

INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PULPA Y LA ADICIÓN DE LACTATO FERROSO Y VITAMINA C SOBRE EL COLOR DE LOS PURÉS DE MANGO

Marilis Fernández^{*1}, Borja Olivé², Eliosbel Márquez¹, Esperanza Zamora¹ y Luis Chang¹

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. Carretera al Guatao, km 3 1/2, La Habana, C.P. 19 200, Cuba. E-mail: marilis@iiaa.edu.cu.

²Unión de Conserva de Vegetales, La Habana, Cuba.

RESUMEN

Se utilizó un plan factorial 2⁴ para evaluar la influencia sobre el color de los purés de mango (var. Kent), del uso de pulpa obtenida con mango pelado y sin pelar, inactivada y sin inactivar, en relación con la adición de dos niveles de lactato ferroso (0,005 y 0,01 % m:m) y de vitamina C (0,07 y 0,1 % m:m). La pulpa de mango no pelado presentó un mayor contenido de polifenoles (1,1 mg/100 mL), comparado con la pulpa de mango pelado que fue de 0,56 mg/100 mL. Se encontró efecto significativo sobre las coordenadas de color (b) y (L), las que aumentaron con el empleo del nivel bajo de lactato ferroso y pulpa de mango pelado, no haciéndose necesario en este caso, la inactivación del complejo enzimático. Se encontró efecto significativo sobre la evaluación sensorial del color, mejorando cuando se empleó el nivel bajo de lactato ferroso y pulpa de mango pelado. No se encontró efecto significativo sobre la coordenada de color (a) y empleo de vitamina C, recomendándose el nivel bajo.

Palabras clave: puré de mango, vitamina C, lactato ferroso.

ABSTRACT

Influence the characteristic of the pulp and addition of ferrous lactate and vitamin c on mango pure color

The effect of using inactivated as well as non-inactivated mango pulp from both peeled and unpeeled mangoes (Kent var.) on mango puree color, related to addition of two levels for both ferrous lactate (0.005 and 0.01% w/w) and vitamin C (0.07 and 0.1% w/w) was studied. Data processing was carrying out using a 2⁴ factorial plan. Mango pulp from unpeeled mangoes had higher content of polyphenols (1.1 mg/100 mL) compared with mango pulp from peeled mangoes (0.56 mg/100 mL). A significant effect on instrumental measurement of puree color with increasing (b) and (L) values was observed when the lower ferrous lactate level and peeled mangoes were used. In this case enzymatic inactivation was unnecessary. Also a significant effect on color by sensorial evaluation was found, which improved, when the lower ferrous lactate level and peeled mangoes were used. No significant effect on instrumental color measurement (a) and vitamin C was found.

Key words: mango puree, vitamin C, ferrous lactate.

**Marilis Fernández: Ingeniera Química (ISPJAE, 1972). Investigadora Auxiliar. Trabaja en la Planta Piloto de Vegetales. Sus principales líneas de trabajo son el procesamiento de frutas y vegetales, aprovechamiento de subproductos industriales para consumo humano y fibra dietética y salud.*

INTRODUCCIÓN

El lactante hasta los cuatro o seis meses de edad cubre sus necesidades nutricionales con la leche materna, la que además le provee de anticuerpos para ciertas enfermedades. Posteriormente se le van introduciendo en la dieta los distintos alimentos, entre los que se encuentran los productos industrializados fortificados.

Para ser seleccionado un producto como vehículo para la fortificación debe cumplir una serie de requisitos (1): alto consumo por la población objetivo, ingesta diaria per cápita estable y uniforme, estabilidad durante el almacenamiento y uso, nutrientes adicionados fisiológicamente disponibles, cantidades óptimas sin implicar un riesgo de ingesta excesiva, no cambios sensoriales en el alimento, no aumento en forma sustancial del precio así como ser económicamente factible a través de un proceso industrial.

Entre los productos con estas características se encuentran los purés, compotas o colados de frutas, debido a que por su elevada preferencia son consumidos diariamente por lactantes y niños de corta edad.

En la revisión bibliográfica realizada se encontró para los jugos infantiles, una patente que establece un sistema de fortificación por etapas, que proporciona beneficios para la salud, por su contribución en disminuir las deficiencias de micronutrientes en los distintos grupos poblacionales (2), aspecto este que merece una especial vigilancia y atención desde el primer año de vida. Una estrategia similar de fortificación se aprecia, a través de la información que ofrecen las etiquetas de una gama de purés de frutas presentes en el mercado, fortificados con lactato de hierro y vitamina C. En específico, el puré de mango producido por la GERBER reporta entre los ingredientes al lactato de hierro y vitamina C en una proporción de 0,005 % y 0,07 %, respectivamente (3). En tal sentido se consideró de interés hacer una selección de un grupo de factores con incidencia en la fortificación de los purés de frutas, tomando como material de estudio a los purés de mango por constituir una matriz de elevada reactividad de acuerdo a lo informado (4-7).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia sobre el color de los purés de mango, del empleo de pulpa obtenida con mango pelado y no pelado, inactivada y no inactivada, en relación con la adición de dos niveles de lactato ferroso y de ácido ascórbico, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon mangos (*Mangifera indica* L.) var. Kent, y para la fortificación con hierro, lactato ferroso en forma de polvo, con un contenido de Fe^{+2} de 20 a 21 % y de Fe^{+3} de 0,2 %, máximo; y ácido L (+) ascórbico, con un grado de pureza de 99 %, ambos calidad alimentaria.

La Tabla 1 muestra que se aplicó un plan factorial 2⁴, estudiándose cuatro factores y dos niveles.

El puré de mango se obtuvo a escala piloto, introduciendo en el proceso tecnológico y en la formulación del producto establecido por la industria, las modificaciones impuestas por el diseño experimental empleado. Primero se obtuvo la pulpa de mango pelado y del mango no pelado, respectivamente, y posterior inactivación del complejo enzimático, en los ensayos que así lo contemplaron. A estas se les añadieron, manteniendo la agitación, el agua, el azúcar, el almidón y el ácido cítrico y, finalmente, primero, la vitamina C y después el lactato ferroso, ambas disueltas con anterioridad con el agua de la fórmula. A continuación se calentó la mezcla, y se procedió al llenado en caliente de los envases de 7 onzas, a una temperatura de llenado de 90 °C, tapado, esterilización en baño de agua a 100 °C por 15 min y enfriamiento con agua a temperatura ambiente. Las muestras se mantuvieron en refrigeración hasta su análisis después de las 72 horas.

Tabla 1. Factores y niveles del diseño

Código	Factores	Niveles	
		Bajo (-1)	Alto (+1)
A	Lactato ferroso (%) (m/m)	0,005	0,01
	(mg/100 g)*	1	2
B	Vitamina C (%) (m/m)	0,07	0,1
	(mg/100 g)	70	100
C	Inactivación de la pulpa	No	Si
D	Pelado del mango	No	Si

*expresado como ión ferroso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron las determinaciones de: fenoles totales (taninos) (8), determinación cualitativa de la polifenoloxidasas (9); sólidos solubles, acidez y valor de pH, (10-12). El color se midió en un colorímetro triestímulo Minolta CT-310 con iluminante C y cubetas de espesor 1 cm. Los valores se informaron por el sistema de coordenadas Hunter (L, a, b), registrándose los valores de L, a y b para cada ensayo.

A los purés obtenidos según los tratamientos del diseño, se le realizaron la evaluación sensorial del color por el Método de Análisis Descriptivo Cuantitativo, mediante una escala lineal estructurada con anclajes que indicaban intensidad creciente del oscurecimiento desde 0 cm (amarillo naranja claro) hasta 10 cm (pardo oscuro). En estas pruebas participaron siete cataadores, quienes evaluaron las muestras presentadas en copas pequeñas colocadas en una mesa cubierta con un mantel blanco (13,14).

El procesamiento estadístico del diseño se realizó empleando el programa Design-Expert Version 5 (Stat-Ease Inc., Miniápolis).

La Tabla 2 presenta los valores medios de los análisis físico-químicos realizados a las pulpas. Se observa que el contenido de polifenoles de la pulpa de mango no pelado (1,10 mg/100 mL), fue casi el doble del encontrado para la pulpa de mango pelado (0,56 mg/100 mL) y se constató, además la presencia de la enzima polifenoloxidasas (PPO) en ambas pulpas sin inactivar. Estos resultados fundamentan lo recomendado en la tecnología de obtención de la pulpa a partir de mango no pelado (15), en cuanto a realizar previo al pulpado la inactivación enzimática de la fruta, debido sobre todo por la cáscara que la acompaña (Tabla 2), mediante un calentamiento con vapor a 90°C por 1 min, lo que contribuye, además, a disminuir la concentración de oxígeno y bajar la carga microbiana. Así se favorece la posibilidad de obtener una pulpa con un color característico y estable en dependencia de la variedad empleada. Este procedimiento ofrece ventajas comparado con la tecnología que aplica el pelado del mango previo al pulpado, considerada muy costosa (15).

La Tabla 3 muestra los resultados de los análisis físico-químicos realizados a los purés fortificados con los dos niveles de vitamina C y el control. Se observa que en general los valores están dentro de lo normalizado para estos productos (16), no obstante la adición de la vitamina C, produjo una acidez adicional, de ahí la posibilidad de reducir o eliminar la adición del ácido cítrico, en dependencia de la acidez de la pulpa empleada en la preparación de los purés.

Tabla 2. Valores medios de los análisis físico-químicos realizados a la pulpa de mango

Pulpa de mango	Sólidos solubles (%)	pH	Acidez (%)	Polifenoles (mg/100 mL)	Polifenoloxidasas (PPO)
No inactivada					Positivo
Con cáscara	15,5	4,20	0,32	1,10	Negativo
Inactivada					Negativo
Con cáscara					
No inactivada					Positivo
Sin cáscara	15,0	4,15	0,33	0,56	Negativo
Inactivada					Negativo
Sin cáscara					

Tabla 3. Características físico-químicas de los purés enriquecidos en relación con los no enriquecidos

Productos	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez (%)
Puré con 70 mg/100 g	23,2 (0,3)	3,92 (0,08)	0,58 (0,02)
Puré con 100 mg/100 g	23,1 (0,6)	3,92 (0,03)	0,55 (0,02)
Puré sin vitamina C	21,8 (0,3)	4,10 (0,09)	0,40 (0,09)
Rango de valores normados (16)	25,0 máx.	-	0,20 - 0,60

Valores medios (desviación estándar).

En el resultado del análisis estadístico, las variables que ajustaron a modelos lineales fueron b, L, y la intensidad creciente del oscurecimiento para un nivel de significación de $p \leq 0,05$. Con respecto al comportamiento de a, no se observaron efectos de las variables en los niveles estudiados, por lo que no fue posible encontrar un modelo matemático que explicara su comportamiento.

La Tabla 4 presenta los modelos matemáticos codificados, los coeficientes de determinación (R^2) y los valores de p para el análisis de varianza. Se aprecia que el contenido de Fe^{+2} y el pelado del mango influyeron de manera significativa en estas respuestas. La luminosidad L y el color amarillo b aumentaron, cuando disminuyó el contenido de Fe^{+2} (A) y se trabajó con mango pelado (C), no haciéndose necesario realizar en este caso, la inactivación enzimática de la pulpa (D), que es una de las condiciones para la cual el coeficiente de la interacción (CD) se hace positivo. Asimismo, dichos valores disminuyeron, cuando aumentaron los niveles de Fe^{+2} , no se peló el mango y no se realizó la inactivación enzimática, lo que mejoraría, si se realiza la inactivación, que es la otra condición para la cual el coeficiente de la interacción (CD) se hace positivo.

En este caso, la adición del nivel máximo del nutriente a la pulpa obtenida con mango no pelado y sin inactivar, favoreció la oxidación de los taninos, presentes en una mayor cuantía (15, 17) y de la sal ferrosa, produciendo un pardeamiento de los purés de tipo enzimático, con cambio de color de amarillo a amarillo verdoso, lo que concuerda con lo informado (4, 6, 19), efecto este desfavorable que no pudo evitarse, ni aún con la presencia del nivel máximo de vitamina C de 100 mg/100 g de producto.

En el modelo encontrado para la evaluación de la intensidad creciente del oscurecimiento de los purés, aumentó con el nivel alto de Fe^{+2} y la pulpa obtenida con mango no pelado, en este caso los jueces no encontraron la influencia de la inactivación enzimática de la pulpa. Los resultados obtenidos con estas condiciones de trabajo, tuvieron un comportamiento similar a lo informado, para cuando se empleó sulfato ferroso en la fortificación de los purés para niños de los sabores melocotón, melocotón-zanahoria y manzana con sémola, los que presentaron alteraciones de color, recomendándose que sólo se podía añadir hasta 1 mg de Fe^{+2} / 100 g de producto de la sal ferrosa (18).

Asimismo se encontró que el empleo de la vitamina C no fue significativo en las respuestas evaluadas en el rango estudiado, lo que ofrece la posibilidad de aplicar en principio, el contenido de 70 mg/ 100g de producto.

Se observa de los modelos (Tabla 4), que el pelado del mango presentó el mayor coeficiente, y por tanto fue la variable que más influyó en estas respuestas, lo que refleja la importancia que reviste el contenido de polifenoles, cuando se realiza el pulpado con el mango no pelado. No obstante, este procedimiento es impracticable pues disminuye la capacidad productiva y es altamente costoso, por lo que la otra alternativa, pulpado del mango no pelado y posterior inactivación antes de la adición de los nutrientes, dado que tuvo una influencia favorable en la medida instrumental del color, resultó de interés práctico su proposición para ser evaluada en la fortificación con lactato ferroso a escala industrial. Esta condición se garantiza en ambas tecnologías de obtención de las pulpas de frutas, mediante el tratamiento térmico que se aplica durante el proceso de esterilización (19).

Tabla 4. Modelos matemáticos codificados obtenidos para las variables evaluadas

Variables	Polinomios	Coefficientes de determinación	Análisis de varianza de la regresión para $p= 0,05$
L	0,64 - 0,11 A + 0,19 D - 0,10 CD	0,85	< 0,0002
b	1,03 - 0,18 A + 0,33 D - 0,18 CD	0,85	0,0002
Intensidad creciente del oscurecimiento	5,34 + 0,67 A - 2,10 D	0,82	< 0,0003

A = Lactato ferroso; C = Inactivación de la pulpa; D = Pelado del mango.

CONCLUSIONES

Se encontraron efectos significativos sobre la medida del color instrumental, aumentando b y L cuando se empleó el nivel bajo de Fe^{+2} y pulpa de mango pelado. En caso de no pelarse el mango, se hace necesario realizar la inactivación del complejo enzimático.

Se encontró efecto significativo sobre la evaluación sensorial del color, el que mejoró cuando se empleó el nivel bajo de Fe^{+2} y pulpa de mango pelado. No se encontró efecto significativo sobre el color instrumental y sensorial por el empleo del ácido ascórbico en el rango estudiado.

REFERENCIAS

1. Méndez, M. Criterios de selección de vehículos y nutrientes en la fortificación de alimentos. Conferencia dictada en la Convención Internacional "Salud Pública 2002", del 1 al 4 de mayo del 2002. La Habana.
2. Bartholmey, S.; Burnett, J.; Berry, R.; Mendoza, D. M. y Rivera, C. Staged juice fortification products. Gerber Products Company Patente Número 6051261. EE-UU. Fecha de aplicación: 036149 1998 03 06. Fecha de adición: 2000 04 18. 1998.
3. Fernández, M.; Zamora, E.; Pacheco, D. y de Hombre, R. Panorámica de los purés de frutas presentes en el mercado en frontera. Memorias del IV Congreso Nacional de Alimentación y Nutrición y III Congreso Caribeño de Ciencia y Tecnología de Alimentos, celebrado en EXPOCUBA del 24 al 28 de marzo del 2003. La Habana. 2003.
4. Ranote, P.; Bawa, A. y Saini S. Research and Industry (India) 38 (2): 96-98, 1993.
5. Robinson, S.; Loveys, B. y Chacko, E. Australian J. Plant Physiology 20 (1): 99-107, 1993.
6. Askar, A.; El Ashyah, F.; Omran, H. y Labib A.A.S. Fruit Processing 4 (1): 14-20, 1994.
7. Arogba, S. J. Food Comp. Anal. 13 (2): 149-156, 2000.
8. AOAC. *Official Methods of Analysis of the AOAC 17th Ed.* Arlington, Virginia, 1996.
9. Hendel, E.; Bailey, G y Taylor, D. Food Technol. 4, 344-347, 1950.
10. NC ISO 2173. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico.* Cuba, 2001 a.
11. NC ISO 750. *Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable.* Cuba, 2001 b.
12. NC ISO 1842. *Productos de frutas y vegetales. Determinación del índice de pH.* Cuba, 2001 c.
13. Rodríguez, I. Curso de Introducción a la Evaluación Sensorial de Alimentos. Centro de Documentación del MINAL. La Habana, 2002.
14. ISO 4121. *Sensory Analysis-Methodology. Evaluation of Food Products by Methods using Scales*, 1987.
15. Askar, A. y Twestow H. Confructa-Studien 36 (5/6), 130-138, 140-145, 148-153, 1992.
16. NC 362. *Alimentos infantiles-purés, compotas o colados y postres: Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización.* La Habana, 2004.
17. Prabha, T. y Patwardhan, M. Acta Alimentaria 15 (2), 123-128, 1984.
18. Dimitrov, D.; Karadzhov, I. e Iskimova, T. Nauchni Trudove Nauchnoiziedovateiski Institut po Conserva Promishienost Plovdiv 18: 33-44, 1981.
19. NC NRIAL 013. *Pulpas de frutas. Proceso tecnológico. Industria de Conservas Vegetales.* La Habana, 1995.