

Valorización del bagazo de jugos de frutas y hortalizas en el desarrollo de galletitas dulces sin sellos de advertencia en un etiquetado frontal

Valorization of Fruit and Vegetable Juice Pomace for the Development of Sweet Cookies Without Front-of-Package Warning Labels

Lic. Kozyra Bilicich, Selene¹, Lic. Bruguez César², Dra. Lingiardi Nadia^{1,2,3}, Bioq. Formigli Regina¹, Dra. Piccirilli Gisela², Dra. Verdini Roxana^{1,2,3}, Dra. Llopert Emilce^{1,3}, Dra. Soazo Marina^{1,2,3}.

¹Instituto de Química Rosario (IQUIR), Universidad Nacional de Rosario (UNR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. ²Departamento de Ciencias de los Alimentos y del Medio Ambiente, Área de Bromatología y Nutrición, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR, Argentina.

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

Resumen

Introducción: La industria de jugos genera grandes volúmenes de bagazos ricos en fibra, cuyo aprovechamiento contribuye a la economía circular y al desarrollo de alimentos más saludables. En Argentina, la Ley de Promoción de la Alimentación Saludable fomenta la reformulación de productos para reducir azúcares y grasas, ofreciendo una oportunidad para valorizar estos subproductos en galletitas dulces.

Materiales y método: Se obtuvo un bagazo a partir del jugo prensado de manzana, pera, naranja y rabanito, caracterizado en su composición química. Se elaboraron cuatro formulaciones de galletitas a partir de un control, aplicando reducciones de aceite (25% y 50%) y azúcar (50% y 60%), reemplazando estos ingredientes por bagazo. Se determinaron parámetros tecnológicos, composición química y análisis sensorial descriptivo (QDA). Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados: El bagazo presentó alto contenido de fibra dietaria y azúcares totales. Algunas formulaciones de galletitas mostraron variaciones perceptibles en el color, aunque la tonalidad neutra del bagazo no impactó significativamente. La dureza aumentó con la menor reducción de azúcar, mientras que el aceite no tuvo efecto significativo. No se observaron diferencias en diámetro ni factor galletita; únicamente la formulación con 50% de reducción de aceite y 30% de reducción de azúcar presentó un espesor significativamente mayor respecto a las demás formulaciones. La reducción de azúcar disminuyó la percepción de dulzor, y el mayor contenido de bagazo incrementó sabores y olores ajenos, sin comprometer la aceptabilidad global (≥ 5). La formulación con la mayor reducción de aceite y azúcar fue libre de sellos de advertencia y pudo declararse 'fuente de fibra', 'muy bajo sodio' y 'no contiene grasas trans'.

Conclusiones: Es factible valorizar bagazos de frutas y hortalizas en galletitas dulces reducidas en azúcar y grasa, obteniendo un producto sin sellos, con mayor contenido de fibra y buena aceptación sensorial. Esta estrategia constituye una alternativa sustentable para mejorar el perfil nutricional de productos de consumo masivo y promover hábitos alimentarios más saludables.

Palabras clave: Fibra dietética; Residuos de alimentos; Productos de panificación; Análisis sensorial; Bagazo de frutas y hortalizas

Abstract

Introduction: The juice industry generates large amounts of pomace rich in dietary fiber, whose utilization contributes to the circular economy and the development of healthier foods. In Argentina, the Healthy Eating Promotion Law encourages product reformulation to reduce sugar and fat content, providing an opportunity to valorize these by-products in sweet cookies.

Materials and Method: Pomace was obtained from pressed apple, pear, orange, and radish juice and characterized for its chemical composition. Four cookie formulations were developed from a control formulation by reducing oil (25% and 50%) and sugar (50% and 60%) and replacing these ingredients with pomace. Technological properties, chemical composition, and descriptive sensory analysis using Quantitative Descriptive Analysis (QDA) were evaluated. Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test ($p < 0.05$).

Results: The pomace showed a high dietary fiber and total sugar content. Some cookie formulations exhibited perceptible color differences, although the neutral color of the pomace had no significant impact. Hardness increased with the lower level of sugar reduction, whereas oil reduction had no significant effect. No differences were observed in diameter or cookie factor; only the formulation with 50% oil reduction and 30% sugar reduction showed a significantly greater thickness compared with the other formulations. Sugar reduction decreased perceived sweetness, while higher pomace incorporation increased off-flavors and off-odors without compromising overall acceptability (≥ 5). The formulation with the greatest reductions in oil and sugar was free of front-of-package warning labels and met the requirements to be labeled as a source of fiber, very low sodium, and trans-fat-free.

Conclusions: Fruit and vegetable pomace can be successfully valorized in sweet cookies with reduced sugar and fat content, yielding a product free of front-of-package warning labels, with increased dietary fiber content and good sensory acceptability. This strategy represents a sustainable alternative to improve the nutritional profile of widely consumed foods while promoting healthier dietary habits.

Keywords: Dietary Fiber; Food Waste; Bakery Products; Sensory Evaluation; Fruit and Vegetable Pomace.



DIAETA es propiedad de la Asociación Argentina de Licenciados en Nutrición y mantiene la propiedad intelectual.

ISSN 0328-1310
ISSN 1852-7337 (En línea)

Contacto:

Marina Soazo,
soazo@iquir-conicet.gov.ar

Recibido: 15/09/25.

Envío de revisiones al autor:
08/12/25. Recepción versión
corregida: 09/12/25. Aceptado
en su versión corregida:
10/07/26.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Fuente de financiamiento:

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional de Rosario (UNR) bajo los números de subsidios PIP 11220210100097CO y 80020190100010UR, respectivamente.

Este es un artículo open access licenciado por Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional — CC BY-NC-SA 4.0. Para conocer el alcance de esta licencia, visita <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>



Indizada en LILACS, SciELO y EBSCO; catálogo del sistema LATINDEX. Incorporada al Núcleo Básico Revistas Científicas Argentinas, CONICET

Introducción

La industria alimentaria, en particular la de jugos de frutas y hortalizas, genera grandes volúmenes de subproductos que habitualmente son desechados o destinados a usos de bajo valor agregado. Estos subproductos, constituidos principalmente por pulpas, cáscaras y semillas, poseen un alto contenido de fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos bioactivos, lo que los convierte en ingredientes de interés para el desarrollo de alimentos funcionales (1). Su aprovechamiento en nuevas formulaciones no solo representa una estrategia para reducir el desperdicio alimentario, sino que también contribuye a la economía circular y a la sustentabilidad de los sistemas productivos (2).

En los últimos años, el interés por incorporar ingredientes de origen vegetal ricos en fibra y antioxidantes a productos de consumo masivo ha ido en aumento, impulsado por las demandas de consumidores cada vez más conscientes de la relación entre alimentación y salud. Entre los productos de mayor consumo en la dieta cotidiana, se encuentran las galletitas dulces, que suelen tener un elevado contenido de azúcares, grasas y harinas refinadas, factores que limitan su perfil nutricional (3). Reformular este tipo de alimentos incorporando ingredientes con propiedades funcionales puede ser una alternativa estratégica para mejorar su calidad nutricional, al tiempo que se promueve la innovación en la industria alimentaria (4).

En Argentina, la sanción de la Ley de Promoción de la Alimentación Saludable N° 27.642 y la implementación del sistema de sellos de advertencia nutricional plantean un escenario en el que los elaboradores de alimentos deben reformular sus productos para evitar contenidos excesivos de nutrientes críticos como azúcares, grasas saturadas y sodio (5). En este contexto, surge la necesidad de desarrollar alimentos que, además de cumplir con los criterios establecidos por la normativa, resulten atractivos para el consumidor desde el punto de vista sensorial. El empleo de subproductos agroindustriales en la formulación de galletitas puede constituir una oportunidad para mejorar el perfil nutricional y, al mismo tiempo, contribuir a la reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos (4).

Diversos estudios han demostrado que la incorporación de harinas obtenidas a partir de subproductos de frutas y hortalizas, como bagazos, cáscaras o semillas, permite enriquecer alimentos horneados con fibra dietética y compuestos bioactivos, mejorando su valor agregado y aportando beneficios potenciales para la salud (6-8). Sin embargo, estas matrices suelen presentar desafíos tecnológicos y sensoriales, ya que sus características fisicoquímicas pueden modificar la textura, el color y el sabor de los productos finales. De allí la importancia de evaluar de manera integral tanto los aspectos tecnológicos como la aceptabilidad sensorial al desarrollar nuevas formulaciones (9).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue valorizar el subproducto de jugos prensados de frutas y hortalizas como ingrediente en la elaboración de galletitas dulces, buscando obtener un producto libre de sellos de advertencia, conforme a la Ley N° 27.642, y analizar el impacto de la incorporación de estos subproductos en la calidad tecnológica y sensorial de las galletitas. De este modo, se busca contribuir

Lic. Kozyra Bilicich, Selene.
ID 0009-0002-8770-2621,
selenekozyra@gmail.com

Lic. Bruguez, César.
ID 0009-0003-3711-2903,
cbruguez@gmail.com

Dra. Lingiardi Nadia.
ID 0000-0003-1968-8637,
nadia.lingiardi@unr.edu.ar

Bioq. Formigli, Regina.
ID 0009-0001-3747-5734,
reinaformi@hotmail.com.ar

Dra. Piccirilli, Gisela.
ID 0000-0001-7353-9574,
piccirilli@iquir-conicet.gov.ar

Dra. Verdini, Roxana.
ID 0000-0002-2339-6904,
rverdini@fbioyf.unr.edu.ar

Dra. Llopart, Emile.
ID 0000-0002-2276-3004,
llopart@iquir-conicet.gov.ar

Dra. Soazo, Marina.
ID 0000-0002-6437-1957,
soazo@iquir-conicet.gov.ar

Cómo citar:

Kozyra Bilicich, S y col.
Valorización del bagazo de
jugos de frutas y hortalizas
en el desarrollo de galletitas
dulces sin sellos de advertencia
en un etiquetado frontal.
DIAETA (B.AIRES) 2026; 44:
e2604403

al desarrollo de alimentos innovadores, más saludables y sostenibles, que promuevan tanto la mejora de la dieta de la población como la reducción del impacto ambiental asociado al desperdicio de alimentos.

Materiales y método

Elaboración de los jugos y obtención de los bagazos

Para la elaboración del jugo se emplearon naranja, manzana, pera y rabanito. La formulación se definió a partir de una receta de jugo prensado seleccionada entre las disponibles comercialmente y estuvo compuesta por 43% de manzana, 40% de pera, 16% de naranja y 1% de rabanito. Estos ingredientes fueron lavados con agua potable, secados y cortados y/o pelados cuando fue necesario. Se agregaron alternadamente en un extractor de jugos (Peabody Max Juicer) para obtener el jugo y su correspondiente residuo retenido en el filtro del equipo, llamado bagazo. Cada elaboración se repitió hasta alcanzar aproximadamente 5 kg de bagazo húmedo (humedad inicial: $80,6 \pm 0,4\%$). Luego, se secó en un horno de convección eléctrico (Moretti) a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta lograr un contenido de humedad de $5,4 \pm 0,1\%$. Dicho valor se mantuvo por debajo del umbral del 10% del Código Alimentario Argentino (CAA) contemplado para bagazos de manzana secos, con el fin de asegurar condiciones de conservación adecuadas (10). Posteriormente, el bagazo seco se dejó enfriar hasta alcanzar temperatura ambiente, se molió con un molinillo (TecnoDalvo) y se envasó al vacío (envasadora Neovac) hasta su análisis posterior.

Caracterización del bagazo

Se determinó el contenido de fibra dietaria total (FDT), insoluble (FDI) y soluble (FDS) de

acuerdo con los métodos oficiales AOAC (AOAC 991.43, 1990) (11) y azúcares totales de acuerdo con el método Fehling-Causse-Bonnans.

Formulación de galletitas dulces

Para la elaboración de las galletitas dulces simples se utilizó: harina de trigo tipo 000 (Molino Juan Semino S.A., Argentina), azúcar refinada (David Rosental e Hijos S.A.I.C., Argentina), aceite de girasol alto oleico (Cañuelas, Argentina), avena instantánea (Morixe, Argentina), polvo de hornear (Kraft Foods, Argentina), esencia de vainilla (Alicante) y agua potable. Todos los ingredientes se adquirieron en un comercio local. La formulación de las galletitas experimentales se basó en una receta previamente optimizada y estandarizada por el grupo de trabajo, utilizada únicamente como referencia para establecer los niveles de reducción de azúcar y aceite. A partir de esta receta (galletita control, GC) se diseñaron cuatro variantes experimentales, reduciendo el contenido de aceite en un 25% y 50% y el de azúcar en un 30% y 60%. Las formulaciones se identificaron como 25/30, 25/60, 50/30 y 50/60, según los porcentajes de reducción de aceite y azúcar, respectivamente. Estas reducciones fueron compensadas reemplazando dichos ingredientes por el bagazo seco obtenido en las proporciones indicadas en la Tabla 1. El resto de los ingredientes se mantuvo constante, coincidiendo con la receta original de la GC (Tabla 1).

Para el desarrollo de la masa, se batió con batidora eléctrica (Philips) durante 2 min: el azúcar, la avena previamente hidratada, la esencia de vainilla y el aceite de girasol hasta lograr una consistencia cremosa. Posteriormente, se incorporaron gradualmente los ingredientes secos restantes (harina previamente tamizada y bagazo), agregando agua según fuera necesario para obtener una masa homogénea. La masa se dejó reposar 15 min y se estiró hasta

Tabla 1. Ingredientes (%) de las diferentes formulaciones de galletitas dulces experimentales según los niveles de bagazo y reducción de aceite / azúcar, respectivamente.

Ingredientes (%)	GC	25/30	25/60	50/30	50/60
Harina de trigo	52	52	52	52	52
Bagazo	0	12	19	16	23
Aceite	19	14	14	10	10
Azúcar	24	17	10	17	10
Avena	4	4	4	4	4
Polvo de hornear	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Esencia de vainilla	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

GC: galletita control (receta de referencia)

un espesor de 1 cm. Luego, se cortó en formas circulares utilizando un cortante metálico de 5 cm de diámetro. Las galletitas se hornearon en un horno eléctrico de convección precalentado (Met Zonda S.A., Argentina) a 180 °C, durante 8 min y posteriormente se enfriaron a temperatura ambiente antes de su análisis.

Caracterización de las galletitas experimentales

Parámetros tecnológicos

Los parámetros de color CIELAB, L* (luminosidad), a* (componente rojo-verde), b* (componente amarillo-azul) se determinaron a partir de imágenes digitales de la superficie de las galletitas capturadas con una cámara digital (EOS Rebel T3, Canon), siguiendo el método descrito por Rossi M. *et al.* (12). El diámetro y el espesor de las galletitas se midieron con una cinta métrica y un calibre (Ruhlmann), de acuerdo con el procedimiento de Jadhav V. *et al.* (13). El factor galletita se calculó según Abdel-Moemin A. (14) como la razón entre el diámetro y el espesor promedio. El análisis de textura se realizó mediante un ensayo de quiebre de tres puntos en una máquina motorizada Multitest 2.5-d (Mecmesin) con una celda de carga de 100 N, a una velocidad del cabezal de 180 mm/min, aplicando fuerza hasta la fractura de la galletita.

La dureza se definió como la fuerza máxima de deformación (N) requerida para fracturar la galletita. Todos los análisis tecnológicos se realizaron por quintuplicado (n=5).

Análisis sensorial

Se realizó una evaluación sensorial descriptiva mediante la metodología Análisis Descriptivo Cuantitativo (Quantitative Descriptive Analysis, QDA) con 8 panelistas entrenados, en cabinas individuales (ISO 1132:2012 y 8589:2007). El estudio fue aprobado por la Universidad Nacional de Rosario (UNR), y todos los panelistas otorgaron su consentimiento informado antes de participar. Los atributos evaluados fueron color, dureza al quiebre, olor dulce, olor a aceite, olor ajeno, sabor dulce, sabor a aceite, sabor ajeno, mastigabilidad, granulosidad y aceptabilidad general. Los atributos olor ajeno y sabor ajeno se relacionaron con la presencia del bagazo empleado en las formulaciones. Para cada atributo se empleó una escala horizontal de 10 cm de largo con sus correspondientes puntos de anclaje en posiciones 1 y 9 (Tabla 2). Los panelistas indicaron la magnitud percibida para el descriptor analizado mediante una marca vertical sobre la escala, la cual luego fue convertida en un valor numérico midiendo a partir del extremo izquierdo (15).

Tabla 2. Descriptores y referencias utilizadas en la evaluación sensorial de las galletitas dulces experimentales.

Descriptor	Referencias	
Color	1 = claro (tapa de alfajor)	9 = oscuro (galletita tipo chocolina)
Dureza al quiebre (fuerza que se debe aplicar para fracturar el material entre los dedos pulgar e índice)	1 = poca (galletita vainilla)	9 = mucha (galletita sin azúcar, sin aceite, sin bagazo y con esencia)
Olor dulce	1 = poco (galletita sin azúcar, sin aceite, sin bagazo y con esencia)	9 = mucho (GC)
Olor a aceite	1 = poco (galletita sin azúcar, sin aceite, sin bagazo y con esencia)	9 = mucho (GC)
Olor ajeno	1 = poco (galletita sin azúcar, sin aceite, sin bagazo y con esencia)	9 = mucho (bagazo)
Sabor dulce	1 = poco (galletita sin azúcar, sin aceite, sin bagazo y con esencia)	9 = mucho (GC)
Sabor a aceite	1 = poco (galletita sin azúcar, sin aceite, sin bagazo y con esencia)	9 = mucho (GC)
Sabor ajeno	1 = poco (galletita sin azúcar, sin aceite, sin bagazo y con esencia)	9 = mucho (bagazo)
Masticabilidad (veces que se debe morder para que el producto quede apto para deglutir)	1 = poca (tapa de alfajor)	9 = mucha (galletita Muesli de Murke)
Granulosidad (percepción de gránulos, presionar entre la lengua y el paladar)	1 = poca (tapa de alfajor)	9 = mucha (galletita Muesli de Murke)
Aceptabilidad general (grado de armonía entre todos los parámetros mencionados)	1 = poca	9 = mucha

GC: galletita control (receta de referencia)

Composición química de las galletitas experimentales y determinación de nutrientes críticos

Se determinó la composición centesimal de las galletitas dulces de acuerdo con los métodos oficiales AOAC (1990): humedad (925.10), cenizas (923.03), proteínas (920.87, FC: 6,25), grasas totales (920.85), fibra dietaria (991.43) y carbohidratos por diferencia. El contenido de sodio se

determinó mediante espectroscopía de absorción atómica de acuerdo a la metodología reportada por Carocho M. *et al.* (16). El perfil de ácidos grasos se obtuvo mediante cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) según norma ISO 12966-2:2017. El contenido de azúcares añadidos se calculó a partir de la composición del producto, considerando el aporte de azúcar de la receta según la base de datos SARA2 (17). Para el bagazo, se empleó el valor

de azúcares totales previamente determinado. El valor total se obtuvo de la sumatoria de los azúcares añadidos aportados por cada ingrediente. El valor calórico se calculó utilizando los factores de Atwater. A partir de estas determinaciones se analizaron los nutrientes críticos para determinar la presencia o no de sellos de advertencia según la Ley 27.642 (5). Todas las determinaciones se realizaron por duplicado (n=2).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante ANOVA utilizando Minitab® 18.1, expresándose como promedio ± desviación estándar (DE). Las diferencias significativas entre formulaciones se identificaron mediante la prueba de Tukey HSD (p <0,05).

Resultados

Caracterización del bagazo

El bagazo húmedo resultante del prensado de las frutas y hortalizas presentó un contenido de humedad de 80,6 ± 0,4% b.h. En la Tabla 3 se muestra el contenido de FDT, FDI, FDS y azúcares del bagazo obtenido tras el proceso de secado. En relación con el contenido de azúcares totales, los valores obtenidos se corresponden

Tabla 3. Contenido de fibra dietética y azúcares del bagazo preparado (promedio ± DE).

Componente	Contenido (%)
FDT	40±4
FDS	10,2±0,1
FDI	30±3
Azúcares totales	34,0±0,4

Bagazo obtenido del jugo prensado de manzana (43%), pera (40%), naranja (16%) y rabanito (1%). FDT: fibra dietaria total, FDS: fibra dietaria soluble, FDI: fibra dietaria insoluble.

con aquellos azúcares totales aportados por las diferentes frutas y hortalizas utilizadas como ingredientes. El bagazo obtenido está constituido en ~80% por manzana y pera, las cuales aportan cantidades significativas de azúcares, 10,4 g y 9,8 g respectivamente (17) (Tabla 3).

Caracterización tecnológica de las galletitas dulces experimentales

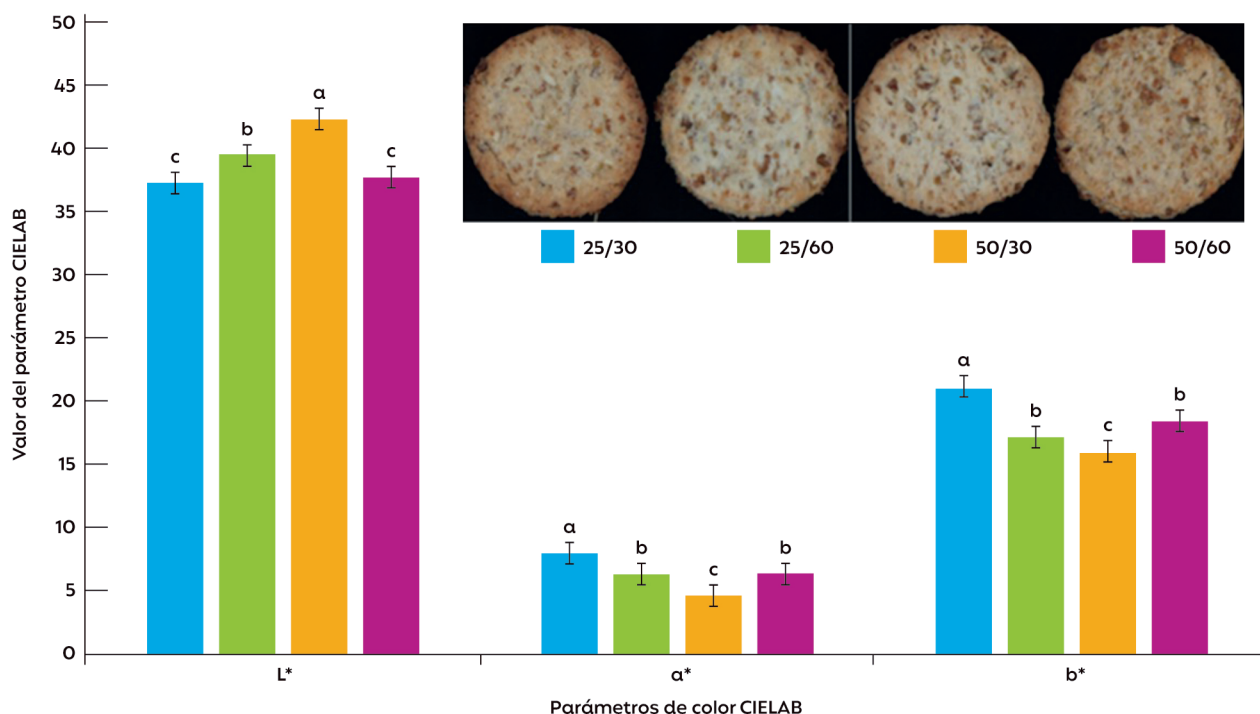
Color.

Los parámetros de color y las imágenes de las distintas formulaciones se presentan en la Figura 1. En general, se observó un aumento de L* y una disminución de a* y b* hasta la formulación 50/30, lo que indica galletitas más claras y con menor intensidad de los componentes rojo-verde y amarillo-azul. No obstante, esta tendencia no se mantuvo en la formulación 50/60, que presentó las mayores reducciones de aceite y azúcar y, en consecuencia, el mayor contenido de bagazo. El análisis de la diferencia de color (ΔE*), respecto de la formulación 25/30, mostró que el cambio fue bajo en 50/60, perceptible en 25/60 y más marcado en 50/30, donde alcanzó valores compatibles con colores claramente distinguibles (Tabla 4). En síntesis, el contenido de bagazo no tuvo un efecto determinante sobre el color de las galletitas con el mayor nivel de sustitución, lo que podría atribuirse a su tonalidad neutra, sin un matiz dominante que modifique de manera significativa la apariencia (Figura 1).

Textura, diámetro, espesor y factor galletita

El análisis de textura y de los parámetros geométricos de las galletitas se muestra en la Tabla 4. Las formulaciones con menores reducciones de azúcar (25/30 y 50/30) exhibieron valores de dureza significativamente superiores en comparación con aquellas formulaciones con mayores reducciones de este ingrediente (25/60 y 50/60).

Figura 1. Parámetros de color L* (luminosidad), a* (componente rojo-verde), b* (componente amarillo-azul) y apariencia visual de las galletitas dulces experimentales para las diferentes reducciones de aceite / azúcar, respectivamente (promedio $\pm$ DE).



Letras diferentes indican diferencias significativas en los parámetros L*, a* y b* entre formulaciones según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Tabla 4. Parámetros tecnológicos analizados en las galletitas dulces experimentales (promedio $\pm$ DE).

Formulaciones según reducción aceite / azúcar	ΔE^*	Dureza (N)	Diámetro (cm)	Espesor (cm)	Factor galletita
25/30	-	33 $\pm$ 7 ^a	4,7 $\pm$ 0,2 ^a	1,10 $\pm$ 0,01 ^a	4,4 $\pm$ 0,2 ^a
25/60	3,9 $\pm$ 2,7 ^b	23 $\pm$ 3 ^b	4,7 $\pm$ 0,2 ^a	1,10 $\pm$ 0,03 ^a	4,30 $\pm$ 0,05 ^a
50/30	7,3 $\pm$ 1,1 ^a	32 $\pm$ 4 ^a	4,7 $\pm$ 0,3 ^a	1,20 $\pm$ 0,02 ^b	4,10 $\pm$ 0,06 ^a
50/60	3,0 $\pm$ 0,9 ^b	23 $\pm$ 3 ^b	4,6 $\pm$ 0,1 ^a	1,10 $\pm$ 0,01 ^a	4,40 $\pm$ 0,01 ^a

(ΔE^*): variación del color respecto de la formulación 25/30. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre formulaciones según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Sin embargo, no se identificaron diferencias significativas entre las formulaciones con el mismo nivel de azúcar y distintos niveles de aceite. Asimismo, no se observaron diferencias en diámetro ni factor galletita entre las diferentes muestras; únicamente la galletita 50/30 presentó un espesor significativamente mayor respecto a las demás formulaciones (Tabla 4).

Análisis sensorial descriptivo cuantitativo de las galletitas experimentales

Los resultados del análisis sensorial QDA de las galletitas se observan en la Figura 2. El color fue uno de los atributos con diferencias más claras entre formulaciones. La formulación 25/30 presentó un color significativamente ($p = 0,001$)

más oscuro que el resto; observándose un oscurecimiento progresivo a medida que aumentó el contenido de bagazo, siendo perceptible para el ojo humano en línea con los valores de ΔE^* expresados anteriormente.

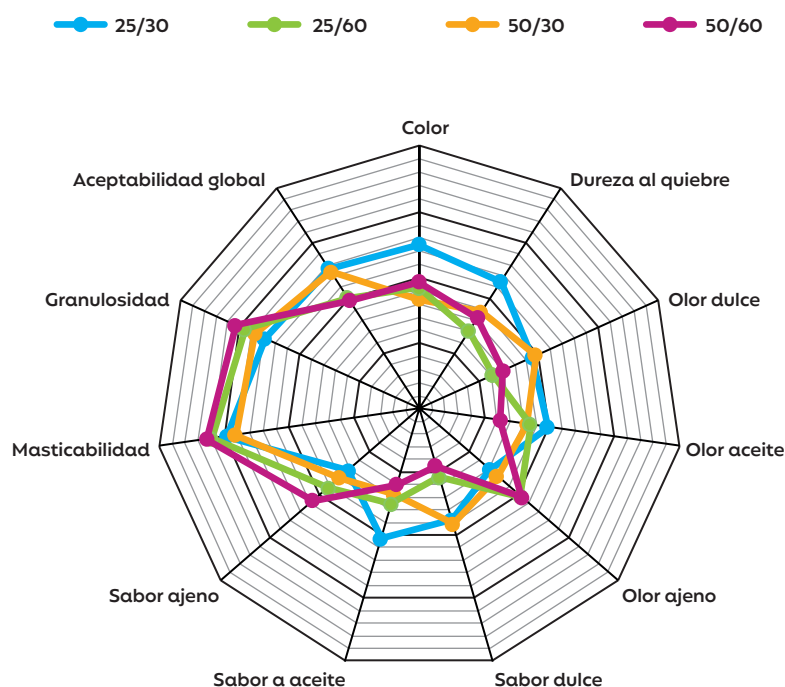
En cuanto a la dureza al quiebre, las galletitas con menores reducciones de azúcar (25/30 y 50/30) fueron las más duras ($p=0,009$), coincidiendo con los resultados instrumentales de dureza.

El sabor dulce fue significativamente más intenso en las galletitas con menor reducción de azúcar ($p=0,013$). Para el sabor a aceite, no se detectaron diferencias significativas entre formulaciones ($p=0,085$). El sabor ajeno mostró diferencias significativas en las galletitas con mayor contenido de bagazo ($p=0,041$), reflejando la influencia de la cantidad de bagazo incorporado. Otros atributos, como olor dulce ($p=0,243$),

olor a aceite ($p=0,176$), olor ajeno ($p=0,369$), masticabilidad ($p=0,638$) y granulosidad ($p=0,629$), no presentaron diferencias significativas, aunque se identificaron ciertas tendencias. Las formulaciones con mayor contenido de bagazo (50/60) tendieron a mostrar mayor masticabilidad, granulosidad y percepción de olor o sabor ajeno. En términos de aceptabilidad general, no se observaron diferencias significativas entre las formulaciones ($p=0,175$) y, aún en los casos con los mayores porcentajes de reducción de azúcares, las galletitas alcanzaron un valor de 5 en la escala empleada.

En conjunto, según el panel evaluador, los hallazgos evidencian que la incorporación de bagazo y la reducción de azúcar y aceite afectan selectivamente distintos atributos sensoriales, aunque sin comprometer de manera marcada la aceptación global del producto (Figura 2).

Figura 2. Análisis sensorial descriptivo (QDA) de las galletitas dulces experimentales según la reducción de aceite / azúcar, respectivamente (valores promedio).



25/30: reducción de 25% de aceite y del 30% de azúcar de la formulación original; 50/30: reducción de 50% de aceite y del 30% de azúcar de la formulación original; 25/60: reducción de 25% de aceite y del 60% de azúcar de la formulación original; 50/60: reducción de 50% de aceite y del 60% de azúcar de la formulación original. Los puntajes corresponden a valores promedios. Las diferencias significativas entre formulaciones se incluyen en el texto según prueba de Tukey ($p<0,05$).

Composición química y análisis de nutrientes críticos

La composición química de las galletitas formuladas se muestra en la Tabla 5. A partir de estas determinaciones se realizó el análisis de nutrientes críticos para verificar la presencia o ausencia de sellos de advertencia para cumplir con los requerimientos de la Ley de Etiquetado Frontal (5). La formulación 50/60 fue la única que no presentó ningún sello de advertencia en las dos etapas de la mencionada Ley (Tablas 5 y 6).

Discusión

En relación con la composición del bagazo, el valor de humedad obtenido fue comparable a lo informado para bagazos de naranja (18), manzana (19) y pera (20) en la literatura reciente. La elevada humedad, junto con el contenido de azúcares fermentables, explica la necesidad de secado o tratamiento inmediato para evitar el deterioro microbiano y reducir el volumen para transporte (18). Respecto al contenido de fibra dietaria, estudios recientes han reportado valores de FDT para

Tabla 5. Composición química de las galletitas dulces experimentales según la reducción de aceite / azúcar, respectivamente (promedio $\pm$ DE).

Componente	25/30	25/60	50/30	50/60
Humedad (g/100g)	10,9 $\pm$ 0,1 ^d	14,7 $\pm$ 0,1 ^b	13,8 $\pm$ 0,1 ^c	18,2 $\pm$ 0,1 ^a
Cenizas (g/100g)	0,70 $\pm$ 0,01 ^c	0,90 $\pm$ 0,01 ^a	0,80 $\pm$ 0,01 ^b	0,80 $\pm$ 0,01 ^b
Proteínas (g/100g)	7,0 $\pm$ 0,2 ^a	6,8 $\pm$ 0,1 ^a	6,4 $\pm$ 0,3 ^a	5,7 $\pm$ 0,5 ^a
Grasas totales (g/100g)	14,2 $\pm$ 0,3 ^a	13,5 $\pm$ 0,3 ^a	9,4 $\pm$ 0,2 ^b	7,8 $\pm$ 0,1 ^c
Ácidos grasos saturados (g/100g)	4,4 $\pm$ 0,1 ^a	3,3 $\pm$ 0,1 ^b	2,7 $\pm$ 0,1 ^c	1,3 $\pm$ 0,1 ^d
FDT (g/100g)	7,5 $\pm$ 0,3 ^b	8,2 $\pm$ 0,2 ^b	8,3 $\pm$ 0,1 ^b	11,5 $\pm$ 2,0 ^a
Carbohidratos (g/100g)	59,70 $\pm$ 0,7 ^a	56,0 $\pm$ 0,4 ^b	61,4 $\pm$ 0,7 ^a	56 $\pm$ 1 ^b
Azúcares añadidos (g/100g)*	15,25	7,79	13,83	7,31
Sodio (mg/100g)	51 $\pm$ 2 ^a	48 $\pm$ 6 ^a	47 $\pm$ 4 ^a	54 $\pm$ 1 ^a

*Cálculo teórico. FDT: fibra dietaria total. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre formulaciones según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Tabla 6. Análisis de los nutrientes críticos de la formulación con reducción 50/60 de aceite y azúcar, respectivamente según los criterios de la Ley N° 27.642 para su etapa 1 y etapa 2.

Nutrientes Críticos	Cálculo	Primera Etapa		Segunda Etapa	
% energía azúcares añadidos	9,2	<20	N/A	≥ 10	N/A
% energía grasas totales	22,15	<35	N/A	<30	N/A
% energía grasas saturadas	3,7	<12	N/A	<10	N/A
Sodio mg/kcal	0,17	<5	N/A	<1	N/A
Sodio mg/100g	54	<600		<300	
Calorías kcal/100g	317	≥ 300	N/A	≥ 275	N/A
Edulcorante	-	-	N/A	-	N/A
Cafeína	-	-	N/A	-	N/A

N/A: no aplica advertencia. Ley N° 27.642 (5)

bagazo de frutas de 50-70%, e incluso hasta 80% en bagazo de manzana (21). Además, el bagazo obtenido aporta tanto FDI como FDS, lo que lo hace nutricionalmente relevante debido a sus múltiples propiedades funcionales y efectos para la salud (1).

En cuanto a los parámetros tecnológicos, los hallazgos obtenidos en relación al color de las formulaciones contrastan con lo reportado en estudios recientes con galletitas enriquecidas con bagazo de manzana, donde se describen reducciones significativas de L^* , incrementos de a^* y valores de ΔE^* entre 2,4 y 9,5, perceptibles para el consumidor (22). Del mismo modo, la incorporación de bagazo de pera también generó aumentos marcados en a^* y variaciones de ΔE perceptibles (23). En comparación, el bagazo empleado en este trabajo (80% manzana verde y pera, con pequeñas proporciones de naranja y rabanito) mostró un impacto mucho más atenuado sobre el color, probablemente debido a su tonalidad clara y ausencia de pigmentos dominantes, lo que representa una ventaja tecnológica en términos de apariencia del producto final.

La reducción de azúcar en las formulaciones estudiadas influyó de manera notable en la dureza de las galletitas, mientras que la reducción de aceite no mostró efecto significativo sobre dicho parámetro. Estos resultados están en concordancia con lo estudiado por otros investigadores, quienes observaron que las galletitas con un elevado contenido de azúcar poseen una textura cohesiva y más crujiente debido a la disolución del azúcar en el agua disponible de la masa, seguida de la recristalización o formación de una fase amorfa vítrea después del horneado (24).

En general, las dimensiones de las galletitas suelen verse afectadas por la composición de los ingredientes. Durante el horneado, el aceite favorece la expansión al aumentar la movilidad del sistema, mientras que el azúcar también contribuye a este efecto al disolverse progresivamente y generar mayor expansión de la masa (24). Asimismo, la fibra puede influir en

el comportamiento de la masa de dos maneras: si contribuye a la fase líquida, suaviza la estructura y facilita la expansión; si, por el contrario, retiene agua, genera masas más consistentes y con menor desarrollo (25). El hecho de que en las presentes formulaciones no se registraran diferencias en las dimensiones, a excepción del espesor en la formulación 50/30, puede deberse a un efecto de compensación entre los ingredientes. Por un lado, las reducciones de azúcar y aceite limitarían la expansión de la masa, pero, al mismo tiempo, la fibra del bagazo podría haber suavizado la matriz y equilibrado dicho efecto (24,26). En la literatura, se han reportado resultados diversos al estudiar el efecto de las reducciones de aceite y azúcar en galletitas. Mientras algunos autores informaron modificaciones en la expansión y forma del producto final (27), otros encontraron que la disminución de estos ingredientes no siempre se traduce en cambios dimensionales significativos, ya que depende de la matriz y de los componentes estructurales presentes (28). En este contexto, los hallazgos presentados sugieren que la composición del bagazo utilizado pudo haber actuado como factor modulador, manteniendo estables las dimensiones de las galletitas a pesar de las variaciones en el contenido de azúcar y aceite.

En relación al análisis sensorial, cabe destacar que, si bien el sabor dulce resultó significativamente menor en las formulaciones con mayor reducción de azúcar, en este trabajo no se recurrió al agregado de edulcorantes no nutritivos para asemejar el dulzor a los niveles a los que el consumidor está habituado. Por el contrario, se consideró una reducción progresiva de los umbrales de percepción de dulzor, en línea con lo propuesto por Velázquez A. *et al.* (29), quienes reportaron que mantener la intensidad de sabor dulce en los productos reformulados podría reforzar la preferencia de los consumidores por alimentos muy dulces, limitando el impacto de políticas destinadas a reducir su exposición

diaria a dicho sabor. En este sentido, organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (30) recomiendan evitar el uso de edulcorantes no nutritivos, tanto por sus potenciales efectos adversos sobre la salud como por las implicancias regulatorias que su uso conlleva. Por lo tanto, la estrategia de reformulación adoptada en este estudio busca no solo mejorar el perfil nutricional del producto, sino también favorecer cambios sostenibles en los hábitos alimentarios a largo plazo.

En materia de rotulado, conforme a la Ley N° 27.642, cabe señalar que no corresponde la aplicación del sello de exceso en calorías dado que dicha advertencia debe colocarse cuando el límite del valor energético sea igual o mayor al establecido y presente al menos un sello de exceso en azúcares y/o grasas totales, y/o grasas saturadas (5). Por otro lado, según lo establecido en las normas para la rotulación y publicidad de los alimentos (31), es posible incluir en los envases información nutricional complementaria o declaraciones de propiedades nutricionales ('claims') vinculadas al contenido de nutrientes. De acuerdo con la composición química determinada, las galletitas 50/60 podrían rotularse como 'fuente de fibra', dado que aportan >3,0 g por porción (30 g). Asimismo, con un contenido de 16,2 mg de sodio por porción, cumplen con la condición de 'muy bajo sodio' (≤ 40 mg/porción). En relación con las grasas saturadas, el aporte es de 0,4 g por porción, valor inferior al límite de 1,5 g requerido para declarar 'bajo en grasas saturadas'. Finalmente, al no contener grasas trans, corresponde el rotulado 'no contiene grasas trans'.

Conclusiones

Los resultados demuestran la factibilidad de valorizar subproductos de la elaboración de jugos

prensados de frutas y hortalizas, reduciendo su contenido de humedad hasta un nivel que permita su molienda y estabilización, para ser posteriormente utilizados como ingredientes alimentarios. Este bagazo pudo incorporarse exitosamente en distintas formulaciones de galletitas dulces. Si bien se observaron diferencias en algunos parámetros tecnológicos, su inclusión no comprometió la calidad general de los productos elaborados. Incluso en las formulaciones con mayores reducciones de azúcar y aceite, la aceptabilidad general evaluada por el panel se mantuvo en valores adecuados, iguales o superiores a 5 en una escala de 9 puntos. Además, el uso de bagazo permitió disminuir el contenido de azúcar y aceite de la receta base sin recurrir a edulcorantes, incrementar significativamente el aporte de fibra y desarrollar una formulación libre de sellos de advertencia. Estos resultados evidencian el potencial del bagazo como ingrediente funcional para obtener galletitas dulces con mejor perfil nutricional y adecuada aceptación sensorial.

En conjunto, estas galletitas dulces constituyen una alternativa con mejor perfil nutricional y potencial para contribuir a la promoción de hábitos alimentarios más saludables. No obstante, los resultados evidencian que la preferencia por el sabor dulce continúa siendo un factor clave en la aceptación de productos reformulados. En este sentido, se requiere avanzar en estrategias de reformulación e intervenciones educativas que permitan reducir los umbrales de percepción y la preferencia por sabores excesivamente dulces, favoreciendo la adaptación gradual de los consumidores hacia productos menos azucarados. De esta manera, iniciativas como la desarrollada en este artículo no solo valorizan subproductos agroindustriales, sino que también pueden integrarse en políticas más amplias destinadas a mejorar los patrones de consumo a largo plazo.

Referencias bibliográficas

1. Raczchowska E, Serek P. Health-Promoting Properties and the Use of Fruit Pomace in the Food Industry—A Review. *Nutrients*. 2024; 16(16): 147–61.
2. Rolewicz A, Krajewska M, Starek-Wójcicka A. Opportunities for the Use of Post-Production Raw Materials of the Fruit and Vegetable Industry in the Agri-Food Sector: A Review. *Agric Eng*. 2025; 29(1): 135–55.
3. Krajewska A, Dzihi D. Enrichment of Cookies with Fruits and Their By-Products: Chemical Composition, Antioxidant Properties, and Sensory Changes. *Molecules*. 2023; 28(10): 4005.
4. Hasan MM, Islam MR, Haque AR, Kabir MR, Khushke KJ, Hasan SMK. Trends and challenges of fruit by-products utilization: insights into safety, sensory, and benefits of the use for the development of innovative healthy food: a review. *Bioresour Bioprocess*. 2024; 11(1): 1–32.
5. ANMAT. Manual de aplicación de rotulado nutricional frontal: Aplicación de la Ley N°27642 y el Decreto N°151/22. 2022.
6. Naseem Z, Bhat NA, Mir SA. Valorisation of apple pomace for the development of high-fibre and polyphenol-rich wheat flour cookies. *Sci Rep*. 2024; 14(1): 1–14.
7. Shoukat A, Randhawa MA, Rakha A, Israr B. Development and characterization of functional cookies fortified with microencapsulated pomegranate peel extract powder. *J Food Meas Charact*. 2025; 19(2): 1405–19.
8. Nour V, Blejan AM, Codină GG. Use of Bilberry and Blackcurrant Pomace Powders as Functional Ingredients in Cookies. *Appl Sci*. 2025; 15(10): 1–26.
9. Lingiardi N, Godoy E, Arriola I, Cabreriso MS, Accoroni C, Balzarini MF, et al. Novel nutritionally improved snacks for school-aged children: formulation, characterization and acceptability. *Nutr Food Sci*. 2023; 53(1): 93–111.
10. Código Alimentario Argentino. Capítulo XI. Alimentos vegetales. [Internet]. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (Revisado 15/06/2026). Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_xi_vegetales_actualiz_2025-12.pdf.
11. AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 15th ed. Arlington, Virginia, USA: AOAC International; 1990.
12. Rossi MG, Soazo M, Piccirilli GN, Llopart EE, Revelant GC, Verdini RA. Technological, nutritional and sensorial characteristics of wheat bread fortified with calcium salts. *Int J Food Sci Technol*. 2020; 55(10): 3306–14.
13. Jadhav VK, Ghodke S V, Shere PD, Agrawal RS. Development and Quality Analysis of Wheat Bran Enriched Herbal Cookies. *J Sci Res Reports*. 2021; 27(11): 13–24.
14. Abdel-Moemin AR. Healthy cookies from cooked fish bones. *Food Biosci*. 2015; 12: 114–21.
15. Stone H, Bleibaum RN, Thomas HA. Sensory Evaluation Practices. 5th ed. Cambridge, MA: Academic Press; 2020.
16. Carrocho M, Barreira JCM, Barros L, Bento A, Cámara M, Morales P, et al. Traditional pastry with chestnut flowers as natural ingredients: An approach of the effects on nutritional value and chemical composition. *J Food Compos Anal*. 2015; 44: 93–101.
17. Ministerio de Salud. SARA: Sistema de Análisis y Registro de Alimentos. 2021. [Internet]. (Revisado 01/06/2025). Disponible en: <https://datos.dinami.gov.ar/sara/>.
18. Galindo-Segura LA, Pérez-Vázquez A, Ramírez-Martínez A, López-Romero G, Gómez-Merino FC. El manejo del bagazo de naranja en la zona centro del estado de Veracruz. *Terra Latinoam*. 2023; 41: 1–8.
19. Castro LF, Affonso AD, Perry KP. Effect of Apple Pomace Addition During Fermentation on the Phenolic Content, Chemical Composition, and Sensory Properties of Cider. *Beverages*. 2025; 11(4): 95.
20. Ferreira J, Thacz K, Turkiewicz IP, Santos MI, Belas A, Lima A, et al. Influence of Particle Size and Extraction Methods on Phenolic Content and Biological Activities of Pear Pomace. *Foods*. 2023; 12(23): 4325.
21. Antonic B, Jancikova S, Dordevic D, Tremlova B. Apple pomace as food fortification ingredient: A systematic review and meta-analysis. *J Food Sci*. 2020; 85(10): 2977–85.
22. Petrović J, Rakić D, Pajin B, Lončarević I, Jozinović A, Šoronja-Simović D, et al. Advancing Sustainable Nutrition: Enhancing Physical and Nutritional Qualities of Cookies with Apple Pomace Extrudates. *Sustainability* 2024; 16(15): 6702.
23. Krajewska A, Dzihi D. Utilization of pear pomace as a functional additive in biscuit production: Physicochemical and sensory evaluation. *Int Agrophysics*. 2025; 39(1): 53–60.

24. van der Sman RGM, Renzetti S. Understanding functionality of sucrose in biscuits for reformulation purposes. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2019; 59(14): 2225–39.
25. Blanco Canalis MS, León AE, Ribotta PD. Incorporation of dietary fiber on the cookie dough. Effects on thermal properties and water availability. *Food Chem*. 2019; 271: 309–17.
26. Martínez MM, Díaz Á, Gómez M. Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. *J Food Eng*. 2014; 142: 49–56.
27. Samakradhamrongthai RS, Maneechot S, Wangpankhajorn P, Jannu T, Renaldi G. Polydextrose and guar gum as a fat substitute in rice cookies and its physical, textural, and sensory properties. *Food Chem Adv*. 2022; 1: 100058.
28. Ashwath Kumar K, Sudha ML. Effect of fat and sugar replacement on rheological, textural and nutritional characteristics of multigrain cookies. *J Food Sci Technol*. 2021; 58(7): 2630–40.
29. Velázquez AL, Vidal L, Varela P, Ares G. Sugar reduction in products targeted at children: Why are we not there yet? *J Sens Stud*. 2021; 36(4): e12666.
30. World Health Organization. Use of non-sugar sweeteners: WHO guideline. Geneva: WHO; 2023.
31. Código Alimentario Argentino. Capítulo V. Normas para la rotulación y publicidad de los alimentos. [Internet]. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (Revisado 01/09/2025). Disponible en: http://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_capitulo_v_rotulacion_pdf. 2025.