

Bebida nutraceutica de cálices de jamaica con diferente pigmentación

Yolanda Salinas-Moreno^{1,5}

Carolina García-Salinas²

Luis Antonio Gálvez-Marroquín³

Isaac Andrade-González⁴

1 Laboratorio de Calidad de Cultivos para uso Humano y Pecuario. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP. Av. Biodiversidad 2470. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. CP. 47600.

2 Sigma Alimentos Corporativo, SA. de CV. Av. Arq. Pedro Ramírez Vázquez 200-13, Col. Valle Oriente, San Pedro Garza García, Nuevo León, México. CP. 66269.

3 Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca-INIFAP. Melchor Ocampo núm. 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, México. CP. 68200.

4 Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Planta Piloto de Procesamiento de Alimentos. Carretera a San Miguel Cuyutlán km 10, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México. CP. 45640.

Autora para correspondencia: salinas.yolanda@inifap.gob.mx.

Resumen

Los cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) poseen abundantes compuestos fenólicos a los que se atribuyen beneficios terapéuticos múltiples. El objetivo del estudio fue desarrollar una bebida nutraceutica a partir de extractos de Hs de genotipos con pigmentación y composición fitoquímica diferentes, con características sensoriales aceptadas por el consumidor y con elevado contenido de antioxidantes. Cálices de tres cultivares con pigmentación roja intensa, roja clara y sin pigmentación se utilizaron para preparar extractos acuosos que se mezclaron en diferentes proporciones para lograr bebidas con un contenido estandarizado de antocianinas (CAT). Se obtuvieron cuatro formulaciones de bebida denotadas como B1, B2, B3 y B4, que se sometieron a pruebas de aceptación global a través de diferentes variables sensoriales. Las variables determinadas en las bebidas fueron: color, pH, acidez titulable (AT), fenoles solubles totales (FST), CAT, proantocianindinas (PAs) y capacidad antioxidante (CA). El CAT en las bebidas varió entre 23 y 24.9 mg de antocianina por porción de 240 ml. El color y la AT de las bebidas fueron estadísticamente diferentes de acuerdo con la medición objetiva, pero sensorialmente no se detectaron diferencias. Las bebidas B1 y B4, formuladas con mezclas de los tres cultivares, fueron las de mayor contenido de FST y CA, además tuvieron mejor aroma y sabor. La incorporación de extractos de cálices sin pigmentos en la formulación de bebidas de jamaica, mejora sus características sensoriales y su contenido de antioxidantes.

Palabras clave:

Hibiscus sabdariffa L., análisis sensorial, cálices, capacidad antioxidante.



License (open-access): Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia **Creative Commons**

Introducción

La medicina tradicional mexicana atribuye propiedades terapéuticas a los extractos de cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L. (Hs)) en afecciones como: presión arterial elevada, cálculos renales e inflamación (González-Stuart, 2011). Estas propiedades se asocian con los polifenoles de los cálices, entre los que predominan las antocianinas, ácidos fenólicos, flavonoles y proantocianidinas (Riaz y Chopra, 2018), cuya principal actividad biológica asociada a estos compuestos es su capacidad de neutralizar o captar radicales libres, y reducir su acción oxidativa sobre componentes celulares.

Los estudios sobre la efectividad de los extractos acuosos de jamaica en el tratamiento de las afecciones son numerosos, y se han realizado con diferentes alcances, entre los que se incluyen pruebas clínicas (Mckay *et al.*, 2009) y con animales de laboratorio (El-Shiekh *et al.*, 2020). En los estudios clínicos, no existe consenso respecto a la dosis terapéutica de té o bebidas a base de jamaica. Sin embargo, la información disponible hasta ahora demuestra la baja toxicidad de los extractos empleados a dosis medias y bajas (Riaz y Chopra, 2018).

La composición fenólica de los cálices de genotipos de jamaica difiere según su pigmentación. Los cálices oscuros poseen mayor contenido de antocianinas que los cálices claros (Reyes-Luengas *et al.*, 2015), y los cálices blancos contienen más flavonoles que los cálices rojos (Camelo-Méndez *et al.*, 2016). La composición de volátiles, responsables del aroma de los cálices, también difiere entre genotipos, los de cálices claros son menos aromáticos que los de cálices oscuros (Musa *et al.*, 2021).

La información científica publicada sobre diferencias en la composición química de cálices de jamaica con diferente pigmentación, y lo relacionado con dosis terapéuticas para la prevención o el control de enfermedades, puede utilizarse para formular bebidas nutraceuticas para consumidores interesados en obtener beneficios en la salud a partir del consumo de bebidas refrescantes de jamaica. El objetivo del presente estudio fue desarrollar una bebida a partir de mezclas de extractos de cálices de jamaica de genotipos con diferente pigmentación, con cualidades sensoriales aceptadas por los consumidores y alto contenido de antioxidantes.

Materiales y métodos

Material de estudio

Se utilizaron cálices deshidratados de jamaica de los genotipos Sudán (S) de cálices rojo oscuro, Alma Blanca (AB), de cálices blancos y Criolla Nayarit (CN), de cálices rojo claro. Los dos primeros se cultivaron en Santa María Cortijo, Jamiltepec, en la Costa del Estado de Oaxaca, el tercero en Nayarit, en el municipio de Xalisco.

Preparación de los extractos acuosos

Se pesaron 2.5 g de cálices base seca y se agregaron 100 ml agua destilada. La mezcla se puso en ebullición por 15 min, realizando dos ciclos de extracción. Los extractos de la primera y segunda extracción se combinaron, se aforaron a 200 ml con agua destilada y se filtraron con papel Whatman 4. A partir de estos extractos se elaboraron las diferentes formulaciones de bebida. La información sobre la caracterización física y química de los cálices de los genotipos de jamaica utilizados en las formulaciones de bebida fue publicada en un trabajo previo (Reyes-Luengas *et al.* 2015).

Elaboración de formulaciones

Se desarrollaron cuatro formulaciones que contenían al menos 21 mg de antocianinas totales/240 ml de bebida (Cuadro 1), cantidad de antocianinas requerida por día para lograr beneficios en aspectos como control de presión arterial moderada (McKay *et al.*, 2009) o hipercolesterolemia

(Gurrola-Díaz *et al.*, 2010). El nivel de dulzor se ajustó a 7% con azúcar de caña. La preparación de cada formulación de bebida fue por duplicado.

Cuadro 1. Formulación de bebidas de jamaica a partir de extractos acuosos de cálices de geno tipos con diferente pigmentación.

Formulación	Sudan (ml)	Alma Blanca (ml)	Criolla Nayarit (ml)	Agua (ml)	Total (ml)
B1	51.4	120	68.5	0	240
B2	51.4	0	68.5	120	240
B3	27.4	0	128.5	84	240
B4	27.4	84	128.5	0	240

Caracterización físico química de las bebidas formuladas

pH. Se midió con un potenciómetro Denver Instrument UB10, calibrado con buffers de pH 4 y 7. Acidez titulable (AT). Se utilizó el método para soluciones ligeramente coloreadas de la AOAC (1984). La acidez se expresó en miliequivalentes de ácido cítrico en % p/v. Color. Se empleó un colorímetro Hunter Lab Mini Scan XE Plus (modelo 45/0-L) en la escala CIEL a^* b^* , con iluminante D/65, un ángulo de 10° y cápsula de cuarzo en la que se vertieron 30 ml de la bebida. A partir de los parámetros a^* y b^* se calcularon el Hue y el Cromo. Se calculó el ΔE entre cada una de las diferentes bebidas mediante la expresión $\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$ (Wrolstad y Smith, 2010).

Caracterización fenólica de las bebidas formuladas

Antocianinas totales (CAT)

El CAT se realizó de acuerdo con lo descrito por Galicia-Flores *et al.* (2008). Se elaboró una curva estándar de cianidina-3-glucósido (Polyphenols, NW) con cinco puntos de curva (5-25 ppm, $R^2=0.9997$) que se leyó en un espectrofotómetro Perkin-Elmer® lambda 25. El CAT se expresó en mg equivalentes de cianidina 3-glucósido (ECG)/240 ml de bebida.

Fenoles solubles totales (FST)

Los FST se analizaron con el método de Folin-Ciocalteu, según lo descrito por Galicia-Flores *et al.* (2008). Se utilizó ácido gálico como estándar, para expresar los resultados en mg equivalentes de ácido gálico (EAG) por 240 ml de bebida.

Proantocianidinas (PAs)

Las PAs se evaluaron con el método de Wallace y Giusti (2010). Se preparó una curva patrón de catequina (Sigma, MN). Los resultados se expresaron en mg equivalentes de catequina (EC) por 240 ml de bebida.

Capacidad antioxidante de las bebidas formuladas

Método DPPH

Un volumen de 2 900 (l de una solución de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) (Sigma-Aldrich®, México) 100 (M en metanol al 80% v/v se mezcló con 100 (l de bebida. Después de reposar 30 min en oscuridad y se midió la absorbancia a 515 nm. Como absorbancia de referencia (Abs_r) se consideró la obtenida al mezclar 100 (l de metanol al 80% con 2900 (l de DPPH. El porcentaje de DPPH reducido se calculó mediante la fórmula:

$$\% \text{ DPPH reducido} = \left[\frac{\text{Abs}_r - \text{Abs}_T}{\text{Abs}_r} \right] (100)$$

Dónde: Abs_r = Absorbancia de referencia de la solución de DPPH; Abs_T = Absorbancia de la formulación a los 30 min (Prior *et al.* 2003).

Para determinar el IC_{50} se efectuaron diluciones de cada bebida formulada, con base en la concentración de fenoles solubles totales (FST) y se midió el porcentaje de DPPH reducido. Se graficó la concentración de fenoles totales vs porcentaje de DPPH reducido, después se ajustó a una regresión logarítmica para calcular el IC_{50} . El IC_{50} es la concentración del extracto con la que se logra reducir el 50% del DPPH.

Método ORAC

Una alícuota de 20 μl de cada formulación se depositó en el pozo de una placa oscura de 96 pozos de fondo plano junto con 5 μl de buffer y 360 μl de fluoresceína 48 nM (Sigma, St. Louis, MO). Las muestras se incubaron 30 s y se registró la fluorescencia inicial. La placa se leyó en un lector de microplatos (Synergy HT, Biotek Instruments) y se inició la reacción al agregar AAPH (2,2'-Azobis amidinopropano, generador de radicales libres) por medio del autodispensador del equipo (Ou *et al.* 2001).

Las muestras y el control (buffer en lugar de extracto) se analizaron por cuadruplicado. Las longitudes de onda de excitación y emisión fueron a 485 y 530 nm, respectivamente. Los datos de capacidad antioxidante (CA) se expresaron como equivalentes de Trolox (ET) por 100 ml de bebida ((mol de ET 100 ml^{-1})).

Pruebas sensoriales

Se efectuaron pruebas discriminatorias para determinar diferencias entre las formulaciones de bebida. Para las pruebas de aceptabilidad global, se empleó una escala hedónica de nueve puntos, donde: 1 "me disgusta extremadamente", 5 "ni me gusta ni me disgusta" y 9 "me gusta extremadamente". Las variables evaluadas fueron: color, aroma, acidez, sabor a jamaica, sabor residual, dulzor y aceptación global. La evaluación se realizó con 65 panelistas.

Análisis estadísticos

Los datos de caracterización física y química de las bebidas y los atributos de la evaluación sensorial, se analizaron bajo un diseño completamente al azar. Con los datos de la caracterización física y química se realizó análisis de varianza de una vía y pruebas de comparación de medias (Tukey, $p(0.05)$) cuando fue procedente, mediante el programa SAS[®] versión 9.0 (SAS Institute, Inc., 2009). El análisis de componentes principales (PC) de los datos de la evaluación sensorial se realizó con el programa Unscrambler[®] versión 9.2 (Camo Process AS, Oslo, Norway). En este caso, la comparación de medias fue mediante la prueba de Duncan ($p(0.05)$).

Resultados y discusión

Caracterización fisicoquímica de las bebidas a partir de cálices de genotipos de jamaica

El pH difirió entre las bebidas, el mayor correspondió a B2 y el menor en B3 y B4, que contenían mayor proporción del extracto de la variedad CN (Cuadro 2). En todos los casos fue < 3 , lo que favorece la forma química de catión flavilium de las antocianinas (Brouillard, 1982), su estabilidad y color rojo brillante característico. La AT varió entre 9.8 y 20.7%, con diferencia estadística entre las bebidas: la AT más elevada se presentó en las bebidas con extracto del genotipo AB (B1 y B4). El CAT de las bebidas fue alrededor de 24 mg ECG/240 ml de bebida.

Cuadro 2. Caracterización física y química de las formulaciones de bebidas de jamaica preparadas a partir de cultivares con cálices de diferente pigmentación.

Bebida	pH	AT	CAT	FST	PAs
B1	2.5 ±0.01 b	18.4 ±0.29 b	24.9 ±0.08 a	111.42 ±0.91 a	1.63 ±0.16 a
B2	2.55 ±0 a	9.81 ±0.15 d	23.1 ±0.15 c	69.69 ±0.28 c	1.44 ±0.14 a
B3	2.42 ±0.01c	14.36 ±0.15c	23 ±0.1 c	73 ±0.97 c	0.63 ±0.21 b
B4	2.42 ±0 c	20.7 ±0 a	24.1 ±0.13 b	105.3 ±0.81 b	1.19 ±0.14 ab
DMS	0.02	0.72	0.49	4.64	0.68

DMS= diferencia mínima significativa; AT= acidez titulable (% p/v); CAT= contenido de antocianinas totales (mg equivalentes de cianidina 3-glucósido 240 ml⁻¹ de bebida); FST= fenoles solubles totales (mg equivalentes de ácido gálico 240 ml⁻¹ de bebida); Pas= proantocianidinas (mg equivalentes de catequina 240 ml⁻¹ de bebida). Letras iguales en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, (=0.05).

La diferencia en FST entre las bebidas se relaciona con la adición del extracto de la variedad AB, con un contenido elevado de estos compuestos (Reyes-Luengas *et al.* 2015). Sin embargo, todas las bebidas mantuvieron un contenido de FST por arriba de 65.55 mg, que es la dosis diaria requerida para lograr efectos benéficos (Mckay *et al.*, 2009). Respecto a las PAs, los valores más elevados fueron en B1 y B2, atribuido a que su formulación incluyó mayor proporción del extracto de la variedad S, con mayor concentración de estos flavonoides que AB y CN (Reyes-Luengas *et al.*, 2015).

Color de las bebidas de jamaica

La luminosidad (L) fue estadísticamente diferente entre las cuatro bebidas. Los bajos valores se relación con su color oscuro, que fue mayor en B1, y menor en B4. Todas las bebidas presentaron un tono rojo morado (valores positivos de a^{*}). Los valores de b^{*} en las bebidas fueron bajos (< 1), indicativo de leve tinte amarillo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros de color y ΔE para las bebidas formuladas a partir de la mezcla de extractos de los genotipos de jamaica.

Bebida	L [*]	a [*]	b [*]	Hue (°)	Croma	
B1	2.17d	2.6ab	0.9825a	20.7a	2.78ab	
B2	6.17c	2.19b	0.785a	20.6a	2.33b	
B3	10.17b	3.36a	0.998a	16.6a	3.51a	
B4	14.17a	2.7ab	0.93a	19.2a	2.86ab	
DMS	2.71	0.95	0.276	5.98	0.96	
Valores de #E entre las bebidas						
ΔE _{B1-B2}	4.0256		ΔE _{B1-B3}	8.0365	ΔE _{B1-B4}	12.001
ΔE _{B2-B3}			4.1737	8.0174	ΔE _{B3-B4}	4.0555

L^{*} = luminosidad (%); DMS= diferencia mínima significativa. Letras iguales en columna son estadísticamente iguales (Tukey, α = 0.05).

Los valores de Hue corresponden a un tono rojo-morado. No se observó diferencia estadística para esta variable entre las bebidas analizadas. El índice de saturación de color o croma mostró valores bajos (2.33 - 2.86), lo que se asocia con alta presencia de tonos grises.

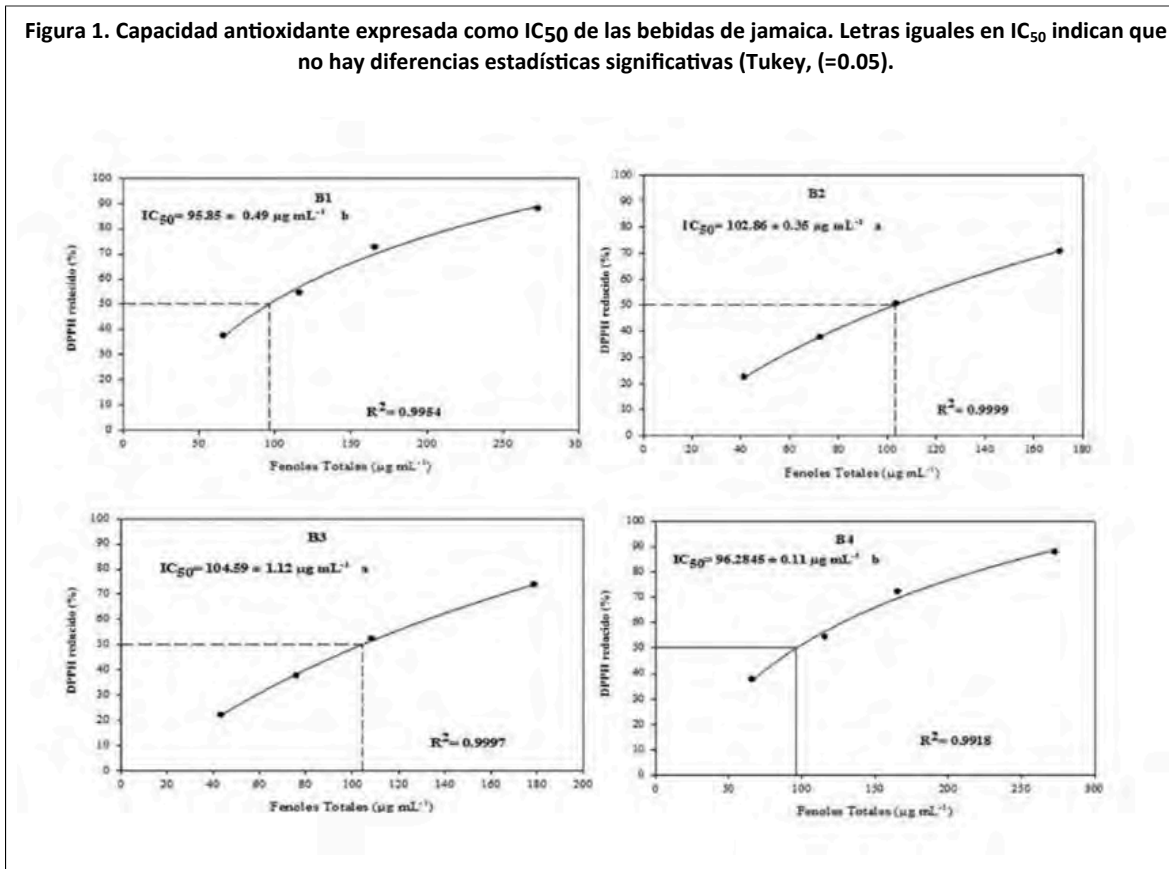
Las diferencias visuales de color entre las cuatro bebidas formuladas se expresaron por ΔE. Según Obon *et al.* (2009), una diferencia de #E entre 0 y 1.5 puede considerarse pequeña e imperceptible visualmente, de 1.5 a 5 la diferencia de color puede distinguirse, y resulta evidente para un ΔE superior a 5. Por tanto, el consumidor tendría dificultad para apreciar diferencias de color entre las bebidas B1 vs B2, B3 vs B2 y B3 vs B4, en tanto que apreciaría fácilmente las diferencias de color entre las bebidas B1 vs B3, B1 vs B4 y B2 vs B4.

Capacidad antioxidante

Método de DPPH

La capacidad antioxidante, en función de los valores de IC_{50} , fue estadísticamente diferente entre las bebidas. El IC_{50} de B2 y B3 fue igual ($p \leq 0.05$), pero mayor al de B1 y B4. Un mayor IC_{50} implica menor poder antioxidante (Noreen *et al.*, 2017) (Figura 1). La estandarización de la concentración de antocianinas en las bebidas provocó que los valores de IC_{50} fueran parecidos entre ellas.

Figura 1. Capacidad antioxidante expresada como IC_{50} de las bebidas de jamaica. Letras iguales en IC_{50} indican que no hay diferencias estadísticas significativas (Tukey, $\alpha=0.05$).



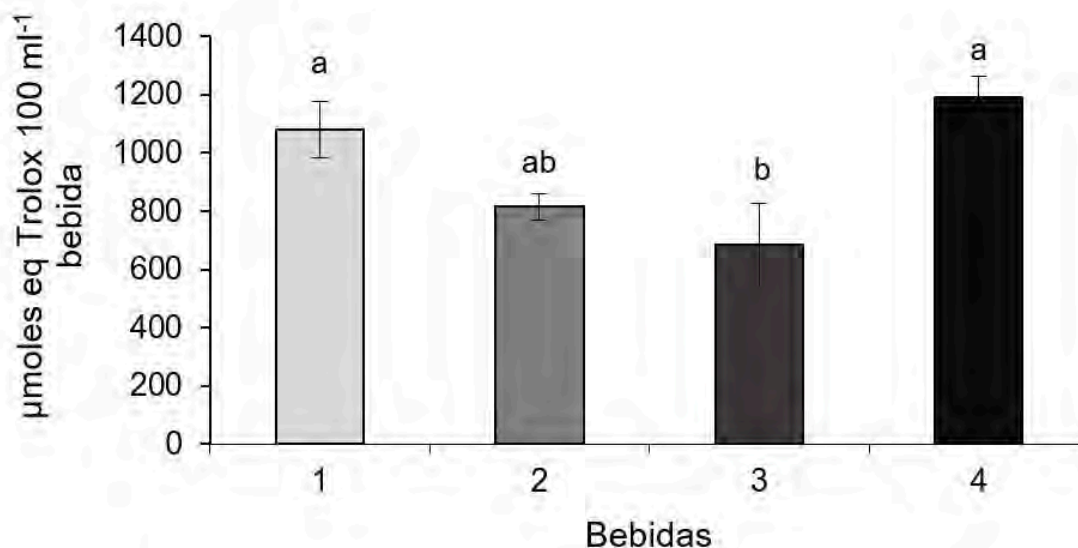
Los menores valores de IC_{50} , correspondieron a las bebidas B1 y B4, que contenían extracto del genotipo AB (Cuadro 1), que es abundante en ácidos fenólicos y otros flavonoides con capacidad antioxidante (Reyes-Luengas *et al.*, 2015).

Método ORAC

Se presentó diferencia estadística de la capacidad antioxidante (CA) entre las cuatro bebidas (Figura 2). Las de mayor CA fueron B1 y B4, con igual CA entre sí, pero estadísticamente diferentes a B3. En B1 y B4 los valores de CA fueron 1080 y 1193 (moles ET por cada 100 ml de bebida, respectivamente).

Todas las bebidas presentaron valores superiores a 621.8 ± 1.7 (mol TE por cada 100 ml, que es el valor reportado en el agua de jamaica preparada con el procedimiento tradicional que emplean las amas de casa en México (Sáyago-Ayerdi *et al.*, 2007).

Figura 2. Capacidad antioxidante de bebidas de jamaica con el método ORAC. Valores con letras iguales sobre las barras indican que no hay diferencias estadísticas significativas (Tukey, ($\alpha=0.05$)).



Evaluación sensorial

Únicamente los atributos de aroma y dulzor fueron diferentes entre las bebidas. La bebida con mejor aroma a jamaica fue B4, atribuido a que incorpora extractos de los tres cultivares de jamaica; en contraste, las bebidas B2 y B3 fueron las de menor puntuación (Cuadro 4), debido posiblemente a la ausencia del extracto del genotipo AB en su formulación (Cuadro 1). El aroma característico de las bebidas de jamaica se atribuye al balance cuantitativo de sus volátiles y no a la predominancia de alguno de ellos (Musa *et al.*, 2021).

Cuadro 4. Comparación de medias de atributos sensoriales en bebidas de jamaica formuladas a partir de mezclas de extractos de cálices de genotipos con diferente pigmentación.

Atributos	Formulaciones				DMS
	B1	B2	B3	B4	
Intensidad de color	6.86 ±1.39 [†] a	6.68 ±1.46 a	6.34 ±1.62 a	6.72 ±1.49 a	0.54
Aroma	5.62 ±1.92 ab	4.92 ±2.15 b	5.12 ±1.92 b	5.95 ±1.76 a	0.69
Acidez	5.48 ±2.09 a	5.58 ±2.24 a	5.78 ±1.82 a	5.55 ±2.06 a	0.84
Dulzor	4.97 ±2.19 b	6.57 ±1.79 a	6.08 ±1.78 a	5.03 ±1.94 b	0.75
Sabor a jamaica	6.09 ±1.87 a	6.43 ±1.51 a	6.31 ±1.58 a	6.28 ±1.84 a	0.66
Sabor residual	5.4 ±1.86 a	5.85 ±1.8 a	5.97 ±1.73 a	5.71 ±1.94 a	0.67
Aceptabilidad global	6.06 ±1.87 a	6.66 ±1.63 a	6.65 ±1.4 a	6.34 ±1.76 a	0.66

Valores promedio con la misma letra por fila son estadísticamente iguales ($p < 0.05$).
DMS=diferencia mínima significativa.

Los panelistas percibieron las bebidas B2 y B3 como las de mayor dulzor; no obstante, que todas contenían 7% p/v de azúcar, debido a su menor acidez, al contener mayor cantidad de agua que el resto. Sobresale que, no obstante que la diferencia en AT fue de más de 10 puntos porcentuales

entre las bebidas (Cuadro 2), los panelista no lo percibieron. Bechoff *et al.* (2014) evaluaron sensorialmente bebidas de jamaica con diferencias en acidez de hasta tres veces, sin que los panelistas las identificaran.

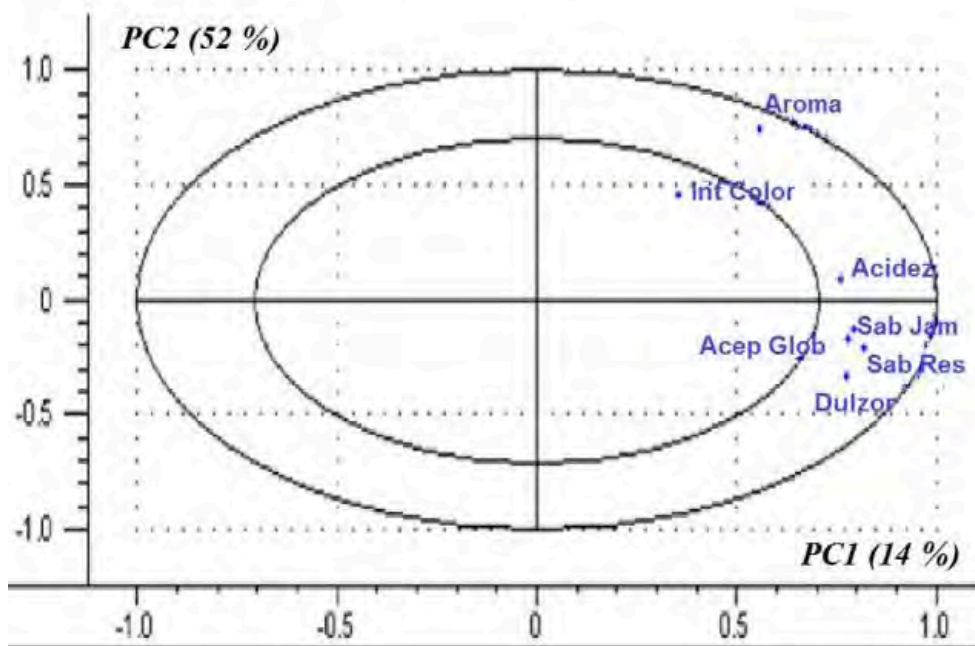
Los evaluadores tampoco identificaron diferencias de color entre las bebidas evaluadas, atribuido a que el ángulo de tono (Hue), que es el más asociado con la percepción visual del color (Wrolstad y Smith, 2010), fue igual entre las formulaciones de bebida. Al respecto, Bechoff *et al.* (2014) señalaron una falta de correlación entre el color rojo percibido por los panelistas y los parámetros de color $L^*a^*b^*$.

Análisis de componentes principales de los atributos de evaluación sensorial

Las elipses representan correlaciones de cargas de 50 a 100% entre la primera y segunda (Figura 3). Todas las variables presentaron alta correlación, al ubicarse en el área de las dos elipses, a excepción de la variable intensidad de color (Int Color), ubicada fuera del área de la primera elipse, lo que significa que no se correlacionó con el resto de las variables. Ninguna de las variables analizadas mostró ubicación opuesta o de peso negativo.

El componente principal 1 (CP1) se explicó principalmente por el dulzor y acidez, atributos que se ubican a la derecha de la elipse, lo que significa que mientras más dulce y ácida sea la bebida, mejor aceptada será por los panelistas, resultado que coincide con lo encontrado por Bechoff *et al.* (2014). Para el componente principal 2 (CP2) las variables representativas fueron aroma e intensidad del color (Int Color). El CP1 explicó 52% de la variación total de los atributos determinados en las bebidas de jamaica, en tanto que el CP2 explicó únicamente 14% de dicha variabilidad (Figura 3 B).

Figura 3. Dispersión de atributos de la evaluación sensorial efectuada en bebidas de jamaica. Int Color= intensidad de color; Sab Jam= sabor a jamaica; Acep Glob= aceptación global; Sab Res= sabor residual.



Conclusiones

La mezcla de extractos acuosos de genotipos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) con cálices de pigmentación contrastante mejora los atributos sensoriales de la bebida y la aceptación por el consumidor. La incorporación a la mezcla del extracto de la variedad sin pigmentación (Alma Blanca), favorece el sabor y aroma de la bebida, e incrementa su capacidad antioxidante.

Bibliografía

- 1 AOAC. 1984. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. 12th Ed. St. Paul Minnesota, USA. 420-421 pp.
- 2 Bechoff, A.; Cissé, M.; Fliedel, G.; Declémy, A. L.; Ayessou, N.; Akissoe, N.; Touré, C.; Bennett, B.; Pintado, M.; Pallet, D. and Tomlins. K. I. 2014. Relationships between anthocyanins and other compounds and sensory acceptability of *Hibiscus* drinks. Food Chem. 148(4):112-119.
- 3 Brouillard, R. 1982. Chemical structure of anthocyanins. In: Markasis, P. Ed. Anthocyanins as food colors. Academic press, London, UK. 1-40 pp.
- 4 Camelo-Méndez, G. A.; Jara-Palacios, M. J.; Escudero-Gilete, M. L.; Gordillo, B.; Hernanz, D.; Paredes-López, O.; Vanegas-Espinoza, P. E.; Del Villar-Martínez, A. D. and Heredia, F. J. 2016. Comparative study of phenolic profile, antioxidant capacity, and color-composition relation of roselle cultivars with contrasting pigmentation. Plant Foods Hum. Nutr. 71(1):109-114.
- 5 El-Shiekh, R. A.; Ashour, R. M.; Abd El-Haleim, E. A.; Ahmed, K. A. and Abdel-Sattar, E. 2020. *Hibiscus sabdariffa* L. A potent natural neuroprotective agent for the prevention of streptozotocin induced Alzheimer's disease in mice. Biomed. Pharm. 128(8):110303.
- 6 Galicia-Flores, L. A.; Salinas-Moreno, Y.; Espinoza-García, B. M. y Sánchez-Feria, C. 2008. Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. Revista Chapingo Serie Horticultura. 14(2):121-129.
- 7 González-Stuart, A. 2011. Multifaceted therapeutic value of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. Malvaceae). Ed. Nutrients, dietary supplements, and nutraceuticals: cost analysis versus clinical benefits, nutrition and health. Springer. New York, Dordrecht, Heidelberg, London. 215-226 pp.
- 8 Gurrola-Díaz, C. M.; García-López, P. M.; Sánchez-Enríquez, S; Troyo-Sanromán, R; Andrade-González, I. and Gómez-Leyva. J. F. 2010. Effects of *Hibiscus sabdariffa* extract powder and preventive treatment (diet) on the lipid profiles of patients with metabolic syndrome (MeSy). Phytomedicine. 17(7):500-505.
- 9 McKay, D. L.; Chen, C. Y.; Saltzman, E. and Blumberg., J. B. 2009. *Hibiscus Sabdariffa* L. tea (Tisane) lowers blood pressure in pre hypertensive and mildly hypertensive adults. J. Nutr. 140(2):298-303.
- 10 Musa, A.; Tahir, H. E.; Gasmalla, M. A. A.; Mahunu, G. K. and Mariod., A. A. 2021. Volatile compounds and phytochemicals of *Hibiscus sabdariffa* L. Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) 91-108 pp.
- 11 Noreen, H. N.; Semmar, M.; Farman, J. S. O. and James, McCullagh. 2017. Measurement of total phenolic content and antioxidant activity of aerial parts of medicinal plant. *Coronopus didymus*. Asian Pac. J. Trop. Med. 10(8):792-801.
- 12 Obon, J. M.; Castellar, M. R.; Alacid, M. and Fernandez-Lopez., J. A. 2009. Production of a red-purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems. J. Food Eng. 90(4):471-479.

- 13 Ou, B. X.; Hampsch-Woodill, M. and Prior, R. L. 2001. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J. Agr. Food Chem.* 49(10):4619-4626.
- 14 Prior, R. L.; Hoang, H.; Gu, L.; Wu, X.; Bacchiocca, M.; Howard, L.; Hampsch-Woodill, M.; Huang, D.; Ou, B. and Jacob, R. 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity oxygen radical absorbance capacity (ORACFL) of plasma and other biological and food samples. *J. Agr. Food Chem.* 51(11):3273-3279.
- 15 Reyes-Luengas, A.; Salinas-Moreno, Y.; Ovando-Cruz, M. E.; Arteaga-Garibay, R. I. y Martínez-Peña., M. D. 2015. Análisis de ácidos fenólicos y actividad antioxidante de extractos acuosos de variedades de jamaica (*Hibiscussabdariffa*L.) con cálices de colores diversos. *Agrociencia.* 49(3):277-290.
- 16 Riaz, G. and Chopra, R. 2018. A review on phytochemistry and therapeutic uses of *Hibiscus sabdariffa* L. *Biomed. Pharmacother.* 102(6):575-586.
- 17 SAS. 2009. Statistical Analysis System releases 9.1 for windows. Cary, North Carolina, United States. SAS institute, Inc.
- 18 Sáyago-Ayerdi, S.; Arranz, G.; Serrano, S. J.; and Goni, I. 2007. Dietary fiber content and associated antioxidant compounds in roselle flower (*H. sabdariffa* L.) beverage. *J. Agric Food Chem.* 55(19):7786-7890.
- 19 Wallace, T. C. and Giusti. M. M. 2010. Evaluation of parameters that affect the 4 dimethylaminocinnamaldehyde assay for flavanols and proanthocyanidins. *J. Food Sci.* 75(8):619-625.
- 20 Wrolstad, R. E. and Smith, D. E. 2010. Color Analysis. *In: Nielsen, S. S. Ed. Food Analysis Chapter 32. S. S. Fourth Edition. Springer. New York, Dordrecht, Heidelberg, London. 575-586 pp.*



Bebida nutracéutica de cálices de jamaica con diferente pigmentación

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 April 2024
Date accepted: 01 August 2024
Publication date: 19 September 2024
Publication date: Aug-Sep 2024
Volume: 15
Issue: 6
Electronic Location Identifier: e3254
DOI: 10.29312/remexca.v15i6.3254

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Hibiscus sabdariffa L.

análisis sensorial

cálices

capacidad antioxidante.

Counts

Figures: 3

Tables: 4

Equations: 2

References: 20

Pages: 0