

Incorporación de productos frutihortícolas en galletitas: efecto de la adición de tomate, arándanos y frutillas en la formulación

Addition of tomato, blueberry and strawberry to biscuit formulation

Paula Andrea Conforti

Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA), CONICET, Facultad de Ciencias Exactas UNLP, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), La Plata, Buenos Aires, Argentina; Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-Universidad Nacional de La Plata, Argentina., Argentina

Mariela Patrignani

Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA), CONICET, Facultad de Ciencias Exactas UNLP, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), La Plata, Buenos Aires, Argentina

Revista de la Facultad de Agronomía

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

ISSN: 1669-9513

Periodicidad: Semestral

vol. 121, núm. 2, 2022

redaccion.revista@agro.unlp.edu.ar

Recepción: 29 Octubre 2021

Aprobación: 08 Noviembre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/23/233665003/>

DOI: <https://doi.org/10.24215/16699513e107>

Autor de correspondencia: marielapatrignani@biol.unlp.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se prepararon galletitas dulces y saladas con ingredientes naturales, reemplazando el agua de las formulaciones por jugo o pulpa de arándanos, frutilla o tomate. El objetivo fue evaluar las modificaciones en la textura y en el color de las masas y de las galletitas por la incorporación de estos productos frutihortícolas. Se analizó la textura, el color y la actividad acuosa y se compararon los resultados obtenidos con respecto a las formulaciones control. En todos los casos, al reemplazar agua con jugo, la textura de las masas fue similar al control, mientras que con la adición de pulpa aumentó significativamente la firmeza, la consistencia y disminuyó la cohesividad y la elasticidad respecto a la masa control.

El agregado de tomate no produjo cambios significativos en la textura de galletitas saladas ($P > 0,05$). En galletitas dulces con jugo de frutas se observó un mayor leudado, mientras que con la incorporación de pulpa de arándanos disminuyó el estrés de fractura y el módulo de Young ($P \leq 0,05$). En cambio, las galletitas con incorporación de pulpa de frutilla presentaron un alto estrés de fractura. Con respecto al color, las masas adquirieron tonalidades rojizas suaves al incorporar tomates o frutillas, y violáceas con el agregado de arándanos. Sin embargo, estas últimas coloraciones se volvieron amarronadas durante la cocción.

Es posible reemplazar agua por jugo o pulpa de productos frutihortícolas en la formulación de galletitas y de este modo incorporar fitonutrientes, pigmentos y fibra a la dieta.

Palabras clave: Textura, Color, Actividad acuosa, Masas, Panificados

Abstract

In the present work, sweet and salty biscuits were prepared with natural ingredients and water was replaced with juice or pulp of different vegetable sources. Strawberry or blueberry pulp or juice were incorporated into sweet biscuits, while tomato juice or pulp was incorporated into salty biscuits. The objective of the work was to evaluate the modifications in the texture and in the color of the dough and biscuits due to the incorporation of these horticultural products.

Results showed that when water was replaced with juice, small changes were observed in the texture of the dough, but when the pulp was used the firmness, consistency, cohesiveness and elasticity increased compared to the control dough. Moreover, the addition of tomato did not modify the texture of the developed products.

When juice was added to sweet formulations, biscuits leavened better, probably because of the acidity of the fruit.

On the other hand, with pulp incorporation, blueberries biscuits presented a smooth texture (low stress and low Young's Modulus) while strawberries biscuits were hard (high fracture stress). Regarding the color, dough acquired soft reddish tones when incorporating tomatoes and strawberries, and purple tones with blueberries. Nonetheless, these tones become slightly brownish during cooking.

Keywords: Texture, color, water activity, dough, biscuits

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se observa un aumento del consumo de alimentos ultraprocesados y de comidas rápidas (ricas en grasas saturadas, azúcares libres y sodio) (OPS, 2019) y un bajo consumo de frutas y vegetales. Estos últimos son la principal fuente de nutrientes beneficiosos para la salud como los antioxidantes y la fibra que están muy relacionados con la prevención de una amplia gama de enfermedades, algunos tipos de cáncer y patologías degenerativas asociadas al envejecimiento (Mazzoni *et al.*, 2016).

En el cinturón hortícola del gran La Plata, la hortaliza de mayor producción es el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en sus variedades redondo, perita y larga vida, con una estacionalidad de noviembre a mayo (CHFBA'05, 2005). El tomate es la segunda hortaliza de mayor consumo mundial (Georgé *et al.*, 2011) y gran parte se procesa para obtener diversos productos como jugos, salsas, purés y conservas. Además, es una importante fuente de ácido ascórbico, carotenoides, compuestos fenólicos y flavonoides, que se encuentran en mayor cantidad en la piel y las semillas (Toor & Savage, 2005).

Otros productos que se cultivan en la provincia de Buenos Aires son los arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) y las frutillas (*Fragaria x ananassa* Duch.). La producción nacional de estos frutos se ha incrementado notoriamente en los últimos años, pasando de 6.500 toneladas de arándanos y 33.000 toneladas de frutillas en el año 2007 (Bruzzzone, 2007) a 22.100 toneladas de arándanos en el 2016 (Dell'Acqua *et al.*, 2019) y cerca de 50.000 toneladas de frutillas en el año 2019 (DCA, 2019). Ambos productos son considerados una fuente de compuestos bioactivos, de gran capacidad antioxidante por su contenido de compuestos fenólicos y ácido ascórbico (Pineli *et al.*, 2011). Son frutos de estación, con mayor producción de octubre a diciembre en el caso de arándanos (Dell'Acqua *et al.*, 2019), y para frutillas de primavera a otoño (DCA, 2019). Se los comercializa como fruta fresca, como pulpas, jugos o fruta congelada. Sin embargo, su vida útil postcosecha es corta.

Argentina es uno de los principales consumidores de galletitas en el mundo (Patrignani, 2017). Aunque en ocasiones estos productos son vistos como poco saludables por su alto contenido de lípidos y azúcar, su larga vida útil y facilidad de su consumo, así como la posibilidad de incorporar en su formulación infinidad de ingredientes, las convierten en un alimento ideal para mejorar la calidad nutricional de la población.

Muchos trabajos científicos se han enfocado en el desarrollo de galletitas más saludables. Por ejemplo, Curuchet *et al.* (2019) y Salem, (2020) incrementaron el contenido de fibra en galletitas mediante la incorporación de polvos de origen vegetal obtenidos a partir de la piel, el jugo o la pulpa de frutas y hortalizas. Otros autores evaluaron la incorporación de diversos productos frutihortícolas como reemplazo parcial de la harina de modo de obtener productos como galletitas con polvo de tomate (Isik & Topkaya, 2016; Salem, 2020); con puré de frutillas (Kaushik & Grewal, 2015); con polvo de frutillas (Lee & Ko, 2009); con arándanos deshidratados (Aksoylu *et al.*, 2015) o con pulpa de arándanos en polvo (Perez *et al.*, 2018; Curuchet *et al.*, 2019). Sin embargo, no hay estudios acerca de la adición de productos frutihortícolas como ingredientes líquidos en la formulación de galletitas, y de cómo puede modificar las características de dichos panificados. Considerando esto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de jugo o pulpa de tomates en galletitas saladas, así como la adición de frutillas y arándanos en galletitas semidulces, como reemplazo del agua de la formulación.

METODOLOGÍA

MATERIALES UTILIZADOS

Para la preparación de galletitas se utilizó harina de trigo (Favorita 000, Molinos Río de la Plata, Buenos Aires, Argentina), almidón de maíz (Maizena, Unilever de Argentina S.A., Buenos Aires), aceite de girasol alto oleico (Cañuelas, Argentina), sal (Celusal, Argentina), azúcar común tipo "A" (Ledesma, Jujuy, Argentina) y polvo para hornear (Royal, Kraft Foods, Argentina).

PREPARACIÓN DE JUGO Y PULPA DE PRODUCTOS FRUTIHORTÍCOLAS

Se utilizaron frutillas y tomates perita adquiridos de productores locales en mes de febrero 2019, en la feria "Manos de la Tierra". Los arándanos fueron adquiridos en la cooperativa de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Todos los productos se lavaron y se sumergieron en agua con lavandina al 5% durante 10 minutos. Luego, se escurrieron. Los arándanos se almacenaron a -20°C y se dejaron descongelar a temperatura ambiente al momento de su utilización. Los tomates y las frutillas se utilizaron frescos, sin congelar. Luego, cada materia prima se reparó en dos fracciones

utilizando un extractor de jugos (JG 2703, de 600 W Ultracomb, China): el jugo (parte recolectada en el vaso) y la pulpa (que queda como descarte y contiene restos de piel y semilla). Inmediatamente después de la obtención cada fracción se incorporaron por separado en las formulaciones de galletitas (lapso menor de 15 minutos).

PREPARACIÓN DE MASAS

La base de las formulaciones fue la siguiente: 35 g de harina de trigo; 25 g de almidón de maíz; 0,9 g de polvo de hornear y 10 g de aceite.

Para las galletitas saladas se agregó 0,5 g de sal, y 25 g de la fracción líquida (agua potable; jugo o pulpa de tomate), para obtener galletitas control saladas; galletitas con jugo de tomates o galletitas con pulpa de tomates respectivamente.

Para galletitas dulces con frutilla se agregó a la formulación base 12,5 g de azúcar y 25 g de agua; pulpa o jugo de frutillas de modo de obtener galletitas control de frutillas; con pulpa de frutillas o con jugo de frutillas.

De modo similar, para las galletitas con arándanos se agregó 12,5 g de azúcar y 22 g de agua, jugo o pulpa de arándanos.

Para la preparación de cada una de las formulaciones se colocaron los ingredientes secos en el recipiente de una batidora Philips Cucina (Sao Pablo, Brasil). El aceite se agregó en tres fracciones, mezclando 1 min a velocidad 1 (711 rpm) después de cada agregado. Luego, se incorporó el agua, jugo o pulpa en dos fracciones mezclando en total 2 min a velocidad 2 (754 rpm) y finalmente se mezcló por 1 min más a velocidad 1. Luego la masa se dejó reposar a temperatura ambiente por 15 min dentro de una bolsa de polietileno para evitar su desecación.

Las masas obtenidas se estiraron con un rodillo de cocina hasta obtener un espesor de 0,3 cm y se las dejó reposar otros 15 min. La superficie de las masas saladas se pinchó para evitar la formación de burbujas grandes durante el horneado. Todas las masas se cortaron en forma rectangular (3,0 x 5,2 cm) y se dispusieron sobre plancha de silicona. Para el horneado se utilizó un horno eléctrico (White Westinghouse, W-CG18) a 150 °C, las masas saladas se cocinaron durante 18 min y las dulces 20 minutos. Se realizaron tres horneadas independientes (tomates, frutillas y arándanos) horneando en la misma bandeja galletitas con jugo, galletitas con pulpa y galletitas control.

ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (TPA) DE LAS MASAS

Se utilizó un texturómetro TA.XT2i (Stable Micro Systems Ltd., Inglaterra) para realizar los ensayos de TPA sobre las masas. Para esto se cortaron discos de 3,0 cm de diámetro y 1,0 cm de espesor. Los discos se comprimieron hasta un 40 % de su altura original utilizando una sonda cilíndrica de acrílico de 4,7 mm de diámetro y 6,1 cm de largo y una celda de carga de 25 kg. Las condiciones de medida fueron las siguientes: velocidad de la sonda de 0,5 mm/s y tiempo de espera entre ciclos de 10 segundos. Se determinó la firmeza, consistencia, cohesividad, elasticidad, y adhesividad (Bourne, 1978). Todas las determinaciones se realizaron al menos por quintuplicado.

TEXTURA DE GALLETITAS: ENSAYO DE TRES PUNTOS

Las galletitas horneadas, se dejaron enfriar a temperatura ambiente 30 minutos antes de analizar su textura mediante un ensayo de 3 puntos utilizando un texturómetro TA.XT2i (Stable Micro Systems Ltd., Inglaterra) con las siguientes condiciones de medida: distancia entre los soportes (L) de 1,7 cm, velocidad de la sonda 0,5 mm/s y galletitas colocadas con la cara inferior hacia arriba. A partir del gráfico fuerza vs distancia, se pudo determinar la fuerza máxima F (N) requerida para romper la galletita, la deformación Y (cm) o distancia recorrida por la sonda desde que toca la galletita hasta que la rompe y la pendiente del gráfico en la zona lineal previa a la fractura s (Fuerza/distancia). Con las dimensiones ancho (d) y espesor (b) de cada galletita, medidos con un calibre, y los valores obtenidos gráficamente (F, s e Y), se calcularon el estrés o esfuerzo de fractura σ (kPa) (Ecuación. 1), la tensión de deformación ε (Ec. 2) y el módulo de elasticidad en flexión o módulo de Young E (kPa) (Ec. 3) (Baltsavias *etal.*, 1997).

$$\sigma = \frac{3FL}{2db^2}$$

(Ec. 1)

$$\varepsilon = \frac{6bY}{L^2}$$

(Ec. 2)

$$E = \frac{L^3 S}{4db^3}$$

(Ec. 3)

Además, se calculó el factor de propagación o ensanchamiento de las galletitas como el cociente entre el diámetro medio y la altura de cada galletita. Este factor se utiliza como medida de calidad de galletitas: cuanto mayor sea este valor se considera que las galletitas tienen mejor calidad (Zucco *et al.*, 2011).

COLOR

Se determinaron los parámetros L^* (0 = negro - 100 = blanco), a^* (verde < 0 < rojo) y b^* (azul < 0 < amarillo) del espacio CIELAB, de las masas y de las galletitas, utilizando colorímetro portátil (Konica Minolta CR-400, Japón) calibrado previamente con plantilla blanca. Con los parámetros medidos, se procedió a calcular la diferencia total de color durante el horneado, ΔE (Ec. 4) (Ávalos *et al.*, 2016)

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

(Ec. 4)

Donde los valores Δ se refieren a la diferencia entre los valores de los parámetros medidos en galletitas y en masas.

ACTIVIDAD ACUOSA (A_w) Y HUMEDAD

Utilizando sensor de capacitancia a $25,0 \pm 0,2$ °C (Aqualab Serie 3, Decagon Devices, Inc., Pullman, WA), se midió la actividad acuosa de las galletitas. Paralelamente, para determinar la humedad de las muestras, las mismas se molieron y pesaron sobre papel de aluminio y se llevaron a estufa a 105 °C durante 24 h. El contenido de humedad se determinó a partir de la diferencia de peso antes y después del proceso de secado. Ambas determinaciones se realizaron al menos por duplicado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para evaluar el efecto de los distintos factores se realizó un análisis de varianza (ANAVA) monofactorial. Para comparar las medias se utilizó el test de "mínimas diferencias significativas" (LSD). En todos los casos, el nivel de significación elegido fue del 95 %. Estos análisis se realizaron mediante el software estadístico InfoStat, 2012 (Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina).

RESULTADOS

AGREGADO DE TOMATE A LA FORMULACIÓN DE GALLETITAS SALADAS

EFECTO SOBRE LA MASA

La humedad del jugo de tomate incorporado a las masas fue de $96,4 \pm 0,3$ %, mientras que la humedad de la pulpa de tomate fue ligeramente inferior $94,8 \pm 0,2$ %. La incorporación de tomates a la formulación generó cambios significativos en la textura de las masas (Tabla 1). Se observó un incremento de la firmeza y consistencia de las masas con tomate y una disminución de la elasticidad ($P \leq 0,05$) pero no se encontraron diferencias en la adhesividad respecto del control ($P > 0,05$). Además, la humedad de las masas con tomate fue significativamente menor que en la masa control ($P \leq 0,05$). Por otra parte, la masa con pulpa de tomate presentó una menor cohesividad, lo que indicaría una menor resistencia interna al amasado.

Tabla 1

Resultados de la caracterización de masas de galletitas saladas con formulación control con jugo de tomate y con pulpa de tomate Valores seguidos con distinta letra en la misma fila son estadísticamente diferentes $P \leq 0.05$

	Masa control salada	Masa con jugo de tomate	Masa con pulpa de tomate
Textura			
Firmeza (N)	4,6a	7,6b	15,2c
Consistencia (Nxs)	26,8a	47,9b	85,9c
Cohesividad (-)	0,55b	0,57b	0,40a
Elasticidad (%)	85,3c	74,1b	50,1c
Adhesividad (Nxs)	4,2a	4,4a	4,6a
Humedad	32,8b	32,0a	31,6a
Color			
L*	76,9b	69,8a	68,8a
a*	-0,7a	14,6c	13,0b
b*	16,3a	32,3c	29,7b

Con respecto al color, el incremento en los valores de a* y b* en las muestras con tomate, probablemente se debió al aporte de carotenoides, en especial al licopeno y al β -caroteno que presenta este producto frutihortícola (Georgé *et al.*, 2011).

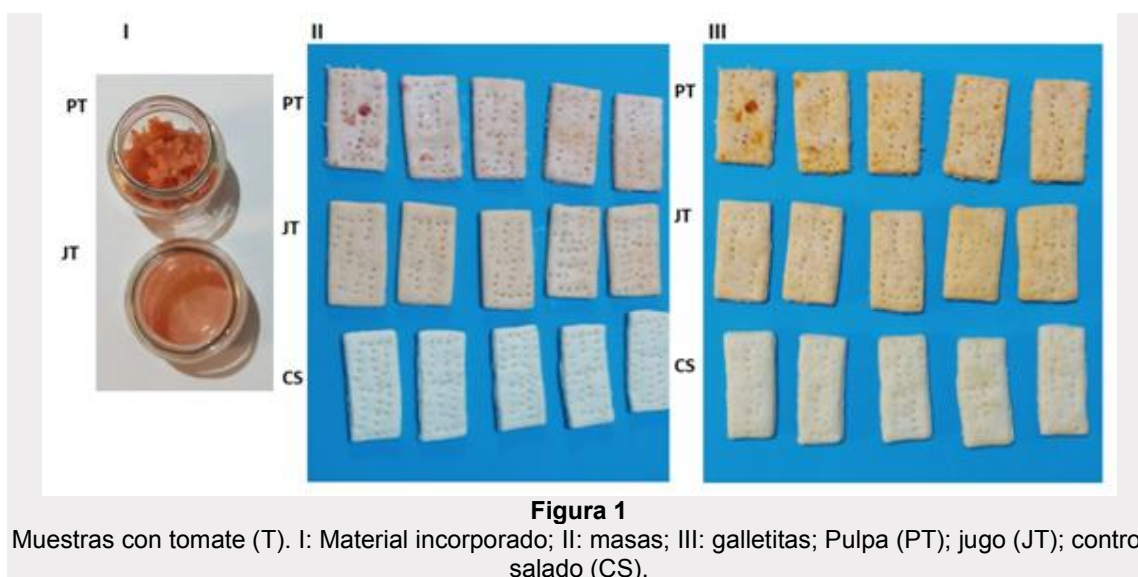
EFFECTO SOBRE EL PRODUCTO FINAL

No se observaron diferencias significativas en las dimensiones, en el factor de propagación, en la actividad acuosa, ni en la textura de las galletitas saladas al reemplazar agua por pulpa o jugo de tomates (Tabla 2). Sin embargo, al agregar tomate, se observó una disminución de la luminosidad, y un aumento de los parámetros a* y b*, así como un mayor cambio de color durante el horneado (ΔE), respecto de la galletita control ($P \leq 0.05$). Como se puede observar en la foto de la Figura 1, el color de las galletitas fue más uniforme en el caso de agregado de jugo de tomates, mientras que en galletitas con pulpa se observaron manchas de mayor tonalidad rojiza, por la presencia de restos de la piel del tomate.

Tabla 2

Resultados de textura dimensiones actividad acuosa y color de galletitas control saladas y con incorporación de jugo o pulpa de tomate Valores seguidos con distinta letra en una misma fila indican diferencias significativas $P \leq 0.05$.

	Galletita control salada	Galletita con jugo de tomate	Galletita con pulpa de tomate
Textura			
σ (MPa)	1,2a	1,1a	0,9a
ξ (%)	7,4a	8,3a	8,4a
E (MPa)	18,3a	13,1a	11,6a
Altura(mm)	4,3a	4,5a	4,4a
Propagación (adim)	10,6a	9,5a	9,7a
a_w	0,57a	0,59a	0,55a
Color			
L*	77,2b	70,9a	71,6a
a*	-0,4a	11,6b	11,5b
b*	18,1a	40,0b	40,7b
ΔE	3,8a	8,8b	11,5b



AGREGADO DE FRUTILLAS A LA FORMULACIÓN DE GALLETITAS DULCES

EFFECTO SOBRE LA MASA

Con la incorporación de frutillas, aumentó la firmeza y la consistencia de las masas, no se modificó su adhesividad pero disminuyó su elasticidad. Este efecto fue más marcado con pulpa de frutillas ($P \leq 0,05$), presentando un menor valor de cohesividad.

Tabla 3

Resultados de la caracterización de la textura y el color de masas control dulce y con incorporación de frutillas (jugo o pulpa) en reemplazo del agua. Valores seguidos con distinta letra en una misma fila indica diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

	Masa control	Masa con jugo de frutillas	Masa con pulpa de frutillas
Textura			
Firmeza (N)	57,4a	138,3b	357,5c
Consistencia (Nxs)	26,8a	47,9b	85,9c
Cohesividad (-)	0,55b	0,57b	0,40a
Elasticidad (%)	85,3c	74,1b	50,1a
Adhesividad (Nxs)	4,2a	4,4a	4,6a
Color			
L*	76,1c	66,2b	62,7a
a*	-0,1a	5,7b	7,4c
b*	20,7b	15,8a	14,0a

Por otra parte, el color de las masas se volvió hacia tonalidad azul rojiza (menor b^* , mayor a^*) debido al color de la fruta, siendo esto más marcado con el agregado de pulpa de frutilla.

EFFECTO SOBRE EL PRODUCTO FINAL

Las galletitas con jugo de frutillas presentaron el menor factor de propagación, y una altura significativamente mayor que las galletitas con pulpa de frutilla ($P \leq 0,05$).

Asimismo, las galletitas con pulpa de frutilla requirieron mayor fuerza para su fractura (mayor σ), resultaron más quebradizas (menor ϵ) y con una textura más crocante (mayor E) que el resto

($P \leq 0,05$). Con respecto al color, el agregado de frutilla produjo un aumento en la tonalidad rojiza (mayor a^*) y azulada (menor b^*) debido al color de la fruta (ver Figura 2).

Tabla 4

Resultados de textura, dimensiones, actividad acuosa y color de galletitas control dulces y con incorporación de jugo o pulpa de frutillas. Valores seguidos con distinta letra en una misma fila indica diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

	Galletitas control dulce	Galletitas con jugo de frutillas	Galletitas con pulpa de Frutillas
Textura			
σ (MPa)	0,8a	1,0a	1,3b
ε (%)	6,0ab	7,8b	5,2a
E (MPa)	20,4ab	12,9a	27,7b
Altura (mm)	5,2ab	5,8b	4,7a
Propagación (adim)	8,3b	7,1a	8,9b
a_w	0,44b	0,40ab	0,31a
Humedad	4,6a	4,0a	2,5a
Color			
L^*	75,9c	66,3b	59,2a
a^*	-0,5a	5,8b	7,9c
b^*	18,0c	11,4b	8,8a
ΔE	3,6a	4,6a	6,6b

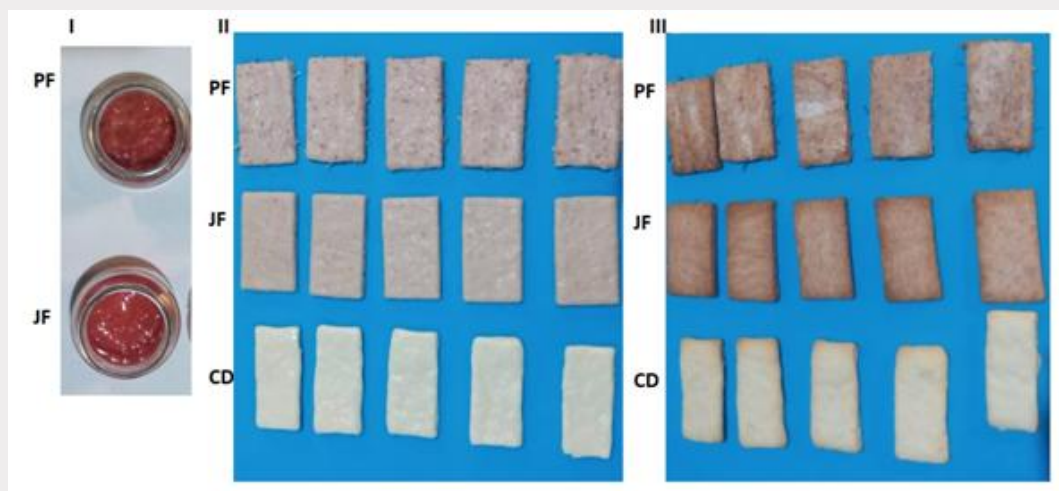


Figura 2

Muestras con frutillas (f). I: Material incorporado; II: masas; III: galletitas. Pulpa (PF); jugo (JF); control Dulce (CD).

AGREGADO DE ARÁNDANOS A LA FORMULACIÓN DE GALLETITAS DULCES

EFFECTO SOBRE LA MASA

Cuando se incorporó pulpa de arándanos a la formulación de galletitas dulces se observó un aumento de firmeza y consistencia con una disminución de la adhesividad y la elasticidad respecto de la textura de la masa control ($P \leq 0,05$). Esto puede explicarse teniendo en cuenta la baja humedad de la pulpa ($24,1 \pm 3,2\%$) muy inferior a la humedad del jugo ($90,1 \pm 0,1\%$). Además, la textura de la masa con jugo de arándanos fue muy semejante a la textura de la masa control, diferenciándose sólo en su mayor adhesividad ($P \leq 0,05$) (Tabla 5).

Con la incorporación de jugo o pulpa de arándanos la masa adquirió un color violáceo debido a la coloración más rojiza (mayor a^*) y más azulada (menor valor de b^*) que la masa control. Además, se encontró que la masa con pulpa presentó una tonalidad azulada más pronunciada que en las masas con jugo. Esto estaba en concordancia con el mayor contenido de antocianinas reportado por Reque *et al.* (2014) quienes compararon el contenido de antocianinas y la actividad antioxidante de pulpa y jugo de arándanos. Como se puede ver en la foto de la Figura 3, el color resultó más parejo en las masas con agregado de jugo, mientras que, con el agregado de pulpa, quedan zonas más oscuras.

Tabla 5

Resultados de la caracterización de la textura y el color de masas control dulce y con incorporación de frutillas (jugo o pulpa) en reemplazo del agua. Valores seguidos con distinta letra en una misma fila indica diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

	Masa control dulce	Masa con jugo de arándano	Masa con pulpa de arándano
Textura			
Firmeza (N)	4,5a	4,2a	21,0b
Consistencia (Nxs)	28,0a	26,6a	95,0b
Cohesividad (-)	0,66b	0,68b	0,27a
Elasticidad (%)	96,2b	97,4b	37,4a
Adhesividad (Nxs)	4,1b	6,1c	2,3a
Color			
L*	78,3c	66,3b	55,2a
a*	-0,8a	3,0b	3,1b
b*	18,6c	12,2b	4,6a

EFFECTO SOBRE EL PRODUCTO FINAL

Las galletitas elaboradas con jugo de arándanos presentaron un mayor espesor o altura, un menor factor de propagación y una textura menos crocante (menor E y mayor \mathcal{E}) que las otras galletitas ($P \leq 0,05$).

Las galletitas con agregado arándanos presentaron la mayor diferencia de color durante el horneado respecto a la galletita control, debido al aumento en el parámetro a^* (tono más rojizo) y a un gran cambio en el parámetro b^* hacia una tonalidad menos azulada, posiblemente debido a la degradación térmica de las antocianinas durante la cocción. Por otra parte, el parámetro ΔE indicó que la diferencia de color con las masas fue mayor en las galletitas con pulpa (ver foto Figura 3).

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se encontraron diferencias significativas en la textura de las masas por la incorporación de productos frutihortícolas en su formulación. Las masas con tomate presentaron una mayor firmeza y consistencia, y una menor la elasticidad que las masas control. Del Valle *et al.* (2006) luego de analizar la composición de varias muestras de puré de tomate determinaron que este ingrediente aporta una gran cantidad de fibra, proteínas, lípidos y minerales (59%, 19%, 6% y 4% respectivamente, en base seca). En nuestro caso, al reemplazar el agua por jugo o pulpa de tomates, la masa presentó un mayor contenido de sólidos ya que se incrementó el contenido de fibra y proteínas. Este efecto fue más pronunciado con el agregado de pulpa de tomates (con restos de piel y semillas), lo que puede generar un producto más firme y consistente. Por otra parte, la disminución en la elasticidad de las masas ante el agregado de jugo o pulpa de tomate, se explica teniendo en

Tabla 6

Resultados de textura, dimensiones, actividad acuosa y color de galletitas control dulces y con incorporación de jugo o pulpa de arándanos. Valores seguidos con distinta letra en una misma fila indica diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

	Galletita control dulce	Galletita con jugo de arándanos	Galletita con pulpa de arándanos
Textura			
σ (MPa)	1,2b	1,0ab	0,8a
ϵ (%)	4,7ab	5,4b	3,3a
E (MPa)	31,3b	21,7a	21,3a
Altura(mm)	4,5a	5,3b	4,5a
Propagación (adim)	9,4b	8,1a	9,5b
a_w	0,11a	0,13a	0,12a
Humedad	1,3a	2,4a	1,7a
Color			
L*	78,4b	61,6a	64,2a
a*	0,2a	4,6b	5,5c
b*	22,2c	20,2b	13,8a
ΔE	5,0a	8,6b	11,6c

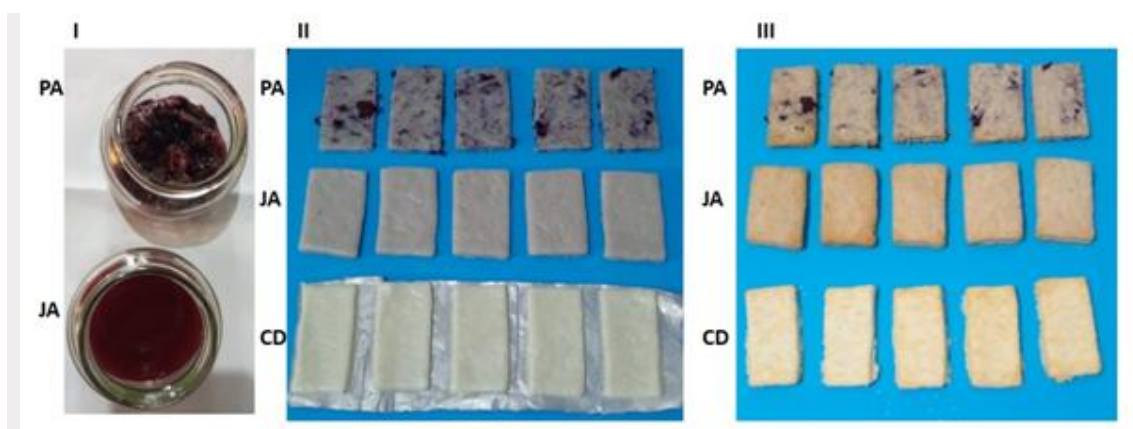


Figura 3

Muestras con arándanos (A). I: Material incorporado; II: masas; III: galletitas. Pulpa (PA); jugo (JA); control Dulce (CD).

cuenta que el agregado de fibra interfiere en la red de gluten. Además, los resultados indicaron que, en las formulaciones con tomate al tener una mayor cantidad de sustancias con afinidad por retener agua, la viscosidad de las masas aumentaba y por lo tanto, disminuía su elasticidad. Tendencias similares se encontraron en la formulación de galletitas dulces.

En ambas formulaciones, tanto dulces como saladas, el reemplazo de agua por pulpa de productos frutihortícolas, aumentó la firmeza, la consistencia y disminuyó la cohesividad y la elasticidad de las masas. Esta mayor textura, permitió moldear mejor las masas y manipularlas sin que se deformen. Sin embargo, en las masas dulces, al reemplazar agua por jugo, la textura de la masa resultó muy parecida a la masa control y sólo se detectaron cambios significativos con jugo de frutillas.

Las galletitas con agregado de productos frutihortícolas presentaron valores de a_w similares (tomate y arándanos) o levemente menores (frutilla) que sus respectivos controles, siendo en todos los casos inferiores al valor límite de 0,8 necesario para el crecimiento de microorganismos (Masutti *et al.*, 2020).

Cuando se incorporó frutilla a la formulación dulce, se encontró que disminuía el factor de propagación y los productos finales con jugo presentaban una altura mayor a las galletitas con pulpa. Las frutillas son frutos ácidos con pH entre 3 y 3,4 según valores reportados por Galoburda *et al.* (2014) y Pineli *et al.* (2011). Esta acidez, podría favorecer el leudado ya que en el presente trabajo se utilizó polvo de hornear (con bicarbonato de sodio) como leudante. Se esperaría entonces que un pH ácido favoreciera el desprendimiento de CO₂ de la matriz, aumentando el volumen de los productos. Sin embargo, la altura de las galletitas con pulpa fue significativamente menor ($P \leq 0,05$) debido a que la masa también presentó una mayor firmeza (por la presencia de fibra) y por lo tanto mayor resistencia al leudado (Tabla 3).

Las galletitas elaboradas con jugo de arándanos presentaron un mayor espesor, un menor factor de propagación y una textura menos crocante que las otras galletitas. La misma tendencia (un mayor espesor y un menor factor de propagación) fue reportada por Aksoylu *et al.* (2015) cuando reemplazaron un 5% de harina por arándanos secos, en galletitas dulces. El arándano es un fruto ácido, con un pH de 2.9 según lo informa Reque *et al.* (2014). Esta acidez favorecería un mayor leudado en las masas con jugo de arándanos, pero no en masas con pulpa debido a su mayor firmeza (Tabla 5). Por su parte, la galletita con agregado de pulpa de arándanos presentó una textura más suave que la galletita control, menor estrés de fractura (s) y menor módulo de Young (E). Estas diferencias en la textura no se pueden atribuir a diferencias en la humedad final de los productos, dado que no se encontraron diferencias significativas ni en la humedad ni en la actividad acuosa de las galletitas. Los valores obtenidos por Šarić *et al.* (2016) con agregado de polvo de pulpa de arándanos en galletitas sin gluten, y de Aksoylu *et al.* (2015) en galletitas con gluten, son justamente opuestos. Estos autores reportan una mayor dureza de galletitas con arándanos debido al mayor contenido de fibra, pero en sus trabajos reemplazaron harina por polvo de fruta, mientras que en nuestro estudio, la proporción de harina se mantuvo sin cambios.

Se pudo concluir entonces que, en galletitas dulces, al incorporar jugo de frutas, el mayor desprendimiento de burbujas por parte del leudante, favorecido por la acidez de la fruta antes de que el calor fije la estructura, resultó en unas galletitas con mayor espesor y una textura menos crocante. En cambio, al incorporar la fruta como pulpa, la firmeza de la masa favoreció el ensanchamiento lateral de las galletitas antes de que la estructura se fije por el calor, lo que dio como resultado galletitas con un factor de propagación semejante a las galletitas control, pero con menor espesor y una textura más quebradiza.

En cuanto al color de las galletitas, al reemplazar agua por jugo o pulpa, se incorporan los pigmentos de estos productos frutihortícolas. En nuestro caso, al utilizar tomates, las masas y las galletitas presentaron tonalidades naranja rojizas debido a la presencia de licopeno y carotenos. En cambio, al adicionar frutillas los productos presentaron tonalidades rojas y con arándanos tonalidades violetas por la presencia de antocianinas. En todos los casos, el color de los productos obtenidos resultó más parejo al incorporar jugo. Dado que las antocianinas pueden degradarse por la acción de enzimas endógenas durante el procesamiento de la fruta, algunos autores proponen inactivar dichas enzimas mediante un escaldado de la fruta previo a la obtención del jugo (Brambilla *et al.*, 2008). En el presente trabajo, si bien no se realizaron tratamientos térmicos sobre las frutas, el jugo y la pulpa se utilizaron inmediatamente después de su obtención, para minimizar la degradación de los pigmentos y hacer más sencillo el proceso de elaboración de galletitas.

CONCLUSIONES

El agregado de jugo o pulpa de productos frutihortícolas como reemplazo del agua en la formulación de galletitas tanto dulces como saladas produce modificaciones en la textura y en el color de las masas y galletitas. En las masas, la incorporación de pulpa, produce un aumento de la firmeza y consistencia y una menor cohesividad, relacionado con el alto contenido de fibra. Con respecto a la textura de los productos finales, el agregado de tomate a la formulación salada, no afecta ni la textura ni las dimensiones de las galletitas, y sólo se encontraron diferencias significativas en el color. En galletitas dulces, en cambio, al incorporar jugos de fruta ensayados (frutillas y arándanos), se obtienen galletitas de mayor espesor, con una mayor tensión de fractura (menos crocantes) que el control. Por otro lado, con el agregado de pulpa de arándanos, se puede obtener galletitas de textura más suave que el control (menor estrés y menor módulo de Young), mientras que con pulpa de frutillas se logra una textura más rígida que el control (mayor estrés de fractura).

Estos resultados indican que es posible incorporar productos frutihortícolas en la formulación de galletitas y obtener un producto con características similares o superadoras al control. Para completar

estos ensayos se debería realizar un estudio de vida útil y un análisis sensorial con evaluadores no entrenados para comprobar la aceptabilidad de las galletitas obtenidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aksoylu, Z., Ö. Çağindi & E. Köse.** 2015. Effects of blueberry, grape seed powder and poppy seed incorporation on physicochemical and sensory properties of biscuit. *Journal of Food Quality* 38:164-174.
- Ávalos, A., P. Goytíño, P.A. Conforti & C.E. Lupano.** 2016. Sensory and texture properties of “chipá”: Influence of ingredients and storage conditions of batter. *Cogent Food & Agriculture* 2:1275394.
- Baltsavias, A., A. Jurgens & T. van Vliet.** 1997. Factors affecting fracture properties of short-dough biscuits. *Journal of Texture Studies* 28:205-219.
- Bourne, M.C.** 1978. *Food Technology* 32:62-66
- Brambilla, A., R. Lo Scalzo, G. Bertolo & D. Torreggiani.** 2008. Steam-blanching highbush blueberry (*Vacciniumcorymbosum* L.) juice: phenolic profile and antioxidant capacity in relation to cultivar selection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:2643-2648.
- Bruzzone, I.** 2007. Futas finas berries. *Revista Alimentos Argentinos* 39:30-33.
- CHFBA'05. Censo Hortiflorícola de Buenos Aires** 2005. Ministerio de Asuntos Agrarios y Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Disponible en <http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/Estadistica/chfba/chfba2005.pdf>. Último acceso: mayo 2021.
- Curutchet, A., S. Cozzano, A. Tárrega & P. Arcia.** 2019. Blueberry pomace as a source of antioxidant fibre in cookies: Consumer's expectations and critical attributes for developing a new product. *Food Science and Technology International* 25:642-648.
- DCA.** 2019. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Cadena de Frutillas. Disponible en http://www.alimentosargentinos.gov.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Resumen_Cadena_frutillas_NOVIEMBRE_2019. Último acceso: mayo 2021.
- Del Valle, M., M. Cámara & M.E. Torija.** 2006. Chemical characterization of tomato pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86:1232-1236.
- Dell'Acqua, A., M.B. Moyano, J. Galvan, L. Rios De Gonzalez & C. Paz.** 2019. Comercialización y competitividad del arándano argentino. Ediciones INTA. Disponible en: <https://inta.gov.ar/documentos/comercializacion-y-competitividad-del-arandano-argentino>. Último acceso: mayo 2021.
- Galoburda, R., S. Boca, I. Skrupskis & D. Seglina.** 2014. Physical and chemical parameters of strawberry puree. In 9th Baltic Conference on Food Science and Technology “Food for Consumer Well-Being” (p. 172).
- Georgé, S., F. Tourniaire, H. Gautier, P. Goupy, E. Rock & C. Caris-Veyrat.** 2011. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. *Food Chemistry* 124:1603-1611.
- Isik, F. & C. Topkaya.** 2016. Effects of tomato pomace supplementation on chemical and nutritional properties of crackers. *Italian Journal of Food Science* 28:525.
- Kaushik, R. & P.K. Grewal.** 2015. Development and nutritional evaluation of value added baked products using strawberry (*Fragaria*). *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology* 1: 2395-1990.
- Lee, J. H. & J.C. Ko.** 2009. Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. *Food Engineering Progress* 13:49:84
- Masutti, M. F., M. Patrignani & P.A. Conforti.** 2020. Development and characterization of cracker fillings with natural antioxidants. *Journal of Food Measurement and Characterization* 14. 446-454.
- Mazzoni, L., P. Perez-Lopez, F. Giampieri, J.M. Alvarez-Suarez, M. Gasparrini, T.Y. Forbes-Hernandez... & M. Battino.** 2016. The genetic aspects of berries: from field to health. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96:365-371.
- OPS,** 2019. Alimentos ultraprocesados ganan más espacio en la mesa de las familias latinoamericanas. Disponible online en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15530:ultra-processed-foods-gain-ground-among-latin-american-and-caribbean-families&Itemid=1926&lang=es. Último acceso junio 2021.

- Patrignani, M.** 2017. Desarrollo de galletitas más saludables: alternativas para incrementar su contenido de antioxidantes. Tesis. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata.
- Perez, C., C. Tagliani, P. Arcia, S. Cozzano & A. Curutchet.** 2018. Blueberry by-product used as an ingredient in the development of functional cookies. *Food Science and Technology International* 24:301-308.
- Pineli, L.L.O., C.L. Moretti, M.S. dos Santos, A.B. Campos, A.V. Brasileiro, A.C. Córdova & M.D. Chiarello.** 2011 Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. *Journal of Food Composition and Analysis* 24:11-16.
- Reque, P. M., R.S. Steffens, A.M.D. Silva, A. Jablonski, S.H. Flôres, A.D.O. Rios & E.V.D Jong.** 2014. Characterization of blueberry fruits (*Vaccinium* spp.) and derived products. *Food Science and Technology* 34:773-779
- Salem, B. R.** 2020. Use of tomato pomace, mango seeds kernel and pomegranate peels powders for the production of functional biscuits. *Zagazig Journal of Agricultural Research* 47:1011-1023.
- Šarić, B., A. Mišan, A. Mandić, N. Nedeljković, M. Pojić, M. Pestorić & S. Đilas.** 2016. Valorisation of raspberry and blueberry pomace through the formulation of value-added gluten-free cookies. *Journal of food science and technology* 53:1140-1150.
- Toor, R. K. & G.P. Savage.** 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International* 38:487-494.
- Zucco, F., Y. Borsuk, S.D. Arntfield.** 2011. Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *LWT-Food Science and Technology* 44:2070–6.