



Efecto de la proporción de papaya (*Carica papaya*) y carambola (*Averrhoa carambola*) y la dilución en el sabor y apariencia del néctar mixto utilizando el método de superficie de respuesta

Effect of the proportion of papaya (*Carica papaya*) and star fruit (*Averrhoa carambola*) and dilution in taste and appearance of mixed nectar using the response surface method

Paulino Ninaquispe Z.^{a,*}, Carmen Revilla P.^{b,*}

a. Departamento de Ciencias Agroindustriales (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n Trujillo Perú

b. Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo Perú

Recibido 22 Abril 2010; aceptado 5 Julio 2010

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó por el método de superficie de respuesta, el efecto de la proporción pulpa de papaya (*Carica papaya*) y carambola (*Averrhoa carambola*) (0,5 – 1,5); y la dilución (0,16 – 0,5) en la apariencia y el sabor del néctar mixto. Se realizó un planeamiento factorial completo 2^k , incluido 4 puntos axiales y un número arbitrario de puntos centrales (3 en este trabajo), lo que nos dio el número total de 11 ensayos, el cual permitió obtener los modelos que definen el comportamiento de las variables para las respuestas del sabor y apariencia. Los modelos fueron altamente significativos con un $p < 0,05$ y por presentar un coeficiente de determinación R^2 altos, fue posible construir las superficies de respuesta. Según el modelo estadístico encontrado, los niveles óptimos de las variables en el néctar de papaya y carambola fueron: 0,8 – 1,2 de dilución pulpa de fruta/agua y 0,25 – 0,33 de proporción papaya/carambola; condiciones que permitieron obtener un sabor final de 9,06 y una apariencia de 9,1.

Palabras clave: Néctar, papaya, carambola, dilución.

ABSTRACT

In this study were evaluated by response surface method, the effect of pulp proportion papaya (*Carica papaya*) and carambola (*Averrhoa carambola*) (0.5 – 1.5) and dilution (0.16 – 0.5) in the taste and appearance of the mixed nectar. It was a full 2^k factorial planning, including four axial points and an arbitrary number of central points (3 in this work), which gave us the total number of 11 trials, which allowed us to obtain the models that define the behavior of variables responses to taste and appearance. The models were highly significant at $p < 0.05$ and for presenting a high coefficient of determination R^2 was possible to construct the response surfaces. According to the statistical model found best combination of variables in the nectar of papaya and carambola was: 0.8 -1.2 dilution of fruit pulp/water and 0.25 to 0.33 ratio of papaya/carambola; conditions allowed to get a final taste and appearance of 9.06 and 9.1, respectively.

Keywords: Nectar, papaya, carambola, dilution.

1. Introducción

El consumo de grupos de alimentos como frutas y verduras se está colocando en el ojo del huracán de la

alimentación saludable y, por extensión, de los esfuerzos para recomendar una adecuada proporción de nutrientes que puedan asegurar una mejor calidad de vida y una óptima seguridad de los

alimentos que consumen. Mientras las sociedades subdesarrolladas tienden a las dietas vegetales, conforme aumenta el nivel de vida también lo hace el consumo de alimentos de origen animal. El consumo diario de productos vegetales, en cantidad suficiente y en una alimentación bien equilibrada, ayuda a evitar enfermedades graves, como las cardiopatías, los accidentes cardiovasculares, la diabetes y el cáncer, así como deficiencias de importantes micronutrientes y vitaminas. El consumo mundial de frutas y hortalizas está muy por debajo de los 400 gramos diarios por persona. Esto se debe a que en los últimos 50 años ha disminuido el consumo de cereales y leguminosas, se ha incrementado el de los aceites vegetales, el azúcar y la carne, mientras que la fruta y las hortalizas apenas han aumentado. Se estima que en todo el mundo la gente solo consume entre el 20% y el 50% del mínimo recomendado (Morris *et al.*, 2006).

El néctar de frutas es una bebida que contiene parte de la pulpa de la fruta finamente tamizada, a la que se ha añadido cierta cantidad de agua, azúcares, ácido cítrico. Los néctares son básicamente zumos rebajados (o aligerados) con agua. Suelen proceder de diversas frutas y el contenido de dilución en agua depende de las características de la pulpa. El producto se somete primero a una desinfección, a una pasteurización, vigilancia de pH (generalmente por debajo de 4,5) y de azúcares. Para el envasado final del néctar se puede emplear tanto envases de vidrio como de plástico. El envasado se debe hacer en caliente a una temperatura no menor de 85 °C, sellándose el envase inmediatamente (Coronado y Rosales, 2001).

La carambola es una fruta exótica muy cotizada en los mercados internacionales, conocida popularmente como “fruta estrella” o “star fruit”. Pertenece a la familia de las

Oxalidáceas. Es de color verde amarillento, que luego se hace amarillo anaranjado cuando está madura, de pulpa azucarada y acidulada (ácido oxálico) (FAO, 1982).

La papaya es una fruta tropical que posee cualidades terapéuticas nutricionales y cosméticas, contiene una enzima llamada “papaína”, que facilita la asimilación de las proteínas, y por eso forma parte de varios preparados que en su consumo favorecen a la digestión. Además es rica en betacaroteno, y vitamina A, 100 gramos de la misma cubren la necesidad diaria de vitamina C (Kader, 1992).

La elaboración del néctar mixto de papaya y carambola es una de las alternativas de procesamiento para prolongar la vida útil de estas frutas y aprovechar los múltiples beneficios que proporciona a la salud humana su consumo, entre los que cabe mencionar: regulación del sistema digestivo (Sanjinés *et al.*, 2006).

Debido al notable crecimiento en el consumo de jugos y bebidas elaborados a base de frutas, los néctares tienen gran potencial en el mercado de los productos alimenticios; la ventaja de poder contar en nuestro país con una gran variedad de frutas, como es el caso de la papaya y carambola; esto sumado a que la tecnología que se requiere para la elaboración de este producto no representa una gran inversión, ni el uso de equipos sofisticados (Olarde, 2002).

2. Materiales y métodos

Elaboración del néctar mixto de papaya (*Carica papaya*) y carambola (*Averrhoa carambola*)

Las frutas fueron traídas del mercado central del distrito de Huamachuco, previa selección de madurez (ni tan maduras, ni tan verdes), eliminando aquellas en mal estado.

Todas las frutas tienen su azúcar natural, sin embargo al realizar la dilución con el agua esta tiende a bajar, por esta razón hay que agregar azúcar hasta llegar a 13 °Brix, utilizando para esto el refractómetro; medimos los °Brix de la pulpa diluida y reemplazamos el valor en la siguiente fórmula:

$$\text{Azúcar (Kg)} = \frac{(\text{cantidad de pulpa diluida}) * (°\text{Brix final} - °\text{Brix inicial})}{100 - °\text{Brix inicial}}$$

Obteniendo así la cantidad de azúcar que se añadió a la dilución pulpa de fruta/agua, obtenida en cada uno de los ensayos.

El ácido cítrico al igual que el azúcar, es un componente de las frutas, sin embargo esta también disminuye con la dilución, por este motivo es necesario que el producto tenga un pH adecuado que contribuya a la duración del producto.

Para calcular la cantidad de ácido cítrico se tomó el pH inicial de una pequeña muestra de néctar, luego se adicionó el ácido cítrico hasta alcanzar un pH de 3,8; al conocer la cantidad de ácido cítrico necesaria para la muestra se procede a adicionarle a todo el néctar en función a la proporción de cada uno de los 11 ensayos realizados.

Análisis sensorial

Se realizó el análisis sensorial con 30 panelistas no entrenados, para evaluar el sabor y la apariencia del néctar mixto, empleando una escala no estructurada. Se tuvo cuidado de que cada panelista evalúe 6 muestras, cada una con diferente formulación, como máximo por vez.

Análisis estadístico

Fue utilizado un Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) de segundo orden con resultados en Superficie de Respuesta. Este diseño, incluye 2^k factoriales (+1, -1), $2 * k$ puntos axiales (+1,41, -1,41), y cuatro puntos centrales (0, 0) para evaluar el error experimental ($k = 2$ variables independientes:

dilución pulpa de fruta/agua y proporción pulpa de papaya/carambola), totalizando 11 tratamientos (tabla 2). En la tabla 1, se muestran los niveles de las variables independientes (x_1 : dilución pulpa de fruta/agua; x_2 : proporción pulpa de papaya/carambola).

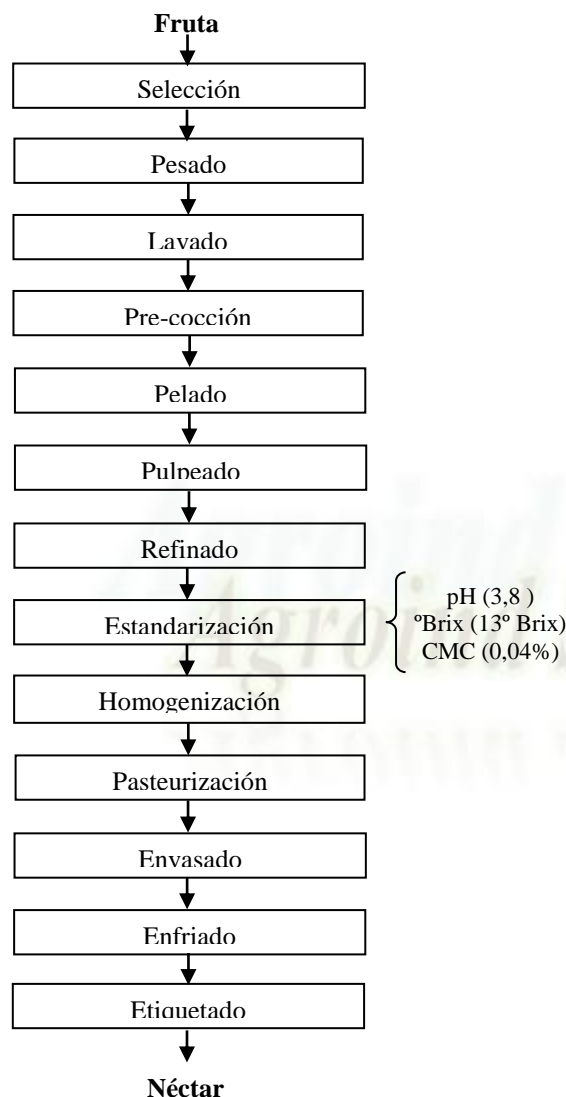


Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención del néctar mixto de papaya (*Carica papaya*) y carambola (*Averrhoa carambola*)

Tabla 1. Niveles utilizados en el DCCR para las dos variables seleccionadas.

Variables	Niveles				
	-1,41	-1	0	+1	+1,41
x_1	0,16	0,21	0,33	0,45	0,50
x_2	0,50	0,64	1,00	1,35	1,50

Se construyeron modelos del tipo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{22}x_2^2 + \beta_{12}x_1x_2$$

(Donde β_0 , β_1 , β_2 , β_{11} , β_{22} , y β_{12} : Coeficientes de regresión; Y: Respuesta), en función de los coeficientes significativos para cada respuesta (sabor y apariencia). Luego, se realizó un ANVA para los modelos y el cálculo de los coeficientes de determinación (R^2), pruebas que permiten validar estadísticamente los modelos. Finalmente, se generaron superficies de respuesta, en donde se buscaron regiones de interés.

3. Resultados y discusión

Williamson (1966) precisa que los carotenoides son los responsables de la gran mayoría de los colores amarillos, anaranjados o rojos presentes en los alimentos vegetales, y también de los colores anaranjados de varios alimentos animales. Se conocen alrededor de 600 compuestos de esta familia, que se dividen en dos tipos básicos: carotenos, que son hidrocarburos y xantofilas, sus derivados oxigenados. A estos tipos hay que unir los apocarotenoides, de tamaño menor, formados por ruptura de los carotenoides típicos. Asimismo, el grado de madurez influye en la concentración de carotenoides que a su vez determinan la intensidad del color del producto. La concentración de carotenoides influye directamente en la apariencia del néctar, lo cual se ve reflejado en los resultados obtenidos en la tabla 2. Donde existe mayor dilución, existe menor intensidad de color por lo que la apariencia es menor tal como se demuestra en los ensayos 1 y 3.

En frutas el sabor se expresa normalmente en términos de la combinación de principios dulces y ácidos, la que es un indicador de la madurez y de la calidad gustativa (Guevara *et al.*, 2000). El sabor de las

muestras estuvieron influenciadas por el grado de madurez de las frutas; pero no fue determinante debido a que se agregó azúcar hasta 13 °Brix a todas las muestras de néctar.

El ser humano tiene almacenado en su memoria una enorme cantidad de sabores y aromas distintos y es capaz de reconocerlos sin ver el producto, si ha tenido la oportunidad de haberlo probado previamente (Romero, 2008). Para el sabor y la apariencia del néctar mixto, las variables dilución (x_1) y proporción (x_2) (L) tienen efecto significativo ($p < 0.05$), mientras que la combinación de las variables dilución (x_1) y proporción (x_2) (L), no tienen efecto significativo tanto para el sabor como para la apariencia, (tabla 3).

Tabla 2. Efecto de dilución de fruta/agua y proporción de pulpa de papaya/carambola en el sabor y apariencia del néctar mixto.

Nº	Dilución		Proporción		Sabor	Apariencia
	Fruta/agua	%	papaya/carambola	%		
	Código	Real	Código	Real		
1	-1	0,21	-1	0,64	5,7	5,8
2	1	0,45	-1	0,64	6,4	6,3
3	-1	0,21	1	1,35	6,9	6,9
4	1	0,45	1	1,35	6,7	6,5
5	-1,41	0,16	0	1,0	7,4	7,2
6	1,41	0,50	0	1,0	6,3	6,6
7	0	0,33	-1,41	0,50	6,5	6,7
8	0	0,33	1,41	1,50	6,4	6,1
9	0	0,33	0	1,0	8,7	8,9
10	0	0,33	0	1,0	9,2	9,4
11	0	0,33	0	1,0	9,3	9,1

Los coeficientes de regresión para el sabor (Y_1) y la apariencia (Y_2), permitieron elaborar un modelo matemático de segundo orden, donde fueron considerados todos los factores.

$$Y_1 = -12,46 + 57,38x_1 - 80,50x_1^2 + 24,06x_2 - 10,93x_2^2 - 5,37x_1x_2$$

$$Y_2 = -12,90 + 58,64x_1 - 81,98x_1^2 + 24,88x_2 - 11,51x_2^2 - 5,32x_1x_2$$

Tabla 3. Coeficientes de regresión para el sabor y apariencia del néctar mixto.

Item	Sabor		Apariencia	
	Coefficiente	p	Coefficiente	p
Intercepto	-12,4584	2.53E-02	-12,9006	1.47E-02
X ₁ (L)	57,3812	1.58E-02	58,6360	9.36E-03
X ₁ (Q)	-80,4984	1.33E-02	-81,9830	7.90E-03
X ₂ (L)	24,0618	1.07E-02	24,8844	6.17E-03
X ₂ (Q)	-10,9316	9.62E-03	-11,5115	5.35E-03
X ₁ (L)*X ₂ (L)	-5,3661	2.91E-01	-5,3204	2.13E-01

x₁: dilución fruta/agua; x₂: proporción papaya/carambola

La tabla 4, muestra el análisis de varianza para los modelos de regresión, tanto para el sabor como para la apariencia del néctar mixto. Se puede observar que ambos modelos resultan

ser significativos ($F_{\text{tabla}} < F_{\text{calculado}}$). Así, para determinar si ambos modelos son adecuados, se tuvo que analizar, además de la significancia, el coeficiente de determinación (R^2). Para el sabor, se alcanza un R^2 de 93,09% (R^2_{ajustado} : 86,18%), indicando un buen ajuste del modelo. Mientras que para la apariencia, se obtuvo un $R^2=94,73\%$ (R^2_{ajustado} : 89,45%), indicando también un buen ajuste del modelo. De lo anterior se concluye, que los modelos son altamente significativos para el sabor y la apariencia, siendo posible construir la superficie de respuesta y definir las regiones de interés.

Tabla 4. ANVA para el sabor y apariencia de néctar mixto de papaya (*Carica papaya*) y carambola (*Averrhoa carambola*).

Variable respuesta	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	F _{calculado}	p-valor	F _{tabla}	R ²	R ² ajustado
Sabor	Regresión	14.76587	5	2.953174	13,47	< 0,05	5.05	93.09%	86.18%
	Residuos	1.09595	5	0.21919					
	Total	15.86182	10						
Apariencia	Regresión	15.63136	5	3.126272	17.96	< 0,05	5.05	94.73%	89.45%
	Residuos	0.87046	5	0.174092					
	Total	116.50182	10						

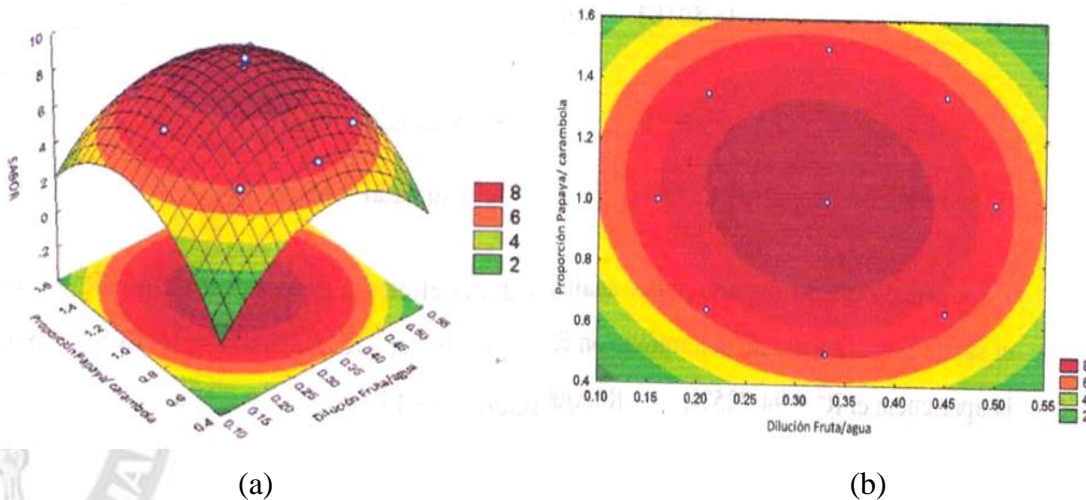


Figura 2. (a) Superficie de respuesta; (b) curvas de contorno para el sabor en función de la dilución de pulpa de fruta/agua y proporción de papaya/carambola.

En la figura 2, se verifica que cuando los valores de dilución de pulpa de fruta/agua oscilan entre 0,23 y 0,43 y proporción de pulpa de papaya y carambola entre 0,8 y 1,3; el sabor alcanza valores mayores de 8.

Es decir, se necesita cantidades iguales de papaya y carambola, y cantidades de 1:3 de dilución pulpa de fruta/agua para alcanzar su máximo sabor.

En la figura 3, se verifica que cuando los valores de dilución de pulpa de fruta/agua oscilan entre 0,25 y 0,43 y la proporción de pulpa de papaya y carambola entre 0,8 y 1,2; la apariencia alcanza valores mayores a 8.

Es decir, se necesita cantidades iguales de papaya y carambola, y una dilución de pulpa de fruta/agua de 1:3 para alcanzar su máxima apariencia.

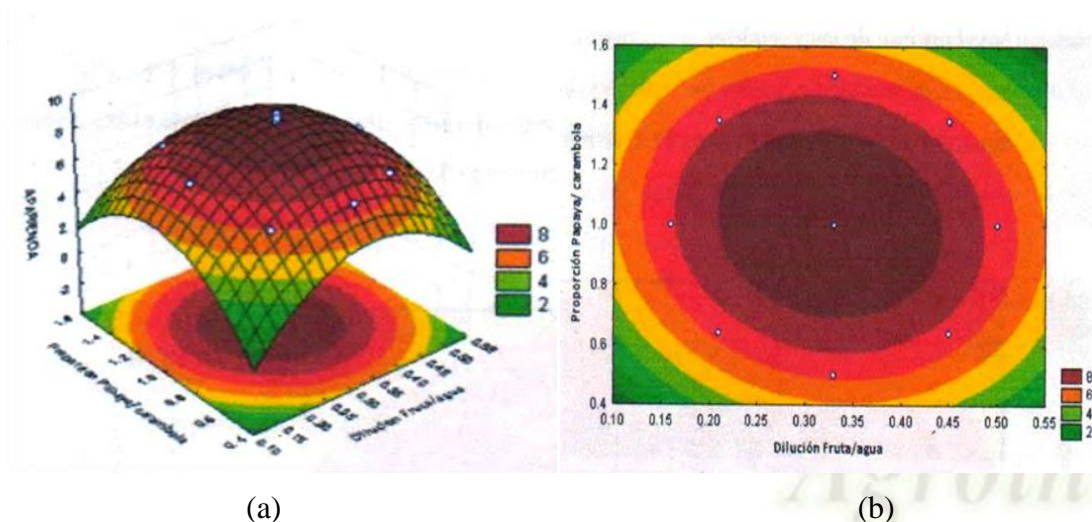


Figura 3. (a) Superficie de respuesta; (b) curvas de contorno para la apariencia en función de la dilución de pulpa de fruta/agua y proporción de papaya/carambola.

4. Conclusiones

La dilución de pulpa de fruta/agua y la proporción papaya/carambola tienen un efecto significativo sobre el sabor y la apariencia del néctar mixto de papaya (*Carica papaya*) y carambola (*Averrhoa carambola*).

Los modelos obtenidos, fueron significativos ($p < 0.05$, R^2 altos) para la respuesta de sabor y apariencia, siendo posible construir las superficies de respuesta y definir las regiones de interés para ambas respuestas.

A través de la metodología de superficie de respuesta se obtuvieron los niveles óptimos de la dilución pulpa de fruta/agua (0,8 – 1,2) y proporción de

papaya/carambola (0,25 – 0,33), con sabor final de 9,06 y apariencia de 9,1.

Referencias

- Coronado T., M; Rosales H., R. (2000). Néctar Elaboración - Procesamiento De Alimentos Para Pequeñas Y Micro Empresas Agroindustriales, Centro de Investigación, Educación y Desarrollo, CIED.Edit. Lima S.A., Lima – Perú.
- Guevara, A., Obregón, A., Salva, B. (2000). Elaboración De Néctares: Guía Y Tecnológica De Frutas Y Hortalizas, Universidad Agraria La Molina, práctica N° 4. Pág. 14-17.

- Kader, A. (1992). Papayas. Postharvest Handling Systems: Tropical Fruits. Postharvest Technology of Horticultural Crops ED. University of California.
- Morris, M.; Evans, D.; Tangney, C.; Benias, J.; Wilson, R. 2006. Associations of vegetable and fruit consumption with age-related cognitive change. *Neurology*. 24; 67 (8):1370-6.
- Olarte, G. (2002). Procesamiento y conservación de frutas. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Romero, M. (2008). Análisis Sensorial de Alimentos. Ed.SPC. México.
- Williamson, G. (1966). Protective effects of fruits and vegetables in the diet. *Nutrition and Food Science*. Vol. 1. January/February: 6-10.

Agroind Sci
Agroind Sci
AGROINDUSTRIAL

