

DESARROLLO DE JUGOS DE CEREZO NEGRO (*ZYZYGIUM CUMINI* [L.] SKEELS) CON EXTRACTO ACUOSO DE ESTEVIA (*STEVIA REBAUDIANA* BERT.)

Mario A. García^{1*}, Beatriz Pérez², Daliannis Rodríguez² y Alicia Casariego²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Técnica de Cotopaxi. Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido, Sector San Felipe, Latacunga, Ecuador.

²Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. Calle 222 No. 2317, CP 13600, La Habana, Cuba.

E-mail: marioifal@gmail.com

Recibido: 26-02-2019 / Revisado: 13-03-2019 / Aceptado: 28-03-2018 / Publicado: 29-04-2019

RESUMEN

Se desarrollaron jugos de cerezo negro (*Zyzygium cumini* [L.] Skeels) con sustitución parcial y total del azúcar añadido en su formulación por extracto acuoso de estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.). Se utilizó un diseño de superficie de respuesta para la preparación de los jugos y se evaluó su aceptación sensorial (AS) y contenido de azúcares totales (AT) como variables de respuesta. El extracto acuoso a 15 °C diluido 100 veces con agua potable presentó, según criterio sensorial, una dulzura relativa similar a una disolución de sacarosa al 15 % (m/v). El AT y AS disminuyeron ($p \leq 0,05$) con el incremento del porcentaje de sustitución de azúcar, aunque en todos los casos los criterios sensoriales se correspondieron con las categorías me gusta mucho y me gusta ligeramente. Los jugos presentaron valores de indicadores físicos y químicos similares al de este tipo de bebida, y altos contenidos de polifenoles totales y antocianinas.

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

ABSTRACT

Development of black cherry juices (*Zyzygium cumini* [L.] Skeels) with aqueous stevia extract (*Stevia rebaudiana* Bert.)

Black cherry juice (*Zyzygium cumini* [L.] Skeels) was developed with partial and total substitution of the sugar added in its formulation by aqueous extract of stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.). A response surface design was used for the preparation of the juices and their sensory acceptance (SA) and total sugar content (TS) were evaluated as response variables. The aqueous extract at 15 °C, diluted 100 times with potable water, and presented, according to sensorial criteria, a relative sweetness like a solution of sucrose 15% (w/v). The TS and SA decreased ($p \leq 0.05$) with the increase in the percentage of sugar substitution, although in all cases the sensory criteria corresponded to the categories -I like it a lot- and -I like it slightly-. The juices presented values of the physical and chemical indicators like this type of drinks, and high contents of total polyphenols and anthocyanins.

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

***Mario A. García Pérez:** Licenciado en Ciencias Alimentarias (2006). Master en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (2009). Doctor en Ciencias de los Alimentos (2015). 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. 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.

INTRODUCCIÓN

El cerezo negro (*Syzygium cumini* [L.] Skeels), fruto tipo baya de color púrpura oscuro y jugoso, es rico en vitaminas, minerales, carbohidratos y compuestos fenólicos (1). Gran parte del fruto se pierde, debido a su corta vida de anaquel, alta productividad y bajo nivel

de procesamiento, a pesar de que a partir de este fruto se pueden elaborar bebidas, jaleas, mermeladas, jugos y vinos.

Por otro lado, las evidencias científicas asocian a la dieta y estilos de vida inadecuados con la creciente epidemia de enfermedades crónicas no transmisibles, que representan el 52 % de las causas de muerte en el mundo y que afectan tanto a los países desarrollados como en desarrollo (2).

En este sentido, la utilización de la estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) como edulcorante natural, constituyen una excelente alternativa en la industria alimentaria para disminuir el aporte energético de los productos alimenticios, constituyendo una opción para las personas con enfermedades como diabetes, obesidad e hipertensión arterial (3). Las hojas de esta planta son los órganos que presentan mayor contenido de sustancias edulcorantes (4).

Si bien esta industria emplea desde hace varios años productos químicos como el aspartamo, acelsufame-K, sacarina y ciclamato, la inocuidad de estas sustancias ha estado siempre como tema de discusión, generando desconcierto entre los consumidores de productos bajos en energía e incluso entre las propias autoridades reguladoras.

Teniendo en cuenta los criterios antes expuestos, el presente trabajo se realizó con el objetivo de desarrollar 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* Bert.) como edulcorante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las hojas frescas de *S. rebaudiana* fueron cortadas en trozos de aproximadamente 1 cm² y secadas en una estufa sin circulación forzada de aire a 40 °C con mezclado ocasional para homogenizar el contenido de humedad (5). La pérdida de humedad se determinó al inicio y durante el período de secado en una termobalanza (Sartorius Mod. MA-40, Alemania) a 105 °C hasta masa constante, los resultados se expresaron como porcentaje de humedad (6). La droga cruda en polvo se envasó en bolsas de doble cierre Ziploc® (Thai Griptech Co. LTD, Tailandia) en desecadora hasta su utilización.

El extracto acuoso de *S. rebaudiana* se preparó mediante maceración a temperatura ambiente (28 a 30 °C) con agitación en zaranda a 260 min⁻¹ por 24 h a partir de una relación droga/agua destilada de 1/10 con adición de 0,36 % (m/v) de carbonato de calcio. Al término de la extracción, la mezcla resultante se filtró y se desechó el residuo sólido. El extracto envasado en botellas de PET se almacenó en refrigeración entre 2 y 4 °C hasta su empleo.

La estimación cualitativa de la dulzura relativa del extracto acuoso de *S. rebaudiana* 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 compararlas y clasificarlas como de dulzor inferior, similar o superior, con respecto a una muestra de extracto acuoso de *S. rebaudiana* a 15 °C diluido 100 veces con agua potable.

Los frutos maduros de *S. cumini* se recolectaron y seleccionaron manualmente de acuerdo con su estado de madurez y ausencia de desarrollo fúngico visible. La fracción comestible se homogenizó entre 11 000 y 14 000 min⁻¹ en un Ultra-Turrax digital IKA T25 (Mod. T25 D S25, Shanghai, China) hasta obtener una pulpa que se almacenó entre -32 y -30 °C (Dometic, Mod. MF 110S, Luxemburgo) hasta su evaluación y empleo en la preparación de jugos con 20 % de pulpa, a la que se le determinó el contenido de sólidos solubles refractométricos (7), acidez valorable (8) y pH (9). Además, se emplearon en su formulación, agua potable, azúcar refinado y ácido cítrico.

Se empleó el software Design Expert 8.0.6 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.) para el diseño experimental y procesamiento de los resultados. Se utilizó un diseño de superficie de respuesta de un factor para generar un modelo matemático que describiera la influencia del porcentaje de sustitución de azúcar en la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales de los jugos.

Para evaluar la aceptación general de las formulaciones se aplicó una prueba sensorial afectiva de nivel de agrado con 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, en cada una de las evaluaciones (10, 11). Cada jugo fue evaluado en sesiones

independientes con el objetivo de evitar comparaciones por parte de los participantes. El contenido de azúcares totales se determinó por el método de fenol-ácido sulfúrico (12).

Además, a los jugos se les determinó el contenido de polifenoles totales (1, 13), expresado como ácido gálico en mg/100 mL de jugo, contenido de antocianinas (1, 14) como cianidina-3-glucosa, pH (9), índice de refracción, sólidos totales y densidad (15).

La determinación del color se realizó mediante el método espectrofotométrico (16). Para ello, las muestras se centrifugaron a 490 g durante 20 min y al sobrenadante se le determinó la absorbancia entre 400 y 700 nm con un espectrofotómetro UV-VIS (Rayleigh UV-1601, Beijing). Los resultados se expresaron en coordenadas L*a*b* para el Iluminante D₆₅ y observador estándar con ángulo visual de 10°. Además, se calcularon cromaticidad (C*), ángulo de tono (h°) y diferencia de color total (ΔE^*) entre los jugos con sustitución del azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana* y un jugo de referencia de esta fruta.

El proceso de generación de descriptores se realizó utilizando siete evaluadores adiestrados en productos de frutas y hortalizas, mediante el método de asociación controlada (17). La eliminación de los términos se realizó en discusión abierta con los jueces (18). Los descriptores sensoriales 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 (19). Las evaluaciones se realizaron según un diseño de bloques balanceados (20).

A los resultados se les aplicó un análisis de varianza mediante el programa STATISTICA (ver. 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la aplicación del extracto acuoso de *S. rebaudiana* fue necesario estimar su capacidad de provocar sabor dulce en relación con el dulzor de disoluciones de sacarosa en condiciones normalizadas (Tabla 1). Debido a que las determinaciones de dulzura son netamente subjetivas, los resultados están sujetos a errores propios de los individuos, e incluso, a su estado anímico o color del producto, capaz de modificar la capacidad de captar la intensidad de los sabores dulces, lo que puede ser la razón de las diferencias en los resultados. Se observa que la disolución de sacarosa al 15 % (m/v) fue la que presentó, a criterio de la mayoría de los evaluadores (86,67 %), un dulzor similar al extracto acuoso de *S. rebaudiana* a 15 °C diluido 100 veces con agua potable. A partir de estos resultados se determinaron los volúmenes de extracto a adicionar para sustituir, total o parcialmente, la sacarosa en la formulación de un jugo de cerezo negro con 20 % (m/m) de pulpa.

Puede observarse que en la medida en que se incrementó el porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*, 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 tuvo importancia desde el

Tabla 1. Dulzura relativa del extracto acuoso de *S. rebaudiana*

Concentración de la disolución de sacarosa (% m/v)	Concordancia 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 de *S. rebaudiana* a 15 °C con un factor de dilución igual a 100.

punto de vista práctico sí se tienen en cuenta las respuestas sensoriales por categorías para cada una de las formulaciones (Fig. 1). El mayor porcentaje de criterios sensoriales, de forma general para todas las formulaciones, 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 *S. rebaudiana*.

La Tabla 3 muestra la significación del análisis de varianza de la regresión para la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales de los jugos. Se observa

que los modelos lineal y cuadrático con valores R² de 85,79 y 99,73 %, para la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales, respectivamente, resultaron significativos para un nivel de confianza del 95,0 %.

La sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana* incidió ($p \leq 0,05$) sobre la aceptación sensorial de los jugos. La ecuación para el modelo lineal fue:

$$AS = + 5,63 - 0,41A$$

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 *S. rebaudiana*

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

Letras distintas indican diferencia significativa para $p \leq 0,05$

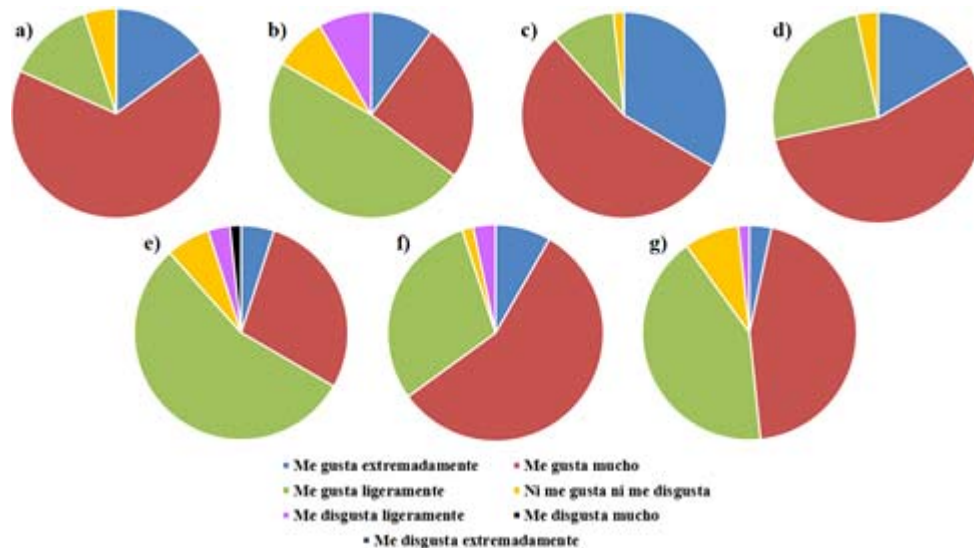


Fig. 1. Aceptación sensorial de los jugos de cerezo negro con sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*. a) 0 %; b) 100 %; c) 0 %; d) 50 %; e) 100 %; f) 25 %, g) 75 %.

Donde: AS, aceptación sensorial; A, sustitución de azúcar (%).

Al analizar la ecuación, se observa que con el aumento del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*, disminuyó la aceptación sensorial de los jugos.

La ecuación del modelo para el contenido de azúcares totales fue:

$$AT = + 88,12 - 80,96A + 26,15A^2$$

Donde: AT, contenido de azúcares totales; A, sustitución de azúcar (%).

Los coeficientes de la ecuación muestran que el término lineal tuvo mayor influencia sobre el contenido de azúcares totales, de forma que con el aumento del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*, disminuyó el contenido de azúcares totales de los jugos. La Fig. 2 muestra la influencia del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana* en la aceptación sensorial y el contenido de azúcares totales en los jugos.

La comprobación de la suposición de normalidad se realizó analizando la probabilidad normal de los residuos mediante un análisis de varianza (Fig. 3). 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.

Tabla 3. Análisis de varianza para la aceptación sensorial y contenido de azúcares totales de los jugos 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 (%).

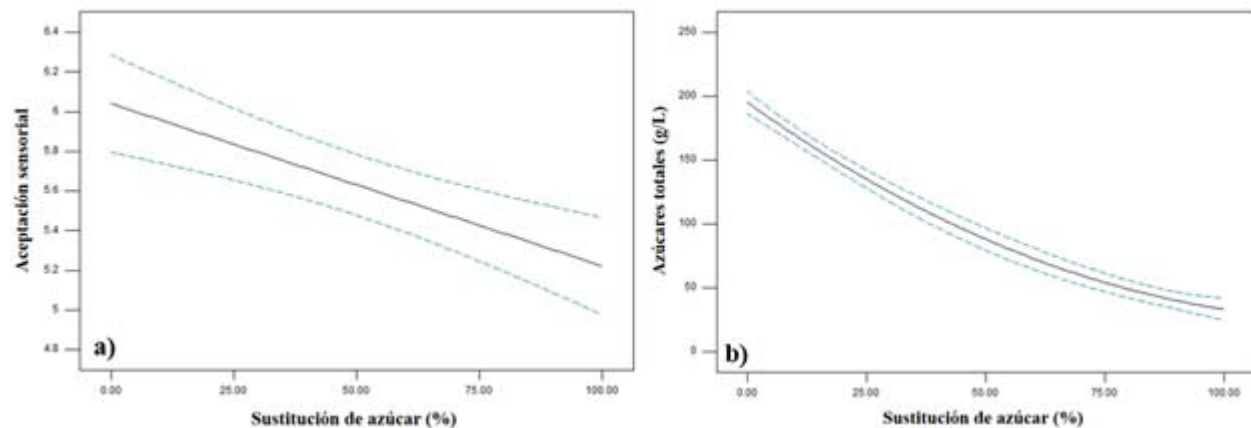


Fig. 2. Influencia del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana* en la a) aceptación sensorial y b) contenido de azúcares totales en jugos de cerezo negro.

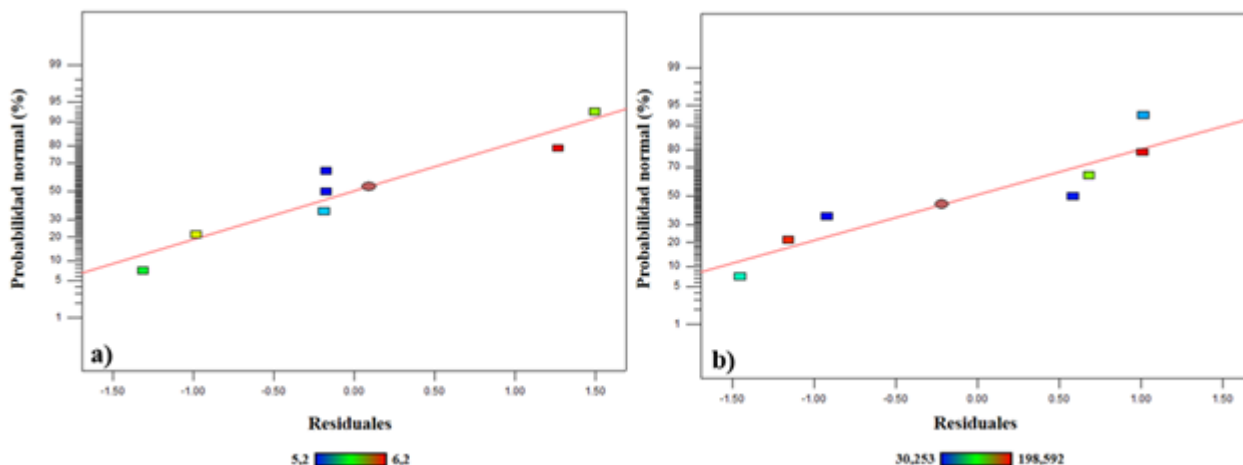


Fig. 3. Probabilidad normal de los residuos estudentizados internamente para el análisis de varianza para a) aceptación sensorial y b) contenido de azúcares totales en jugos de cerezo negro.

La Tabla 4 informa los valores de los indicadores físicos y químicos de los jugos. Los valores de pH de los jugos se relacionaron con el pH de la pulpa de cerezo negro, la que se ha reportado con valores de pH de 2,92 (1), la similitud de los valores entre las formulaciones pudo deberse al empleo del mismo porcentaje de ingredientes como pulpa y ácido cítrico. Este parámetro se considera uno de los principales indicadores de la estabilidad de los compuestos bioactivos y calidad de jugos y néctares.

En la medida en que se incrementó el porcentaje de sustitución del azúcar, disminuyó ($p \leq 0,05$) el porcentaje de sólidos totales de los jugos. En este caso, la densidad de los jugos se correspondió, de forma general, con los valores reportados para jugos elaborados a partir de pulpas de frutas y hortalizas (21).

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 5), 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 pueden relacionarse con las características intrínsecas del material vegetal empleado en su preparación.

La evaluación de las coordenadas cromáticas de los jugos de cerezo negro (Tabla 6) permitió determinar que el color 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^* ; la combinación de estos con la luminosidad

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

Sustitución de azúcar (%)	Corrida	pH	Índice de refracción	Sólidos totales (%)	Densidad (g/mL)
0	1	2,86 (0,02) b	1,34587 (0,00005) a	14,6 (1) a	1,050 (0,005) a
100	2	2,95 (0,01) a	1,3314 (0,0001) g	4,1 (1) e	1,012 (0,001) d
0	3	2,84 (0,06) b	1,3455 (0,0001) b	14,9 (1) a	1,052 (0,003) a
50	4	2,88 (0,01) b	1,33903 (0,00005) d	9,5 (0,9) c	1,038 (0,004) b
100	5	2,93 (0,04) ab	1,3317 (0,0002) f	2,9 (1) e	1,012 (0,002) d
25	6	2,89 (0,01) b	1,3422 (0,0001) c	12,1 (1) b	1,046 (0,007) a
75	7	2,91 (0,03) ab	1,3342 (0,0) e	6,6 (0,3) d	1,024 (0,004) c

(desviación estándar). Letras distintas indican diferencia significativa para $p \leq 0,05$.

Tabla 5. Contenido de polifenoles totales y antocianinas de jugos de cerezo negro con sustitución total y parcial de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*

Sustitución de azúcar (%)	Polifenoles totales (mg/100 mL)	Antocianinas (mg/100 mL)
0	143 (12) bc	0,3624 (0,0007) ab
100	154 (12) ab	0,3665 (0,0001) ab
0	120 (0,0) d	0,35 (0,01) b
50	124 (9) cd	0,365 (0,004) ab
100	148 (9) ab	0,382 (0,001) a
25	126 (7) cd	0,36 (0,03) ab
75	168 (2) a	0,35 (0,02) b

Letras distintas indican diferencia significativa para $p \leq 0,05$.

Tabla 6. Coordenadas cromáticas de jugos de cerezo negro con sustitución total y parcial de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*

Sustitución de azúcar (%)	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE^{\S}
0	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
100	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
0	36,1 (0,7) a	64,9 (0,1) a	28,60 (0,04) d	70,9 (0,2) a	23 (1) d	-
50	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
100	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
25	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
75	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.

\S Estimada respecto a la corrida 3.

(desviación estándar). Letras distintas indican diferencia significativa para $p \leq 0,05$.

se relacionó con un color rojo intenso debido a la presencia de antocianinas. La cromaticidad (C*), que representa la intensidad del tono del color, presentó valores altos, reafirmando la intensidad de la coloración de los jugos, la que estuvo relacionada con su pH, debido a su efecto en la estructura de las antocianinas (22).

En disoluciones acuosas a valores de pH inferiores a 2, básicamente el 100 % del pigmento se encuentra en su forma más estable, el ión oxonio o catión flavilio, de color rojo intenso. A valores de pH más altos ocurre una pérdida del protón y adición de agua en la posición dos, dando lugar a un equilibrio entre la pseudobase carbinol o hemicetal y la forma chalcona o de cadena abierta. Tanto el hemicetal como la chalcona son formas incoloras y bastante inestables (23, 24). Por otra parte, la diferencia de color total se incrementó con el aumento del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*.

La Fig. 4 muestra el perfil descriptivo cuantitativo de los jugos. Debe resaltarse la presencia de astringencia, característica de este tipo de fruto y relacionada con la presencia de taninos en este fruto (25). La puntuación otorgada al dulzor resultó similar para cada una de las formulaciones, lo que confirma la adecuada estimación de la dulzura relativa del extracto acuoso de *S. rebaudiana*. Además, los jueces refirieron la presencia de olor y sabor herbal posiblemente relacionado con la adición del extracto acuoso de *S. rebaudiana*. Aunque los jugos sin la incorporación del extracto acuoso de *S. rebaudiana* presentaron las mayores puntuaciones para la calidad global (10), al resto de los jugos le fueron dadas puntuaciones entre 9 y 9,8.

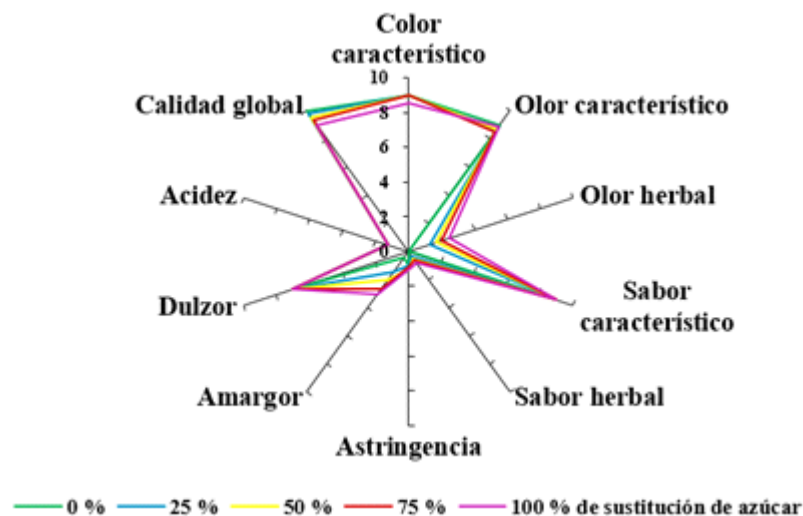


Fig. 4. Perfiles descriptivos cuantitativos de los jugos de cerezo negro con sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*.

CONCLUSIONES

El contenido de azúcares totales y la aceptación sensorial de los jugos de cerezo negro disminuyeron significativamente con el incremento del porcentaje de sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*, aunque en todos los casos, los criterios sensoriales se correspondieron con las categorías me gusta mucho y me gusta ligeramente, lo que confirma la posibilidad de la sustitución de azúcar por extracto acuoso de *S. rebaudiana*. Los jugos presentaron valores de los indicadores físicos y químicos similares a los de este tipo de bebidas, además de presentar altos contenidos de polifenoles totales y antocianinas con posibles efectos beneficiosos para la salud.

REFERENCIAS

1. 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 Aliment* 2016; 26(1):62-8.
2. WHO/FAO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series 916; 2003.
3. 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.
4. Elkins R. Stevia: Nature's Sweetener. New York: Woodland Publishing; 1997.
5. Inocente-Camones MA, Guija-Poma E, Zarzosa-Norabuena E, Loja-Herrera B, Ponce-Pardo JE. Efecto hipoglicémico de los extractos acuoso y etanólico de *Psidium guajava* L. (Guayaba) en ratas diabéticas inducidas por aloxano. *Horiz Med* 2015; 15(2):41-8.
6. NC 77-22-8. Conservas de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación de la humedad. Cuba; 1982.
7. NC-ISO 2173. Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Cuba; 2001.
8. NC-ISO 750. Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable. Cuba; 2001.
9. NC-ISO 1842. Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH. Cuba; 2001.

10. NC-ISO 6658. Análisis sensorial. Metodología. Guía general. Cuba; 2002.
 11. Duarte C. Modelo de evaluación de la calidad sensorial para la industria alimentaria (tesis doctoral). La Habana: Universidad de La Habana; 2017.
 12. 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.
 13. Slinkard K, Singleton V. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Vitic* 1997; 28:49-55.
 14. 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 Inter* 2005; 88(5):1269-78.
 15. Alvarado J de D. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Alimentos. Uso de parámetros reológicos como índices de control en procesos enzimáticos. Ambato: Organización de Estados Americanos. Universidad Técnica de Ambato; 1990.
 16. Ruiz Y, García MA, Rodríguez D. (2017). Efecto del extracto hidroalcohólico de cúrcuma en la inhibición del pardeamiento no enzimático en néctar de mango. *Cienc Tecnol Alim* 2017; 27(2):39-44.
 17. Damasio H, Costell E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. *Rev Agroquím Tecnol Alim* 1991; 31(2):165-78.
 18. NC-ISO 11035. Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para el establecimiento de un perfil sensorial mediante un enfoque multidimensional. Cuba; 2015.
 19. Stone H, Sidel JL. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. *Food Technol* 1998; 52(8):48-52.
 20. Costell E, Durán 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.
 21. Alvarado JD. Viscosidad y energía de activación de jugos filtrados. *Rev Esp Cienc Tecnol Aliment* 1993; 33(1):87-93.
 22. Garzón GA. Anthocyanins as natural colorants and bioactive compounds. *Acta Biol Col* 2008; 13:27-36.
 23. Francis F. Concentrates as colorants. *The World of Ingredients* 1995; 3:29-31.
 24. Hutchings JB. *Food Color and Appearance*. Washington D.C.: Aspen Publishers; 1999.
- 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.