

INVESTIGACION

Desarrollo de un refresco a partir de la mezcla de fresa (*Fragaria ananassa*), mora (*Rubus glaucus*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificado con hierro dirigido a niños en edad preescolar

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015, p. 151-163

Artículo recibido: 12 de agosto de 2015

Aprobado: 16 de octubre de 2015

Angélica María Serpa Guerra¹; Jaime Alejandro Barajas Gamboa¹; Jorge Andrés Velásquez Cock¹; Lina María Vélez Acosta¹; R. Zuluaga^{1,2}

Resumen

Antecedentes: la deficiencia de hierro, es reconocida a nivel mundial como uno de los principales problemas de salud pública asociados a la nutrición. En Colombia es necesario mejorar las estrategias nutricionales encaminadas a la población infantil, con el fin de incrementar su calidad de vida.

Objetivo: desarrollar un refresco a partir de la mezcla de fresa, mora, gulupa y uchuva fortificado con hierro para niños en edad preescolar. **Materiales y métodos:** para el desarrollo del producto, se seleccionaron cuatro frutas y se caracterizaron fisicoquímicamente. Para establecer la formulación del refresco, se realizó un diseño experimental ortogonal L₈2⁵, evaluando la aceptación sensorial como variable respuesta. Finalmente, se caracterizó el producto desarrollado, determinando el contenido de hierro y vitamina C. **Resultados:** los ocho prototipos evaluados durante el desarrollo de la formulación, cumplieron con los requisitos establecidos en la normativa colombiana para los refrescos de fruta. El prototipo final presentó un contenido de 36,7% de fruta y el 40% del valor diario recomendado de hierro, en una porción de 250 ml. **Conclusiones:** las cuatro frutas estudiadas pueden ser utilizadas en el desarrollo de refrescos con un importante aporte de vitamina C y fortificados con hierro, como estrategia nutricional para prevenir la deficiencia de este mineral en niños.

Palabras clave: jugos de frutas y vegetales, bebidas, frutas, alimentos fortificados, requerimientos nutricionales, deficiencia de hierro, preescolares.

1 Grupo de Investigaciones Agroindustriales (GRAIN), Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

2 robin.zuluaga@upb.edu.co

Como citar este artículo: Serpa A, Baraja JA, Velásquez JA, Vélez LM, Zuluaga R. Desarrollo de un refresco a partir de la mezcla de fresa (*Fragaria ananassa*), mora (*Rubus glaucus*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificado con hierro dirigido a niños en edad preescolar. *Perspect Nutr Humana*. 2015;17: 151-163.

DOI:10.17533/udea.penh.v17n2a05

Development of an iron-fortified drink from strawberry (*Fragaria ananassa*), blackberry (*Rubus glaucus*), purple passion fruit (*Passiflora edulis sims*) and gooseberry (*Physalis peruviana L.*) for preschoolers

Abstract

Background: Iron deficiency is recognized worldwide as a major public health concern, related to nutrition. In Colombia, the improvement of the nutritional strategies for children are required to increase their life quality. **Objective:** To develop a mixed fruit beverage from strawberry, blackberry, gooseberry and purple passion fruit, fortified with iron for preschoolers. **Materials and methods:** For the product development, four fruits were selected and characterized. To establish the beverage formulation, an orthogonal experimental design L825 was performed, evaluating the sensory acceptance as the response variable. Finally, the selected product was characterized by determining the content of iron and vitamin C. **Results:** The eight prototypes obtained during the development of the beverage formulation accomplished the requirements of the Colombian law. The final prototype had a fruit content of 36.7 wt% and an iron intake value of 40 wt%, in a portion of 250 ml. **Conclusions:** the four fruits studied can be used for the development of iron-fortified beverages, with an important contribution of vitamin C, as a nutritional strategy to prevent the deficiencies of this mineral in children.

Key words: fruit and vegetable juices, beverages, fruits, food fortified, nutritional requirements, fruit based drink, iron deficiency, child preschool.

INTRODUCCIÓN

Colombia cuenta con una ubicación geográfica que permite el cultivo de variadas especies vegetales, incluyendo frutas como la uchuva, la mora, la fresa y la gulupa, las cuales hacen parte de los productos con potencial “de exportación”, gracias a la mejora de sus procesos productivos y a los estándares de calidad implementados. Sin embargo, en el país las pérdidas en poscosecha de frutas y verduras representan alrededor del 25 al 30% de la producción nacional (1), por lo que se hace necesario plantear alternativas para su aprovechamiento, en especial el de las frutas que no cumplen en su totalidad con los parámetros de exportación, y que aún son aptas para el consumo humano y pueden ser fuente alternativa de vitaminas y minerales en la dieta, siendo estos micronutrientes esenciales para el adecuado funcionamiento del organismo.

Por otro lado, teniendo en cuenta el marcado interés de encontrar las principales falencias nutricionales presentes en la alimentación humana, se ha considerado la deficiencia de hierro como la más común a nivel mundial (2), la cual se presenta por la ausencia de ciertos alimentos en la dieta o debido a una baja disponibilidad del hierro en los alimentos consumidos. Sin embargo, es importante establecer que los dos factores mencionados anteriormente, se encuentran asociados a las características socioeconómicas de la población.

En Colombia, según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) del año 2010 (3), la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro es un problema que aún se presenta en gran parte de la población colombiana, afectando a un tercio de los niños entre 6 y 59 meses (edad preescolar), con mayor prevalencia en población rural y en la población perteneciente a los niveles 1 y 2 del

Sistema de Identificación y Clasificación de Potenciales Beneficiarios para los Programas Sociales (SISBEN).

Las consecuencias de la deficiencia de hierro en las personas generan manifestaciones propias de la anemia y otras causadas directamente por la mala función de las enzimas hierro-dependientes, traduciéndose en alteraciones de la actividad física y motora, disminución en la velocidad de conducción de los sistemas auditivo y visual, alteraciones en la respuesta inmunológica, en la conducta y en el desarrollo mental. Lo anterior, muestra la necesidad de generar programas de intervención que incluyan la fortificación de alimentos con hierro para disminuir estos trastornos y mejorar la calidad de vida de los habitantes, principalmente de los niños en edad preescolar, utilizando compuestos de hierro como el bisglicinato ferroso, que ha mostrado mayor efectividad que el sulfato ferroso (4-5).

Entre los productos a fortificar con hierro, se encuentran las bebidas, las cuales representan una buena alternativa para el aprovechamiento de los excedentes de cosecha de frutas cultivadas en la región y la generación de productos fortificados con hierro, dirigidos a una población especial, encaminadas a la prevención y tratamiento de la deficiencia de hierro y de la prevalencia de anemia asociada con esta condición nutricional. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un refresco a partir de la mezcla de fresa (*Fragaria ananassa*), mora (*Rubus glaucus*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificado con hierro para ser dirigido a niños en edad preescolar, como alternativa de aprovechamiento de las cuatro frutas trabajadas y de generación de productos fortificados con hierro. Para esto, se realizó la caracterización inicial de las frutas, determinando humedad, pH, sólidos solubles, acidez titulable, color, contenido de hierro y de vitamina C. Posteriormente, se seleccionó la formulación

final, por medio de un diseño experimental ortogonal, en el cual la variable respuesta fue la aceptación del producto, determinado por medio de un panel sensorial de expertos. Finalmente se realizó la caracterización de los prototipos evaluados y se determinó el contenido de hierro y vitamina C presentes en el producto desarrollado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Las cuatro frutas trabajadas: fresa, mora, gulupa y uchuva, provenientes del oriente del departamento de Antioquia, se adquirieron en la Central Mayorista de la ciudad de Medellín, Colombia. La selección de las frutas se realizó mediante el método visual, empleando las tablas de color de acuerdo con sus dos últimos estados de madurez (6-9). Finalmente, las frutas seleccionadas se sometieron al proceso de obtención de pulpas, siguiendo las actividades que se presentan en la Figura 1.

Para la formulación de los refrescos se utilizó agua potable, azúcar comercial y bisglicinato ferroso, como el compuesto para la fortificación con hierro. Este último fue adquirido en la empresa *Bell Chem International S.A.* el cual aporta 0,17 g de hierro por g de bisglicinato.

Métodos

Caracterización de las cuatro frutas

Seleccionadas las cuatro frutas, se procedió a la caracterización por triplicado de las mismas, determinando su contenido de humedad, pH, sólidos solubles, acidez titulable, color, contenido de hierro y vitamina C.

Humedad, pH y sólidos solubles

La humedad se estableció utilizando el método gravimétrico oficial AOAC 934.01/05 (10). El pH

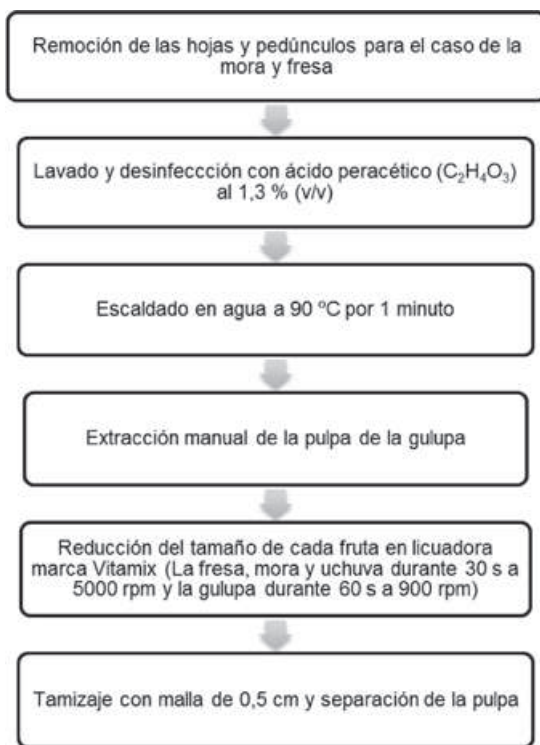


Figura 1. Diagrama de elaboración de pulpas

se determinó para cada fruta previamente licuada (zumo), utilizando un potenciómetro marca *Schott Instruments* modelo Lab 850 (10), y los sólidos solubles se obtuvieron a través de lectura refractométrica a temperatura ambiente según el método oficial AOAC 932.12 (11), utilizando un refractómetro digital marca *Atago* modelo pal-1, previamente calibrado con agua, en el cual se dispuso una gota del zumo extraído de la fruta.

Acidez titulable

La acidez titulable de las cuatro frutas se estableció en términos de ácido cítrico, por el método de titulación potenciométrica con una solución 0,1 N de NaOH (grado analítico), previamente estandarizada.

Color

El color se determinó por coordenadas CIELAB (12), utilizando un espectrofotómetro de esfera marca *X-RITE* serie SP60, midiendo los parámetros (L^*), (a^*) y (b^*), para cada una de las frutas en tres puntos de la línea ecuatorial y se expresaron como promedio aritmético. Finalmente, se calcularon el tono angular (h) como atributo cualitativo del color y el croma (C^*) como atributo cuantitativo de color, siguiendo las ecuaciones 1 y 2 (9).

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

$$h = \arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Contenido de hierro

Se cuantificó el hierro presente en las cuatro frutas por medio de espectroscopia de absorción atómica, previa digestión ácida de las muestras (13). La lectura de la absorbancia se realizó por triplicado para cada fruta empleando un espectrofotómetro de llama *Thermo Scientific* serie 3000, a una longitud de onda de 248 nm (13-14).

Contenido de vitamina C

Se determinó el contenido de vitamina C por método cromatográfico, empleando un UHPLC *Thermo scientific* modelo *Ultimate* 3000 acoplado a un detector UV-Vis *Thermo Dionex UltiMate* 3000, un automuestreador *Dionex Ultimate* WPS-3000 RS y un porta columnas *Thermo Dionex Ultimate* TCC-3000 RS dotado con un sistema de calentamiento y una columna C-18 *Hypersil Gold* de 50 mm de largo por 2,1 mm de diámetro (15). En este caso, la extracción del ácido ascórbico se realizó en una solución de ácido metafosfórico (16-17) mezclando 10 g de pulpa de fruta con 50 ml de ácido, seguido de agitación durante cinco minutos y centrifugación a 9000 rpm por 20 minutos, para finalmente, filtrar la solución resultante con

membranas de 0,25 µm. La muestra se inyecta en el equipo, con buffer de fosfatos como fase móvil. La lectura se realizó a una longitud de onda de 245 nm, y los resultados se obtuvieron teniendo en cuenta la curva de calibración realizada a partir de una solución patrón de ácido ascórbico en ácido metafosfórico.

Formulación del refresco mixto fortificado con hierro

Diseño experimental

El desarrollo del refresco se realizó por medio de un diseño ortogonal matricial $L_8 2^5$ donde el subíndice 8 corresponde a las corridas experimentales, el superíndice 5 representa las variables independientes y el 2 indica que se evaluaron dos niveles por cada factor (Tabla 1).

Para definir los niveles de los factores A, B, C y D (Tabla 2), se realizaron ensayos preliminares, teniendo en cuenta la caracterización de las frutas y la normativa vigente colombiana para jugos, bebidas y refrescos, con el objetivo de adicionar mínimo un 8% de fruta en el producto final (18),

Tabla 1. Matriz de diseño experimental

| A | B | C | D | E |
|----|----|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| -1 | -1 | -1 | +1 | +1 |
| -1 | +1 | +1 | -1 | -1 |
| -1 | +1 | +1 | +1 | +1 |
| +1 | -1 | +1 | -1 | +1 |
| +1 | -1 | +1 | +1 | +1 |
| +1 | +1 | -1 | -1 | +1 |
| +1 | +1 | -1 | +1 | -1 |

-1: nivel inferior; +1: nivel superior
A: % gulupa; B: % uchuva; C: % mora; D: % fresa; E: % del VDR de hierro

mientras que los niveles del factor E (Tabla 2), se establecieron gracias a la información reportada en la bibliografía y por el valor diario recomendado (VDR) para este mineral en Colombia, que es de 12 mg para niños mayores de 6 meses y menores de 4 años (19).

Obtenidas las pulpas de cada fruta se procedió a la mezcla con los demás ingredientes según las formulaciones planteadas durante el diseño experimental, para luego realizar la pasteurización lenta de los refrescos a una temperatura de 72 °C por 90 segundos utilizando una marmita marca *Termaltec*, seguido por el envasado en caliente utilizando bolsas flexibles y un enfriamiento rápido en un baño de agua a una temperatura entre 5 a 8 °C. Finalmente, las muestras fueron almacenadas bajo refrigeración a 4 °C.

La variable respuesta del diseño experimental fue la aceptación del refresco, determinado por medio de análisis sensorial.

Análisis sensorial

La aceptación de los refrescos fue evaluada por medio de un análisis sensorial descriptivo-cuantitativo, llevado a cabo por triplicado. Para esto, el panel de expertos conformado por seis personas,

Tabla 2. Niveles evaluados para cada variable independiente

| Factor | Niveles | |
|---------------------|----------|----------|
| | Inferior | Superior |
| % gulupa | 6,7 | 10 |
| % uchuva | 6,7 | 10 |
| % mora | 6,7 | 10 |
| % fresa | 6,7 | 10 |
| % del VDR de hierro | 30 | 40 |

El % se refiere a g por 100 g de producto

seleccionó 11 descriptores: color, olor/aroma característico, olor objetable, sabor ácido, sabor dulce, sabor a mora, sabor a fresa, sabor a gulupa, sabor a uchuva, sensación astringente y sensación picante, siguiendo la metodología establecida en la normativa colombiana (20) y la cual permite establecer la descripción completa de los atributos sensoriales de un producto. Seleccionados los descriptores, fueron evaluados en una escala de 0 (ausente) a 7 (intenso), para finalmente establecer la aceptación de los refrescos, por medio del test de Karlsruhe (21), basado en la determinación de la calidad general de cada producto.

Caracterización de los refrescos

Las formulaciones obtenidas fueron caracterizadas, determinando sólidos solubles, acidez titulable y pH, con el fin de comparar los valores con los establecidos en la normativa colombiana.

Cuantificación del contenido de hierro y vitamina C en el prototipo seleccionado

Elegida la formulación final, se realizó la determinación del aporte de hierro y vitamina C presentes en el producto, siguiendo las metodologías mencionadas anteriormente durante la caracterización de las cuatro frutas.

Caracterización microbiológica en el prototipo seleccionado

Los análisis microbiológicos del refresco seleccionado, se realizaron teniendo en cuenta las normativas colombianas para aerobios mesófilos (22), mohos y levaduras (23) y *Escherichia coli* (24).

Análisis estadístico

Los diseños experimentales se obtuvieron por medio del software Minitab, siendo la aceptación de cada refresco la respuesta buscada correspondiente a "mayor es mejor" en la metodología *Taguchi*. Finalmente, los análisis de varianza se

realizaron utilizando el *software Statgraphics Centurion* Versión XVII. Para esto, una vez obtenidos los resultados sobre la acidez, sólidos solubles y pH de los prototipos desarrollados, se aplicó el análisis de varianza ANOVA utilizando la prueba de Fisher.

RESULTADOS

Caracterización físico-química de las cuatro frutas pequeñas

En la Tabla 3, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos, siendo la fresa, la fruta con mayor contenido de humedad, seguida por la mora, la uchuva y la gulupa respectivamente. En cuanto a los sólidos solubles, la gulupa y la uchuva se caracterizaron por presentar los valores más altos, mientras que para la acidez titulable, cabe destacar que los mayores valores se presentaron en la mora y la gulupa, quienes a su vez, presentaron los menores valores de pH. Por otro lado, en cuanto al análisis de color, todas las frutas presentaron valores positivos de a y b, mientras que la mora fue la fruta que presentó el menor valor de luminosidad.

Finalmente, la gulupa se caracterizó por presentar un mayor contenido de hierro, seguido por la uchuva y la mora, siendo la fresa, la fruta con el menor aporte de este mineral, no obstante, presenta el mayor aporte de vitamina C, seguido por la gulupa, la uchuva y la mora.

Formulación del refresco mixto fortificado con hierro

En la Tabla 4, se presentan los 8 prototipos evaluados a partir del diseño experimental ortogonal, presentando los porcentajes de fruta correspondientes a cada formulación al igual que el porcentaje de bisglicinato ferroso adicionado. En este caso, el contenido de azúcar adicionado en la

Tabla 3. Resultados del análisis físico-químico de las cuatro frutas pequeñas

| Parámetro | | Fresa | Mora | Gulupa | Uchuva |
|------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Humedad | (%) | 91,6 ± 0,90 | 87,8 ± 0,81 | 73,7 ± 1,55 | 83,0 ± 1,09 |
| Acidez | (g ácido cítrico/100ml) | 0,7 ± 0,70 | 2,3 ± 0,05 | 3,5 ± 0,18 | 1,4 ± 0,01 |
| °Brix | | 7,5 ± 0,72 | 8,1 ± 1,32 | 15,0 ± 0,88 | 14,6 ± 0,52 |
| pH | | 3,4 ± 0,10 | 2,9 ± 0,06 | 2,9 ± 0,09 | 3,4 ± 0,31 |
| Color | L | 32,3 ± 1,54 | 18,4 ± 0,99 | 31,7 ± 1,79 | 62,4 ± 1,69 |
| | a | 27,1 ± 1,96 | 5,5 ± 1,14 | 6,2 ± 1,53 | 22,8 ± 1,46 |
| | b | 15,7 ± 2,13 | 1,0 ± 0,30 | 3,3 ± 0,82 | 50,8 ± 0,79 |
| | h _{ab} | 30,0 ± 3,24 | 10,0 ± 1,10 | 28,5 ± 6,32 | 65,9 ± 0,95 |
| | C ^{ab} | 31,4 ± 2,28 | 5,6 ± 1,18 | 7,1 ± 1,55 | 55,7 ± 1,23 |
| Hierro | (mg/100 g de pulpa) | 0,3 ± 0,08 | 0,5 ± 0,15 | 0,6 ± 0,07 | 0,5 ± 0,03 |
| Vitamina C | (mg/100 g de pulpa) | 28,0 ± 7,12 | 10,4 ± 1,71 | 22,9 ± 3,63 | 10,6 ± 3,45 |

Tabla 4. Formulaciones de los ocho prototipos evaluados

| Prototipo | % gulupa | % uchuva | % mora | % fresa | % azúcar | % bisglicinato ferroso | % agua |
|-----------|----------|----------|--------|---------|----------|------------------------|--------|
| 517 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 4,0 | 0,02 | 68,9 |
| 264 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 10 | 4,9 | 0,03 | 64,8 |
| 844 | 6,7 | 10 | 10 | 6,5 | 5,9 | 0,02 | 60,6 |
| 527 | 6,7 | 10 | 10 | 10 | 6,9 | 0,03 | 56,3 |
| 190 | 10 | 6,7 | 10 | 6,5 | 5,9 | 0,03 | 60,6 |
| 273 | 10 | 6,7 | 10 | 10 | 6,9 | 0,02 | 56,3 |
| 944 | 10 | 10 | 6,7 | 6,5 | 5,9 | 0,03 | 60,6 |
| 593 | 10 | 10 | 6,7 | 10 | 6,9 | 0,02 | 56,3 |

Los datos son referidos a g por 100 g de producto

formulación no se incluyó dentro del diseño, pues estudios preliminares realizados durante la presente investigación establecieron una relación entre el contenido de frutas y el azúcar por adicionar.

Obtenidos los prototipos, se realizó la caracterización de los mismos, cuyos resultados se presentan

en la Tabla 5, que incluyen el análisis estadístico correspondiente, donde no se observa una tendencia definida asociada a los porcentajes de cada fruta.

Los resultados permitieron establecer que existen grupos homogéneos, como los observados durante la determinación de sólidos solubles, en los que

Tabla 5. Resultados de la caracterización química

| Prototipo | Acidez (g ácido cítrico/100ml) | °Brix | pH |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 517 | 0,5 ± 0,006 <i>a</i> | 7,0 ± 0,052 <i>a</i> | 3,2 ± 0,006 <i>a</i> |
| 264 | 0,6 ± 0,079 <i>a,b</i> | 8,3 ± 0,122 <i>b</i> | 3,2 ± 0,006 <i>b</i> |
| 844 | 0,6 ± 0,006 <i>a,b</i> | 10,0 ± 0,052 <i>c</i> | 3,2 ± 0,006 <i>c</i> |
| 527 | 0,6 ± 0,012 <i>a</i> | 11,6 ± 0,842 <i>d</i> | 3,2 ± 0,001 <i>a,c</i> |
| 190 | 0,6 ± 0,027 <i>c</i> | 10,0 ± 0,075 <i>c</i> | 3,1 ± 0,006 <i>d</i> |
| 273 | 0,6 ± 0,009 <i>b</i> | 10,9 ± 0,472 <i>e</i> | 3,1 ± 0,006 <i>d</i> |
| 944 | 0,6 ± 0,033 <i>a,b</i> | 9,8 ± 0,207 <i>c</i> | 3,1 ± 0,006 <i>e</i> |
| 593 | 0,6 ± 0,017 <i>a</i> | 11,0 ± 0,082 <i>e</i> | 3,3 ± 0,006 <i>a</i> |

Para cada columna no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores que comparten una misma letra (prueba de Fisher con 95% de confianza).

se refleja claramente la dependencia que tiene esta variable con los contenidos de fruta. De esta forma, los mayores valores de sólidos solubles fueron alcanzados por las formulaciones con mayor aporte de fruta, 36,7% (527, 273 y 593), seguidos por los prototipos con 33,5% (944, 190, 844) y 30,2% de fruta (264). Finalmente el prototipo 517 arrojó el menor contenido de sólidos solubles, al ser la formulación con el menor contenido de fruta (27%), permitiendo establecer que existe una tendencia directa entre el contenido de fruta adicionado en el refresco y los sólidos solubles finales. No obstante, en cada una de las variables determinadas, existieron diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, asociadas a los diferentes porcentajes de fruta evaluados. De igual manera, los 8 prototipos fueron evaluados sensorialmente, y en la Tabla 6, se presentan los resultados de dicha caracterización.

La calidad general de los prototipos estuvo entre 76,67 y 100%, lo que generó por parte de los panelistas una aceptación del 100%, comportamiento que no permitió realizar el análisis experimental correspondiente a la metodología *Taguchi*. Dicha

Tabla 6. Resultados de la caracterización sensorial

| Prototipo | Calidad general % | Aceptación % |
|-----------|-------------------|--------------|
| 517 | 81,0 | 100 |
| 264 | 86,7 | 100 |
| 844 | 100,0 | 100 |
| 527 | 100,0 | 100 |
| 190 | 100,0 | 100 |
| 273 | 100,0 | 100 |
| 944 | 76,7 | 100 |
| 593 | 86,7 | 100 |

situación hizo necesario la selección del prototipo final teniendo en cuenta aquel que permitiera un mayor aporte de fruta (36,7%) y de hierro (40% del VDR), resultando seleccionado el prototipo 527.

Quantificación del contenido de hierro y vitamina C en el prototipo seleccionado

Una porción de 250 ml del refresco desarrollado, aporta 4,1 mg ± 0,042 de hierro y 23,1 mg ± 2,707 de vitamina C.

Los resultados observados, permiten establecer que la fortificación realizada con el bisglicinato ferroso, se realizó de manera adecuada, ya que una porción de 250 ml del refresco, aporta el 40% del valor diario recomendado para niños entre seis meses y cuatro años. Además el producto desarrollado, contiene 71,9% del VDR de vitamina C para la población de estudio, lo que hace que este producto pueda ser demarcado como “Alta fuente” de vitamina C.

Caracterización microbiológica en el prototipo seleccionado

Finalmente, en la Tabla 7, se presentan los resultados obtenidos durante la determinación de la calidad microbiológica del producto desarrollado. Al comparar los resultados anteriores con lo establecido en la norma, se puede observar que el producto cumple con las especificaciones microbiológicas establecidas en la normativa colombiana, y la cual establece entre 100 y 300 UFC/ ml de mesófilos, 10 y 100 UFC/ ml de mohos y levaduras y menos de 10 UFC/ ml de E. Coli, como valores aceptados para los refrescos de frutas pasteurizados (18).

Tabla 7. Caracterización microbiológica del prototipo 527

| Parámetro | Resultado |
|---|-------------------------------|
| Recuento de mesófilos aerobios (UFC/ml) | <10 |
| Recuento de mohos y levaduras (UFC/ml) | <10 de mohos <10 de levaduras |
| Recuento de <i>E.coli</i> (UFC/ml) | <10 |

DISCUSIÓN

Si bien los productos hortofrutícolas se caracterizan por presentar grandes diferencias en su composición, de manera general las frutas, se destacan por presentar altos contenidos de agua. En el caso de la gulupa, los valores consultados de

82,1% y 88,9% (9,25), son mayores a los obtenidos experimentalmente, lo anterior debido a que la gulupa al igual que otras pasifloras como el maracuyá y la granadilla, son altamente susceptibles a la deshidratación (25), relacionada con los procesos de transporte y almacenamiento poscosecha. Por otro lado, es importante destacar también, que durante los últimos estados de madurez se genera una disminución de los ácidos orgánicos como resultado de la maduración (26) y un aumento de los sólidos solubles, debido a la transformación de las reservas de almidón en azúcares, lo que explica los resultados obtenidos durante la caracterización de las frutas. De igual manera, el contenido de hierro en las cuatro frutas es otro ejemplo claro de su heterogeneidad, ya que al comparar los resultados obtenidos experimentalmente con los presentados en la base de datos de *United States Department of Agriculture* (USDA), se establece que los reportados para la fresa (0,4 mg/100 g), y la gulupa (1,6 mg/100 g) (27), son mayores a los establecidos en la presente investigación, situación similar a la presentada con la uchuva (1,2 mg/100 g) (29), lo que permite establecer la viabilidad del uso de estas frutas en la preparación de refrescos para niños en edad preescolar.

Para el análisis del color, los valores positivos de a y b, permiten establecer que las cuatro frutas pequeñas presentan tonalidades entre rojo y amarillo, colores característicos en frutas con alto contenido de carotenoides, sustancias responsables de dicha coloración (29). Por otro lado, los valores de L en las cuatro frutas, se relacionan con luminosidades claras (blancas), mientras que los obtenidos para el chroma o C_{ab} , asocian la uchuva y la fresa con mayores intensidades de color ($>C_{ab}$), que los obtenidos para la gulupa y la mora. Por otro lado, el valor obtenido para el tono angular o h_{ab} , de las cuatro frutas, las ubican en el rango establecido para el color naranja (30). Los resultados anteriores son importantes, si se tiene en cuenta que en la edad

preescolar, los niños adquieren sus preferencias, influidas por aspectos sensoriales, como sabor, olor y aspecto (31), haciendo que las cuatro frutas pequeñas y sus derivados sean atractivos para esta población. En conclusión, los resultados de la caracterización, permiten establecer que las cuatro frutas pequeñas sirven como materia prima para la elaboración de productos alimenticios y pueden ser consideradas potenciales para el desarrollo de alimentos dirigidos a niños en edad preescolar. Además, es importante resaltar que esta etapa, se caracteriza por un crecimiento lento y estable y una disminución del apetito, relacionado con los caprichos del niño, es decir, en este período él adquiere sus preferencias, influidas por aspectos sensoriales, como sabor, olor y aspecto (31). Es en esta etapa, donde se deben enseñar hábitos para una alimentación saludables, que incluyan también el consumo de frutas y verduras, que constituyen la principal fuente de vitaminas y minerales en la dieta. Sin embargo, a pesar de esta importancia, se ha encontrado que solo el 5,2% de los niños consumen tres o más raciones de fruta al día en España (32), mientras que en Venezuela, las frutas no se encuentran entre los alimentos más consumidos por esta población (33). No obstante, en México se encontró que los niños en edad preescolar tienen preferencia por los jugos o bebidas de fruta y los asocian con estilos de vida saludables (34). La situación anterior, es un ejemplo clave de la importancia del desarrollo de productos alimenticios dirigidos a la edad preescolar, a partir de frutas, que actúen como precursores de hábitos alimentarios saludables y contribuyan al mantenimiento de los niveles nutricionales normales.

Si bien las ocho formulaciones obtenidas, cumplen con los requisitos establecidos para los niveles de acidez (mínimo 0,2), sólidos solubles (máximo 13) y pH (máximo 4), descritos en la normativa colombiana para los refrescos (18), los resultados de la caracterización son nuevamen-

te un ejemplo claro de la heterogeneidad de las frutas y del efecto variable que esta característica genera en los productos finales, de allí, que en la industria de alimentos se utilicen aditivos durante el procesamiento, para estandarizar los productos y asegurar la homogeneidad de los mismos. Sin embargo, a pesar de las variaciones obtenidas durante la caracterización físico-química, el análisis sensorial, permitió establecer una calidad general alta del 100 % en los ocho prototipos, comportamiento relacionado con el alto contenido de mora, fruta asociada con sabores florales (35) y aromas a miel y caramelo (36). Situación que refleja el potencial de las cuatro frutas para el desarrollo de nuevos productos y la utilización del bisglicinato ferroso como compuesto para fortificar, dado que no generó alteraciones sensoriales perceptibles.

El refresco desarrollado durante la presente investigación, representa una buena alternativa como producto a base de frutas, fortificado con hierro, no solo por el aporte que hace de este mineral, sino también por el contenido de vitamina C que presenta, gracias a su contenido de fruta del 36,7 %, que a su vez, si se compara con los contenidos de fruta que presentan los refrescos disponibles actualmente en el mercado, representa una mejor alternativa para la alimentación de los niños en edad preescolar. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el compuesto de hierro utilizado durante la fortificación, contribuye al aumento de la biodisponibilidad del hierro (37), gracias a su capacidad de reducir el ion férrico a su forma ferrosa (soluble), a su acción para formar quelatos solubles y absorbibles a pH alcalino (duodeno) y a su capacidad antioxidante (38). Estas características permiten que el refresco desarrollado, sea una buena alternativa a incluir en los programas de intervención que buscan prevenir o disminuir la prevalencia de anemia en la población infantil. Sin embargo, es importante tener en cuenta la creciente preocupación por la asociación entre el

consumo de frutas con azúcar y la obesidad (39), ya que, si bien se ha observado que el consumo de jugos de fruta incrementa el aporte de energía en niños, no aumenta el índice de masa corporal a corto plazo (40), debido muy probablemente a los requerimientos energéticos propios de dicha población, es decir, una dieta balanceada donde se incluyan refrescos a partir de frutas, continúa siendo una posibilidad de transformación y establecimiento de hábitos de vida saludables.

Finalmente, la calidad microbiológica del producto desarrollado, permite establecer que las buenas prácticas de manufactura, que se siguieron durante el proceso de transformación de las frutas y que incluyeron lavado y desinfección de materias primas, equipos e implementos, al igual que el proceso de pasteurización lenta llevado a cabo, contribuyeron a que el producto cumpliera con las especificaciones establecidas en la normativa.

CONCLUSIONES

Las cuatro frutas estudiadas, procedentes del Oriente antioqueño colombiano, permiten el desarrollo de refrescos fortificados con hierro, como estrategia nutricional para la prevención de las deficiencias de este mineral en los niños y sus

enfermedades asociadas. Además, este tipo de desarrollos permiten aprovechar los excedentes de cosecha generados en el territorio nacional, obteniendo productos que cumplen con la normativa vigente y de alta aceptación sensorial, derivada de los aromas y sabores característicos de estas frutas. Ahora bien, se recomienda en futuras investigaciones llevar a cabo el estudio de biodisponibilidad del hierro presente en el refresco desarrollado, como parte fundamental para el establecimiento de la calidad nutricional del producto final, al igual que el seguimiento al contenido de vitamina C presente en el refresco, por medio de un estudio de vida útil y la realización de un análisis sensorial con población infantil, que si bien no podría ser utilizada como variable respuesta del diseño experimental por tratarse de un panel de no expertos, podría complementar los resultados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Gobernación de Antioquia, al Sistema General de Regalías de Antioquia, al Grupo de Investigaciones Agroindustriales (GRAIN) de la Universidad Pontificia Bolivariana y a la Corporación Universitaria Lasallista, cuyo apoyo fue primordial para la realización de la presente investigación.

Referencias

1. IICA. Post harvest losses in Latin America and the Caribbean: challenges and opportunities for collaboration. Washington D.C.; 2012. [citado octubre de 2015]. Disponible en: <http://goo.gl/p3V5rj>
2. WHO. Worldwide prevalence of anemia: 1993-2005. Geneva: CDC; 2008.
3. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Tabla de composición de alimentos colombianos. Bogotá; 2004. [citado octubre de 2015]. Disponible en: http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos_colombianos/principal_alimento.asp?id_alimento=419&enviado3=1
4. Rojas ML, Sánchez J, Villada Ó, Montoya L, Díaz A, Vargas C, et al. Eficacia del hierro aminoquelado en comparación con el sulfato ferroso como fortificante de un complemento alimentario en preescolares con deficiencia de hierro, Medellín, 2011. *Biomédica*. 2013;33:350-60.

Refresco de frutas fortificado con hierro para preescolares

5. Bovell-Benjamin AC, Viteri FE, Allen LH. Iron absorption from ferrous bisglycinate and ferric trisglycinate in whole maize is regulated by iron status. *Am J Clin Nutr.* 2000;71:1563-9.
6. ICONTEC. Frutas frescas. Fresa variedad Chandler. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4103. Bogotá; 1997.
7. ICONTEC. Frutas frescas. Mora de Castilla. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4106. Bogotá; 1997.
8. ICONTEC. Uchuva (*Physalis peruviana*), para el consumo fresco o destinado al procesamiento industrial. Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Bogotá; 1999.
9. Jiménez AM, Sierra CA, Rodríguez-Pulido FJ, González-Miret ML, Heredia FJ, Osorio C. Physicochemical characterisation of gulupa (*Passiflora edulis Sims. fo edulis*) fruit from Colombia during the ripening. *Food Res Int.* 2014;44:1912-8.
10. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. basic calculations for chemical and biological analyses. Arlington: AOAC; 1996.
11. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. Solids (Soluble) in fruits and fruits products. Arlington: AOAC; 1932.
12. Mendoza J, Rodríguez A, Millán P. Caracterización físicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia, Cauca. *Biotechnol Sector Agrop Agroind.* 2012;10:188-96.
13. US Environmental Protection Agency. Method 3050B: acid digestion of sediments, sludges, and soils. Washington: EPA; 1996. p. 1-12.
14. US Environmental Protection Agency. Method 7380: Iron (atomic absorption, direct aspiration). Washington: EPA; 1986. p. 1-3.
15. Asociación Española de Normalización y Certificación. Productos alimenticios. Determinación de vitamina C mediante HPLC. Madrid; 2003. p. 1-17.
16. Gutzeit D, Baleanu G, Winterhalter P, Jerz G. Vitamin C content in sea Buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides L. ssp. rhamnoides*) and related products: a kinetic study on storage stability and the determination of processing effects. *Food Chem.* 2008;73:C615-20.
17. Ramful D, Tarnus E, Aruoma OI, Bourdon E, Bahorun T. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Res Int.* 2011;44:2088-99.
18. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 3929 de 2013, por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de estos que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional. Bogotá; 2013.
19. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 333 de 2011, por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional. Bogotá; 2011.
20. ICONTEC. Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional: NTC 3932. Bogotá; 1996.
21. Zamora Utset E. Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados. La Habana: Editorial Universitaria; 2007.
22. ICONTEC. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30 °C: NTC 4519. Bogotá; 2009.
23. ICONTEC. Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C (1997c): NTC 4132. Bogotá; 1997.

24. ICONTEC. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o *Escherichia coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos: NTC 4458. Bogotá; 2007.
25. Orjuela Baquero NM, Campos Alba S, Sánchez Nieves J, Melgarejo LM, Hernández MS. Manual de manejo poscosecha de la gulupa (*Passiflora edulis Sims*). En: Melgarejo LM, Hernández MS, Poscosecha de la gulupa. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2011. p. 7-22.
26. López Camelo A. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Roma: FAO; 2003.
27. USDA. National nutrient database of standard references. Realese 27. Maryland; 2014. [citado octubre de 2015]. Disponible en: <http://goo.gl/r0XAML>
28. Floréz R, Fisher G, Sora A. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana L.*). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2000.
29. Wills R, Lee T, Graham D, McGlasson W, Hall E. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas postrecolección. Zaragoza: Acribia; 1984.
30. Gupte V. Expressing colours numerically. In: Gulrajani ML, ed. Colour measurement: Principles, advances and industrial applications. Cambridge: Woodhead; 2010. p. 432.
31. García de Moizat M de las R, Bravo de Ruiz M, Mora CJ, Bravo Villalobos A, García Bravo A. Estado nutricional antropométrico, preferencias alimentarias y contenido de macro y micro nutrientes en loncheras de niños prescolares. MedULA. 2011;20:117-23.
32. Alba Tamarit E, Gandía Balaguer A, Olaso González G, Garzón Farinós M. Determinación de las preferencias en el consumo de frutas y verduras de un grupo de niños valencianos en edad escolar. Nutr Clín Diet Hosp. 2012. 32(Supl 2):39-40.
33. Del Rea SI, Fajardo Z, Solano L, Páez MC, Sánchez A. Patrón de consumo de alimentos en niños de una comunidad urbana al norte de Valencia, Venezuela. Arch Latinoam Nutr. 2005;5: 279-86.
34. Campos Rivera NH, Reyes Lagunes I. Preferencias alimentarias y su asociación con alimentos saludables y no saludables en niños preescolares. Acta Invest Psicol. 2014;4: 1-5.
35. Du X, Kurnianta A, McDaniel M, Finn C, Qian M. Flavour profiling of "Marion" and thornless blackberries by instrumental and sensory analysis. Food Chem. 2010;121:1080-8
36. Du X, Finn CE, Qian MC. Volatile composition and odour-activity value of thornless "Black Diamond" and "Marion" blackberries. Food Chem. 2010;119:1127-34.
37. Gaitán D, Olivares M, Arredondo M, Pizarro F. Biodisponibilidad de hierro en humanos. Rev Chil Nutr. 2006;33: 142-8.
38. Trinidad TP, Kurilich AC, Mallillin AC, Walczyk T, Sagum RS, Singh NN, et al. Iron absorption from NaFeEDTA-fortified oat beverages with or without added vitamin C. Int J Food Sci Nutr. 2013;65:124-8.
39. WHO. Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva; 2015.
40. O'Connor T, Yang S, Nicklas T. Beverage intake among preschool children and its effect on weight status. Pediatrics. 2006;118: 1010-8.