

Análisis químico, bioactivo y de color en tres variedades de guayaba

José Carranza-Téllez¹

Avimael Ávila-Palma²

Cristina Sarai Contreras-Martínez²

Rosalinda Gutiérrez-Hernández²

Juan Manuel García-González¹

José Carranza-Concha^{2,§}

1 Programa Académico de Nutrición-Unidad Académica de Enfermería-Área de Ciencias de la Salud-Universidad Autónoma de Zacatecas. Carretera Zacatecas-Guadalajara km 6, Ejido 'La Escondida', Zacatecas, México. CP. 98160.

2 Programa Académico de Químico en Alimentos-Unidad Académica de Ciencias Químicas-Universidad Autónoma de Zacatecas. Carretera Zacatecas-Guadalajara km 6, Ejido 'La Escondida', Zacatecas, Zacatecas, México. CP. 98160.

Autor para correspondencia: jose.carranza@uaz.edu.mx

Resumen

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una fruta muy apreciada por su valor nutricional y su capacidad antioxidante. En México, el estado de Zacatecas es el tercer mayor productor de guayaba. En el sur del estado se encuentra la región de Santiago el Chique que contribuye con esta producción. El objetivo del trabajo fue determinar la humedad, los °Brix, la acidez titulable, el pH, el contenido en ácido ascórbico, el color, así como el contenido en polifenoles totales y la capacidad antioxidante de tres variedades de guayaba (Blanca, China y Fresa), adquiridas en el año 2022 con productores de la localidad de Santiago el Chique, Zacatecas. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Investigación e inocuidad de alimentos, del programa de académico de nutrición de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Los resultados mostraron diferencias significativas en prácticamente todos los parámetros analizados, salvo en el caso del porcentaje de humedad. Se destacó la alta concentración de ácido ascórbico en la guayaba 'Fresa' frente a las demás variedades.

Palabras clave:

Psidium guajava L., phytochemicals, vitamin C.



Introducción

Consumir frutas ricas en antioxidantes ayuda a prevenir enfermedades relacionadas con la salud a largo plazo, pueden actuar como agentes terapéuticos en la prevención de enfermedades crónicas, incluidas la diabetes, el cáncer, la obesidad y la hipertensión (Patel *et al.*, 2016). Los polifenoles, son metabolitos secundarios de las plantas con actividad antioxidante beneficiosa para la salud humana (Marquina *et al.*, 2008).

Los beneficios para la salud asociados a estos polifenoles se basan en sus propiedades antioxidantes, al ser los principales determinantes de la capacidad antioxidante total de la fruta, esta propiedad se define como, la capacidad de los compuestos antioxidantes para proteger un sistema biológico contra el efecto potencialmente dañino de procesos o reacciones provocadas por especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (ROS y RNS) (Cervantes *et al.*, 2020).

El ácido ascórbico (AA) o vitamina C es un nutriente esencial que suele tomarse como indicador del valor nutritivo de las frutas y para estimar el deterioro por efecto del procesamiento (Aguilar *et al.*, 2017). Perteneciente al grupo de las vitaminas hidrosolubles y es considerada un potente antioxidante (Castro-López *et al.*, 2016).

Debe incluirse diario en la dieta a través de las frutas y verduras, porque es necesaria para mantener la salud de los vasos sanguíneos, la piel, los dientes, los huesos y los cartílagos, es esencial en los tratamientos antialérgicos, refuerza el sistema inmunitario, previene gripes e infecciones respiratorias (Porto *et al.*, 2019), actúa de forma sinérgica con el tocoferol para preservar la función antioxidante en estados de enfermedad crónica (Andarwulan *et al.*, 2012).

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una planta de la familia Myrtaceae que incluye unos 133 géneros y 3 800 especies de árboles y arbustos, el género *Psidium* contiene unas 150 especies, presenta un alto nivel de variabilidad en las poblaciones, con distintos tamaños de fruto, diferencias en el color de la pulpa como de la piel o cáscara, en el número de semillas y otras características morfológicas (Angulo-López *et al.*, 2021).

Originaria de América, pero introducida a otras regiones del mundo, se cultiva por sus apreciables propiedades nutritivas, sobre todo por su alto contenido de ácido ascórbico, vitaminas y minerales como calcio, hierro y fósforo, por la abundancia en compuestos antioxidantes como los polifenoles y flavonoides, así como por los derivados que a partir de ella se producen (Fajardo-Ortíz *et al.*, 2019).

De acuerdo con datos oficiales, en el año 2020, el estado de Zacatecas se consolidó en el tercer lugar de productores de guayaba a nivel nacional, con un volumen de 32 252 toneladas, solo por debajo de Michoacán y Aguascalientes, quienes ocupan la primera y segunda plaza con 172 729 y 62 897 t, respectivamente (SIAP, 2022).

En la región de Santiago el Chique (Zacatecas) se producen distintas variedades de guayaba; no obstante, no existe información disponible sobre su valor nutrimental y funcional y en consecuencia de las posibles diferencias entre ellas. Por esta razón el objetivo del presente trabajo fue caracterizar fisicoquímicamente tres variedades de guayaba (Blanca, China y Fresa) y determinar su valor funcional a través del análisis de la capacidad antioxidante y su contenido fenólico total

Materiales y Métodos

Se utilizaron tres variedades de guayaba (China, Blanca y Fresa), producidas y adquiridas en la región de Santiago el Chique, Zacatecas (22° 03' 11.8" latitud norte, 102° 51' 58.6" longitud oeste) a las cuales se les determinó el pH, los °Brix, el contenido en humedad (% Xw), la acidez titulable (Act), el contenido de ácido ascórbico (AA), el contenido fenólico total (CFT), la capacidad antioxidante (CA) y el color a partir de las coordenadas CIEL^ab^{*}. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de investigación e inocuidad de alimentos, perteneciente al programa académico de nutrición de la Universidad Autónoma de Zacatecas, durante el año 2022.

Contenido en ácido ascórbico

Se llevó a cabo mediante el método volumétrico 967.21 descrito por la AOAC (2000). Para analizar las muestras se mezclaron 10 g de fruta triturada y 10 ml ácido metafosfórico (25%), posteriormente se aforó a 50 ml con agua desionizada. De la disolución anterior se tomaron tres alícuotas de 10 ml y se titularon con el indicador 2.6 diclorofenol-indofenol, previamente valorado con un patrón de AA (250 ppm), en ambos casos hasta la aparición de un color rosa persistente durante 30 s. Los resultados fueron expresados como mg AA 100 g⁻¹.

Extracción de compuestos bioactivos

La extracción de los fitoquímicos para la cuantificación de CFT y de la CA se llevó a cabo mediante el método descrito por Tomás-Barberán *et al.* (2001). Se trituraron 20 g de fruta con 20 ml de MeOH, 5 ml de HCl 6N y 2 mg de NaF, se mezcló con agitación continua durante 30 min a temperatura ambiente, posteriormente fue centrifugada (Sigma 3-16KL, Germany) durante 10 min a 4°C y 4 500 rpm.

Fenoles totales

Los fenoles totales (CFT) se cuantificaron utilizando la prueba Folin-Ciocalteu (Li *et al.*, 2006). Se mezclaron 250 µl de extracto con 15 ml de agua desionizada y 1.25 ml de reactivo Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA). Después de 5 min, se añadieron 3.75 ml de Na₂CO₃ (7.5%), se enrasó a 25 ml con agua desionizada y se dejó reaccionar durante 2 h en oscuridad, después, se midió la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Thermo Scientific 10S, Thermo Fisher Scientific Inc, EE. UU.). Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico (mg GAE 100 g⁻¹).

Capacidad antioxidante (CA)

La capacidad antioxidante (CA), se cuantificó mediante las técnicas espectrofotométricas del ABTS^{•+} (Re *et al.*, 1999) y DPPH (Brand-Williams *et al.*, 1995).

Método ABTS^{•+}

El radical ABTS^{•+} 7 mM (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA) fue generado por persulfato de potasio 2.45 mM (K₂S₂O₈). Esta mezcla, previamente se dejó reaccionar durante 16 h, en oscuridad y a temperatura ambiente (~ 20 °C). La disolución anterior se diluyó para obtener una absorbancia de 0.7 ±0.1 a 734 nm. Una vez alcanzada la absorbancia deseada del reactivo ABTS^{•+}, se mezclaron 100 µl de extracto de cada fruta con 900 µl de la solución diluida ABTS^{•+}, se dejó reaccionar durante 2.5 min a 20 °C, enseguida se midió la absorbancia a 734 nm. Los resultados se expresaron como µmol de equivalente de Trolox (TEAC)/100 g de fruta fresca. Todos los experimentos fueron replicados tres veces.

Método DPPH

En cuanto a la medición de la CA por el método DPPH, se añadieron 100 µl de extracto de fruta a 1 ml de 2.2-difenil-1-picrylhidrazil (DPPH) (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA) (3 mg 100 ml⁻¹ en solución etanólica). La absorbancia de las muestras se determinó a 515 nm en el espectrofotómetro, después de una reacción de 2.5 min a 20 °C. Los resultados se expresaron como µmol equivalentes de Trolox/100 g de fruta fresca.

Características de color

Los datos de las coordenadas CIEL^{a*}b* se tomaron en la capa externa de la guayaba, mediante colorímetro AMT506 (SMI, México) con observador 10° e iluminante D65 previamente calibrado. Se obtuvo L* (luminosidad) cuyos valores van del 0= negro a 100= blanco, a* es negativo para el

verde y positivo para el rojo, y los valores b^* son negativos para el azul y positivos para el amarillo. El tono resulta de las dos coordenadas, a^* y b^* , y se determina como $\arctan b^*/a^*$, en la que 0° = rojo azulado, 90° = amarillo, 180° = verde y 270° = azul, mientras que el croma es una medida de intensidad o saturación y se calcula como $(a^*Cb^*)^{1/2}$ (Wrolstad *et al.*, 2005).

El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones. Todos los análisis se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como promedio y desviación estándar. Para determinar las diferencias significativas de las variables entre los datos en las variedades de frutas, se realizó un Anova de una vía, en caso de ser significativo, se aplicó una prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron con Statgraphics® Centurion XV (Statpoint Technologies Inc., Warrenton, VA, EE. UU.).

Resultados y discusión

El Cuadro 1 muestra los valores en los parámetros fisicoquímicos analizados de las tres variedades de guayaba. Salvo en contenido de agua, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las variedades, la guayaba fresa sobresalió por su valor elevado en grados Brix (15.1° Brix), por su pH ácido (3.64) y acidez total (177.1 mg de AC 100 g^{-1}) y sobre todo por su alto contenido en ácido ascórbico (629 mg de AA 100 g^{-1} FF). En comparación con otras investigaciones, Panayampadan *et al.* (2022) reportaron valores de 87.6 % de humedad en guayaba de la India, mientras que Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca (2009) de 85.3 a 91.8% en cuatro variedades colombianas.

Cuadro 1. Caracterización fisicoquímica de tres variedades de guayaba.

| Variedad de Guayaba | (%) de humedad | °Brix | pH | Acidez total (mg 100 g^{-1} FF) | Ácido ascórbico (mg 100 g^{-1} FF) |
|---------------------|----------------|--------------|---------------|--|---|
| Blanca | 81.6 (0.8) a # | 13.1 (0.1) b | 3.87 (0.03) c | 127.4 (3.3) a | 237.8 (14.7) b |
| China | 81.8 (2.7) a | 12.1 (0.1) a | 3.77 (0.02) b | 141.8 (5.1) b | 214.1 (11.8) a |
| Fresa | 79.5 (0.6) a | 15.1 (0.1) c | 3.64 (0.06) a | 177.1 (1.3) c | 629.1 (22.4) c |

= letras distintas dentro de una misma columna indican diferencias significativas según el Anova (Tukey test; $p \leq 0.05$).

En cuanto a los grados Brix, Vargas-Madriz *et al.* (2018) obtuvieron 9.12° en guayaba mexicana, Fajardo-Ortíz *et al.* (2019) un rango de 6.46 a 9.43° Brix en seis genotipos de guayaba colombiana, mientras que Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca *et al.* (2009) de 5.9 a 9.5 en cuatro variedades colombianas, Musa *et al.* (2015) en guayaba rosa de Malasia registraron valores de 7.5 a 8.57° Brix, así como Kanwal *et al.* (2018) 8.8° Brix en guayaba de Pakistán, todos estos datos son menores a los obtenidos en este trabajo.

En cambio, Kumari *et al.* (2020) presentaron valores similares de grados Brix (9.98 a 13.1) en guayaba de la India. Los sólidos solubles totales (SST) desempeñan un papel importante para mejorar la calidad de las frutas y dan una idea aproximada de su dulzor (Kumari *et al.*, 2020).

Las variaciones en el contenido de SST, pueden deberse a la temporada, el suelo, las condiciones climáticas, a la constitución fenotípica y genética de los cultivares, que, en algún momento de su desarrollo, pudieron haber necesitado consumir nutrientes provocado la reducción en la concentración de carbohidratos en el fruto, para obtener así frutos más grandes con mayor SST (Kumari *et al.*, 2020).

Con relación al pH, Fajardo-Ortíz *et al.* (2019) obtuvieron valores mayores (4.2 a 4.68) en seis genotipos de guayaba colombiana, mientras que Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca *et al.* (2009) presentaron valores similares en pH (3.6 a 4) en cuatro variedades colombianas. En la acidez total, Panayampadan *et al.* (2022) cuantificaron valores de 0.4%, Kumari *et al.* (2020) un rango de 0.42 a 0.77%, Kanwal *et al.* (2018) 0.34%, mientras que Musa *et al.* (2015) 0.46 a 0.5% en guayaba Rosa, todas estas concentraciones más altas a las de esta investigación.

La acidez del fruto está directamente relacionada con el crecimiento y desarrollo del fruto que tiende a alterarse durante el crecimiento y desarrollo (Kumari *et al.*, 2020). En lo que respecta al contenido en vitamina C, Vargas-Madriz *et al.* (2018) obtuvieron 11.71 mg AA 100 g⁻¹ en guayaba variedad 'Media China'. Fajardo-Ortíz *et al.* (2019) un rango de 124.63 a 201.61 mg AA 100 g⁻¹ en seis genotipos de guayaba colombiana, Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca *et al.* (2009) en cuatro variedades colombianas presentaron valores de 78 a 268 mg 100 g⁻¹ de vitamina C, Panayampadan *et al.* (2022) cuantificaron valores de 170 mg 100 g⁻¹ AA, Musa *et al.* (2015) reportaron en guayaba Rosa, valores de 135 a 202 mg AA 100 g⁻¹, finalmente Kanwal *et al.* (2018) mostraron valores de 155.5 mg AA 100 g⁻¹, todos estos valores muy inferiores a la obtenidos en la variedad 'Fresa', quien destacó ampliamente en este parámetro.

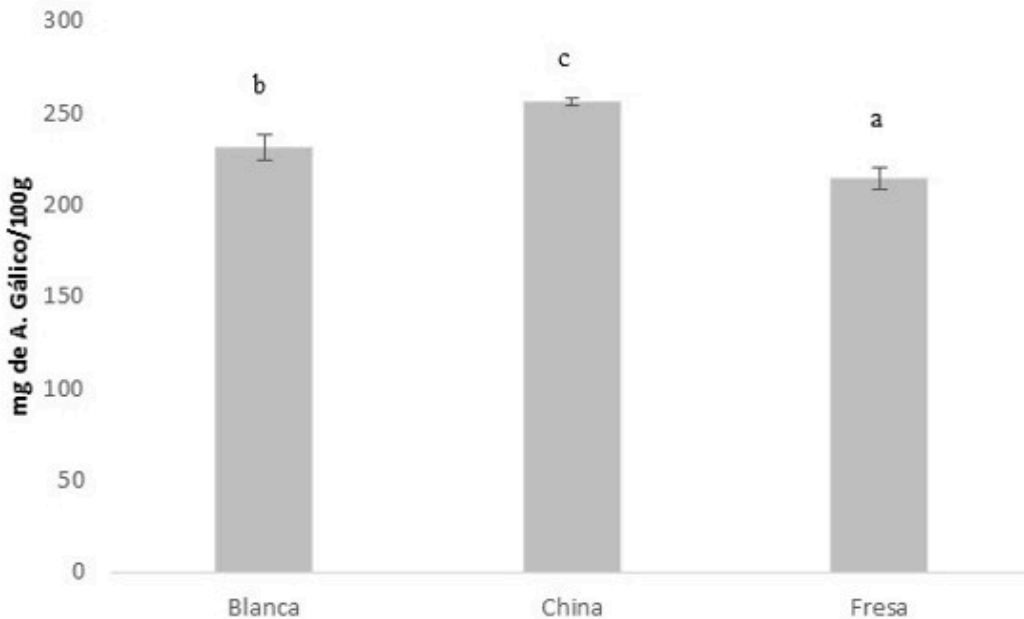
El AA desempeña un papel crucial como molécula de señalización en muchas vías metabólicas, por lo que su concentración debe controlarse mediante una regulación metabólica precisa. Su síntesis depende de la especialización celular concreta. Así, el contenido de AA en las plantas cambia en función de la intensidad de la luz, la hora del día, la edad y el tipo de tejido vegetal y compartimento celular (Orsavová *et al.*, 2019).

Además, se ha relacionado la variabilidad del contenido de AA por factores como el genotipo particular que lo afecta en un 50%, la localidad que influye en un 17,1% y las diferentes condiciones de crecimiento que inciden en un 9.3% (Vagiri *et al.*, 2013). Según Patel *et al.* (2016) el contenido de AA de la guayaba es casi seis veces mayor que el de una naranja, razón por la cual se considera una fruta muy nutritiva y atractiva para ser consumida de forma constante, Su deficiencia puede causar una enfermedad llamada escorbuto (Porto *et al.*, 2019).

Con relación a los polifenoles totales (CFT) (Figura 1), se obtuvieron valores de 231.5 mg de GAE 100 g en guayaba 'Blanca', 255.8 mg de GAE 100 g en guayaba 'China' y 214.3 mg de GAE 100 g en guayaba 'Fresa'. El análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre todas las variedades (Tukey test; $p \leq 0.05$). De acuerdo con los resultados de diferentes autores, Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca (2009), presentaron un rango de valores en CFT de 258 a 508 mg GAE 100 g⁻¹ en cuatro variedades colombianas, mientras que Kanwal *et al.* (2018) reportaron 185.46 mg GAE 100 g⁻¹, Musa *et al.* (2015) 193.1 a 383.3 mg GAE 100 g⁻¹ en guayaba Rosa, mientras que Patel *et al.* (2016) 415.69 mg GAE 100 g⁻¹.



Figura 1, Contenido fenólico total (mg de ácido gálico 100 g⁻¹ FF) de las tres variedades de guayaba. Letras distintas entre las barras del gráfico indican diferencias significativas según en el Anova (Tukey test; $p \leq 0.05$).



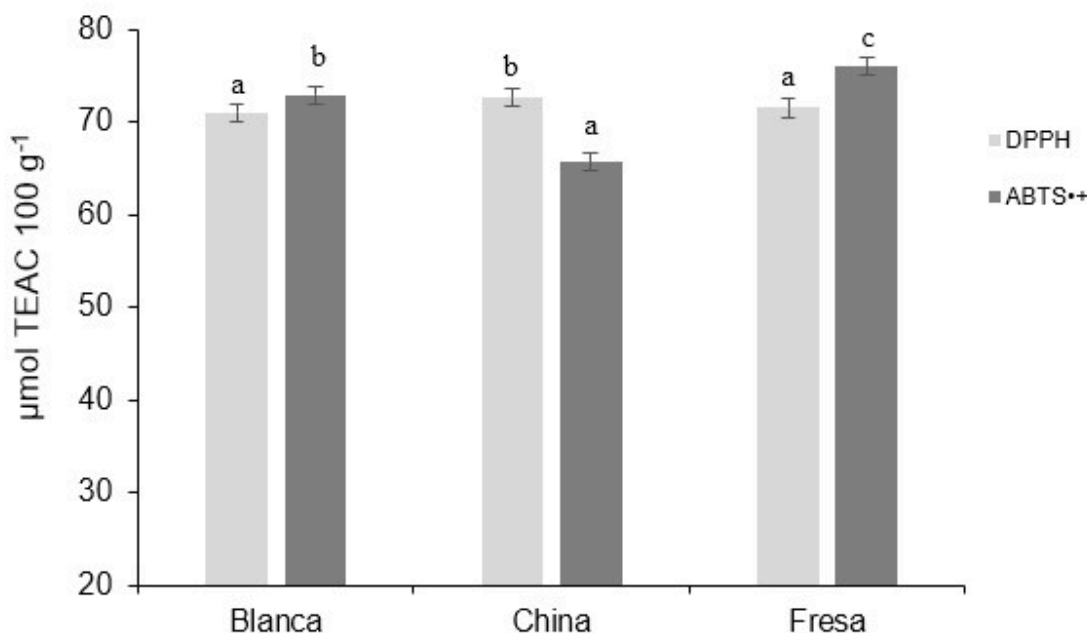
El CFT en las frutas podría verse influido significativamente por un paso concreto del metabolismo de los compuestos fenólicos individuales durante la maduración de la fruta. La composición de los compuestos fenólicos individuales se forma normalmente como una protección antioxidante que responde a las condiciones ambientales (Orsavová *et al.*, 2019).

El momento de la cosecha, el genotipo, la localidad o zona geográfica y la técnica de cultivo son factores importantes que afectan al CFT (Orsavová *et al.*, 2019). En su determinación o cuantificación, los diferentes métodos de obtención de sus extractos fenólicos también tienen un impacto (Rojas-Ocampo *et al.*, 2021). Actualmente, por los beneficios a la salud ya mencionados y por su efecto antimicrobiano, los compuestos fenólicos se emplean tanto en la medicina tradicional como la moderna, en el diseño y desarrollo de nuevos agentes medicinales (Rasouli *et al.*, 2017).

Es importante a considerar la cantidad de estos compuestos que se requiere consumir para obtener los efectos positivos. La ingesta dietética de fenoles está estrechamente relacionada con los hábitos alimentarios y con las preferencias de las personas. El consumo medio diario de polifenoles es de aproximadamente 1 g por persona, como principales fuentes se tienen las bebidas, las frutas y en menor medida, las verduras y las legumbres (Shahidi y Ambigaipalan, 2015).

No obstante, las cantidades de polifenoles necesarias para producir beneficios para la salud deben encontrarse dentro de los rangos presentes en los alimentos de consumo habitual, para evitar el peligro toxicológico (Fraga *et al.*, 2021). Con respecto a la CA (Figura 2), se observó un valor significativamente ($p \neq 0.05$) mayor de la guayaba 'China' (72.6 $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FF}$) frente a los 70.9 y 71.5 $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FF}$ de la variedad 'Blanca' y 'Fresa' respectivamente cuando se analizó con el método DPPH, mientras que cuando se midió con la técnica del ABTS se cuantificó 76 $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FF}$ en la variedad 'Fresa' contra los 72.9 y 65.7 $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FF}$ de la 'Blanca' y 'China' correspondientemente. Rojas-Barquera y Narváez-Cuenca (2009), presentaron cifras más altas en cuatro variedades colombianas, probablemente debidas a las diferencias en los métodos de extracción, así como a la variedad de las muestras.

Figura 2. Capacidad antioxidante (μmol de ácido TEAC 100 g FF) mediante los métodos DPPH y ABTS^{•+} de las tres variedades de guayaba. Letras distintas entre las barras del gráfico indican diferencias significativas según en el Anova (Tukey test; $p \leq 0.05$).



La CA tiene en cuenta la complejidad de las interacciones entre todos los compuestos antioxidantes presentes en una matriz alimentaria (Li *et al.*, 2017). Por otro lado, las propiedades antioxidantes de las frutas pueden ser modificadas tras la ingesta por el proceso de digestión (Ariza *et al.*, 2018), es por eso que la cantidad de polifenoles en las frutas crudas no coincide necesariamente con la CA de la fruta y con los efectos saludables asociados a su consumo por varias razones (Cervantes *et al.*, 2020).

Se ha demostrado que la liberación (la bioaccesibilidad) y la absorción (es decir, la biodisponibilidad) de los compuestos polifenólicos después de la digestión afectan a las propiedades saludables de las frutas (Ariza *et al.*, 2018). Según Saura-Calixto y Goñi (2006) la CA de cada fruta es diferente, esto depende de su contenido fenólico y de vitaminas, también de la acción e interacción de los distintos compuestos antioxidantes presentes en los frutos (Castro-López *et al.*, 2016), como el ácido ascórbico, los tocoferoles, los carotenoides, algunos de ellos relacionados con la pigmentación y el color característico de los alimentos (Pennington y Fisher, 2009).

Una de las conclusiones más cruciales en la actualidad es que el riesgo de padecer cáncer disminuye cuando se consume una dieta rica en múltiples antioxidantes, y sobre todo si provienen de una combinación de frutas (Shahidi y Ambigaipalan, 2015). Los compuestos fenólicos contribuyen a la actividad antioxidante global de los alimentos vegetales, debido a su alto potencial redox, que les permite actuar como agentes reductores, donantes de hidrógeno y supresores del oxígeno singlete (Kadžanoska *et al.*, 2011).

Sin embargo, debido al distinto potencial antioxidante de los compuestos y a su polaridad, los métodos destinados a evaluar la CA de los alimentos se ven muy afectados por los disolventes utilizados durante la extracción (Verma *et al.*, 2018), al ser el punto crítico en la determinación y

cuantificación de los polifenoles, ya que dicta la naturaleza y la cantidad de polifenoles que se transferirán al extracto y se caracterizarán posteriormente (Kadžanoska *et al.*, 2011). En relación con el análisis de las características de color (Coordenadas CIEL^{*}a^{*}b^{*}), se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las muestras en todos los parámetros (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de color de las tres variedades de guayaba analizadas.

| Variedad de guayaba | L [*] | a [*] | b [*] | Croma | Tono |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| Blanca | 69.66 (3.4) b | 4.37 (3.54) a | 43.5 (3.5) b | 44.2 (3) b | 83.7 (5.5) b |
| China | 72.6 (3.8) b | 3.6 (0.3) a | 51.6 (3.2) c | 51.7 (3.2) c | 85.9 (0.6) b |
| Fresa | 53.1 (3.9) a | 31.4 (3.2) b | 19.01 (1.77) a | 36.9 (1.8) a | 31.4 (4.8) a |

Letras distintas dentro de una misma columna indican diferencias significativas según el Anova (Tukey test; $p \leq 0.05$).

La coordenada a^{*} (negativo para el verde y positivo para el rojo), coincide con el tono rosado de la guayaba 'Fresa'. Con respecto a la coordenada b^{*} (negativos para el azul y positivos para el amarillo) la guayaba 'China' mostró el valor más alto, que la inclinaría hacia los tonos amarillos. En cuanto a la pureza o intensidad del color (croma) se obtuvieron los datos más altos en guayaba 'China'. Referente al tono, los valores se encontraron más cercanos al tono amarillo en las variedades 'Blanca' y 'China', mientras que la guayaba 'Fresa' más hacia el tono rojo.

Musa *et al.* (2015) registraron en guayaba Rosa, valores menores en las coordenadas CIEL^{*}a^{*}b^{*}, con un rango de 48-49 en L^{*}, 11.25-16.06 de a^{*} y 10.17 a 13.77 en b^{*}. Panayampadan *et al.* (2022) obtuvieron valores de color de 76.81 en L^{*}, -4.85 en a^{*} y 28,13 de b^{*}. Los pigmentos presentes en frutas pertenecen a diversos grupos de sustancias químicas que difieren en color, estabilidad, solubilidad y sensibilidad a las condiciones ambientales en presencia de otras sustancias.

Estos pigmentos pueden cambiar con la luz, la temperatura empleada en el procesado, por efecto del pH o la capacidad de oxígeno (Kutlu *et al.*, 2022). El color de los frutas y verduras permite a los consumidores identificar el producto, evaluar su seguridad, calidad y madurez o incluso para hacer inferencias sobre sus propiedades sensoriales (Schifferstein *et al.*, 2019).

Aunque también puede generar falsas expectativas al consumidor, muchos de ellos intuitivamente relacionan la intensidad de los colores de los alimentos con los sabores; por ejemplo, el verde con sabor ácido o el rojo con lo dulce (Ammann *et al.*, 2020) o cuando el color del alimento presenta manchas cafés, es probable que el consumidor pueda asumir que el producto está en fase de descomposición y considerará que el producto no cuenta con la textura deseada, que posiblemente sea blando, más amargo o incluso tenga un olor y sabor desagradable (Schifferstein *et al.*, 2019).

Uno o varios de estos pigmentos pueden encontrarse en los alimentos, que además de proporcionar color, estos pigmentos también influyen mucho en las propiedades saludables de los alimentos, ya que actúan como compuestos bioactivos, con propiedades antioxidantes y beneficiosos para la salud (Kutlu *et al.*, 2022).

Conclusiones

La guayaba de la región de Santiago el Chique, Zacatecas representaron una buena fuente de antioxidantes (polifenoles y vitamina C). Aún y cuando las guayabas han sido cultivadas bajo las mismas condiciones climatológicas y zona geográfica, se observaron diferencias composicionales significativas ($p \leq 0.05$) entre ellas.

A pesar de que la guayaba 'Fresa' resulta menos atractiva comercialmente por su tamaño, desde el punto de vista nutricional, de las tres variedades destacó como la mejor fuente de vitamina C, así como la de mayor capacidad antioxidante cuando se evaluó con el método ABTS^{•+}, lo que podría indicar la influencia del ácido ascórbico, así como de los pigmentos con actividad antioxidante específicamente en esta técnica.

La capacidad antioxidante fue dependiente del método analítico, en ABTS^{•+}, la variedad 'Fresa' presentó el valor más alto, mientras que la variedad 'China' en la técnica del DPPH, lo que no permite destacar alguna variedad en particular en este parámetro. Por cuestión sensorial o por conocimiento nutricional, incluir en la dieta diferentes frutas o verduras o variedades diferentes, pero con distintos colores, permitirá obtener un mayor acceso a nutrientes y fitoquímicos en beneficio de la salud.

Bibliografía

- 1 Aguilar, K.; Garvín, A.; Ibarz, A. and Augusto, P. E. D. 2017. Ascorbic acid stability in fruit juices during thermosonication. *Ultrasonics Sonochemistry*. 37(1):375-381. [10.1016/j.ultsonch.2017.01.029](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.01.029).
- 2 Andarwulan, N.; Kurniasih, D.; Apriady, R. A.; Rahmat, H.; Roto, A. V. and Bolling, B. W. 2012. Polyphenols, carotenoids, and ascorbic acid in underutilized medicinal vegetables. *Journal of Functional Foods*. 4(1):339-347. [10.1016/j.jff.2012.01.003](https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.01.003).
- 3 Angulo-López, J. E.; Flores-Gallegos, A. C.; Torres-León, C.; Ramírez-Guzmán, K. N.; Martínez, G. A. and Aguilar, C. N. 2021. Guava (*Psidium guajava* L.) fruit and valorization of industrialization by products. *Processes*. 9(6):1-17. [10.3390/pr9061075](https://doi.org/10.3390/pr9061075).
- 4 Ammann, J.; Stucki, M. and Siegrist, M. 2020. True colours: advantages and challenges of virtual reality in a sensory science experiment on the influence of colour on flavour identification. *Food Quality and Preference*. 86:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103998>.
- 5 AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of international. 17th Ed. Gaithersburg, MD, USA. 2 200 p.
- 6 Ariza, M. T.; Reboredo-Rodríguez, P.; Cervantes, L.; Soria, C.; Martínez-Ferri, E.; González-Barreiro, C.; Cancho-Grande, B.; Battino, M. and Simal-Gándara, J. 2018. Bioaccessibility and potential bioavailability of phenolic compounds from achenes as a new target for strawberry breeding programs. *Food Chemistry*. 248(1):155-165. [10.1016/j.foodchem.2017.11.105](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.105).
- 7 Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Science and Technology*. 28(1):25-30. [10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- 8 Castro-López, C.; Sánchez-Alejo, E. J.; Saucedo-Pompa, S.; Rojas, R.; Aranda-Ruiz J. and Martínez-Ávila, G. C. G. 2016. Fluctuations in phenolic content, ascorbic acid and total carotenoids and antioxidant activity of fruit beverages during storage. *Heliyon*. 2:e00152. [10.1016/j.heliyon.2016.e00152](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00152).
- 9 Cervantes, L.; Martínez-Ferri, E.; Soria, C. and Ariza, M. T. 2020. Bioavailability of phenolic compounds in strawberry, raspberry and blueberry: Insights for breeding programs. *Food Bioscience*. 37(1):1-10. [10.1016/j.fbio.2020.100680](https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100680).
- 10 Fajardo-Ortiz, A. G.; Legaria-Solano, J. P.; Granados-Moreno, J. E.; Martínez-Solís, J. and Celis-Forero, A. 2019. Caracterización morfológica y bioquímica de tipos de guayaba (*Psidium guajava* L.) colectados en Sumapaz. Colombia. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 42(3):289-299.
- 11 Fraga, C. G.; Croft, K. D.; Kennedy D. O.; and Tomás-Barberán F. A. 2021. The effects of polyphenols and other bioactives on human health. *Food and Function*. 10(2):514-528.
- 12 Kajdžanoska, M.; Petreska, J. and Stefova, M. 2011. Comparison of different extraction solvent mixtures for characterization of phenolic compounds in strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59(10):5272-5278. <https://doi.org/10.1021/jf2007826>.

- 13 Kanwal, N.; Randhawa, M. A. and Iqbal, Z. 2018. Influence of processing methods and storage on physicochemical and antioxidant properties of guava jam. *International Food Research Journal*. 24(5):2017-2027.
- 14 Kumari, P.; Mankar, A.; Karuna, K.; Homa, F.; Meiramkulova, K. and Siddiqui, M. W. 2020. Mineral composition pigments, and postharvest quality of guava cultivars commercially grown in India. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2(1):1-5. 10.1016/j.jafr.2020.100061.
- 15 Kutlu N.; Pandiselvam, R.; Kamiloglu, A.; Saka, I.; Sruthi, N. U.; Kothakota, A.; Socol C. T. and Maerescu, C. M. 2022. Impact of ultrasonication applications on color profile of foods. *Ultrasonido Sonochem*. 89(1):1-17. 10.1016/j.ultsonch.2022.106109.
- 16 Li, B. B.; Smith, B. and Hossain, M. 2006. Extraction of phenolics from citrus peels: II. Enzyme assisted extraction method. *Separation and Purification Technology*. 48:189-196. 10.1016/j.foodchem.2016.10.137.
- 17 Li, K.; Ma, C.; Jian, T.; Sun, H.; Wang, L.; Xu, H.; Li, W.; Su, H. and Cheng, X. 2017. Making good use of the byproducts of cultivation: green synthesis and antibacterial effects of silver nanoparticles using the leaf extract of blueberry. *Journal of Food Science & Technology*. 54(11):3569-3576. 10.1007/s13197-017-2815-1.
- 18 Marquina, V.; Araujo, L.; Ruíz, J.; Rodríguez-Malaver, A and Vit, P. 2008. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 58(1):98-102.
- 19 Musa, K. H.; Abdullah, A. and Subramaniam, V. 2015. Flavonoid profile and antioxidant activity of pink guava. *ScienceAsia*. 41(3):149-154. 10.2306/scienceasia1513-1874.2015.41.149.
- 20 Orsavová, J.; Hlaváčková, L.; Mišek, J.; Snopek, L. and Mišurcová, L. 2019. Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) fruits. *Food Chemistry*. 284(1):323-333. 10.1016/j.foodchem.2019.01.072.
- 21 Panayampadan A. S.; Alam, M. S.; Aslam, R.; Gupta, S. K. and Sidhu, G. K. 2022. Effects of alternating magnetic field on freezing of minimally processed guava. *LWT- Food Science and Technology*. 163(1):1-11. 10.1016/j.lwt.2022.113544.
- 22 Patel, P.; Sunkara, R.; Walker, L. T. and Verghese, M. 2016. Effect of drying techniques on antioxidant capacity of guava fruit. *Food and Nutrition Sciences*. 7(7):544-554. 10.4236/fns.2016.77056.
- 23 Pennington, J. A. T. and Fisher, R. A. 2009. Classification of fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22(Supplement):S23-S31. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.11.012>.
- 24 Porto I. S. A.; Santos-Neto, J. H.; Santos, L. O.; Gomes, A. A. and Ferreira, S. L. C. 2019. Determination of ascorbic acid in natural fruit juices using digital image colorimetry. *Microchemical Journal*. 149(1):1-4. 10.1016/j.microc.2019.104031.
- 25 Rasouli, H. M.; Hosein, F. and Khodarahmi, R. 2017. Polyphenols and their benefits: A review. *International journal of food properties*. 20(S2):S1700-S1741. 10.1080/10942912.2017.1354017.
- 26 Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*. 26(9-10):1231-1237. 10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
- 27 Rojas-Barquera, D. and Narváez-Cuenca, C. E. 2009. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas en Colombia. *Química Nova*. 32(9):2336-2340.
- 28 Rojas-Ocampo, E. L.; Torrejon-Valqui, L. D.; Muñoz-Astecker, M.; Medina-Mendoza, D.; Mori-Mestanza, and Castro-Alayo, E. M. 2021. Antioxidant capacity, total phenolic content and

- phenolic compounds of pulp and bagasse of four *Peruvian* berries. *Heliyon*. 7(8):e07787. 10.1016/j.heliyon.2021.e07787.
- 29 Saura-Calixto, F. and Goñi, I. 2006. Antioxidant capacity of the spanish mediterranean Diet. *Food Chemistry* . 94(3):442-447. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.033>.
 - 30 Schifferstein H. N.; Wehrleb J. T. and Carbon, C. C. 2019. Consumer expectations for vegetables with typical and atypical colors: The case of carrots. *Food Quality and Preference* . 72(1):98-108. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.10.002>.
 - 31 SIAP. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción anual agrícola. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
 - 32 Shahidi, F. and Ambigaipalan, P. 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects a review. *Journal of Functional Foods*. 18(Parte B):820-897. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>.
 - 33 Tomás-Barberán, F.; Gil, M.; Cremin, P.; Waterhouse, A.; Hess-Pierce, B. and Kader, A. 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *Food Chemistry*. 49(10):4748-4760. <https://doi.org/10.1021/jf0104681>.
 - 34 Vagiri, M.; Ekholm, A.; Öberg, E.; Johansson, E.; Andersson, S. C. and Rumpunen, K. 2013. Phenol and ascorbic acid in black currants (*Ribes nigrum* L.): variation due to genotype, location, and year. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61(39):9298-9306. <https://doi.org/10.1021/jf402891s>.
 - 35 Vargas-Madriz, H.; Barrientos-Martínez, A.; Cruz-Alvarez, O.; Martínez-Damián, M. T. and Talavera-Villareal, A. 2018. Physicochemical quality parameters in guava fruit with presence of larvae of *Conotrachelus dimidiatus* (Champion) (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 25(2):103-112.
 - 36 Verma, M.; Rai, G. K. and Kaur, D. 2018. Effect of extraction solvents on phenolic content and antioxidant activities of Indian gooseberry and guava. *Revista internacional de investigación alimentaria*. 25(2):762-768
 - 37 Wrolstad, R. E.; Durst, R. W. and Lee, J. 2005. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science and Technology*. 16(9):423-428.



Análisis químico, bioactivo y de color en tres variedades de guayaba

| |
|--|
| Journal Information |
| Journal ID (publisher-id): remexca |
| Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas |
| Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc |
| ISSN (print): 2007-0934 |
| Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias |

| |
|---------------------------------------|
| Article/Issue Information |
| Date received: 01 May 2024 |
| Date accepted: 01 August 2024 |
| Publication date: 11 October 2024 |
| Publication date: Aug-Sep 2024 |
| Volume: 15 |
| Issue: 6 |
| Electronic Location Identifier: e3360 |
| DOI: 10.29312/remexca.v15i6.3360 |

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Psidium guajava L.
fitoquímicos
vitamina C.

Counts

Figures: 2

Tables: 2

Equations: 0

References: 37

Pages: 0