado, y todas las determinaciones efectuadas se hicieron por duplicado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El agua es el componente mayoritario de los mangos, habiéndose determinado valores promedio de 75.80 ± 0.03 %, los cuales resultan similares al contenido informado por Barrón-García *et al.* (2021), en pulpa de mango de la variedad Ataulfo, de 77.6 ± 0.2 %; y ligeramente inferiores a los reportados por Tasié *et al.* (2020) para cuatro variedades de mango provenientes del Gran Valle del Rift de Etiopía, en un rango de 79.48 ± 0.85 a 83.62 ± 0.55 %. Por otra parte, en este trabajo se cuantificó el contenido de agua en otra variedad de mangos producidos en la misma zona, de mayor tamaño y menor contenido de fibras, denominados brasileños, encontrándose valores ligeramente superiores (78.67 ± 0.04 %).

La acidez de los frutos se debe a la presencia de ácidos orgánicos, principalmente ácidos cítrico y málico, pero también poseen cantidades variables de los ácidos tartárico, succínico, oxálico, mucónico, ascórbico, entre otros (Maldonado-Celis *et al.*, 2019), los cuales, en conjunto con los azúcares, influyen fuertemente en el sabor de los mangos. Asimismo, durante el desarrollo de los frutos, la acidez disminuye hasta alcanzar valores constantes en el estadio maduro. En los mangos criollos, los valores de acidez se encontraron en el rango de 256.72 ± 2.06 a 517.39 ± 2.88 mg ácido cítrico/100 g de tejido con un pH entre 4.10 ± 0.02 y 5.28 ± 0.28 . Estos valores de acidez son levemente superiores a los indicados por Silva *et al.* (2022) para mango cv. María (acidez 0.23 ± 0.00 g/100 g y pH 3.26 ± 0.01), y próximos a los informados por Liu *et al.* (2013) en 4 variedades de mangos cultivados en China, y a los determinados en este trabajo en los mangos brasileños, cuyos niveles fueron de 353.26 ± 7.79 mg ácido cítrico/100 g de tejido.

En las determinaciones del color, el parámetro de color L^* estuvo comprendido entre 55.76 ± 0.14 y 61.13 ± 0.01 . Su valor está comprendido entre 0 y 100 %, correspondiendo el 0 al negro y el 100 al blanco. El eje de a^* , indica un valor rojo-verde, siendo una medición positiva un desplazamiento hacia el rojo. En el mango criollo estuvo comprendido entre 10.71 ± 0.02 a 12.62 ± 0.04 . El eje b^* va del color amarillo al azul. Un desplazamiento hacia b^* positivo representa un cambio hacia el amarillo. Se determinaron valores de b^* de 51.96 ± 0.10 a 55.89 ± 0.16 . Kaushik *et al.* (2018) informaron valores de L^* de 47.7 ± 1.1 , a^* de 10.9 ± 0.4 y b^* de 45.3 ± 2.4 para mangos cv. Amrapali. Para la variedad María, estudiada por Silva *et al.* (2022), se informaron valores de L^* de 28.41 ± 2.61 , a^* 5.25 ± 0.11 y b^* 25.30 ± 1.33 , siendo estos menores a los obtenidos en nuestro trabajo. Yusuf *et al.* (2019) caracterizaron 7 variedades de mango de Bangladesh, India, y encontraron valores de L^* , a^* y b^* en un rango de 61.80 ± 0.15 a 84.63 ± 0.19 , 2.39 ± 0.07 a 11.01 ± 0.01 y 30.52 ± 0.06 a 61.79 ± 0.15 respectivamente.

Los principales azúcares en estos frutos son glucosa, fructosa y sacarosa, cuyos contenidos varían a medida que avanza la maduración. Entre los años 2008 y 2015, los contenidos de azúcares reductores (glucosa y fructosa) y azúcares totales estuvieron en un rango de 2.08 ± 0.14 a 3.35 ± 0.17 g glucosa/100 g de tejido y 8.78 ± 0.15 a 15.13 ± 2.49 g glucosa/100 g de tejido respectivamente. Estos resultados se encuentran en el orden de lo informado por Liu *et al.* (2013) para mangos ‘Keitt’ cultivados en China, quienes determinaron un contenido de azúcares totales de 15.35 ± 0.07 g/100 g, de los cuales los niveles de glucosa y fructosa fueron de 2.58 ± 0.01 y

2.43±0.01 g/100 g en promedio respectivamente. En el resto de los cultivares chinos estudiados, los contenidos de sacarosa determinados fueron de 4.30±0.01 a 6.21±0.01 g/100 g; y los azúcares reductores glucosa 1.06±0.01 a 1.62±0.04 g/100 g y fructosa 2.17±0.02 a 4.68±0.01 g/100 g. En pulpa de frutos de 8 variedades de mango provenientes de Pakistán, Qureshi *et al.* (2020) informaron porcentajes de azúcares totales en un rango de 9.26±0.02 a 20.52±0.34. Por otra parte, en los mangos brasileños, los contenidos de azúcares reductores y totales fueron de 4.48±0.11 y 15.75±0.53 g glucosa/100 g de tejido respectivamente. A partir del análisis estadístico realizado, se estableció que no hubo diferencias significativas para los contenidos de azúcares totales entre ambas variedades ($p>0.05$), aunque, se encontraron diferencias significativas entre los niveles de azúcares reductores ($p<0.05$).

La fibra dietaria tiene un rol muy importante en la disminución del riesgo de padecer algunos desórdenes de salud, tales como las enfermedades cardiovasculares, diabetes, diverticulitis, constipación u obesidad (Yahia *et al.*, 2023). Las fracciones que constituyen la fibra dietaria son celulosa, lignina, hemicelulosa, pectinas, gomas y mucílagos, siendo los principales componentes de la pared celular. La definición de fibra dietaria incluye a todos los polisacáridos y ligninas no digeridos por enzimas digestivas. Uno de los aspectos diferenciales en los frutos de mango es el contenido y las características de la fibra presente, lo cual en gran medida impacta en la decisión de destino de los frutos. Es así como algunos frutos son destinados a la comercialización para su consumo en fresco, en tanto otros frutos, al no ser apetecibles para su consumo directo, podrían ser industrializados. Los mangos criollos se encuentran dentro del último grupo, habiéndose encontrado tenores de fibra bruta de 2.98±1.61 % p/p. Estos valores prácticamente duplican a los determinados en la variedad brasileña, que en promedio fueron de 1.83±0.05 % p/p. En cosechas posteriores se utilizó el método enzimático, siendo los valores de fibra dietaria total en mangos criollos de 8.10±0.25 % p/p. Ernesto *et al.* (2018) estudiaron frutos de mango cv. Keitt recolectados en 33 provincias de Mozambique, para los cuales obtuvieron valores de fibra dentro del rango de 3.63±0.35 a 4.47±0.16 %, determinados por hidrólisis ácida.

Por otra parte, los niveles de pectinas fueron de 17±0.1 y 10±0.4 μg ácido D-galacturónico/g de tejido para los mangos criollos y brasileños respectivamente, los cuales fueron significativamente diferentes entre sí ($p<0.05$).

Liu *et al.* (2013) informaron la presencia de polifenoles en diferentes variedades de mango estudiadas, como el ácido gálico, p-hidroxibenzoico, p-cumárico, sinápico, elágico, quercetina y catequina. Para mango cv. María, Silva *et al.* (2022) reportaron, en orden decreciente de concentración, la presencia de ácido ferúlico, ácido gálico, galato de epigallocatequina, galato de epicatequina, catequina, ácido clorogénico, ácido vanílico y pirocatecol. El rango de valores encontrados para el contenido de fenoles totales en los frutos criollos fue de 912.54±17.79 a 1322.37±19.23 μg ácido clorogénico/g de tejido. Los mangos brasileños presentaron un nivel de polifenoles totales significativamente inferior ($p<0.05$), habiéndose detectado niveles de 633.16±9.96 μg ácido clorogénico/g de tejido, mientras para los mangos criollos el contenido de fenoles totales en ese año fue de 975.29±49.99 μg ácido clorogénico/g de tejido. En otros cultivares, se informó de una gran variación del contenido de fenoles totales, en un rango de 22.27±0.63 a 1550.22±7.11 mg ácido gálico/100 g de tejido fresco (Liu *et al.*, 2013; Kaushik *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2022). De la misma forma, los contenidos de flavonoides fueron superiores en los mangos criollos, del orden de 197.05±7.19 μg catequina/g de tejido, a diferencia de lo encontrado en los brasileños que sólo tuvieron un promedio de 151.31±0.18 μg catequina/g de tejido. En estudios realizados en Brasil e India, los valores de flavonoides en la pulpa de los mangos maduros fueron de 371.36±5.31 y 21.0±0.9 mg de quercetina/100 g respectivamente (Silva *et al.*, 2022; Kaushik *et al.*, 2017).

La actividad antioxidante de estos frutos se debe a la presencia de los polifenoles, carotenoides y ácido ascórbico. En los mangos criollos, la actividad antioxidante presentó un rango de 0.42±0.03 a 1.55±0.04 mg ácido clorogénico/g de tejido. Comparativamente, para el mismo año de cosecha, la actividad antioxidante de los mangos criollos fue de 1.55±0.04 mg ácido clorogénico/g de tejido, significativamente diferente ($p<0.05$) a la determinada en los mangos brasileños que no superó el valor de 1.14±0.04 mg ácido clorogénico/g tejido. La actividad antioxidante de 4 cultivares chinos determinada por el mismo método fue de 28.01±2.01 a 269.69±5.72 mg equivalentes de ácido ascórbico/100 g de tejido fresco, informando una correlación directa entre el contenido de fenoles y la actividad antioxidante, al igual que lo encontrado en los mangos criollos (Liu *et al.*, 2013). En un estudio realizado sobre 8 variedades autóctonas de Pakistán, se informaron valores de 215.9±9.30 a 182.5±1.70 μg ácido ascórbico equivalente/100 g pulpa (Qureshi *et al.*, 2020).

Los pigmentos presentes en mangos son principalmente carotenoides, los cuales le otorgan el color amarillo anaranjado característico. Las condiciones en las que crece y madura el fruto, factores genéticos, manejo postcosecha, entre otros, inciden sobre el contenido de estos compuestos, como así también el método con el cual se determinan, ya que se degradan por procesos oxidativos y factores del medio como temperatura, luz o pH. Son liposolubles, tienen efecto protector ante enfermedades como el cáncer, degeneración macular, y problemas cardiovasculares. Asimismo, algunos de estos carotenoides actúan como precursores de la vitamina A. En diferentes cultivares analizados, se identificaron numerosos carotenoides, siendo α -, β -, ζ -, y γ -carotenos los predominantes en mangos completamente maduros (Maldonado-Celis *et al.*, 2019; Yahia *et al.*, 2023; García-Mahecha *et al.*, 2023). El contenido de carotenoides totales determinados por lectura espectrofotométrica a 450 nm de los mangos criollos estuvo en el rango de 38.72 ± 4.07 a 47.45 ± 2.88 μg β -caroteno/g tejido. Comparativamente, los mangos criollos presentaron un contenido de pigmentos carotenoides promedio de 44.14 ± 0.50 μg β -caroteno/g tejido, muy próximo a los valores encontrados para los frutos brasileños, cuyo promedio fue de 45.47 ± 0.50 μg β -caroteno/g tejido. En nueve variedades de mangos cultivados en Messina (Sicilia, Italia), se encontraron niveles de carotenoides totales entre 1.38 ± 0.07 a 21.07 ± 0.42 μg β -caroteno equivalente/g de tejido fresco, presentando las variedades Tommy Atkins y Keitt valores de 2.62 ± 0.09 y 3.96 ± 0.11 respectivamente (Gentile *et al.*, 2019).

El β -caroteno comprende más del 50 % del contenido total de carotenoides en la mayoría de los cultivares de mango. Es por ello que este fruto contribuye a proveer de provitamina A a los países tropicales y subtropicales, implicado en prevención de problemas de visión y daño por radicales libres, además de ser esencial para el sistema inmune (Afiyah *et al.*, 2022). El contenido de β -caroteno determinado en el puré fresco fue en promedio de 7.57 ± 0.10 mg β -caroteno/g de tejido. En un estudio realizado por Sarkar *et al.* (2021) en mangos cv. Langra, informaron contenidos de β -caroteno de 63.24 ± 1.01 $\mu\text{g}/100$ g tejido fresco. En 4 cultivares de mango de China se obtuvieron diferencias significativas en el contenido de β -caroteno, siendo el de mayor contenido el cultivar Keitt con 6.14 ± 0.04 mg/100 g tejido fresco; y el de menor contenido el JinHwang, con 2.57 ± 0.05 mg/100 g tejido fresco (Liu *et al.*, 2013).

Se realizó la determinación del contenido de ácido ascórbico en el puré de mango por cromatografía de alta eficiencia (HPLC). El tenor encontrado en mangos varía según diversos factores, como ser la variedad, las condiciones climáticas, condiciones de cultivo, estado de maduración y manejo pre y postcosecha (Estrada *et al.*, 2018). El mango fresco presentó un contenido de ácido ascórbico comprendido entre 2.19 ± 0.23 y 18.17 ± 0.80 mg de ácido ascórbico/100 g de tejido. Liu *et al.* (2013) analizaron el contenido de ácido ascórbico de cuatro de los principales cultivares de mango del sur de China (Tainong N° 1, Irwin, JinHwang y Keitt), los cuales tuvieron contenidos en el rango de 3.20 ± 0.08 a 23.80 ± 0.47 mg/100 g de tejido.

A los fines de determinar el perfil proteico de los mangos criollos, se efectuó el dosaje de proteínas utilizando el método de Lowry, habiéndose encontrado contenidos de 0.78 ± 0.05 a 5.12 ± 0.24 mg albúmina/g tejido. Para los mangos brasileños el contenido de proteínas fue de 1.02 ± 0.01 mg albúmina/g tejido, significativamente inferiores a los determinados en criollos cosechados el mismo año.

Al efectuar las corridas electroforéticas en el sistema discontinuo de Laemmli, SDS-PAGE, junto a los extractos acetónicos de la pulpa del mango criollo se corrió un kit con marcadores de peso molecular Sigma (St. Louis, EE.UU.) entre 70 y 14 kDa, y se encontró que las bandas más intensas correspondieron a pesos moleculares aparentes de 79.15; 63.81; 53.95; 29.37; 17.04 y una banda definida a 27.07 kDa (Fig. 2).

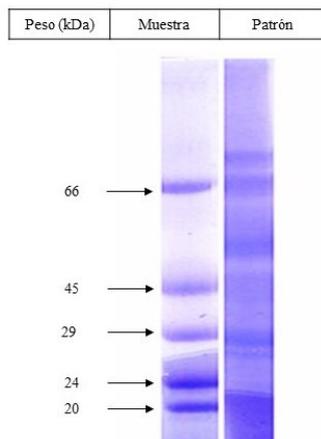


Figura 2. Electroforesis en gel de poliacrilamida de proteínas del mango criollo.

Todos los datos obtenidos en la caracterización, tanto para el mango criollo como para el mango brasileño, se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1.* Características de los mangos criollo y brasileño de la Provincia de Corrientes, Argentina.

	Mangos criollos		Mangos brasileños	
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
Contenido de agua (%)	75.80±0.03	—	78.67±0.04	—
Acidez (mg ácido cítrico/100 g tejido)	256.72±2.06 a 517.39±2.88	1060.83±8.51 a 2137.98±11.90	353.26±7.79	1656.17±36.52
pH	4.10±0.02 a 5.28±0.28	—	nd	nd
Azúcares Totales (g glucosa/100 g de tejido)	8.78±0.15 a 15.13±2.49	36.26±0.62 a 62.50±10.28	15.75±0.53	73.84±2.48
Azúcares Reductores (g glucosa/100 g de tejido)	2.08±0.14 a 3.35±0.17	8.62±0.57 a 13.85±0.70	4.48±0.11	21.00±0.52
Fibra (%)	0.72±0.39	2.98±1.61	0.39±0.01	1.83±0.05
Pectinas (µg ácido D-galacturónico/g tejido)	17.0±0.1	70.2±0.4	10.0±0.4	46.9±1.9
Carotenoides (µg β-caroteno/g tejido)	38.72±4.07 a 47.45±2.88	160.0±16.82 a 196.09±11.90	45.47±0.50	213.17±2.34
Fenoles (µg ácido clorogénico/g tejido)	912.54±17.79 a 1322.37±19.23	3770.83±73.53 a 5464.34±79.46	633.16±9.96	2968.40±46.69
Flavonoides (µg catequina/g tejido)	197.05±7.19	814.26±29.71	151.31±0.18	709.38±0.84
Actividad antioxidante (mg de ácido clorogénico/g tejido)	0.42±0.03 a 1.55±0.04	1.72±0.11 a 6.40±0.16	1.14±0.04	5.34±0.19
Proteínas (mg albúmina/g tejido)	0.78±0.05 a 5.12±0.24	3.21±0.19 a 21.15±1.01	1.02±0.01	4.78±0.05

nd: no determinado

* Versión de la Tabla I actualizada en 2/2025.

Asimismo, se observaron grupos de bandas más débiles a 57.10; entre 46.66 y 40.08 y en el rango de 23.09 y 19.97 kDa. Cheema y Sommerhalter (2015) establecieron que la polifenoloxidasa (PPO) de la piel y pulpa del fruto de mango 'Ataulfo' presenta al menos dos isoformas de 53 y 112 o 144 kDa.

4. CONCLUSIONES

El fruto del árbol de mango silvestre que crece en la Provincia de Corrientes (27° 36' 67" S, 58° 16' 07" O), conocido como mango criollo, tiene una acidez y contenido de azúcares totales, fibra, polifenoles, capacidad antioxidante similar o superior a otras variedades de mango que se cultivan en la región u otras zonas de producción.

El perfil electroforético de estos frutos indica que las principales bandas corresponden a péptidos de pesos moleculares aparentes de 79.15; 63.81; 53.95; 29.37; 17.04 y una banda definida a 27.07 kDa.

Referencias

- Afiyah, D. N., Sarbini, R. N. y Suryati, T. (2022). β -Carotene content and quality properties of probiotic yoghurt supplemented with podang urang mango extract. *International Conference on Sustainable Animal Resource and Environment*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1020/1/012022>
- Barrón-García, O. Y., Gaytán-Martínez, M., Ramírez-Jiménez, A. K., Luzardo-Ocampo, I., Velazquez, G. y Morales-Sánchez, E. (2021). Physicochemical characterization and polyphenol oxidase inactivation of Ataulfo mango pulp pasteurized by conventional and ohmic heating processes. *LWT-Food Science and Technology*, 143, 111113. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111113>
- Brand-Williams, W., Cuvelier M. E. y Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Cheema, S. y Sommerhalter, M. (2015). Characterization of polyphenol oxidase activity in Ataulfo mango. *Food Chemistry*, 171, 382-387. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.011>
- Davies, B. H., Mathews, S. y Kirk, J. T. O. (1970). The nature and biosynthesis of carotenoids of different colour varieties of *Capsicum annum*. *Phytochemistry*, 9, 797-805. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)85183-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)85183-3)
- Di Rienzo, J. A., Casanoves F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2011). InfoStat. Grupo Infostat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Ernesto, D. B., Omwamba, M., Faraj, A. K. y Mahungu, S. M. (2018). Physico-Chemical Characterization of Keitt Mango and Cavendish Banana Fruits Produced in Mozambique. *Food and Nutrition Sciences*, 9, 556-571. <https://doi.org/10.4236/fns.2018.95042>
- Estrada, H. H., Restrepo, C. E., Saumett, H. G. y Pérez, L. (2018). Deshidratación Osmótica y Secado por Aire Caliente en Mango, Guayaba y Limón para la Obtención de Ingredientes Funcionales. *Información tecnológica*, 29(3), 197-204. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300197>
- Farina, V., Gentile, C., Sortino, G., Gianguzzi, G., Palazzolo, E. y Mazzaglia, A. (2020). Tree-Ripe Mango Fruit: Physicochemical Characterization, Antioxidant Properties and Sensory Profile of Six Mediterranean-Grown Cultivars. *Agronomy*, 10(6), 884. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060884>
- Food and Agriculture Organization. (2023). Major Tropical Fruits Market Review – Preliminary results 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- García-Mahecha, M., Soto-Valdez, H., Carvajal-Millan, E., Madera-Santana, T. J., Lomelí-Ramírez, M. G. y Colín-Chávez, C. (2023). Bioactive Compounds in Extracts from the Agro-Industrial Waste of Mango. *Molecules*, 28(1), 458. <https://doi.org/10.3390/molecules28010458>
- Gentile, C., Di Gregorio, E., Di Stefano, V., Mannino, G., Perrone, A., Avellone, G., Sortino, G., Inglese, P. y Farina, V. (2019). Food quality and nutraceutical value of nine cultivars of mango (*Mangifera indica* L.) fruits grown in Mediterranean subtropical environment. *Food Chemistry*, 277, 471-479. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.109>
- Kaushik, N., Rao, P. S. y Mishra, H. (2018). Comparative analysis of thermal-assisted high pressure and thermally processed mango pulp: Influence of processing, packaging, and storage. *Food Science and Technology International*, 24(1), 15-34. <https://doi.org/10.1177/1082013217724578>
- Koley, T. K., Maurya, A., Tripathi, A., Singh, B. K., Singh, M., Bhutia, T. L., Tripathi, P. C. y Singh, B. (2018). Antioxidant potential of commonly consumed underutilized leguminous vegetables. *International Journal of Vegetable Science*, 25(4), 362-372. <https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1519866>
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680-685. <https://doi.org/10.1038/227680a0>

- Liu, F., Fu, S., Bi, X., Chen, F., Liao, X., Hu, X. y Wu, J. (2013). Physico-chemical and antioxidant properties of four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars in China. *Food Chemistry*, 138, 396-405. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.111>
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. y Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275. [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9258\(19\)52451-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9258(19)52451-6)
- Maldonado-Celis, M. E., Yahia, E. M., Bedoya, R., Landázuri, P., Loango, N., Aguillón, J., Restrepo, B. y Guerrero Ospina, J. C. (2019). Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1073. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01073>
- Official Methods of Analysis of AOAC international*. (15° ed.). (1990). Association of Official Agricultural Chemists.
- Official Methods of Analysis of AOAC international*. (16° ed.). (1997). Association of Official Agricultural Chemists.
- Paull, R. E. y Duarte, O. (2011). *Tropical fruits, volume 1*. (2° ed.). CAB International.
- Sarkar, T., Salauddin, M., Sheikh, H. I., Pati, S. y Chakraborty, R. (2021). Effect of drying on vitamin, carotene, organic acid, mineral composition, and microstructural properties of mango (*Mangifera indica*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e16237. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16237>
- Sgroppo, S. C. y Pereyra, M. V. (2009). Using mild heat treatment to improve the bioactive related compounds on fresh-cut green bell peppers. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1793-1801. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01998.x>
- Silva, E. de S., Santos Junior, H. B. dos, Guedes, T. J. F. L., Sandes, R. D. D., Rajan, M., Leite Neta, M. T. S. y Narain, N. (2022). Comparative analysis of fresh and processed mango (*Mangifera indica* L., cv. "Maria") pulps: influence of processing on the volatiles, bioactive compounds and antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 42, e54020. <https://doi.org/10.1590/fst.54020>
- Singleton, V. L. y Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Southgate, D. A. T. (1974). *Determination of food carbohydrates*. Applied Science Publishers.
- Tarafdar, A., Shahi, N. C. y Singh, A. (2020). Color assessment of freeze-dried mushrooms using Photoshop and optimization with genetic algorithm. *Journal of Food Process Engineering*, 43(1), e12920, 1-9. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12920>
- Tasie, M., Alemimi, A. B., Ali, R. M. y Takeoka, G. (2020). Study of Physicochemical Properties and Antioxidant Content of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, 4(2), 91-104.
- Wasnik, P. G., Menon, R. R., Sivaram, M., Surendra Nath, B., Balasubramanyam, B. V. y Manjunatha, M. (2019). Development of mathematical model for prediction of adulteration levels of cow ghee with vegetable fat using image analysis. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 2320-2325. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03677-x>
- Yam, K. L. y Papadakis, S. E. (2004). A Simple Digital Imaging Method for Measuring and Analyzing Colour of Food Surfaces. *Journal of Food Engineering*, 61, 137-142. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00195-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00195-X)
- Yusuf Ali, S. M., Hossain, M. M., Zakaria, M., Hoque, M. A. y Ahiduzzaman, M. (2019). Physio-chemical Characteristics of Seven Cultivars Mango (*Mangifera indica* L.) in Bangladesh. *International Journal of Business, Social and Scientific Research*, 7(4), 01-08.