

FORMULACIÓN DE NÉCTARES HIPOCALÓRICOS DE GUAYABA Y MANGO

Yosvany Santana-Herrera^{1*}, José L. Rodríguez-Sánchez¹, Tamara Forbes-Hernández², Idania Borrego-Correa¹ y Margarita Nuñez de Villavicencio-Ferrer¹

¹ Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.

Carretera al Guatao km 3½, C.P. 19200, La Habana, Cuba.

² Instituto de Farmacia y Alimentos Universidad de La Habana. Cuba.

E-mail: yosvany@iiaa.edu.cu

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue formular néctares hipocalóricos de guayaba y mango mediante la adición de aspartame y sacarina, en el cual se fijó como valor para el aporte energético 167,4 kJ/100 g de producto. Para definir la cantidad de edulcorantes a emplear se utilizó un diseño de mezcla, de superficie de respuesta, seleccionándose como variable de respuesta, la calidad sensorial global mediante el análisis descriptivo cuantitativo. Como resultado de la optimización numérica se determinó que, se puede emplear sacarina hasta 40 mg/kg y entre 50 a 180 mg/kg de aspartame para el néctar de mango, en tanto con el néctar de guayaba la concentración de sacarina puede ser entre 20 y 80 mg/kg y el aspartame hasta 210 mg/kg.

Palabras clave: hipocalóricos, sacarina, aspartame.

ABSTRACT

Formulation of guava and mango hypocaloric nectars
The objective of this research was to formulate guava and mango hypocaloric nectars by addition of aspartame and saccharin, where a value for the energy contribution was fixed to 167, 4 kJ/100 g. To define the quantities of sweeteners to be used, a mixture was designed, selecting the global sensorial quality by quantitative descriptive analysis as response variable. The results were analyzed by the methodology of response surface. As a result of the numeric optimization of the resulting equations, saccharin up to 40 mg/kg and aspartame between 50-180 mg/kg can be used for mango nectar, while with guava nectar the saccharin concentration can be 20-80 mg/kg and aspartame up to 210 mg/kg.

Keywords: hypocaloric, saccharin, aspartame.

INTRODUCCIÓN

La disminución del consumo de alimentos naturales, el incremento en el consumo de productos con alto contenido energético y la tendencia mundial a la inactividad física, son causas fundamentales del elevado índice de obesidad y de diabetes en la actualidad (1,2). La demanda de jugos y néctares hipocalóricos de frutas tropicales aumenta en sectores de la población, que por motivos de salud o estéticos prefieren el consumo de alimentos con bajo contenido de hidratos de carbono (3). Estos productos son elaborados con menor contenido de azúcar o mediante la adición de edulcorantes (4). Al considerar el uso de edulcorantes, sean calóricos o no, es preciso tener en cuenta el posible sinergismo entre ellos (5).

***Yosvany Santana Herrera.** Licenciado en Ciencias Alimentarias (Universidad de La Habana, 2012). Especialista A en procesos tecnológicos para producciones de la industria. Trabajador del Dpto de Tecnología de la Dirección de Vegetales del IIIA. Trabaja actualmente en proyectos de investigación tales como: conservación de néctares hipocalóricos, elaboración de néctares de frutas con mezclas de edulcorantes, desarrollo y conservación de cremas de frutas y procedimiento para la estimación o predicción de la vida útil de los alimentos mediante métodos probabilísticos.

Estas mezclas entre edulcorantes enmascaran la presencia de percepciones gustativas secundarias tales como sabores metálicos y amargos que se producirían al emplearlos de manera independiente (6).

El objetivo de este trabajo fue formular y evaluar néctares hipocalóricos elaborados a partir de mango y guayaba con la adición de aspartame y sacarina como edulcorantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los néctares fueron elaborados a partir de pulpas de mango y guayaba con 13 % de sólidos solubles y 0,53 % de acidez, así como 10,5 % de sólidos solubles y 0,40 % de acidez, respectivamente.

El nivel máximo de calorías para los néctares elaborados se estableció en 167,4 kJ/100 g (40 kcal/100 g), de acuerdo con la NC 38-061:2001 (7).

Para determinar el contenido de hidratos de carbono que debió tener cada fórmula para satisfacer las calorías de referencia se utilizó la siguiente expresión:

$$C = \frac{VC - P(de_p) - G(de_G)}{de_c}$$

C: total de hidratos de carbono; VC: valor calórico de la fórmula (kJ); P: proteína (g); G: grasa (g); de_p : densidad energética aportadas por las proteínas (16,7472 kJ/g); de_G : densidad energética aportadas por las grasas (37,6812 kJ/g); de_c : densidad energética aportadas por los carbohidratos (16,7472 kJ/g).

Los valores de proteínas y grasas fueron tomados de la tabla de composición de alimentos del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.

Se determinó la cantidad de hidratos de carbono aportados por el azúcar, como la diferencia entre el total de hidratos de carbono y la suma de los hidratos de carbono aportados por el resto de los componentes:

$$CH_{AZ} = CH_T - CH_M$$

CH_{AZ} : cantidad de hidratos de carbono aportados por el azúcar; CHT: hidratos de carbono totales; CHP: de hidratos de carbono aportados por la pulpa.

Posteriormente se calculó el porcentaje de azúcar refinado a adicionar para lograr los requerimientos calóricos:

$$\%_{AZ} = \frac{CH_{AZ} \times 100}{99,3}$$

CH_{AZ} : hidratos de carbono aportados por el azúcar; 99,3 % de hidratos de carbono referidos al azúcar.

En las formulaciones se utilizó, un diseño de mezcla D-Óptimo en el que se variaron las concentraciones de aspartame y sacarina de 0 a 1000 y de 0 a 200 mg/kg de producto, respectivamente. La cantidad de agua se ajustó mediante la diferencia entre el 100 % y la suma del resto de los componentes de la formulación.

El proceso de evaluación sensorial se realizó según el método de asociación controlada.

Los descriptores sensoriales de los productos se evaluaron en correspondencia con el método de análisis descriptivo cuantitativo. Para el análisis de los resultados del diseño experimental se utilizó la metodología de superficie de respuesta. Una vez obtenidas las ecuaciones correspondientes se realizó una optimización numérica y gráfica en la que se impusieron las restricciones necesarias de acuerdo a los resultados obtenidos por los jueces y la calidad deseada en el producto final. Para la selección de la mejor formulación dentro de la zona óptima se tomó como criterio la menor intensidad aceptable de dulzor y amargor sin detrimento de la calidad.

Tanto para la obtención de la matriz del diseño experimental como para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico Design-Expert V. 7.1.6 (Stat Ease, Inc., Minneapolis, MN).

Las determinaciones físico-químicas y microbiológicas realizadas a las formulaciones seleccionadas fueron las mismas que para néctares tradicionales, establecida en el Codex Stan 247: 2005 (8).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos calóricos totales de los néctares de guayaba y mango fueron 267,9 y 242,7 kJ, respectivamente. Ambos valores se encuentran por encima del nivel recomendado para productos hipocalóricos ($\leq 167,4$ kJ/100 g) según la norma cubana. De acuerdo con esto, se deben disminuir los contenidos en 100,5 y 75,3 kJ, respectivamente. Al hacer el análisis de los resultados sensoriales para las variantes de néctar de mango, se pueden señalar tres particularidades: a) la intensidad del dulzor osciló entre las categorías de moderado a marcado (6 a 8) con excepción de la variante sin adición de edulcorantes; b) el intervalo de la intensidad del amargor fue amplio (3 a 8) y c) las puntuaciones relacionadas con la calidad global, donde solamente una variante obtuvo puntuación de malo (< 4) correspondiéndose con el contenido máximo de ambos edulcorantes. El resto de las puntuaciones varió entre las calificaciones de bueno y muy bueno.

El análisis estadístico de las calificaciones para la variable dependiente intensidad del sabor amargo dio como resultado el modelo lineal:

$$\text{Amargor} = 43,2[A] + 0,4[B] + 0,5[C]$$

Donde A=Sacarina, B=Aspartame, C=Agua

El análisis de varianza de regresión para el modelo resultó significativo ($p \leq 0,05$) con coeficiente de determinación (R^2) de 0,989. El examen de los coeficientes estimados de este modelo muestra la gran incidencia que presentó la sacarina sobre el amargor. Tal comportamiento está en concordancia con otros estudios acerca del regusto amargo y metálico de la sacarina cuando se utiliza en concentraciones elevadas (4). En el diseño se evaluaron las concentraciones entre 0 y 0,02 % de sacarina, esta última corresponde con la concentración máxima permitida por la autoridades sanitarias cubanas y las variantes resultantes fueron calificadas de marcadamente amargas.

En cuanto a la variable dependiente intensidad del dulzor, se obtuvo un modelo cúbico del cual el análisis de varianza de regresión, resultó significativo ($p \leq 0,05$) con R^2 de 0,974 y al igual que el anterior modelo, este describe satisfactoriamente las variaciones de dulzor.

Del análisis se destaca la influencia negativa de la sacarina como efecto principal y su combinación triple con aspartame y agua sobre la intensidad del sabor dulce, de lo que se deduce que la adición de sacarina trae como consecuencia una disminución del dulzor:

$$\text{Dulzor} = -23,7[A] + 7,1[B] + 3,2[C] + 8,8[B*C] - 549,2[A*B*C]$$

Donde A=Sacarina, B=Aspartame, C=Agua

El tercer modelo fue obtenido para la variable dependiente calidad global resultando significativo ($p \leq 0,05$) desde el punto de vista estadístico con R^2 de 0,973. El mismo correspondió con un modelo cuadrático en el que se puede observar, que todos los componentes de la mezcla influyeron directamente en la calidad, al igual que sus combinaciones dobles.

$$\text{Calidad global} = -84,4[A] + 7,5[B] + 7,2[C] + 81,7[A*B] + 104,7[A*C] + 3,5[B*C]$$

Donde A=Sacarina, B=Aspartame, C=Agua

La interpretación de este modelo resulta algo compleja, no obstante, se destaca que el aspartame contribuye positivamente a la calidad global, mientras que la sacarina la afecta, aunque al analizarla en combinación con las otras dos variables, su contribución es positiva.

Con el propósito de determinar las combinaciones óptimas de los edulcorantes ensayados se impusieron las siguientes restricciones: Intensidad del dulzor: $\geq 3,5$ y ≤ 5 (entre muy ligero y moderado); Intensidad del amargor: ≤ 2 (muy ligero); Calidad global: ≥ 6 (bueno a excelente). Como resultado de la optimización numérica se obtuvieron varias formulaciones. Para todos los casos se observó una calidad global semejante, por lo que el único criterio para seleccionar las formulaciones finales fue el contenido de aspartame por ser el ingrediente más costoso. Según estas consideraciones las formulaciones seleccionadas finalmente fueron 1, 2, 5 y 6, cuyas concentraciones de aspartame no superan el 0,01 %.

De los resultados de la evaluación sensorial de las distintas variantes de néctar de guayaba con edulcorantes no calóricos, según la matriz experimental establecida, se puede señalar que la intensidad del dulzor varió desde moderado a intenso (6 a 10) con excepción de la variante sin adición de los edulcorantes, cuya puntuación está

entre ausente y muy ligero. De manera similar a los resultados del mango, la intensidad del amargor varió en un amplio margen y finalmente, la calidad global tomó puntuaciones equivalentes entre satisfactorio y muy bueno (5 a 8).

El análisis estadístico de las puntuaciones sensoriales dio como resultado para la intensidad del sabor amargo un modelo cúbico en el que el análisis de varianza resultó $p \leq 0,05$ y el R^2 fue 0,992.

$$\text{Amargor} = 123,7[A] + 1,4[B] + 0,6[C] + 102,1[A*B] - 105,6[A*C] - 74,5[A*B*C]$$

Donde A=Sacarina, B=Aspartame, C=Agua

En el modelo se observa que la concentración de sacarina como efecto principal y la combinación doble de sacarina con aspartame, contribuyen marcadamente a la intensidad del sabor amargo, de acuerdo con el signo y valor de los coeficientes obtenidos en la ecuación, sin embargo, la combinación doble de sacarina con agua y la triple tienen el efecto contrario. Esto se puede interpretar como una curvatura en el espacio de este diseño y por ende, la existencia de punto notable (máximo o mínimo).

En cuanto a la intensidad del dulzor del néctar de guayaba, el modelo de tipo cúbico resultó significativo desde el punto de vista estadístico de acuerdo con las pruebas mencionadas en los anteriores modelos. El R^2 fue 0,998 y resultó complejo el análisis de los cambios de intensidad. La sacarina como efecto principal disminuyó la intensidad del sabor dulce, así como la combinación triple. Sin embargo, la misma tiene una contribución considerable al dulzor al combinarse con aspartame o con agua. En cuanto al aspartame, éste como efecto principal y en combinación con la sacarina, incide directamente en la intensidad del dulzor excepto en la

combinación triple. Llamen la atención los valores de los coeficientes que acompañan la variable sacarina que son muy elevados si se comparan con aquellos donde interviene el aspartame.

$$\text{Dulzor} = -51,5[A] + 6,2[B] + 1,0[C] + 83,8[A*B] + 98,0[A*C] + 16,3[B*C] - 99,6[A*B*C]$$

Donde A=Sacarina, B=Aspartame, C=Agua

La interpretación del modelo tipo cúbico que responde a la variable calidad global es muy compleja, solamente se debe resaltar que las combinaciones dobles y la triple tienen una contribución notable a la puntuación de la calidad global y que el único efecto principal que la afecta apreciablemente es la concentración de sacarina.

$$\text{Calidad global} = -140,8[A] + 2,2[B] + 5,4[C] + 188,9[A*B] + 184,5[A*C] + 17,9[B*C] - 108,3[A*B*C]$$

Donde A=Sacarina, B=Aspartame, C=Agua

Con el propósito de determinar las combinaciones óptimas de los edulcorantes ensayados en el néctar de guayaba se impusieron las siguientes restricciones: intensidad del dulzor: $\geq 2,5$ y ≤ 5 (entre muy ligero y moderado); intensidad del amargor: ≤ 2 (muy ligero); calidad global: ≥ 6 (bueno o excelente). De las 16 formulaciones obtenidas según el diseño de mezclas, solo 11 cumplen con las restricciones fijadas. De modo similar a las formulaciones de néctar de mango, todos los néctares de guayaba tuvieron una calidad global semejante, por lo que también se tomó como criterio para seleccionar las mejores formulaciones, el contenido de aspartame. Según estas consideraciones las formulaciones seleccionadas finalmente son 2, 4, 9, 10 y 11 cuyas concentraciones de aspartame no superan el 0,01 %. Los resultados físico-químicos de los nueve néctares seleccionados (cuatro de mango y cinco de guayaba) se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros químico-físicos de los néctares de mango seleccionados

Indicadores	Formulaciones									
	Mango				Guayaba					
	1	2	5	6	2	4	9	10	11	
pH	3,72	3,65	3,68	3,71	3,75	3,74	3,69	3,77	3,73	
Acidez (%)	0,20	0,25	0,22	0,23	0,25	0,25	0,29	0,23	0,24	
Sólidos solubles (%)	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	

Todas las formulaciones seleccionadas cumplieron con las especificaciones físico-químicas y microbiológicas de esterilidad comercial. El producto analizado no presentó cambios significativos, demostrando la eficacia de las operaciones y parámetros del proceso de elaboración.

CONCLUSIONES

De las 16 soluciones obtenidas en el diseño de mezclas, 8 formulaciones de mango y 11 de guayaba cumplieron con las restricciones fijadas de dulzor, amargor y calidad global.

En los néctares de mango, el aspartame contribuyó positivamente a la calidad global, mientras que la sacarina la afectó, pero en combinación con las otras dos variables, su contribución fue positiva. En los néctares de guayaba, el único efecto principal que afecta apreciablemente la calidad global es la concentración de sacarina. Las concentraciones de sacarina y aspartame en las formulaciones de mango que cumplieron con las restricciones, oscilan entre 0 y 0,004 % y 0,005 y 0,018 %, respectivamente y en la de guayaba entre 0,002 y 0,008 % de sacarina y 0 y 0,021 % de aspartame.

REFERENCIAS

1. Ferrannini, E.; Natali, M. y Bell, P. J Clin Invest; 100:1166-1173, 1997.
2. Fellows, P. *Food Processing Technology*, 2da ed. Boca Raton, FL., CRC Press LLC, 2000.
3. Perea, J.; Paz, M. y Brito, A. Cienc Tecnol Alim. 16(2):74-79, 2006.
4. Panadés, E. *Alimentos para régimen especial/funcionales: Una propuesta metodológica. Aspecto nutricional, funcional y tecnológico para su desarrollo*. FAO, 2009, pp. 18-36.
5. Camejo, J.; Rodríguez, T.; Perea, J.; Paz, T.; Iñiguez, C. y M'Boumba, A. *Diabetes y productos funcionales*. VII Encuentro Iberoamericano de Mujeres Ingenieras y Arquitectas. Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2005.
6. Nabors, I. y Gelardi, R. *Alternative Sweeteners*. 2da ed. New York, Marcel Dekker, 2001, pp. 461.
7. NC. 38-06. Sistema de Normas Sanitarias de Alimentos. Alimentos Hipocalóricos. Requisitos sanitarios generales. Cuba, 2001.
8. Codex Stan 247 -. Normas Generales del Codex para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas, 2005.