

DESARROLLO DE UN NÉCTAR A PARTIR DE UNA MEZCLA DE REMOLACHA, ZANAHORIA Y JUGO DE NARANJA

*Anier Campos-Muiño^{*1}, Isela Carballo-Pérez¹, José Luis Rodríguez-Sánchez^{1,2}, Ibis Denia Flores-Corvea¹, Yilian Natacha Montalván¹, Margarita Nuñez de Villavicencio¹, Sheila Alejandra Palacio-Oliver¹ y Leisy Artola-Rodríguez¹*

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 ½, CP 192000, La Habana, Cuba. E-mail: anier@iiaa.edu.cu

²Dpto. Alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, CP 13600, Cuba.

Recibido: 02-02-2024 / Revisado: 05-04-2024 / Aceptado: 11-04-2024 / Publicado: 31-08-2024

RESUMEN

Combinar frutas y hortalizas en un néctar permite aprovechar una amplia gama de nutrientes como vitaminas, minerales y sustancias antioxidantes, esenciales para una dieta balanceada y además ofrecer una combinación única de sabores haciendo que sean más atractivos para personas de todas las edades. Por tanto, este estudio tuvo como objetivo la optimización de la formulación de un néctar mixto a base de pulpas de remolacha y de zanahoria y jugo de naranja utilizando el diseño de mezcla tipo I – Optimal, teniendo como variable de respuesta

la aceptación sensorial. La formulación optimizada tiene 6 % en masa de pulpa de remolacha, 6 % en masa de pulpa de zanahoria y 19,5 % en masa de jugo de naranja y un nivel de agrado de “me gusta mucho”. La caracterización química del néctar mixto dio como resultado un contenido del 12 % de sólidos solubles (°Brix), 0,35 % de acidez expresada como ácido cítrico y un pH de 4,0.

Palabras clave: néctar, remolacha, zanahoria, jugo de naranja, optimización

ABSTRACT

Development of nectar from mixture of beet, carrot and orange juice.

Combining fruits and vegetables in a nectar allows taking advantage of a wide range of nutrients such as vitamins, minerals and antioxidant substances, essential for a balanced diet, and also offers a unique combination of flavors making them more attractive for people of all ages. Therefore, this study aimed to optimize the formulation of mixed nectar based on beet and carrot pulps and orange juice using the type I – Optimal mixture design, having sensory acceptance as the response variable. The optimized formulation has 6 % by mass of beet pulp, 6 % by mass of carrot pulp and 19,5 % by mass of orange juice and a level of pleasure of “I like it a lot.”

Chemical characterization of the mixed beet-carrot-orange nectar resulted in a content of 12 % soluble solids (°Brix), 0,35 % acidity as citric acid and a pH of 4,0.

Key words: nectar, beet, carrot, orange juice, optimization.

INTRODUCCIÓN

La falta del consumo adecuado de frutas y verduras se ha convertido en una preocupación dietética mundial, debido a su aporte en nutrientes fundamentales para el buen funcionamiento del organismo como las vitaminas del complejo B, minerales (Mg, K, Fe, Zn) y otros compuestos no nutrientes como los antioxidantes que protegen al organismo del estrés oxidativo y disminuyen el riesgo de padecer las enfermedades crónicas degenerativas (1).

La remolacha (*Beta vulgaris*) se cultiva en diversos países y principalmente es utilizada para la obtención de azúcar, colorante y otros productos alimenticios. Tiene propiedades antiinflamatorias y quimiopreventiva y juega un papel importante en la regulación de la presión arterial (2).

La zanahoria (*Daucus carota*) es una valiosa hortaliza desde el punto de vista nutricional por su elevado contenido en vitaminas y minerales. Su característico color anaranjado se debe a la presencia de carotenoides, entre ellos el β -caroteno compuesto antioxidante que se transforma en vitamina A en el

organismo humano (3). Respecto al jugo de naranja, es fuente de vitamina C y también de ácido fólico y de carotenoides pro vitamina A. Asimismo contiene “fitoquímicos” como los flavonoides (polifenoles) y limonoides (triterpenos altamente oxigenados) ambos grupos con actividad antioxidante (4).

En el mercado internacional se comercializan néctares de marcas reconocidas, por ejemplo, V8, *Splash*, *Zumíssimo* entre otras, que utilizan combinaciones de hortalizas y frutas.

Todavía en Cuba no se comercializa el néctar de remolacha en mezcla con otras hortalizas y frutas y considerando el aporte de nutrientes de la remolacha este trabajo se trazó como objetivo: desarrollar un néctar mixto a partir de remolacha, zanahoria y naranja.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la elaboración del néctar mixto de remolacha, zanahoria y naranja se emplearon las siguientes materias primas:

- Remolacha y zanahoria, ambas hortalizas adquiridas en el mercado agrícola
- Jugo concentrado de naranja (64 °Brix), de la UEB Jagüey Grande.
- Azúcar refino

La pulpa de remolacha se obtuvo a escala piloto en la Planta de Vegetales del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA) siguiendo las etapas: lavado y desinfección, cocción para ablandar, troceado y triturado, homogeneización en molino coloidal, pasteurización y envasado. De igual modo se procedió para la obtención de la pulpa de zanahoria.

Ambas pulpas fueron caracterizadas en cuanto al % de sólidos solubles (5) y % de acidez como ácido cítrico (6).

Para optimizar la formulación del néctar mixto de remolacha, zanahoria y naranja se seleccionó el diseño de mezcla tipo I – Optimal de tres componentes: porcentaje en masa de pulpa de remolacha y de pulpa de zanahoria ambas entre 3 y 10 %, y porcentaje en masa de jugo de naranja entre 12 y 26 %,

cumpliendo la condición que la suma de estos tres componentes debe ser igual a 32 % para cumplir con lo regulado por la norma cubana para este tipo de producto (7). La proporción de los restantes ingredientes (azúcar y agua)

permaneció constante. Como variable de respuesta se escogió la aceptación sensorial. La matriz experimental se presenta en la Tabla 1, la misma consta de 13 formulaciones incluyendo tres réplicas de una formulación.

Tabla 1. Matriz del diseño I-Optimal de tres componentes

| Corrida | Componente 1 | Componente 2 | Componente 3 |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | A: Néctar naranja | B: Zanahoria | C: Remolacha |
| 1 | 17,5 | 4,5 | 10,0 |
| 2 | 23,0 | 3,3 | 5,7 |
| 3 | 16,6 | 1,0 | 5,4 |
| 4 | 14,1 | 10,0 | 7,9 |
| 5 | 20,4 | 3,0 | 8,6 |
| 6 | 19,7 | 6,4 | 5,9 |
| 7 | 14,8 | 7,2 | 10,0 |
| 8 | 22,5 | 6,5 | 3,0 |
| 9 | 17,1 | 7,2 | 7,7 |
| 10 | 14,8 | 7,2 | 10,0 |
| 11 | 19,5 | 9,5 | 3,0 |
| 12 | 14,1 | 10,0 | 7,9 |
| 13 | 25,6 | 3,4 | 3,0 |
| 14 | 20,4 | 3,0 | 8,6 |
| 15 | 19,7 | 6,4 | 5,9 |
| 16 | 19,7 | 6,4 | 5,9 |

Las corridas experimentales se realizaron a escala de laboratorio (2 kg); el procedimiento consistió en el mezclado manual de las pulpas de remolacha y de zanahoria con el jugo de naranja y el agua según las proporciones indicadas en la matriz experimental. Luego se adicionó el azúcar y se continuó la agitación hasta la disolución de todos los ingredientes. La mezcla resultante fue homogeneizada en el molino coloidal y a continuación pasteurizada a 95 °C durante cinco minutos, procediendo a su llenado en caliente en frascos de vidrio de 280 mL de capacidad con tapa de rosca. Se conservó en refrigeración al menos 24 horas antes de realizar la evaluación sensorial.

La aceptación sensorial se valoró a escala piloto mediante una escala hedónica de nueve puntos (1 “me disgusta extremadamente”; 5 “ni me gusta ni me disgusta”; 9 “me gusta extremadamente”), con 25 evaluadores no entrenados. A cada evaluador se le ofreció una porción de 30 mL de cada formulación, codificada aleatoriamente, presentada en recipiente transparente y con una temperatura aproximada entre 10 y 15°C.

A la formulación seleccionada se le realizaron los siguientes análisis: porcentaje de sólidos solubles (5), porcentaje de acidez (6), determinación de pH (8). Asimismo, siete evaluadores entrenados caracterizaron el néctar en cuanto a la apariencia, olor, sabor y textura. Finalmente, se efectuó la

prueba poblacional del néctar mixto de remolacha, zanahoria y naranja, con 90 consumidores potenciales en el intervalo de edad de 20 a 60 años (9), quienes expresaron su satisfacción o no, marcando en cualquiera de las 9 categorías de nivel agrado empleadas en la escala hedónica aplicada.

El análisis estadístico de los resultados del diseño de mezcla I – Optimal se efectuó con el programa estadístico Design-Expert versión 12. El modelo obtenido fue evaluado en su significación estadística ($p < 0,05$), el coeficiente de determinación (R^2) y la prueba de falta de ajuste. La optimización se realizó empleando el método de optimización de múltiples respuestas, mediante la función de conveniencia (10).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características químicas de las pulpas de remolacha y de zanahoria elaboradas en la Planta de Vegetales así como el jugo concentrado de naranja se muestran en la Tabla 2. En los casos de las pulpas, los resultados obtenidos son similares a lo informado por otros investigadores y bases de datos de composición de alimentos (2,3,11). Respecto al jugo concentrado de naranja, cumple con norma cubana que establece un contenido mínimo de 65°Brix (7).

Tabla 2. Indicadores químicos de las pulpas de remolacha y de zanahoria y el jugo concentrado de naranja

| Materia prima | °Brix | % acidez |
|------------------------|------------|-------------|
| Pulpa de remolacha | 5,5 (0,2) | 0,08 (0,02) |
| Pulpa de zanahoria | 6,1 (0,4) | 0,4 (0,1) |
| Concentrado de naranja | 66,0 (0,3) | 3,8 (0,2) |

En la Tabla 3 se informa los resultados del grado de aceptación de las distintas formulaciones de acuerdo con la matriz experimental propuesta.

Un polinomio cúbico fue la solución matemática que involucra las variables seleccionadas con la aceptación sensorial de las distintas formulaciones de néctares mixtos, según el análisis de varianza resumido en la Tabla 4. Como se

aprecia, solo resultaron significativos los términos lineales y la combinación de los tres componentes de la mezcla. La prueba de falta de ajuste no resultó significativa ($p > 0,05$) y el coeficiente de determinación (R^2) fue superior a 0,9. En el análisis de los residuos no se detectaron observaciones atípicas y los residuos estandarizados siguen la distribución normal.

A continuación, se presenta el modelo ajustado codificado:

$$\text{Grado aceptación} = 7,86A - 0,48B + 1,83C + 59,61ABC$$

A: jugo de naranja; B: pulpa de zanahoria; C: pulpa de remolacha.

La mezcla de los tres componentes: néctar de naranja, remolacha y zanahoria, es la que más influye sobre el grado de aceptación del néctar, el cual alcanza los mayores valores cuando tanto la remolacha como la zanahoria se emplean en proporciones intermedias, el aumento de la cantidad de pulpa de zanahoria influyó negativamente sobre la aceptación del producto probablemente por el ligero sabor amargo que le confiere al néctar, mientras que el jugo de naranja influye positivamente incrementando el valor de la variable respuesta. Este comportamiento puede apreciarse mejor en la Figura 1 que muestra la superficie de respuesta generada por el modelo cúbico. En resumen, las formulaciones de mayor aceptación sensorial fueron las que contenían mayor proporción de jugo de naranja.

Como resultado de la optimización numérica, para determinar la combinación de componentes del néctar que maximizara su aceptación se obtuvo que esta se cumple cuando se emplean 6 % en masa de pulpa de remolacha 6 % en masa de pulpa de zanahoria y 19,5 % en masa de jugo de naranja, mezcla que tiene una calificación de aceptación sensorial estimada de 8 (“me gusta mucho”). Los resultados de los análisis químicos del néctar de remolacha, zanahoria y naranja se muestran en la Tabla 5.

Tanto los valores de acidez y pH de la formulación del néctar mixto cumplen con las especificaciones establecidas (7).

Tabla 3. Resultados de la evaluación sensorial de las formulaciones según el diseño I-Optimal

| Corrida | Componente 1 A: Naranja | Componente 2 B: Zanahoria | Componente 3 C: Remolacha | Aceptación |
|---------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------|
| 1 | 17,5 | 4,5 | 10,0 | 6,7 |
| 2 | 23,0 | 3,3 | 5,7 | 7,6 |
| 3 | 16,6 | 10,0 | 5,4 | 6,1 |
| 4 | 14,1 | 10,0 | 7,9 | 5,7 |
| 5 | 20,4 | 3,0 | 8,6 | 6,6 |
| 6 | 19,7 | 6,4 | 5,9 | 8,1 |
| 7 | 14,8 | 7,2 | 10,0 | 6,7 |
| 8 | 22,5 | 6,5 | 3,0 | 6,4 |
| 9 | 17,1 | 7,2 | 7,7 | 8,0 |
| 10 | 14,8 | 7,2 | 10,0 | 6,5 |
| 11 | 19,5 | 9,5 | 3,0 | 5,9 |
| 12 | 14,1 | 10,0 | 7,9 | 5,7 |
| 13 | 25,6 | 3,4 | 3,0 | 7,9 |
| 14 | 20,4 | 3,0 | 8,6 | 6,2 |
| 15 | 19,7 | 6,4 | 5,9 | 8,1 |
| 16 | 19,7 | 6,4 | 5,9 | 8,0 |

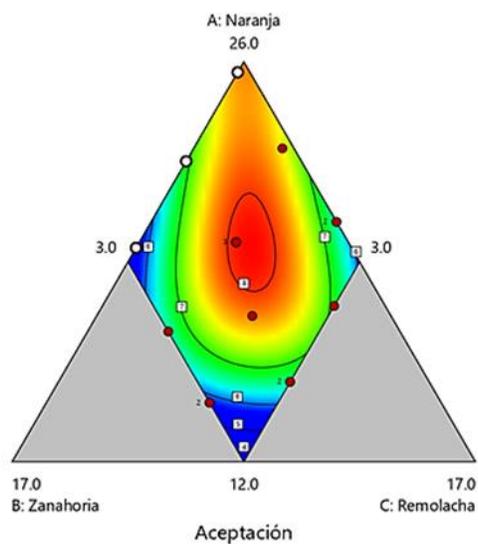


Fig. 1. Gráfico de contorno generado por el modelo cúbico para el grado de aceptación.

Tabla 4. Resumen del análisis de varianza del modelo cúbico especial de superficie de respuesta para la aceptación sensorial del néctar mixto de remolacha, zanahoria y jugo de naranja

| Fuente | Suma de cuadrados | g. l. | Cuadrado medio | Valor F | Probabilidad |
|-------------------|-------------------|-------|----------------|---------|--------------|
| Modelo | 11,61 | 6 | 1,93 | 21,72 | <0,0001 |
| Términos lineales | 3,20 | 2 | 1,60 | 17,97 | 0,0007 |
| AB | 0,1373 | 1 | 0,1373 | 1,54 | 0,2457 |
| AC | 0,0939 | 1 | 0,0939 | 1,05 | 0,3314 |
| BC | 0,1178 | 1 | 0,1178 | 1,32 | 0,2797 |
| ABC | 1,14 | 1 | 1,14 | 12,76 | 0,0060 |
| Residuales | 0,8014 | 9 | 0,0890 | | |
| Falta de ajuste | 0,7196 | 4 | 0,1799 | 1,5455 | 0,3185 |
| Error puro | 0,0819 | 5 | 0,1164 | | |
| R ² | 0,9354 | | | | |

Tabla 5. Características químicas de la formulación seleccionada

| Índice de calidad | |
|----------------------------------|-------------|
| Sólidos solubles (°Brix) | 12 (0,32) |
| Acidez (% en masa ácido cítrico) | 0,35 (0,04) |
| pH | 4,0 (0,12) |

Valores promedios para n=3 (desviación estándar)

El resultado de la prueba de aceptación poblacional realizada con 90 consumidores potenciales se presenta en la Figura 2. Se observa que el néctar mixto de remolacha, zanahoria y naranja tiene una aceptación superior al 80 %, no obstante ser un tipo de néctar que la población cubana no consume

habitualmente por ser una combinación de hortalizas con jugo de fruta.

La descripción sensorial de las características del jugo de remolacha, zanahoria y guayaba por los evaluadores fue:

Apariencia: líquido homogéneo, sin partículas extrañas, olor; típico al de la naranja con nota ligeramente ácida,

Sabor: característico al de la naranja, presenta un adecuado equilibrio ácido-dulce y textura; fluido no viscoso, suave, sin arenosidad.



Fig. 2. Resultado de la prueba de aceptación poblacional

CONCLUSIONES

La formulación del néctar mixto remolacha, zanahoria y jugo de naranja tiene una alta aceptación poblacional (“me gusta mucho”) con una contribución apreciable de la remolacha y la zanahoria, hortalizas que contribuyen a mejorar la composición nutricional, particularmente en vitaminas y minerales y también en compuestos antioxidantes. La formulación propuesta cumple con lo establecido en la norma cubana sobre jugos y néctares.

REFERENCIAS

1. Slavin JL, Lloyd B. Health benefits of fruits and vegetables. *Adv. Nutr* 2012; 3:506–16.
2. Babarykin D, Smirnova G, Pundish I, Vasiljeva S, Krumina G, Agejchenko V. Red beet (*Beta vulgaris*) impact in human health. *J. Biosci. Med* 2019; 7:61 – 79.
3. Benjamin LR, Mc Garry A, Gray D. Theroot vegetables: beet, carrot, parsnip and turnip. En: Wien, HC (Ed.). *The physiology of vegetable crops*. CAB International; 1997. pp. 553 – 80.

4. Heinonen IM, Meyer AS. Antioxidants in fruits, berries and vegetables. En: Jongen W (Ed.). *Fruit and vegetable processing. Improving quality*. Ch. 3. Boca Raton: CRC Press LLC; 2002. pp. 23 – 51.
5. NC ISO 2173. Productos de Frutas y Vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico. Cuba; 2001.
6. NC ISO 750. Productos de Frutas y Vegetales. Determinación de acidez valorable. Cuba; 2001.
7. NC 903. Jugos y néctares de frutas. Especificaciones. Cuba; 2017.
8. NC ISO 1842. Productos de frutas y vegetales. Determinación de pH. Cuba; 2001.
9. NC-ISO 11136. Análisis sensorial – Metodología– Guía general para la realización de pruebas hedónicas con consumidores en un área controlada. Cuba; 2021.
10. Derringer G, Suich R. Simultaneous Optimization of Several Response Variables. *J Qual.Technol* 1980; 12: 214 – 19.
11. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville Human Nutrition Research Center. Food Data Central [Internet]. Disponible en: <https://fdc.nal.usda.gov/>. (Consultado en línea: 28 septiembre 2024).