

DESARROLLO DE JUGOS DE CEREZO NEGRO (*SYZYGIUM CUMINI* [L.] SKEELS) CON ESTEVIA (*STEVIA REBAUDIANA BERTONI*) COMO EDULCORANTE

Mario A. García*, Daliannis Rodríguez, Beatriz Pérez y Alicia Casariego

Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana, Calle 222 No. 2317, La Habana, CP 13600, Cuba.

E-mail: marioifal@gmail.com

RESUMEN

Se desarrollaron jugos de cerezo negro (*Syzygium cumini* [L.] Skeels) con sustitución parcial y total del azúcar añadido en su formulación por extracto acuoso de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante. El contenido de azúcares totales y aceptación sensorial de los jugos disminuyeron ($p \leq 0,05$) con el incremento del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de estevia. El mayor porcentaje de criterios sensoriales para todos los jugos se correspondió con las categorías –me gusta mucho– y –me gusta ligeramente–, lo que confirma la posibilidad de la sustitución de azúcar por extracto acuoso de estevia. Los jugos presentaron valores de los indicadores físicos y químicos similares a los de este tipo de bebidas, además de altos contenidos de polifenoles totales y antocianinas.

Palabras clave: cerezo negro, *Zyzygium cumini*, jugo de fruta, *Stevia rebaudiana*, estevia.

ABSTRACT

Development of black cherry juices (*Syzygium cumini* [L.] Skeels) with stevia (*Stevia rebaudiana* BERTONI) as a sweetener

Black cherry juice (*Syzygium cumini* [L.] Skeels) was developed with partial and total substitution of the sugar added in its formulation by aqueous extract of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) as a sweetener. The content of total sugars and sensory acceptance of the juices decreased ($p \leq 0.05$) with the increase in the percentage of substitution of sugar by aqueous extract of stevia. The highest percentage of sensory criteria for all juices corresponded to the categories -I like it a lot- and -I like it slightly-, which confirms the possibility for replacing sugar with aqueous extract of stevia. The juices presented values of the physical and chemical indicators similar to those of this type of drinks, as well as high contents of total polyphenols and anthocyanins.

Keywords: black cherry, *Zyzygium cumini*, fruit juice, *Stevia rebaudiana*, stevia.

INTRODUCCIÓN

Una de las tendencias de la industria alimentaria está relacionada con el desarrollo de tecnologías para la producción de alimentos bajos en calorías y contenido graso, que a su vez mantengan sus cualidades nutricionales, siendo más común el uso de edulcorantes no calóricos cuya función sensorial sea similar a la sacarosa. En los últimos años las investigaciones han estado dirigidas a la búsqueda de edulcorantes provenientes de plantas con un índice de dulzor en niveles adecuados para el consumo humano.

***Mario A. García Pérez:** Licenciado en Ciencias Alimentarias (IFAL; 2006). Master en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (2009). Doctor en Ciencias de los Alimentos (2015). Premio Obra Científica 2016 de la Universidad de La Habana. Honoris Causa como Benemérito de la Investigación y de la Innovación (2016), Centro de Investigaciones en Agricultura y Protección Ambiental, Universidad de Nápoles «Federico II», Italia. Jefe del Departamento Docente de Alimentos y coordinador del Comité Académico de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos. Su área de investigación está relacionada con el empleo de productos naturales en la industria alimentaria y desarrollo de materiales biodegradables como método de envasado activo de alimentos.

En este sentido, la utilización de la estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural permite disminuir el valor calórico del producto, constituyendo una alternativa para las personas con enfermedades como diabetes, obesidad e hipertensión arterial (1).

Considerando la corta vida de anaquel y bajo nivel de procesamiento del cerezo negro (*Syzygium cumini* [L.] Skeels), baya de color púrpura oscuro que contiene un alto nivel de antocianinas y polifenoles, además de ser rico en vitaminas y minerales. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar jugos de cerezo negro con sustitución parcial y total del azúcar añadido en su formulación por extracto acuoso de estevia como edulcorante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las hojas de estevia se cortaron en trozos de aproximadamente 1 cm² y secaron a 40 °C (2). El extracto acuoso se preparó mediante la maceración de la droga cruda entre 28 y 30 °C con agitación en zaranda a 260 min⁻¹ durante 24 h, con una relación droga/agua destilada de 1/10 con adición de 0,36 % (m/v) de carbonato de calcio. La mezcla se filtró y se desechó el residuo sólido.

La estimación cualitativa de la dulzura relativa del extracto se realizó mediante análisis sensorial con 10 catadores semientrenados, a los que se les presentaron cinco disoluciones de sacarosa al 10; 15; 20; 25 y 30 % respectivamente, para que las clasificaran como de dulzor inferior, similar o superior, con respecto al extracto acuoso a 15 °C diluido 100 veces con agua potable.

Se obtuvo una pulpa de cerezo negro en un Ultra-Turrax digital IKA T25 (Mod. T25 D S25, Shanghai, China), que se almacenó entre -32 y -30 °C (Dometic, Mod. MF 110S, Luxemburgo) para su posterior utilización en la preparación de jugos con 20 % de pulpa, a la que se le determinó el contenido de sólidos solubles refractométricos (3), acidez valorable (4) y pH (5). Además, se emplearon en su formulación, agua potable, azúcar refinado y ácido cítrico.

Se empleó el programa Design Expert 8.0.6 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.) en el diseño experimental para la sustitución total y parcial del azúcar añadido en la formulación de jugos de cerezo negro, por extracto acuoso de estevia. Se utilizó un diseño de superficie respuesta de un factor para generar un modelo matemático que describiera el comportamiento de las varia-

bles de respuesta. El porcentaje de sustitución de azúcar (A) resultó la variable independiente del sistema, mientras que la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales fueron las variables dependientes. Se obtuvieron siete corridas, entre las que se incluyeron dos réplicas.

Se aplicaron pruebas sensoriales afectivas de nivel de agrado a los siete jugos para evaluar su aceptación general. Se utilizó una escala hedónica verbal de siete puntos desde -me gusta extremadamente- hasta -me disgusta extremadamente-, con la participación de 60 consumidores entre 19 y 23 años de edad (6, 7). Cada jugo fue evaluado en sesiones independientes para evitar comparaciones entre estos.

El contenido de azúcares totales se determinó por el método de fenol-ácido sulfúrico (8). También se determinaron el pH (5), índice de refracción, contenido de sólidos totales por secado en termobalanza (Sartorius Mod. MA-40, Alemania) a 105 °C hasta masa constante, densidad con un picnómetro de tubo capilar (9), polifenoles (10) y antocianinas totales (11).

La determinación del color se realizó mediante el método espectrofotométrico (12). Se empleó como referencia el iluminante estándar CIE D₆₅ y observador estándar con un ángulo visual de 10°. Se calculó la diferencia de color total (ΔE^*) de los jugos con sustitución del azúcar por extracto acuoso de estevia respecto a un jugo de referencia de esta fruta (13).

La generación de descriptores sensoriales se realizó con siete evaluadores adiestrados mediante el método de asociación controlada (14). La eliminación de términos se realizó en discusión abierta con los jueces (15). Los descriptores se evaluaron en una escala estructurada de 10 cm acotada en ambos extremos con intensidad creciente del descriptor de izquierda a derecha tal como indica el método de análisis descriptivo cuantitativo (16). Las evaluaciones se realizaron según un diseño de bloques balanceados (17).

Se aplicó un análisis de varianza mediante el programa STATISTICA (versión 7, 2004, StatSoft. Inc., Tulsa, EE.UU.). Cuando fue detectada una diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre variables, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan para comparar las diferencias entre los jugos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disolución de sacarosa al 15 % (m/v) fue la que presentó, a criterio de la mayoría de los jueces (86,67 %), un dulzor similar al extracto acuoso de estevia a 15 °C diluido 100 veces con agua potable (Tabla 1). A partir de estos resultados se determinaron los volúmenes de extracto a adicionar para sustituir, total o parcialmente, la sacarosa utilizada en la formulación de un jugo de cerezo negro con 20 % (m/m) de pulpa.

En la medida en que se incrementó el porcentaje de sustitución de azúcar, existió una tendencia a la disminución ($p \leq 0,05$) del contenido de azúcares totales y aceptación sensorial de los jugos (Tabla 2), aunque esta disminución no tiene importancia desde un punto de vista práctico si se tienen en cuenta las respuestas sensoriales por categorías para cada una de las corridas (Fig. 1).

El mayor porcentaje de criterios sensoriales, de forma general en todos los jugos, se correspondió con las categorías –me gusta mucho– y –me gusta ligeramente–, lo que confirma la posibilidad de la sustitución, incluso total, de azúcar por extracto acuoso de estevia.

La Tabla 3 muestra la significación de los análisis de varianza de la regresión y de los coeficientes estimados para la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales de los jugos de cerezo negro. El modelo lineal resultó significativo con un nivel de confianza del 95,0 %. El R^2 indicó que los modelos ajustados explicaron el 85,79 y 99,73 % de la variabilidad de la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales, respectivamente. Las ecuaciones para los modelos fueron:

$$\text{Aceptación sensorial: ES} = + 5,63 - 0,41A$$

$$\text{Azúcares totales: AT} = + 88,12 - 80,96A + 26,15A^2$$

Tabla 1. Dulzura relativa del extracto acuoso de estevia

Concentración de la disolución de sacarosa (% m/v)	Concordancias por categoría (%)		
	Dulzor inferior*	Dulzor similar*	Dulzor superior*
10	100	0,0	0,0
15	13,33	86,67	0,0
20	0,0	6,67	93,33
25	0,0	0,0	100
30	0,0	0,0	100

*En comparación con el extracto acuoso a 15 °C con un factor de dilución igual a 100.

Tabla 2. Aceptación sensorial y contenido de azúcares totales de los jugos de cerezo negro con sustitución parcial y total de azúcar por extracto acuoso de estevia

Corrida	Sustitución de azúcar (%)	Aceptación sensorial	Azúcares totales (g/L)
1	0	5,9 (0,6) ab	191 (24) a
2	100	5,2 (1,0) d	30 (14) d
3	0	6,2 (0,6) a	198 (18) a
4	50	5,8 (0,7) b	83 (9) cd
5	100	5,2 (0,8) d	35 (9) d
6	25	5,6 (0,7) bc	138 (20) b
7	75	5,4 (0,7) cd	58 (16) cd



Fig. 1. Aceptación sensorial de los jugos de cerezo negro con sustitución de azúcar por extracto acuoso de estevia. a) 0 %; b) 100 %; c) 0 %; d) 50 %; e) 100 %; f) 25 % y g) 75 %.

Tabla 3. Análisis de varianza para la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales del jugo de cerezo negro

Fuente	Valor p	
	Aceptación sensorial	Azúcares totales
Modelo	0,0027	< 0,0001
A	0,0027	< 0,0001
A ²	-	0,0031
R ²	85,79	99,73
Falta de ajuste	0,4411	0,4622

A: Sustitución de azúcar (%).

El aumento del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de estevia, disminuyó la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales de los jugos. Además, tanto el término lineal como el cuadrático incidieron ($p \leq 0,05$) sobre el contenido de azúcares totales de los jugos, aunque el término lineal tuvo mayor influencia sobre la variable dependiente.

En ambos casos, los valores de los residuos estudentizados internamente se ajustaron a una recta como resultado de la distribución normal de los errores, por lo que se cumplió la hipótesis de normalidad.

El pH de los jugos (Tabla 4) se relacionó con el de la pulpa de cerezo negro, la que se ha reportado con valores de pH de 2,92 (18). La similitud en los valores de pH estuvo relacionada con el empleo de los mismos porcentajes de pulpa y ácido cítrico en cada una de las formulaciones. En la medida en que se incrementó el porcentaje de sustitución del azúcar añadido, disminuyó el porcentaje de sólidos totales de los jugos y, por ende, las corridas 2 y 5, con una sustitución total del azúcar añadido, presentaron los menores ($p \leq 0,05$) porcentajes de sólidos totales. La densidad de los jugos,

Tabla 4. Indicadores físicos y químicos de jugos de cerezo negro con sustitución total y parcial de azúcar por extracto acuoso de estevia

Corrida	pH	Índice de refracción	Sólidos totales (%)	Densidad (g/mL)	Polifenoles totales (mg/100 mL)	Antocianinas (mg/100 mL)
1	2,86 (0,02) b	1,34587 (0,00005) a	14,6 (1) a	1,050 (0,005) a	143 (12) bc	0,3624 (0,0007) ab
2	2,95 (0,01) a	1,3314 (0,0001) g	4,1 (1) e	1,012 (0,001) d	154 (12) ab	0,3665 (0,0001) ab
3	2,84 (0,06) b	1,3455 (0,0001) b	14,9 (1) a	1,052 (0,003) a	120 (0,0) d	0,35 (0,01) b
4	2,88 (0,01) b	1,33903 (0,00005) d	9,5 (0,9) c	1,038 (0,004) b	124 (9) cd	0,365 (0,004) ab
5	2,93 (0,04) ab	1,3317 (0,0002) f	2,9 (1) e	1,012 (0,002) d	148 (9) ab	0,382 (0,001) a
6	2,89 (0,01) b	1,3422 (0,0001) c	12,1 (1) b	1,046 (0,007) a	126 (7) cd	0,36 (0,03) ab
7	2,91 (0,03) ab	1,3342 (0,0) e	6,6 (0,3) d	1,024 (0,004) c	168 (2) a	0,35 (0,02) b

se correspondió, de forma general, con los valores reportados para jugos elaborados a partir de pulpas de frutas y hortalizas (9).

Todos los jugos presentaron contenidos similares de polifenoles totales (120 a 168 mg/100 mL) y antocianinas (0,35 a 0,38 mg/100 mL) (Tabla 4), lo que estuvo relacionado con el hecho de que se empleara el mismo porcentaje de pulpa en cada una de las formulaciones. Las diferencias ($p \leq 0,05$) en los contenidos de polifenoles totales y antocianinas entre los jugos pudieron deberse a las diferencias de composición intrínsecas a la pulpa empleada en su preparación.

El color de los jugos se debió principalmente a la contribución roja relacionada con los valores positivos de la componente a^* y, en menor medida, a la contribución amarilla correspondiente a los valores positivos de la componente b^* (Tabla 5); la combinación de estos con la luminosidad evidenció un color rojo intenso, relacionado con la presencia de antocianinas. La intensidad de la coloración de los jugos, que se evidenció con los valores altos de cromaticidad (C^*), estuvo relacio-

nada con su pH, debido a su efecto en la estructura de las antocianinas (19). Por otra parte, la diferencia de color total se incrementó con el aumento del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de estevia.

La Fig. 2 muestra el perfil descriptivo cuantitativo de los jugos con sustitución parcial y total del azúcar añadido por extracto acuoso de estevia. La presencia de astringencia, característica de este fruto, estuvo relacionada con la presencia de taninos (20). La puntuación otorgada por los jueces al dulzor resultó similar para cada una de las formulaciones, lo que confirma la adecuada estimación de la dulzura relativa del extracto acuoso de estevia. Además, los jueces refirieron la presencia de olor y sabor herbal posiblemente relacionado con la adición del extracto acuoso de estevia. Aunque los jugos sin la incorporación del extracto acuoso de estevia presentaron las mayores puntuaciones para la calidad global (10), al resto de los jugos le fueron otorgadas puntuaciones entre 9 y 9,8.

Tabla 5. Coordenadas cromáticas de jugos de cerezo negro con sustitución total y parcial de azúcar por extracto acuoso de estevia

Corrida	L^*	a^*	b^*	C^*	h°	ΔE^\S
1	35,9 (0,2) a	64,5 (0,1) b	29,0 (0,2) c	70,70 (0,09) a	24,2 (0,2) c	0,8 (0,2) f
2	30,8 (0,3) e	59,7 (0,3) f	30,9 (0,2) b	67,2 (0,3) d	27,4 (0,2) b	8,6 (0,3) b
3	36,1 (0,7) a	64,9 (0,1) a	28,60 (0,04) d	70,9 (0,2) a	23 (1) d	-
4	32,65 (0,02) c	61,5 (0,02) d	31,0 (0,1) b	68,86 (0,06) b	26,8 (0,1) b	6,3 (0,8) d
5	28,8 (0,1) f	57,1 (0,1) g	31,4 (0,3) a	65,2 (0,1) e	28,8 (0,2) a	11,7 (0,3) a
6	34,5 (0,01) b	62,89 (0,03) c	28,43 (0,08) d	69,01 (0,01) b	24,33 (0,07) c	3,3 (0,6) e
7	31,8 (0,3) d	60,6 (0,3) e	30,9 (0,2) b	68,0 (0,1) c	27,0 (0,3) b	7,3 (0,3) c

L^* : luminosidad; a^* : componente rojo-verde; b^* : componente amarillo-azul;

C^* : cromaticidad; h° : ángulo de tono; ΔE : diferencia de color total. § Estimada respecto a la corrida 3.

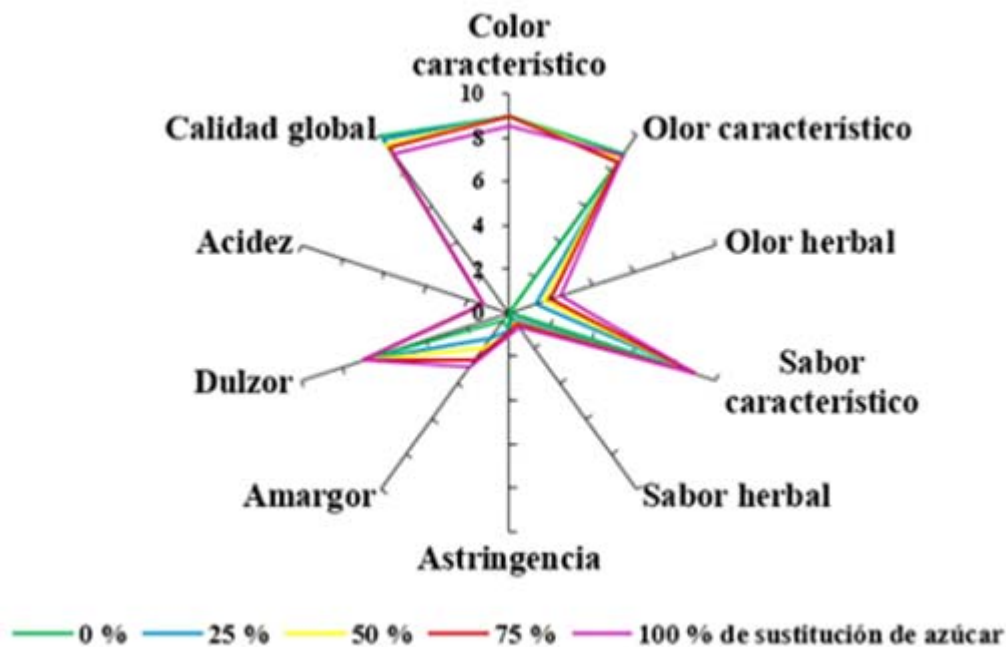


Fig. 2. Perfiles descriptivos cuantitativos de los jugos de cerezo negro con sustitución de azúcar por extracto acuoso de estevia.

CONCLUSIONES

El contenido de azúcares totales y aceptación sensorial de los jugos disminuyeron ($p \leq 0,05$) con el incremento del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de estevia. El mayor porcentaje de criterios sensoriales para todos los jugos se correspondió con las categorías –me gusta mucho– y –me gusta ligeramente–, lo que confirma la posibilidad de la sustitución de azúcar por extracto acuoso de estevia.

REFERENCIAS

1. Lamante A, Dada M, Furquim M, Gravena C, Bellarde F, Della L. Obtenção de geléia «diet» elaborada com suco de maracujá. Revista Uniara 2005; 16:189-97.
2. Inocente-Camones MA, Guija-Poma E, Zarzosa-Norabuena E, Loja-Herrera B, Ponce-Pardo JE. Efecto hipoglicemiante de los extractos acuoso y etanólico de *Psidium guajava* L. (Guayaba) en ratas diabéticas inducidas por aloxano. Horiz Med 2015; 15(2):41-8.
3. NC ISO 2173. Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Cuba; 2001.
4. NC ISO 750. Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable. Cuba; 2001.
5. NC ISO 1842. Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH. Cuba; 2001.
6. NC ISO 6658. Análisis sensorial. Metodología. Guía general. Cuba; 2002.
7. Duarte C. Modelo de evaluación de la calidad sensorial para la industria alimentaria (tesis doctoral). La Habana: Universidad de La Habana; 2017.
8. Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers P, Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal Chem 1956; 28(3):350-6.
9. Alvarado J. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Alimentos. Uso de parámetros reológicos como índices de control en procesos enzimáticos. Ambato: Organización de los Estados Americanos. Universidad Técnica de Ambato; 1990.

10. Slinkard K, Singleton V. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Vitic* 1997; 28:49-55.
11. Lee J, Durst R, Wrolstad R. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *JAOAC Int* 2005; 88(5):1269-78.
12. CIE, International Commission on Illumination. *Colorimetry: Official Recommendations of the International Commission on Illumination*. Paris: Bureau Central de la CIE; 1971.
13. Hunter S, Harold R. *The measurement of appearance*. Hoboken, NJ.: John Wiley & Sons; 1987.
14. Damasio H, Costell E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. *Agroquím Tecnol Alim* 1991; 31(2):165-78.
15. NC ISO 11035. Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para el establecimiento de un perfil sensorial mediante un enfoque multidimensional. Cuba; 2015.
16. Stone HR, Sidel, JL, Oliver S, Woolsey A, Singleton RC. *Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis*. Food Technol 1974; 28:24-34.
17. Costell E, Duran L. El análisis sensorial en el control de la calidad de los alimentos. II. Planteamiento y planificación; selección de pruebas. Introducción. *Agroquím Tecnol Alim* 1981; 21(2):149-66.
18. Gaibor FM, Rodríguez D, Fundora L, Salas E, Rodríguez JL, Falco AS, Casariego A, García MA. Evaluación de las características físicas, químicas, toxicológicas, antibacterianas y sensoriales del cerezo negro (*Syzygium cumini* L.). *Cienc Tecnol Alim* 2016; 26(1):62-8.
19. Garzón GA. Anthocyanins as natural colorants and bioactive compounds. *Acta Biol Col* 2008; 13:27-36.
20. Patil AV, Lokhande VH, Suprasanna P, Bapat VA, Jadhav JP. *Sesuvium portulacastrum* (L.): a potential halophyte for the degradation of toxic textile dye, Green HE4B. *Planta* 2012; 235:1051-63