

DESARROLLO DE BOCADITOS FRUTALES ELABORADOS A PARTIR DE EXCEDENTES DE LA CADENA FRUTIHORTÍCOLA

DEVELOPMENT OF FRUIT SNACKS MADE FROM FRUIT AND VEGETABLE CHAIN SURPLUSES

Cervilla, Natalia¹

Albrecht, Claudia²

Calandri, Edgardo³

Cervilla, N., Albrecht, C. y Calandri, E. (2023). Desarrollo de bocaditos frutales elaborados a partir de excedentes de la cadena frutihortícola. *Revista INNOVA, Revista argentina de Ciencia y Tecnología*, 12.

RESUMEN

En el presente estudio se realizaron formulaciones de “bocaditos frutales” (BF) a partir de manzanas y naranjas donadas al Banco de Alimentos de la ciudad de Córdoba, Argentina. Las frutas se caracterizaron fisicoquímicamente. Para el desarrollo de los BF se aplicó un diseño factorial de múltiples niveles y en los productos obtenidos se midieron los parámetros de textura: firmeza, cohesividad, masticabilidad, adhesividad y elasticidad. Las formulaciones incluyeron: jugo de naranja, harina de manzana obtenida a partir del secado y molido de esta fruta, conservante (INS 202), gelificante (gelatina de 200 bloom) y, por último, edulcorante no nutritivo. La harina de manzana resultó el parámetro más influyente ($p < 0.05$). Las variables de salida para la selección de BF fueron la firmeza, valor nutricional y la aceptabilidad. La formulación óptima presentó 24.7% de harina de manzana, 61.8% de jugo de naranja y 16.1% de gelatina. Dicha composición presentó 28.8% de hidratos de carbono y 3.6% de fibras, 11.3% de proteínas, 0.45% de lípidos, 164 kcal/100g, de valor energético. La aceptabilidad por parte de niños en edad escolar fue superior al 57%. Se concluye que es posible recuperar frutas que perdieron

¹ Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina / natalia.cervilla@unc.edu.ar

² Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina / calbrecht@fcm.unc.edu.ar / <https://orcid.org/0000-0001-6859-2936>

³ Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina / ecalandri@efn.uncor.edu / <https://orcid.org/0000-0002-9638-1527>

su aptitud comercial, transformándose en alimentos nutritivos y agradables para el consumidor joven.

ABSTRACT

In the present study, formulations of fruit snack (BF) from apples and oranges donated by Córdoba City Food Bank, Argentina were made. The fruits were physical-chemically characterized, and snack were elaborated from orange juice and the flour obtained from dehydrated and grounded apple slices. A multilevel factorial design was applied to evaluate the formulations in parameters such as: firmness, cohesiveness, chewiness, adhesiveness and elasticity. The mixtures included: orange juice, apple, preservative (INS 202), gelling agent (gelatin of 200 bloom) and non-nutritive sweetener. Apple flour was the most influential parameter ($p < 0.05$). The output variables were firmness, nutritional value, and acceptability. The optimal formulation presented 24.7% apple flour, 61.8% orange juice and 16.1% gelatin. This snack showed 28.8% carbohydrates, 3.6% fibers, 11.3% proteins, 0.45% lipids and 164 kcal/100g of energy value. Acceptability by school-age children was greater than 57%. The results show as possible to recover fruits that have lost their commercial aptitude, transforming them into nutritious and pleasant foods for young consumers.

PALABRAS CLAVE

alimentación saludable/ aprovechamiento/ golosina saludable/ pérdidas y desperdicios/ textura

KEY WORDS

healthy nutrition/ exploitation/ healthy treats/ loss and waste/ texture

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) resultan motivo de preocupación a escala global. Las PDA vulneran los pilares de la Seguridad Alimentaria y el desarrollo de sistemas alimentarios sustentables. Diversas estrategias para mitigar esta problemática, son impulsadas por los gobiernos, mientras que otras surgen del sector privado o de la sociedad civil (FAO, 2017). Según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) del año 2011, se pierden o desperdician aproximadamente 1.300 millones de toneladas de alimentos por año (FAO, 2019). Los porcentajes de pérdidas no son iguales entre los distintos grupos de alimentos. El sector frutihortícola es el segundo más afectado donde, según estimaciones, se pierde aproximadamente 21.6% (FAO, 2019). Por otro lado, a nivel mundial preocupan las cifras crecientes de sobrepeso y obesidad en todos los grupos etarios, principalmente en la población infantil. Existen más de 41 millones de niños menores de 5 años con sobrepeso u obesidad en el mundo (Malo-Serrano et al., 2017). La alimentación inadecuada impacta negativamente en la salud de la población, contribuyendo al incremento de las tasas de sobrepeso y obesidad. Las prácticas alimentarias actuales muestran una mayor dependencia de alimentos altamente procesados y ultraprocesados, usualmente ricos en grasas saturadas, azúcar y sodio y deficientes en nutrientes esenciales, como calcio, hierro, zinc, vitamina C y fibra. Los cambios de patrones alimentarios resultan en un menor consumo de frutas, hortalizas, granos enteros, frutos secos y semillas y el incremento concomitante en golosinas, snacks, gaseosas, jugos artificiales, entre otros (Zapata, Rovirosa, Carmuega, 2016). Ante un perfil alimentario nutricional desfavorable a nivel poblacional y la problemática relacionada a las PDA, se plantea la necesidad de implementar estrategias que aborden simultáneamente ambas situaciones.

OBJETIVO

Desarrollar bocaditos frutales (BF) a base de manzanas y naranjas de reducido valor comercial y sin azúcares añadidos a fin de contribuir a la reducción de las pérdidas y desperdicios de frutas a la vez de proponer una opción de alimento saludable.

METODOLOGÍA

Las frutas fueron seleccionadas aleatoriamente en las Instalaciones del Banco de Alimentos de Córdoba, Argentina. Allí funciona el Programa de "Recupero de Frutas y Hortalizas". Las frutas que son donadas al banco de alimentos generalmente han perdido valor comercial por presentar características organolépticas que no se ajustan a los estándares de calidad normalmente aceptados, sin que esto implique riesgo sanitario.

Se consideró como lote al total de frutas donadas, disponibles los días de muestreo. Este se realizó aleatoriamente con una frecuencia de tres veces por semana durante un mes. El muestreo fue estratificado, en dos etapas, tomando en primera instancia y al azar 10 kg de cada fruta, posteriormente se tomaron 2 kg de cada subgrupo siguiendo el mismo

procedimiento. Los criterios de rechazo de las frutas fueron: presencia de daño microbiológico, frutas con olor etanólico o con daños físicos o mecánicos severos.

Acondicionamiento de las frutas para su caracterización físico-química:

Lavado y desinfección: Las frutas se lavaron con agua potable y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio (5 ppm) durante 10 minutos. Posteriormente fueron procesadas hasta la obtención de una muestra uniforme para su caracterización físico química (%ATT, °Bx, humedad y pH).

Deshidratado de manzanas: Las manzanas fueron cortadas en láminas de 4mm de espesor y deshidratadas hasta peso constante en estufa con circulación forzada de aire a una temperatura entre 55° y 60°C durante 24 h. Las rodajas deshidratadas se molieron en molinillo, *Moulinex*, hasta obtener harina de manzana (HM).

Caracterización físico química de las frutas: Como parámetro de calidad en las frutas, además del %ATT, °Bx, pH, se determinó la firmeza de manzanas y porcentaje de rendimiento de jugo en naranjas.

Firmeza de manzanas: Se empleó un penetrómetro *Fruit Tester* 0-13 Kg, provisto con una punta de 11.3 mm de diámetro. Se tomaron medidas en dos puntos equidistantes en el plano ecuatorial de la fruta, luego de eliminar la epidermis. En el momento en que la fruta se perforó se determinó la lectura de presión (Gergoff Grozeff, 2016).

Rendimiento de jugo: se exprimieron las naranjas aplicando el método manual. El porcentaje de jugo se calculó como (Gergoff Grozeff, 2016):

$$\%Jugo \left(\frac{v}{w} \right) = \frac{Vol. de jugo (mL)}{Peso de la fruta (g)} \times 100 \quad Ec. 1.$$

pH: El pH en jugo de naranja se midió de forma directa con un pHmetro marca Altronix mod, TPA-V.

Porcentaje de sólidos solubles (%SS): se midió en refractómetro manual ATC como grados brix (°Bx).

Acidez Total Titulable (ATT, % w/w): se estableció por titulación con NaOH (0.1N) hasta alcanzar un pH de 8.1±0.02. La acidez se expresó como g del ácido predominante por cada 100 g de fruta, según técnica 942.15 (AOAC, 1999).

El Índice de Madurez (IM) o RATIO: se calculó como sigue (Gergoff Grozeff, 2016):

$$IM = \frac{\%SS}{ATT} \quad Ec. 2$$

Composición proximal y fibra dietética total: La composición proximal y fibra dietética total se determinaron aplicando las técnicas de la AOAC (1999). Para la

conversión del nitrógeno a proteína bruta se empleó el factor 6.25. Los hidratos de carbono totales se calcularon por diferencia de cien menos los componentes principales (%humedad, %cenizas, %grasas y % proteínas). Todos los valores se expresan en base húmeda.

Formulación de los bocaditos frutales (BF)

El gelificante (gelatina 200 *Blomm*) fue mezclado con jugo de naranja (JN) puro o diluido, según el ensayo. Para favorecer la homogeneización, la mezcla se agitó sobre manto calefaccionado durante 3 minutos y luego se incorporaron y mezclaron: harina de manzana, edulcorante no nutritivo (ENN) y sorbato de potasio. La mezcla se introdujo en el molde y se dejó enfriar.

Análisis de los parámetro de textura

Las mediciones se hicieron en un texturómetro INSTRON mod. 3342 y se procesaron mediante el software Bluehill 2[®]. Se empleó el método TPA 20, que incluye dos ciclos. Los parámetros analizados: firmeza, elasticidad, masticabilidad y gomosidad (Trinh y Glasgow, 2012), se calcularon como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Firmeza} &= P_1 & \text{Cohesividad} &= \frac{A_{2c}}{A_{1c}} & \text{Gomosidad} &= \frac{A_{2c} - A_{2w}}{A_{1c} - A_{1w}} \\ \text{Elasticidad} &= \frac{L_2}{L_1} & \text{Masticabilidad} &= \text{Firmeza} \times \text{Cohesividad} \times \text{Elasticidad} \end{aligned}$$

Donde:

P_1 : máximo de la 1ra. compresión.

A_{2c} : Área 2 de la 2da. compresión.

A_{2w} : Área de la segunda descompresión.

A_{1w} : Área de la primera descompresión.

L_2 : tiempo transcurrido desde el inicio de la 2ra. Compresión hasta su máximo.

L_1 : tiempo transcurrido desde el inicio de la 1ra. Compresión hasta su máximo.

El análisis se realizó a temperatura ambiente por triplicado.

A los fines comparativos, se realizaron análisis de TPA de Bocaditos Comerciales (BC) y Bocaditos de Gelatina 200 *Blomm* al 18% (BG).

Estabilidad de los BF a 40°C

Los BF fueron colocados en estufa a 40° durante 24 h para determinar la estabilidad de su forma por acción de la temperatura.

Composición química y valor energético de los BF

Se calculó a partir de la composición proximal de las frutas utilizadas como materia prima, el contenido de fibra dietética total y los datos de composición química obtenidos de Menchu y Méndez (2012) y ARGENFOODS (2020).

Para el cálculo del valor energético se utilizaron los siguientes factores de conversión: 4 kcal/g para hidratos de carbono y proteínas y 9 kcal/g para grasas (Códex Alimentarius, 2020).

Análisis sensorial

Durante la etapa de desarrollo de los BF se ejecutaron pruebas sensoriales acotadas con jueces semientrenados en el análisis sensorial de alimentos a fin de seleccionar las de mejores atributos a los fines propuestos y complementar los resultados de los análisis de textura y composición nutricional de los BF.

Se aplicó una prueba afectiva de medición del grado de satisfacción de los BF en niños de 8 a 12 años que asisten a una escuela pública local (Marta Juana González, provincia de Córdoba), quienes actuaron como jueces consumidores (n=62). Para la prueba se utilizó una escala hedónica gráfica de cinco puntos (Stone y Sidel, 2004). Previo a la prueba, los padres o tutores de los niños firmaron el Consentimiento Informado (CI), correspondiente.

Diseño Experimental

Para el desarrollo de las formulaciones se aplicó un diseño factorial de múltiples niveles, utilizándose para ello el software Minitab 18.1. Las variables de estudio fueron: HM, JN y G; el primero en tres niveles y los restantes, en dos. Se obtuvieron un total de 12 ensayos y sus réplicas (Tabla 2). Las concentraciones de ENN y conservante (sorbato de potasio) se mantuvieron constantes. El edulcorante empleado consiste en una mezcla de sacarina (39%) y ciclamato de sodio (61%). La concentración de sorbato fue 600 ppm, concentración inferior a la máxima permitida por Códex Alimentarius (2020).

Análisis estadístico: se realizó el análisis de varianza (ANAVA), seguido por el test de DGC, para establecer diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las características físicas y químicas de las frutas, y entre los parámetros texturales (firmeza, cohesividad, elasticidad, masticabilidad y gomosidad) de los caramelos frutales, recurriendo para ello al programa Infostat (Di Rienzo et al., 2014). Para conocer la posible asociación entre la aceptabilidad y el género se empleó el Test de Chi-Cuadrado ($p < 0.05$) usando el software Microsoft Excel (2016).

Tabla 1. Variables y niveles de estudio.

Nivel	Variables				
	HM (%) ¹	JN (%) ¹	G (%) ¹	Endulzante ²	Conservante ² (ppm)
1	14.3±0.2	67.0±4.1	17.7±6.6		
2	20.0±0.3	33.5±2.1	33.5±2.1	1.07±0.06	600
3	25.1±0.4	---	---		

1. Los valores % son p/p. 2. Estos valores se mantienen constantes para todo el ensayo.

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Matriz de diseño experimental

Nº de Ensayo	HM	JN	G
1	2	2	2
2	3	1	2
3	2	2	1
4	3	2	2
5	2	1	1
6	1	1	1
7	1	2	1
8	2	1	2
9	3	1	1
10	3	2	1
11	1	2	2
12	1	1	2

Fuente: elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización físico-química de las frutas: La firmeza de las manzanas se situó entre 509.6 y 676.2 kPa (Tabla 3). Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de madurez óptimo para las variedades más comunes (Díaz et al., 2009). La firmeza desciende en los primeros meses postcosecha y luego tiende a mantenerse estable por más tiempo, tal como lo muestran Guerra y Casquero (2005) en un estudio realizado sobre cinco variedades de manzanas, con valores iniciales entre 686,5 a 882,6 kPa, que luego de 31 semanas de almacenamiento se ubicaron entre 294,2 y 588,4 kPa.

Con respecto al jugo de naranjas el rendimiento fue del $45 \pm 10\%$. Las naranjas donadas resultaron de calidad comercial óptima, por permitir rendimientos de jugo del 50% a $10.5 \text{ }^\circ\text{Bx}$ (Díaz et al., 2009).

El pH no mostró diferencias significativas entre las frutas ($p > 0.05$), al igual que los valores de RATIO (Tabla 3); sin embargo, el %ATT y los grados $^\circ\text{Bx}$ sí lo fueron ($p < 0.05$). El mayor valor de $^\circ\text{Bx}$ en manzanas se vincula con una mayor presencia de azúcares simples, mientras que un %ATT superior en naranjas se debe a una concentración mayor de ácidos orgánicos, coincidentes con lo hallado en la bibliografía (Guerra y Casquero, 2005; Arévalo Martín, 2013).

Aunque en ambas frutas el agua es el componente principal, constituyendo cerca del 80% de su peso, la mayor presencia de hidratos de carbono totales en manzanas parece estar relacionado con su menor contenido acuoso (Tabla 3), dado que cenizas y proteínas, no muestran diferencias significativas entre estas frutas.

Tabla 3. Caracterización físico-química de las frutas.

Parámetro	Manzana	Naranja
Firmeza (kPa)	509.6 - 676.2	---
% de jugo (v/w)	---	45±10
pH	4.22±0.21 <i>a</i>	4.24±0.20 <i>a</i>
%ATT	0.26±0.05 <i>a</i>	0.59±0.12 <i>b</i>
°Brix	12.41±0.50 <i>b</i>	10.32±0.50 <i>a</i>
RATIO	48.43±8.19	48.93±4.04
Hidratos de Carbono (g%)	17.99±0.82	12.45±0.63
Proteínas (g%)	0.32±0.01 <i>a</i>	0.35±0.01 <i>b</i>
Grasa (g%)	0.16±0.03 <i>a</i>	0.42±0.04 <i>a</i>
Cenizas (g%)	0.30±0.03 <i>a</i>	0.31±0.03 <i>a</i>
Humedad (g%)	81.23±0.75 <i>a</i>	86.47±0.55 <i>b</i>

Medias con una letra común, en la misma fila, no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).
Fuente: elaboración propia.

Análisis de textura de los bocaditos frutales: El diseño experimental elegido permitió evaluar el efecto de las variables *harina de manzana* (HM), *jugo de naranja* (JN) y *gelatina* (G) y sus interacciones sobre los parámetros *Firmeza*, *Cohesividad*, *Elasticidad*, *Masticabilidad*, *Gomosidad*. Los resultados de la tabla 4 muestran que la HM es el factor más influyente, con valores de $p < 0.05$ en todos los casos. La variable G influyó sobre la firmeza y masticabilidad, y en menor medida, sobre la elasticidad (Tabla 4), mientras que JN no tuvo efectos significativos sobre ninguna de las variables texturales evaluadas. Sin embargo, la interacción entre JN y HM sí es significativa para las variables firmeza, elasticidad y masticabilidad, mientras la interacción entre G y HM es significativa para todos los parámetros, excepto la firmeza. De las interacciones dobles, la establecida entre G y HM fue la que más afectó a la elasticidad (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de textura. Valores de p para las distintas interacciones

Variable	<i>Firmeza (N)</i>	<i>Cohesividad</i>	<i>Elasticidad</i>	<i>Masticabilidad</i>	<i>Gomosidad</i>
JN	0.0575	0.8544	0.9898	0.3766	0.8787
G	<0.0001	0.6195	0.0322	<0.0001	0.5091
HM	<0.0001	<0.0001	0.0011	<0.0001	<0.0001
JN*G	0.9437	0.0452	0.0674	0.2254	0.0505
JN*HM	0.0329	0.1187	0.0318	0.0077	0.0843
G*HM	0.1162	0.0002	0.0024	0.04888	0.0002
JN*G*H M	0.1306	0.9533	0.6177	0.1541	0.9394

En negrita se señalan las interacciones con mayor nivel de significancia.

Fuente: elaboración propia.

La interacción triple entre las variables no parece afectar a ninguno de los parámetros texturales (Tabla 4).

Como se presenta en la Tabla 5, al incrementar la concentración de HM en las formulaciones, aumenta de manera proporcional la firmeza, elasticidad y masticabilidad de los BF y ocurre lo inverso sobre la gomosidad y cohesividad.

Tabla 5. Parámetros de textura de BF. analizados según el efecto de las variables principales

Variable	Nivel	Firmeza (N)	Cohesividad	Elasticidad	Masticabilidad	Gomosidad
HM	1	1.82±0.51 <i>a</i>	0.91±0.03 <i>a</i>	13.50±1.40 <i>a</i>	22.61±7.74 <i>a</i>	0.88±0.03 <i>c</i>
	2	2.32±0.41 <i>b</i>	0.87±0.01 <i>b</i>	14.53±0.78 <i>b</i>	29.31±6.22 <i>b</i>	0.84±0.01 <i>b</i>
	3	3.27±0.36 <i>c</i>	0.83±0.02 <i>c</i>	14.91±0.85 <i>b</i>	40.19±4.63 <i>c</i>	0.79±0.02 <i>a</i>
G	1	2.14±0.67 <i>a</i>	0.87±0.05 <i>a</i>	14.10±1.38 <i>a</i>	24.91±8.70 <i>a</i>	0.85±0.06 <i>a</i>
	2	2.85 ± 0.60 <i>b</i>	0.87± 0.02 <i>a</i>	14.62±0.87 <i>b</i>	35.15±7.32 <i>b</i>	0.84±0.03 <i>a</i>

Medias con una letra común, en la misma columna y separado por variable, no son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Fuente: elaboración propia.

Del análisis de la variable G se observó, que al igual que en la HM, su mayor concentración en las formulaciones incrementa la firmeza, la masticabilidad y elasticidad de los BF, pero no afecta de manera significativa la gomosidad y la cohesividad, dentro del rango de las concentraciones empleadas. Mutlu et al. (2018) observaron resultados similares respecto a firmeza y masticabilidad, para bocaditos de miel y gelatina. Sin embargo, mencionan que la elasticidad disminuye con el incremento de la concentración de G, sin afectar la cohesividad.

El aumento en firmeza y masticabilidad sería consecuencia de la formación de una estructura de gel más dura, por el incremento en la dosis de G o HM.

En los BF, los parámetros de textura analizados se agruparon en cuatro categorías, excepto la firmeza, en la que se evidenció una quinta, y en la elasticidad, donde sólo se agrupan en dos. En todos los casos las diferencias son estadísticamente significativas entre categorías (Tabla 6). A fines prácticos, el foco está centrado en los grupos que presentaron los mayores y menores valores de los parámetros estudiados.

La firmeza es la fuerza máxima obtenida durante la primera parte de la compresión, simulando el primer mordisco. Se relaciona con la fuerza requerida para comprimir un

alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar (González et al., 2015). Los BF4 y BF5 fueron los que presentaron la mayor firmeza, mientras que en los BF6 y BF7 ocurrió lo contrario. Aquí se evidencia el efecto de la concentración de HM y G sobre la firmeza. Aquellos formulados con la mayor proporción de ambas variables, independientemente de la concentración de JN (Tabla 2) presentaron mayor firmeza, ocurriendo lo inverso con los otros dos. Se optó por privilegiar parámetros como la firmeza, dado que una resistencia muy baja a la primera mordida sería mal recibida por consumidores de este tipo de golosinas. La firmeza de los BF fue, en general, superior a los obtenidos por otros autores (Cappa et al., 2015).

Todas las formulaciones resultaron menos firmes que los BC y que los BG empleados a fines comparativos (Tabla 6).

La masticabilidad representa la energía requerida por un alimento sólido para reducir su tamaño, a fin de poder ser deglutido. La mayor masticabilidad tuvo lugar para el BF4, que como se mencionó anteriormente está formulado con la mayor cantidad de HM, G y JN, mientras que la menor masticabilidad se encontró en los BF6, BF7 y BF3. Los dos primeros presentan en su composición las menores contracciones de HM y G, sin embargo BF3, presentó un contenido intermedio de HM (Tabla 2).

La cohesividad mide la resistencia a la rotura bajo compresión, y se vincula con las fuerzas que mantienen la estructura del alimento. Es adimensional y un valor igual a uno indica que la muestra se recupera completamente luego de la primera compresión (González et al., 2015). Como se aprecia en la tabla 4, la interacción entre la HM y la G fue muy significativa para la cohesividad. En este sentido, se observó que el BF6 fue el más cohesivo, seguido por BF7, BF11 y BF12. Todos ellos presentaron la menor proporción de HM en la formulación, y en el caso de BF6, el resto de las variables también se encontraron en sus niveles mínimos. La menor cohesividad se encontró en los BF formulados con mayor proporción de HM (Tabla 2), ellos son: BF2, BF9 y BF10 (Tabla 6). Esta conducta sugiere una acción disruptiva de la HM, que debilita la red continua que forma la gelatina.

Por otro lado, la elasticidad mide cuánto de la estructura original del alimento se mantiene luego de la primera mordida. Los resultados de este parámetro muestran una tendencia similar a lo observado para la firmeza y masticabilidad en relación a las concentraciones de HM y G, incrementándose de manera proporcional a las concentraciones de HM o G (Tabla 5). Sin embargo, al analizar los BF, el efecto de las variables de manera independiente no presenta claridad y sólo el BF7 presentó la menor elasticidad, respecto al resto. Los valores de elasticidad, son notablemente inferiores a los BC y BG. La capacidad de estos últimos para recuperar su forma original luego del primer ciclo de compresión es notablemente mayor (González et al., 2015).

Resulta importante destacar que para alimentos semisólidos, como es el caso de los BF, la gomosidad es un indicador de mayor representatividad que la masticabilidad, dado que expresa la energía comprometida en la masticación de un alimento elástico (Trinh

Glasgow, 2012). Como es de esperar, la cohesividad y gomosidad presentan tendencias similares, disminuyendo con el incremento de HM y G.

Tabla 6. Parámetros de textura, %Sólidos y % Humedad de los BF

M	F (N)	C	E	M	G	H (%)	%S
BF1	2.34±0.3 4 c	0.87±0.0 2 b	14.59±1. 1 b	29.90±5.77 b	0.85±0.0 2 b	61.60±0.2 8 b	38.40±0.2 8 c
BF2	3.61±0.3 0 e	0.83±0.0 1 a	13.71±0. 72 b	41.09±2.47 c	0.80±0.0 1 a	60.41±0.1 5 b	39.60±0.1 5 c
BF3	1.87±0.0 8 b	0.86±0.0 1 b	13.93±0. 24 b	22.39±1.16 a	0.83±0.0 1 b	62.03±0.0 6 b	37.92±0.0 6 c
BF4	3.52±0.2 7 e	0.85±0.0 2 b	15.47±0. 26 b	46.37±3.64 d	0.83±0.0 2 b	57.47±0.5 1 a	42.53±0.5 1 d
BF5	2.12±0.0 3 c	0.87±0.0 0 b	14.60±0. 28 b	28.84±0.50 b	0.84±0.0 0 b	65.80±0.0 5 c	34.51±0.0 5 b
BF6	1.50±0.2 7 a	0.93±0.0 2 d	13.25±1. 42 b	18.53±4.35 a	0.91±0.0 3 d	69.48±0.3 0 d	30.52±0.3 0 a
BF7	1.37±0.0 8 a	0.90±0.0 1 c	11.93±0. 55 a	14.76±0.89 a	0.88±0.0 1 c	65.66±0.4 0 c	34.34±0.4 0 b
BF8	2.92±0.0 5 d	0.86±0.0 0 b	14.96±0. 48 b	37.50±1.70 c	0.83±0.0 0 d	60.44±4.0 3 b	39.56±4.0 3 c
BF9	2.98±0.1 9 d	0.81±0.0 1 a	15.00±0. 55 b	36.11±1.24 c	0.77±0.0 1 a	60.01±0.3 7 b	40.00±0.3 7 c
BF1 0	2.97±0.0 7 d	0.81±0.0 1 a	15.44±0. 13 b	37.19±0.37 c	0.78±0.0 1 a	57.99 ±0.37 a	42.02±0.3 7 d
BF1 1	2.48±0.1 9 c	0.89±0.0 3 c	14.63±0. 98 b	32.36±4.62 b	0.86±0.0 3 c	64.18±0.6 5 c	35.82±0.6 5 b
BF1 2	2.25±0.1 2 c	0.89±0.0 2 c	14.43±0. 46 b	28.88±2.47 b	0.87±0.0 2 c	66.69±0.5 2 c	33.68±0.0 0 b
BG	5.60±0.9 7 a	0.47±0.0 5 a	24.93±0. 44 a	34.28±5.75 a	0.51±0.0 5 a		
BC	41.71±2. 53 b	0.63±0.0 3 b	25.66±0. 19 b	671.20±7.2 6 b	0.61±0.0 4 b		

Además del análisis de las variables sobre los parámetros de textura, se determinó el efecto de las formulaciones sobre la estabilidad térmica de los BF. En este sentido se destaca que el contenido de HM influyó positivamente sobre la estabilidad térmica de las formulaciones. Aquellas con la menor proporción en HM perdieron completamente sus formas originales, luego de 24 h a 40 °C (Fig. 1). El resto, solo presentó contracción de su estructura, a consecuencia de la deshidratación, sin perder su forma (Fig. 1).

Figura 1. Bocaditos frutales, luego de 24 h en estufa a 40 °C.

Harina de Manzana (%)	Gelatina (%)			
	17.7±6.6		33.5±2.1	
	Jugo de Naranja (%)			
	67.0±4.1	33.5±2.1	67.0±4.1	33.5±2.1
25.1±0.4				
20.0±0.3				
14.3±0.2				

Las humedades presentes en los BF fueron altas; se trata de alimentos con a_w superiores a 0.85, mayores incluso a aquellos formulados por Mutlu et al. (2018) y Cappa et al. (2015) por lo que debe tenerse en cuenta el posible desarrollo de hongos, de allí la inclusión de sorbato de potasio. La concentración del conservante fue inferior al máximo estipulado por Códex Alimentarius (2020). Los sólidos totales se encontraron alrededor del 30-40%, inferiores a los obtenidos por los autores previamente citados, consecuencia esperable dado el mayor contenido de agua de los BF.

Las variables de respuesta seleccionadas para el presente diseño fueron firmeza máxima, mayor valor nutricional, mayor aceptación en pruebas sensoriales acotadas y estabilidad a 40 °C. Bajo estas condiciones la formulación seleccionada, BF4, se compone de 24.74% de harina de manzana, 61.85% de jugo de naranja y 16.17% de gelatina.

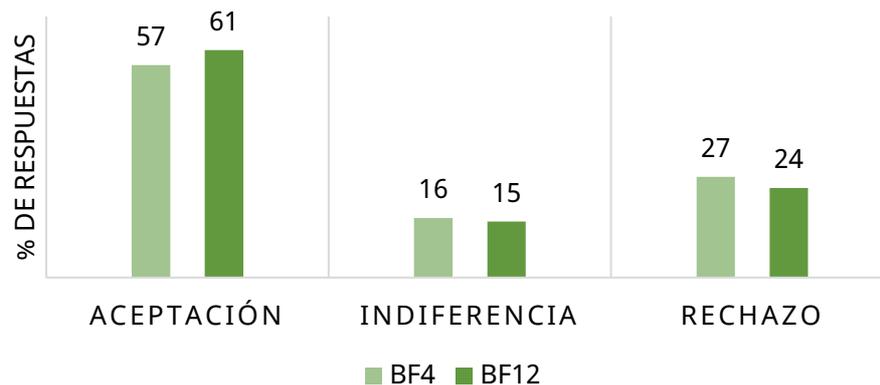
Análisis Sensorial

En las pruebas sensoriales acotadas se observó que la formulación BF12, compuesta por 14,12% de HM, 35,29% de JN y 28,34% de G, fue aceptada por la mayoría de los jueces.

Por lo tanto, este BF fue incluido en la prueba sensorial final realizada en escolares, junto a BF4 (24,74% HM, 61,85% JN y 16,17% G), seleccionado por presentar los mejores parámetros de textura.

La prueba sensorial fue realizada por el 55% de las niñas y el 45% de los niños. La edad media de los estudiantes fue de $10,7 \pm 1,27$ años.

Figura 2. Porcentaje de respuestas de la evaluación sensorial de BF



No se presentaron diferencias significativas entre la aceptación, indiferencia o rechazo de ambos BF ($p: 0.1665$). Como se presenta en la Fig. 2, la distribución de las apreciaciones de los jueces fue similar entre los BF4 y BF12, siendo la aceptabilidad en ambos casos, mayor al 55% (61% BF12 y 57% BF4).

El puntaje promedio fue 3.4 para BF4 y 3.5 para BF12. Esto refleja que ambos BF tuvieron apreciaciones similares durante la prueba. Mutlu et al. (2018) lograron resultados similares, sin embargo, la prueba no fue realizada por niños. Por otro lado, Charoen et al. (2015) analizó la aceptabilidad de bocaditos adicionados con extractos antioxidantes empleando una escala hedónica de 9 puntos para diferentes parámetros, uno de ellos evaluó la apreciación general obteniendo valores medios superiores a 5, excepto en una de las formulaciones, lo que indica que los productos fueron agradables para los jueces, cabe aclarar que esta prueba tampoco fue realizada por niños.

Por otro lado, no se encontraron diferencias en la aceptabilidad del BF12 relacionadas al sexo de los encuestados ($p: 0.7419$), sin embargo, en BF4 hay diferencias en las apreciaciones de los jueces relacionadas al sexo ($p: 0.05$). Estas diferencias se hacen evidentes en la categoría de indiferencia (no me gusta ni me disgusta), donde el 26% de las mujeres manifestaron su indiferencia ante los BF, mientras que en el caso de los hombres, sólo el 4% lo hizo.

Resulta de interés la escasa diferencia de aceptabilidad entre ambas formulaciones, dado que sus composiciones son sustancialmente diferentes. Si bien de los cinco parámetros texturales, sólo la firmeza se empleó como variable de respuesta, para los bocaditos comerciales (gomitas) ésta fue casi 10 veces superior a los BF. Para un

consumidor acostumbrado a consumir bocaditos comerciales, es poco probable que pueda percibir la diferencia entre BF4 y BF12, apenas superior a 1 Newton.

Composición química-nutricional de los BF

De las dos formulaciones desarrolladas, BF4 presenta el mayor contenido en hidratos de carbono totales, grasa y fibras (Tabla 6).

Al analizar comparativamente la composición de BF4 y BF12 con los BC, los mejores se destacan por su mejor perfil nutricional.

Los hidratos de carbono presentes en BC corresponden a azúcares añadidos durante el proceso de producción y no aportan fibra dietética. A diferencia de estos, los BF no poseen azúcares añadidos; esta característica resulta positiva desde el punto de vista nutricional, por ser un factor de riesgo de enfermedades no transmisibles (Rodríguez Delgado et al., 2017) y presentan un ligero contenido de fibra dietética, 0.7 (BF4) y 0.4 g (BF12) de fibra dietética por porción. Los BC no aportan fibra dietética.

De acuerdo con lo declarado en los rótulos de los BC, sus ingredientes principales son jarabes de glucosa, fructosa y sacarosa. Incorporan además, aditivos con función aromatizante, saborizante, colorante y acidulante. Estos datos coinciden con los publicados por Burey et al. (2009) quienes además, mencionan el uso de otros componentes con acción gelificante como almidón, gelatina o pectina, junto con ácidos. Charoen (2015) desarrolló este tipo de productos con adición de antioxidantes obtenidos de hojas de *Psidium guajava*, pero con los ingredientes clásicos, como los mencionados para BC.

Los BC no aportan grasas y los BF lo hacen en niveles despreciables; sin embargo, el aporte que estos últimos hacen en proteínas es aproximadamente el doble que los BC, en todos los casos se emplea gelatina como gelificante siendo el ingrediente que aporta proteínas.

Tabla 7. Composición nutricional de bocaditos frutales y comerciales, en 100 g

g%	BF4	BF12	Bocaditos comerciales (gomitas)*
Hidratos de carbono totales	28.8±2.80	16.9±1.60	75±24
Fibra	3.6±0.63	2.1±0.35	0.0±0.0
Proteínas	11.3±0.19	12.4±0.11	6.0±2.3
Grasas totales	0.45±0.16	0.26±0.09	0.0±0.0
Valor energético (kcal/100g)	164.4±3.15	119.8±1.8	325±6.09

*Valores obtenidos a partir del promedio de 12 tipos de bocaditos comerciales (gomitas).

Para expresar el aporte nutricional de los BF se tomó como referencia la porción establecida para el grupo de los alimentos de “Consumo opcional” como “caramelos, chupetines y pastillas” correspondiente a 20 g (CAA, 2023).

Los BC analizados aportan alrededor de 82.8 ± 18.2 kcal/porción. El valor energético de los BF por porción, se encuentra muy por debajo de ese valor, como consecuencia, principalmente, del aporte de hidratos de carbono (Tabla 7). La diferencia en el aporte de kcal por porción permite suponer que la porción de los BF podría ser mayor, con los consiguientes beneficios de esto sobre el aporte de nutrientes.

CONCLUSIONES

La alimentación responsable desde el punto de vista nutricional así como del impacto que las elecciones alimentarias tienen sobre el ambiente, abre un nuevo modo de pensar el diseño de los alimentos. Los consumidores, cada vez más conscientes en lo que respecta a alimentación saludable y sustentable, prefieren alimentos con menos azúcares añadidos, que aportan componentes con potenciales propiedades funcionales y componentes bioactivos, y que a su vez su producción, distribución y mercadeo genere el menor impacto en el medio ambiente. Los bocaditos frutales poseen características nutricionales y texturales adecuadas para la alimentación de niños a edades tempranas, donde aún no han finalizado el proceso de dentición y el riesgo de atragantamiento es mayor. También para el caso de adultos mayores con dificultades masticatorias. Respecto a los niños, es importante la incorporación de alimentos saludables en etapas de la vida donde se inicia la formación de gustos y hábitos alimentarios.

A partir de los bocaditos frutales desarrollados, se comprobó que es posible ofrecer a los niños un alimento de características nutricionales saludables sin el agregado de azúcar, colorantes y aromatizantes artificiales. Si bien se empleó un ENN, no se descarta la posibilidad de formularlos sin edulcorantes artificiales. Por otro lado, se ha mostrado como posible el empleo de frutas que no reúnen los estándares deseados, reduciéndose de este modo las pérdidas y desperdicios de alimentos y contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

Financiamiento

Este estudio fue financiado por la Universidad Nacional de Córdoba (SECYT-UNC 233/2020).

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por la beca de Cervilla NS, y a las personas que amablemente aceptaron participar.

Referencias bibliográficas

AOAC (1999): *Official Methods of Analysis of the Association of Analysis Chemist*. AOAC Internacional. Gaithersburg. USA. Method N°: Lipids 920.39. total protein 984.13. ash 923.03. moisture 934.01 and total dietary fiber 985.29.

Arévalo Martín, M. (2013). *Determinaciones cuantitativas en naranja mediante tecnologías NIRS*. (Máster en Tecnología y Calidad en las Industrias Agroalimentarias). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Pública de Navarra.

ARGENFOODS (2010). *Tabla de composición química de alimentos*. <http://www.unlu.edu.ar/~argenfoods/Tablas/Tabla.htm>

Burey, P., Bhandari, B.R., Rutgers, R.P.G., Halley, P.J. y Torley, P.J. (2009). Confectionery Gels: A Review on Formulation. Rheological and Structural Aspects. *International Journal of Food Properties*, 12 (1), 176–210. <https://doi.org/10.1080/10942910802223404>

CAA. (2023). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo V. https://alimentosargentinos.magyp.gov.ar/contenido/marco/CAA/capitulospdf/Capitulo_V.pdf

Cappa, C., Lavelli, V. y Mariotti, M. (2015). Fruit candies enriched with grape skin powders: physicochemical properties. *LWT, Food Science and Technology*, (62), 569-535. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.039>

Charoen, R., Savedboworn, S., Phuditcharnchnkun, S. y Khuntawettat, T. (2015). Development of Antioxidant Gummy Jelly Candy Supplemented with Psidium guajava leaf extract. *KMUTNB Int J Appl Sci Technol.*, 8 (2), 145-151. [10.14416/j.ijast.2015.02.002](https://doi.org/10.14416/j.ijast.2015.02.002)

Códex Alimentarius (2020). *Normas Internacionales de los Alimentos*. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/resources/elearning-course/es/>

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, I., Tablada, M. y Robledo, C. (2014). *Grupo InfoStat*. <http://www.infostat.com.ar>

Díaz, S., Gargiulo, M., Gemelli, F., Pacheco, P.A., Rodríguez, O., Sallé, D. y Zuzich, A.P. (2009). *Manual de Procedimientos y Referencias Técnicas por producto para la tipificación de la calidad de las frutas y hortalizas frescas. La formación de los precios en frutas y hortalizas frescas. Intendencia Municipal de Montevideo Comisión Administradora del Mercado Modelo*. https://www.uam.com.uy/images/DESARROLLO_COMERCIAL/Informacion_tecnica/Manual_de_procedimientos_y_referencias_t%C3%A9cnicas_para_la_tipificaci%C3%B3n_de_la_calidad_de_frutas_y_hortalizas_frescas.pdf

FAO. (2017). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. Alianzas e institucionalidad para construir mejores políticas*. <http://www.revistainternos.com.ar/v2/wp-content/uploads/2020/07/Proyecto-FAO-1.pdf>

FAO. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Pérdida y desperdicio de alimentos*. <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>

Gergoff Grozeff, G.E. (2016). *Maduración e índices poscosecha. Aspectos fisiológicos y determinación de estados de madurez de frutos*. Cátedra de Fruticultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Guerra, M. y Casquero, P.A. (2005). Evolución de la Madurez de Variedades de Manzana y Pera en Almacenamiento Frigorífico Conjunto con Absorbedor de Etileno. *Información tecnológica*, 16 (4), 11-16. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642005000400003>

- González, A., Alvis, A. Y Arrázola, G. (2015). Efecto del Recubrimiento Comestible en las Propiedades de Trozos de Batata {Ipomoea Batatas Lam) Fritos por Inmersión. Parte 1: Textura. *Inf. Tecn*, 26 (1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000100011>
- Menchú, M.T. y Méndez, M.T. (2012). *Tabla de composición química de los alimentos de Centroamérica. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP)*. Organización Panamericana de la Salud (OPS). <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCAAlimentos.pdf>
- Malo-Serrano, M., Castillo, N.M. y Pajita, D.D. (2017). Obesity in the world. *An Fac med.*, 78(2), 173-178. <https://doi.org/10.15381/anales.v78i2.13213>
- Mutlu, C., Tontula, S.A. y Erbas, M. (2018). Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *LWT. Food Science and Technology*, 93, 499-505. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.064>
- Rodríguez Delgado, J. (2017). Sugars...the bad ones of the diet? *Rev Pediatr Aten Primaria.*, 19(26), 69-75. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322017000300009
- Stone, H. y Sidel, J.L. (2004). Sensory Evaluation Practices. Affective Testing. *Food Science and Technology*, 247-277.
- Trinh, K.T. y Glasgow, S. (2012). *On the texture profile analysis test*. https://www.researchgate.net/publication/316093466_On_the_texture_profile_analysis_test
- Zapata, M.E., Roviroso, A. y Carmuega, E. (2016). *La mesa Argentina en las últimas dos décadas: cambios en el patrón de consumo de alimentos y nutrientes 1996-2013*. <https://cesni-biblioteca.org/archivos/LA-MESA-ARGENTINA-EN-LAS-ULTIMAS-DOS-DECADAS.pdf>

Fecha de recepción: 15/10/2023

Fecha de aceptación: 4/12/2023