

## Bebidas mixtas de camote de pulpa naranja con potencial funcional

Marmolejo-Basurto E.K.D.P.<sup>a</sup>, Ochoa-Martínez L.A.\*<sup>a</sup>, González-Herrera S.M.<sup>a</sup>, Gallegos-Infante J.A.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Tecnológico Nacional de México/IT de Durango, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos Funcionales. Felipe Pescador 1830 Ote, Col. Esperanza, CP 34080, Victoria de Durango, Dgo, México.

\* [aochoa@itdurango.edu.mx](mailto:aochoa@itdurango.edu.mx).

### RESUMEN:

Actualmente la demanda de alimentos y bebidas saludables ha aumentado. En el mercado han surgido diversos productos que promueven beneficios a la salud, como las bebidas de frutas y vegetales pasteurizadas ricas en compuestos bioactivos. El jugo de camote de pulpa naranja es rico en compuestos antioxidantes y se puede aprovechar su potencial funcional al combinarlo con otros jugos de frutas. El objetivo de este trabajo fue formular y desarrollar bebidas pasteurizadas utilizando jugo de camote de pulpa naranja sonificado en combinación con jugo de manzana y jugo de piña. Se evaluó pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, contenido de carotenoides, polifenoles totales y carga microbiana. Además, se llevó a cabo la evaluación de atributos y aceptabilidad general mediante evaluación sensorial. Las bebidas se sometieron a una simulación gastrointestinal *in vitro* para evaluar la bioaccesibilidad de compuestos carotenoides. Se encontró que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos ofrecieron calidad y estabilidad de las bebidas. Las formulaciones de camote-piña y camote-manzana tuvieron alta aceptabilidad general por parte de los panelistas y mostraron un contenido aceptable de carotenoides y polifenoles, compuestos bioactivos reconocidos por sus propiedades funcionales. Además las bebidas presentaron una bioaccesibilidad de 95 y 96% respectivamente.

**Palabras clave:** Bebida funcional, camote naranja, carotenoides, pasteurización, ultrasonido.

### ABSTRACT:

Nowadays the demand for healthy food and drinks has increased. Different products have emerged in the market that promote health benefits, such as pasteurized fruit and vegetable drinks rich in bioactive compounds. The orange sweet potato juice is rich in antioxidant compounds and its functional potential can be exploited by combining it with other fruit juices. The aim of this work was to formulate and develop pasteurized beverages using orange sweet potato juice in combination with apple juice and pineapple juice. pH, titratable acidity, total soluble solids, carotenoid content, total polyphenols and microbial load were evaluated. Also the evaluation of attributes and general acceptability were performed by sensory evaluation. The drinks were subjected to *in vitro* gastrointestinal simulation to assess the bioaccessibility of carotenoid compounds. It was found that the physicochemical and microbiological parameters offered quality and stability to the drinks. The sweet potato-pineapple and sweet potato-apple had high overall acceptability by the panelists and showed an acceptable content of carotenoids and polyphenols, bioactive compounds recognized for their functional properties. Also the drinks had a bioaccessibility of 95 and 96% respectively.

**Key words:** Functional beverage, orange sweet potato, carotenoids, pasteurization, ultrasound.

**Área:** Alimentos Funcionales

## INTRODUCCIÓN

La tendencia actual es aumentar el consumo de productos naturales que además de nutrir ayuden a reducir el riesgo de padecer enfermedades. Las frutas y vegetales ejercen un papel importante en la salud humana, de las diferentes formas en que se sirven a los consumidores, el jugo es uno de los más populares (Hassen & Haftu 2020) debido a que puede ayudar a cumplir con el requerimiento diario de frutas y vegetales en la dieta (Moazzem *et al.*, 2019). Los jugos de frutas y vegetales son altamente recomendables debido a la presencia de compuestos como vitamina C, carotenoides, flavonoides, fibra dietética, entre otros, que promueven la salud (Khandpur & Gogate, 2015).

Las bebidas mixtas han tomado una relevancia especial, las mezclas de jugos de frutas y vegetales se pueden producir para combinar todos los nutrientes básicos presentes en cada una de las variedades, obteniendo así una bebida de mejor calidad (Akusu *et al.*, 2016), la mezcla de jugos se practica también para superar el costo alto de algunos jugos de frutas exóticas, por la escasez o disponibilidad estacional, para lograr el equilibrio de sabores fuertes, alta acidez, astringencia o amargor, mejorar los sólidos solubles totales o mejorar y estabilizar el color (Balaswamy *et al.*, 2011).

El camote *Ipomoea batatas L.* es rico en carbohidratos, fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos bioactivos, tales como polifenoles y carotenoides. Especialmente el camote de pulpa naranja es rico en carotenoides, compuestos que se encuentran en el núcleo de las membranas, y que además de proporcionar el característico color naranja del camote, ejercen funciones antioxidantes y juegan un rol especial en la protección de los tejidos (Ríos-Romero *et al.*, 2018). Los carotenoides realizan funciones importantes en el cuerpo humano, son provitamina A, antioxidantes, moduladores de la función inmunológica y del metabolismo carcinógeno, reguladores de la proliferación y diferenciación celular, además la ingesta de estos compuestos fortalece el sistema inmunológico y reduce el riesgo de padecer enfermedades crónico-degenerativas (Abid *et al.*, 2014).

Los métodos de procesamiento empleados en la elaboración de bebidas desempeñan un papel importante en la determinación de la calidad del producto, la seguridad y la vida útil (Santander-M. *et al.*, 2017). La tecnología de procesamiento térmico garantiza la seguridad de los productos alimenticios con una vida útil más larga, pero también causa pérdidas en los beneficios de nutrientes (Khandpur & Gogate 2015), por eso en los últimos años se buscan tecnologías de procesamiento de alimentos no térmicas que en combinación con tecnologías convencionales ayuden a conservar las propiedades originales de los alimentos y mejorar su perfil nutricional.

El jugo de camote de pulpa naranja contiene compuestos carotenoides reconocidos por su efecto antioxidante, sin embargo el sabor de este jugo resulta un tanto insípido, y por lo tanto, es importante mezclarlo con otros jugos para mejorar su palatabilidad. Por esto el objetivo del presente trabajo fue combinar jugo de camote con jugo de manzana o piña, desarrollando bebidas atractivas al consumidor, conservando sus características naturales, evaluando las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, el grado de aceptación sensorial así como la bioaccesibilidad de compuestos carotenoides a través de un modelo gastrointestinal *in vitro* para comprobar su posible efecto funcional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia prima

El camote de pulpa naranja (*Ipomoea batatas L.*), la manzana red delicius (*Malus doméstica*), y la piña gota miel (*Ananas comosus L.*) se obtuvieron en un supermercado local en la ciudad de Durango, México, se eligieron en estado de madurez y tamaño homogéneo, y sin daño externo aparente.

### Métodos

Desarrollo y formulación de bebidas

La materia prima fue sometida a un proceso de lavado, desinfectado y pelado; la pulpa del camote fue sometida a ultrasonido en baño por 30 min; la manzana se sometió a escaldado en una solución de ácido cítrico 0.5% p/v por 2 min. Posteriormente los jugos de todas las variedades fueron extraídos utilizando un extractor (TURMIX® D.F. México, uso rudo). Se elaboraron formulaciones 50-50 de jugo de camote-manzana (CM) y camote-piña (CP). Los jugos obtenidos (mezclas) se sometieron a pasteurización a 95 °C por 2 minutos.

Evaluación fisicoquímica

Se midieron los parámetros de pH, acidez titulable y sólidos solubles totales en las bebidas mixtas de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC (2005). Los valores de pH fueron medidos mediante un potenciómetro (pH 212, HANNA instruments, Micropocessor pH Meter, Romania), previamente calibrado, por inmersión directa del electrodo en las bebidas. La acidez titulable (AT) de las bebidas, expresada como porcentaje de ácido cítrico, se realizó con 10 mL de jugo y se adicionaron 3 gotas del indicador de fenoftaleína al 1% en etanol, enseguida se realizó una titulación con NaOH 0.1 N. Para la determinación de los sólidos solubles totales (TSS) se empleó un refractómetro ATAGO (PAL-1, TokyoTech. Award, Japón) se expresaron como °Brix.

Determinación de compuestos bioactivos

Carotenoides totales

El contenido de carotenoides presente en las bebidas mixtas se determinó a través del método espectrofotométrico descrito por Rodríguez-Amaya (2004) y Muhammad & Abbas (2012). El análisis involucró las etapas de extracción de carotenos, partición con hexano y uso de espectrofotómetro. Para la extracción de carotenoides se mezcló una alícuota de 4 ml de la bebida con 50 ml de acetona por 2 minutos y luego se filtró. Posteriormente el extracto fue mezclado con 30 ml de hexano en un embudo de decantación de 500 ml, se añadió agua destilada lentamente (250 ml) y se dejó fluir a lo largo de las paredes del embudo. Se recogió la fase oleosa en un matraz volumétrico de 50 ml y se hizo pasar la solución a través de un pequeño embudo que contenía sulfato de sodio anhídrido. Finalmente, las muestras se leyeron en un espectrofotómetro (Hach, model DR 5000, USA) a 450 nm.

Polifenoles totales

El contenido de polifenoles totales fue determinado de acuerdo al método de Folin-Ciocalteu (Singleton & Rosi, 1965). La prueba consistió en tomar 25 µL de muestra y mezclar con 80 µL de agua destilada y 5 µL del reactivo Folin-Ciocalteu, dejando reposar la mezcla en obscuridad por 5 min a temperatura ambiente. Enseguida, se adicionaron 80 µL de solución de carbonato de sodio (7.5%) dejando reaccionar durante 30 min en obscuridad, una vez transcurrido el tiempo se midió la absorbancia de la mezcla a 750 nm utilizando un lector de microplaca (Daigger Automated Microplate Reader). Las concentraciones se determinaron comparando la absorbancia de las muestras con una curva estándar y los resultados fueron expresados como mg de equivalente de ácido gálico por cada 100 mL de muestra (GAE/ 100 mL).

### Digestión *in vitro*

Las bebidas fueron sometidas a una simulación orogastrointestinal para determinar el porcentaje de bioaccesibilidad de carotenoides mediante el método estático de digestión *in vitro* propuesto por Minekus *et al.* 2014 y modificado por Troncoso-Reyes *et al.*, 2016. Primero 5 ml de la bebida se mezcló con 3.5 ml de solución stock fluido salival (pH 7.0), 0.5 mL de  $\alpha$ -amilasa 1500 U/ml, 25  $\mu$ L de CaCl<sub>2</sub> (0.3 M) y 975  $\mu$ L y puesto en agitación a 37 °C por 2 min. Para simular la fase gástrica al bolo oral se añadieron 7.5 mL de solución stock fluido gástrico (pH 3, 37 °C), 1.6 mL de solución de pepsina (25000 U/mL), 5  $\mu$ L de CaCl<sub>2</sub> (0.3 M) y se ajustó el pH a 3 con HCl (1 M), se añadió agua hasta completar un volumen final de 20 mL, posteriormente se agitó la muestra a 37 °C, 95 RPM durante 2 horas. Luego se adicionó 11 mL de solución stock fluido intestinal (pH 7.0, 37 °C), 5 mL de solución de pancreatina (800 U/mL en actividad tripsina), 2.5 mL de solución de bilis (2.4 mg/mL), 40  $\mu$ L de CaCl<sub>2</sub> (0.3 M) y se ajustó el pH a 7 con NaOH (1 M). Finalmente se adicionó agua hasta alcanzar un volumen final de 40 mL para simular la fase intestinal, la muestra se agitó a 37 °C, 95 RPM durante 2 horas. Una vez finalizada la simulación orogastrointestinal se realizó la extracción y cuantificación de carotenoides presentes en las muestras digeridas, de acuerdo la metodología descrita anteriormente.

### Evaluación microbiológica y sensorial

Se determinó la carga microbiana a las bebidas pasteurizadas por medio de un análisis microbiológico. El análisis incluyó cuenta de bacterias mesófilas aerobias por el método de vaciado en placa según la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, así como hongos y levaduras de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Los análisis microbiológicos se expresaron como unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL).

Se realizó una evaluación sensorial para evaluar la tendencia en la aceptabilidad de los jugos, a través del método de grupos dirigidos utilizando una escala hedónica de 9 puntos, donde 9 significaba “me gusta mucho” y 1 “me disgusta mucho”, igualmente se evaluó la intensidad de los atributos de cada bebida a través de un análisis cuantitativo-descriptivo empleando una escala hedónica de 9 puntos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis fisicoquímicos

Los valores de pH, acidez titulable y sólidos solubles totales de las bebidas mixtas camote-manzana y camote-piña se muestran en la (Tabla I). El valor de pH en jugos es un parámetro importante de calidad debido a que influye en la prevención del deterioro microbiano (Owolade *et al.*, 2017). Las bebidas presentaron valores de pH ácidos, CM y CP mostraron una disminución de pH comparada con el valor de pH 6.0-6.2 en muestras de jugo de camote (Ríos-Romero *et al.*, 2018), esta disminución se debió principalmente a la adición de jugo de manzana y jugo de piña en cada una de las bebidas.

Los valores de acidez titulable expresados como porcentaje de ácido cítrico en CM y CP fueron inferiores a lo reportado en bebidas mixtas pasteurizadas de pera y manzana cuyo valor de acidez osciló en un rango de 0.22 a 0.40% (Raj *et al.*, 2011), lo cual se pudo deber a que la manzana, piña y camote empleados en la elaboración de las bebidas mixtas se encontraban en completo estado de madurez y por lo tanto el contenido de ácido era bajo, y es que la acidez titulable además de ayudar al equilibrio del sabor en jugos, es un parámetro usado para brindar una descripción general de la madurez de la fruta (Adubofuor *et al.*, 2016). Los valores de sólidos solubles totales de CM y CP oscilaron en un rango de 13 °Bx, siendo ligeramente mayor en CM.

La variación en las características fisicoquímicas podría atribuirse principalmente a los tipos de frutas y vegetales empleados en la elaboración de las bebidas mixtas, la variación en las características podría atribuirse a la variación en las condiciones climáticas y prácticas culturales, lo cual influye directamente en la calidad (Raj *et al.*, 2011).

### Compuestos bioactivos

#### Carotenoides totales

Las bebidas CM y CP reportaron valores aceptables de carotenoides (Tabla I) a pesar de la exposición de las bebidas a las operaciones de procesamiento, sin embargo el contenido de carotenoides en CM y CP fue inferior a lo reportado en muestras de jugo de camote sonicado. Se ha reportado un incremento de compuestos carotenoides en jugo de camote cuando se somete a proceso de ultrasonido, el fenómeno de cavitación causa el rompimiento de las membranas celulares debido a cambios en la presión, lo cual incrementa el contenido de carotenoides en la matriz alimentaria (Ríos-Romero *et al.*, 2018). Sin embargo la disminución en el contenido de carotenoides en CM y CP se pudo deber principalmente a la exposición de las bebidas mixtas a proceso de pasteurización, lo cual provocó una disminución en el contenido de estos compuestos bioactivos ya que éstos son sensibles y degradables a la luz y al calor. Una tendencia similar fue observada en una bebida pasteurizada a 90 °C, donde el contenido de carotenoides totales decreció significativamente una vez aplicado el tratamiento térmico (Santander-M *et al.*, 2017).

El contenido de carotenoides fue mayor en la bebida CP y menor en la bebida CM, esta diferencia pudo deberse al tipo de fruta empleada en la elaboración de la bebida mixta y su diferencia en el contenido total de carotenoides. Asimismo la manzana fue sometida adicionalmente a un proceso de escaldado mientras que la piña no, donde los carotenoides presentes pudieron haber sido degradados, sin embargo se logró preservar el contenido de carotenoides en un nivel adecuado para aportar a la ingesta diaria

#### Polifenoles totales

En cuanto al contenido de polifenoles (Tabla 1) se observaron valores aceptables que pueden contribuir a la capacidad antioxidante de las bebidas. El ultrasonido ha demostrado incrementar el contenido fenólico en jugo de fresa (Bhat & Goh 2017), jugo de manzana (Abid *et al.*, 2014) y jugo de toronja (Aadil *et al.*, 2013), esta tecnología provoca la ruptura de paredes celulares y la liberación de compuestos polifenólicos unidos, además facilita la unión de radicales hidroxilo al anillo aromático de compuestos fenólicos que podrían producirse durante reacciones sonoquímicas y la adición de un segundo grupo hidroxilo mejora la capacidad antioxidante de compuestos fenólicos (Abid *et al.*, 2014). El camote con el cual fueron elaboradas las bebidas mixtas fue sometido a un proceso de sonicación lo cual pudo incrementar su contenido fenólico. Sin embargo una vez extraído el jugo y mezclado con los otros jugos para obtener las bebidas mixtas, CM y CP, éstas se sometieron a pasteurización lo cual pudo provocar una disminución en el contenido fenólico total y es que las altas temperaturas aplicadas durante un proceso térmico son la causa principal de disminución, la temperatura de 95 °C pudo haber afectado a los polifenoles haciéndolos degradables (Santander-M *et al.*, 2017). La bebida CM mostró un contenido mayor de polifenoles totales respecto a la bebida CP, sin embargo la diferencia en cuanto al contenido pudo atribuirse principalmente a las frutas empleadas en la elaboración de las bebidas mixtas, al grado de maduración y condiciones ambientales de crecimiento de los frutos y vegetales empleados para la formulación, así como a los procesos tecnológicos utilizados para su obtención (Morales-de La Peña *et al.*, 2010).

#### Bioaccesibilidad

Mediante ensayos de digestión gastrointestinal *in vitro* es posible evaluar la bioaccesibilidad de compuestos carotenoides. La bioaccesibilidad se define como la porción de compuestos bioactivos que se liberan de la matriz alimentaria en el tracto gastrointestinal y disponible para la absorción intestinal (Rodríguez-Roque *et al.*, 2016). Las bebidas mixtas CM y CP presentaron valores altos de bioaccesibilidad de carotenoides (Tabla 1) comparados con los valores de bioaccesibilidad en bebidas mixtas de naranja-kiwi-piña-mango tratadas por altas presiones, tratamiento térmico y campos eléctricos pulsados, que oscilaron en un rango de 9.91-18.84% (Rodríguez-Roque *et al.*, 2016) y en muestras de jugo de zanahoria tratadas por altas presiones donde el porcentaje mayor de bioaccesibilidad fue cercano al 5% (Liu *et al.*, 2019). El alto porcentaje de bioaccesibilidad de compuestos carotenoides en CM y CP pudo estar influenciado principalmente por el procesamiento al que fue sometido el camote de pulpa naranja antes de la extracción del jugo, y al tratamiento final de pasteurización empleado para la conservación de las bebidas, debido a que el grado y tipo de procesamiento es un factor determinante de la

cantidad de carotenoides que se liberan de la matriz (Ornelas-Paz *et al.*, 2008). Asimismo la bioaccesibilidad pudo estar influenciada por el tipo de frutas y vegetales empleados para la elaboración de CM y CP debido a que la estructura y composición de la matriz alimentaria puede mejorar o prevenir la liberación de compuestos bioactivos durante la digestión influyendo de manera directa en la bioaccesibilidad (Lafarga *et al.*, 2019).

**Tabla I.** Parámetros fisicoquímicos, compuestos bioactivos y bioaccesibilidad de bebidas mixtas

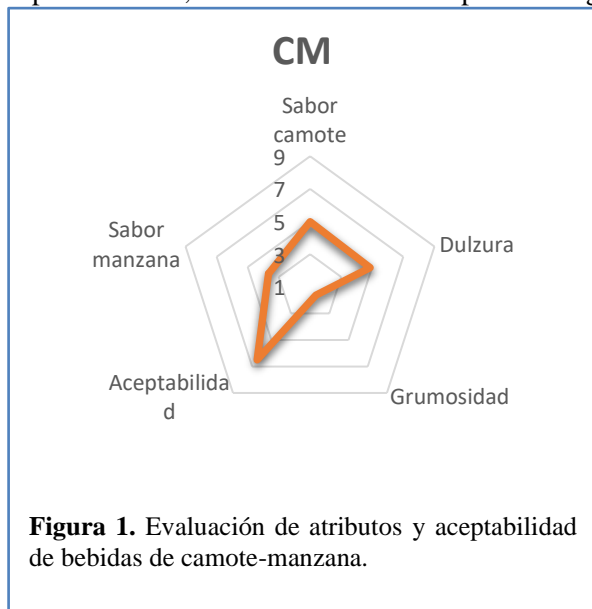
Bebida	pH	AT (% ác. cítrico)	TSS °Brix	Carotenoides µg/100 ml	Polifenoles mg GAE/100 ml	%Bioaccesibilidad
CM	4.77 ± 0.01	0.04 ± 0.00	13.4 ± 0.06	2629 ± 0.50	60.36 ± 1.01	95 ± 0.006
CP	4.34 ± 0.01	0.09 ± 0.00	13.3 ± 0.00	3903 ± 0.12	53.56 ± 1.25	94± 0.004

Los valores se expresan como la media más menos desviación estándar.

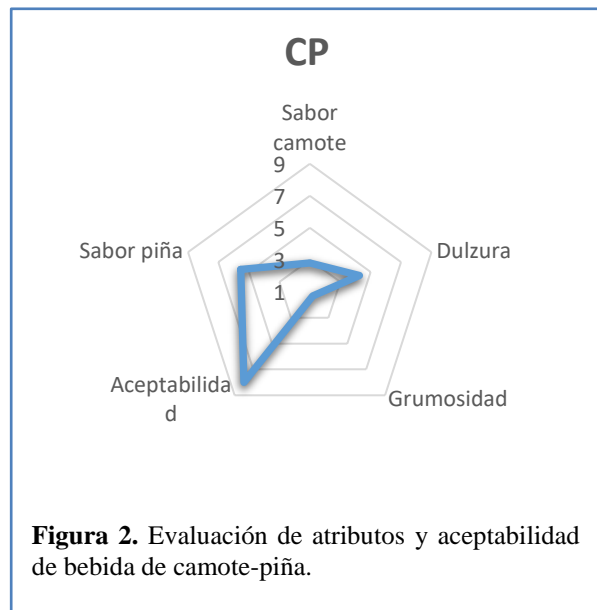
**Evaluación microbiológica y sensorial**

Referente a la evaluación microbiológica no se detectó crecimiento de coliformes totales, bacterias mesofílicas aerobias, mohos y levaduras lo que implicó que la intensidad del proceso empleado fue adecuada ya que garantizó la seguridad y calidad de las bebidas.

La bebida que presentó mayor aceptabilidad fue CP, sin embargo ambas bebidas, CM (Fig. 1) y CP (Fig. 2), presentaron alta aceptabilidad general por parte de los panelistas, ya que las puntuaciones se encontraron por arriba de la media, el aumento en la aceptabilidad general pudo atribuirse a que las dos bebidas lograron disminuir la presencia de sabor a camote. En el caso de la bebida CP dominó el sabor a piña, mientras que en la bebida CM el sabor predominante fue del camote, sin embargo se logró percibir el sabor a manzana y esto mejoró su palatabilidad, aumentando así su aceptabilidad general.



**Figura 1.** Evaluación de atributos y aceptabilidad de bebidas de camote-manzana.



**Figura 2.** Evaluación de atributos y aceptabilidad de bebida de camote-piña.

Referente a la grumosidad, no fue percibido en ninguna de las bebidas, lo cual pudo deberse a que las bebidas mixtas no contenían pulpa u otro ingrediente que pudiera otorgar grumosidad al producto. Respecto al atributo de dulzura no se observaron diferencias significativas entre las formulaciones, este atributo tuvo buena aceptación por parte de los consumidores a pesar de que las bebidas elaboradas no contenían ningún tipo de endulzante y a pesar de que el camote es un producto que se percibe poco dulce, la combinación con el jugo de manzana o piña permitió que los panelistas percibieran este atributo, lo cual pudo influir directamente en la aceptabilidad general.

### CONCLUSIÓN

Se encontró que las bebidas camote-manzana (CM) y camote-piña (CP) tienen gran aceptación por los consumidores y ofrecen un contenido aceptable de carotenoides para aportar a la ingesta diaria. Además los tratamientos de procesamiento empleados en la elaboración de las bebidas mixtas permiten ofrecer un producto seguro y de calidad y ejercen un papel importante y significativo en la bioaccesibilidad de compuestos carotenoides al ser uno de los factores determinantes de la cantidad que se liberan de la matriz.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Aadil, R. M., Zeng, X. A., Han, Z., & Sun, D. W. (2013). Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. *Food Chemistry*, 141(3), 3201-3206.
2. Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Hashim, M. M., Hu, B., Lei, S., & Zeng, X. (2014). Sonication enhances polyphenolic compounds, sugars, carotenoids and mineral elements of apple juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 21(1), 93-97.
3. Adubofuor, J., Amoah, I., & Agyekum, P. B. (2016). Physicochemical properties of pumpkin fruit pulp and sensory evaluation of pumpkin-pineapple juice blends. *American Journal of Food Science and Technology*, 4(4), 89-96.
4. Akusu, O. M., Kiin-Kabari, D. B., & Ebere, C. O. (2016). Quality characteristics of orange/pineapple fruit juice blends. *American Journal of Food Science and Technology*, 4(2), 43-47.
5. AOAC, Official Methods of Analysis AOAC International 2000.
6. Balaswamy, K., Prabhakara Rao, P. G., Nagender, A., & Akula, S. (2011). Preparation of Sour Grape (*Vitis Vinifera*) Beverages and Evaluation of their Storage Stability. *Journal of Food Process Technology*, 2(3), 105-4.
7. Bhat, R., & Goh, K. M. (2017). Sonication treatment convalesce the overall quality of hand-pressed strawberry juice. *Food chemistry*, 215, 470-476.
8. Hassen, Y., Tamiru, D., & Haftu, B. (2020). Effect of Blending Ratio of Pineapple on Sensory and Physicochemical Property of Mango Juice.
9. Khandpur, P., & Gogate, P. R. (2015). Effect of novel ultrasound based processing on the nutrition quality of different fruit and vegetable juices. *Ultrasonics Sonochemistry*, 27, 125-136.
10. Lafarga, T., Ruiz-Aguirre, I., Abadias, M., Viñas, I., Bobo, G., & Aguiló-Aguayo, I. (2019). Effect of thermosonication on the bioaccessibility of antioxidant compounds and the microbiological, physicochemical, and nutritional quality of an anthocyanin-enriched tomato juice. *Food and Bioprocess Technology*, 12(1), 147-157.
11. Liu, X., Liu, J., Bi, J., Yi, J., Peng, J., Ning, C., ... & Zhang, B. (2019). Effects of high pressure homogenization on pectin structural characteristics and carotenoid bioaccessibility of carrot juice. *Carbohydrate polymers*, 203, 176-184.
12. Mexicana, N. O. (1994). NOM 111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Métodos para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Secretaría de Salubridad y Asistencia, México, DF.
13. Mexicana, N. O. (1994). NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Diario Oficial de la Federación.

14. Mexicana, N. O. (1994). NOM-113-SSA1-1994, Bienes y Servicios, Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Diario Oficial de la Federación, México DF, México.
15. Minekus, M., Alvinger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., . . . Brodkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food - an international consensus. *Food Funct*, 5(6), 1113-1124.
16. Morales-de La Peña, M., Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, M. A., & Martín-Belloso, O. (2010). Impact of high intensity pulsed electric field on antioxidant properties and quality parameters of a fruit juice–soymilk beverage in chilled storage. *LWT-Food Science and Technology*, 43(6), 872-881.
17. Ornelas-Paz, J. D. J., Failla, M. L., Yahia, E. M., & Gardea-Bejar, A. (2008). Impact of the stage of ripening and dietary fat on in vitro bioaccessibility of  $\beta$ -carotene in 'Ataulfo' mango. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(4), 1511-1516.
18. Owolade, S. O., Akinrinola, A. O., Popoola, F. O., Aderibigbe, O. R., Ademoyegun, O. T., & Olabode, I. A. (2017). Study on physico-chemical properties, antioxidant activity and shelf stability of carrot (*Daucus carota*) and pineapple (*Ananas comosus*) juice blend. *International Food Research Journal*, 24(2), 534.
19. Raj, D., Sharma, P. C., & Vaidya, D. (2011). Effect of blending and storage on quality characteristics of blended sand pear-apple juice beverage. *Journal of food science and technology*, 48(1), 102-105.
20. Rios-Romero, E. A., Ochoa-Martínez, L. A., Morales-Castro, J., Bello-Pérez, L. A., Quintero-Ramos, A., & Gallegos-Infante, J. A. (2018). Ultrasound in orange sweet potato juice: Bioactive compounds, antioxidant activity, and enzymatic inactivation. *Journal of food processing and preservation*, 42(6), e13633.
21. Rodríguez-Amaya, D. B., & Kimura, M. (2004). HarvestPlus handbook for carotenoid analysis (Vol. 2). Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
22. Rodríguez-Roque, M. J., de Ancos, B., Sánchez-Vega, R., Sánchez-Moreno, C., Cano, M. P., Elez-Martínez, P., & Martín-Belloso, O. (2016). Food matrix and processing influence on carotenoid bioaccessibility and lipophilic antioxidant activity of fruit juice-based beverages. *Food & function*, 7(1), 380-389.
23. Santander-M, M., Osorio, O., & Mejía-E, D. (2017). Evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 84-97.
24. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.