

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.61>

Raíz de achicoria (*Cichorium intybus*) mínimamente procesada como fuente de inulina para la elaboración de galletas

Chicory Root (*Cichorium intybus*) Minimally Processed as a Source of Inulin for the Manufacture of Cookies

Verónica Marilén Pogorzelec

Universidad Nacional del Chaco Austral
veropogorzelec@gmail.com
Chaco, Argentina

Carina Lorena Fernández

Universidad Nacional del Chaco Austral
Argentina

Artículo recibido: 21 de junio de 2022. Aceptado para publicación: 12 de agosto de 2022.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la aceptabilidad general y el valor nutricional de galletitas adicionadas con raíz de achicoria como fuente de fibra soluble. Las galletitas se elaboraron por adición de raíz de achicoria en forma acuosa y deshidratada, cada una en tres concentraciones, las que se compararon con una formulación control, sin agregado de raíz. Según el análisis sensorial, la formulación con 3% P/P de raíz deshidratada fue la de mayor aceptabilidad, cuyo aporte estimado de kilocalorías, proteínas, carbohidratos y grasas fue similar al de las galletitas comerciales integrales usadas como referencia. Por otra parte, todas las formulaciones presentaron una reducción del 30% del contenido de azúcar, a la vez que la incorporación de 3% P/P de raíz deshidratada permitió obtener un producto con mayor contenido de fibra que el control y las versiones comerciales de referencia. La experiencia permitió concluir que la preparación de masas con adición de raíz de achicoria deshidratada como fuente de fibra soluble permite obtener galletitas artesanales de alta aceptabilidad y adecuado valor nutricional, al tratarse de un producto reducido en contenido de azúcares, alto contenido de grasas insaturadas y alto contenido de fibra. No obstante, se requieren estudios complementarios, incluidos los análisis instrumentales que permitan cuantificar la inulina y evaluar la influencia de la fibra en la biodisponibilidad de otras sustancias de interés nutricional, principalmente minerales, además de la posibilidad de escalar el proceso.

Palabras clave: alimentos funcionales, fibra alimentaria, fibra soluble, galletitas artesanales.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) . 

Como citar: Pogorzelec, V.M. & Fernández, C. L. (2022). Raíz de achicoria (*Cichorium intybus*) mínimamente procesada como fuente de inulina para la elaboración de galletas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 3 (2), 20-34. DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.61>

Abstract

The aim of this work was to evaluate the general acceptability and nutritional value of cookies elaborated with chicory root as a source of soluble fiber. Cookies formulations were added with aqueous and dehydrated chicory root, each of them in three different concentrations. Modified formulations were compared with a control with not root addition and a commercial cookie as a reference. According to sensory analysis, the highest acceptability was for cookies with 3% W/W of dehydrated chicory root, whose estimated content of calories, proteins, carbohydrates and fat was similar to that of the commercial cookies used as a reference. On the other hand, all formulations exhibited 30% of sugar content reduction, while the incorporation of 3% W/W dehydrated root allowed the obtaining of a high-fiber product, even higher than the control and the reference commercial versions. Results showed that the preparation of doughs with the addition of dehydrated chicory root allows to obtain homemade cookies of high acceptability and low sugar content, high content of unsaturated fats and high fiber content. However, complementary studies are required, including instrumental determinations to establish inulin content, and to evaluate the influence of fiber on the bioavailability of other nutrients, mainly minerals, besides the possibility of scaling the process.

Keywords: functional foods, dietary fiber, soluble fiber, homemade cookies.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la fibra dietaria adquirió singular importancia debido a la relación epidemiológica entre su ingesta y la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), mediante diferentes mecanismos de acción según el tipo de fibra. La fibra insoluble se caracteriza por actuar principalmente como reguladora del tránsito intestinal, mientras que la fibra soluble es de interés en el tratamiento de la enfermedad inflamatoria intestinal, el síndrome del intestino irritable y la modulación de niveles de glucemia y colesterol (Sotelo Méndez et al., 2019). Un tipo particular de fibra soluble es la inulina, un oligofructano de sabor ligeramente dulce, altamente soluble en agua, que ayuda al balance de las dietas y aporta compuestos que se comportan como fibra y carbohidratos no asimilables. Esto la convierte en una alternativa interesante para sustituir ingredientes de alto valor calórico en la reformulación de alimentos, dado que, adicionalmente, los oligofructanos se comportan como prebióticos al ser promotores del desarrollo de microorganismos benéficos en el tracto digestivo (Rodríguez Ordóñez et al., 2019), lo que dio origen a diversos estudios en los que se evaluó la incorporación de fibra en productos de consumo masivo para que estos actúen como vehículos de incorporación de fibra procedente de distintas fuentes, como la inulina.

A nivel internacional, se desarrolló un néctar funcional con agregado de inulina proveniente de hojas de agave, y se observó que los tratamientos con niveles de 5 y 10% obtuvieron las mayores calificaciones respecto a la apariencia general, sabor, color, olor y textura del néctar de frutas mixtas (Obregón La Rosa et al., 2019). De modo similar, se evaluó la calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial de una bebida de soja fermentada tipo yogur, enriquecida con una versión comercial de inulina de achicoria, observándose que todas las formulaciones ensayadas cumplían con los requerimientos normativos tanto en lo microbiológico como en lo fisicoquímico, mientras que la formulación de mayor aceptabilidad fue la que contenía 15% de inulina agregada (Alonso-dos santos et al., 2017). También se utilizó una versión comercial de inulina de achicoria para la elaboración de un producto cárnico funcional con adición de fibra como sustituto de grasa y prebiótico (Peña et al., 2020), para lo que se realizaron experimentos con combinaciones de inulina (0 a 12%) y grasa (8 a 12%), y se evaluaron las salchichas obtenidas según su composición fisicoquímica, perfil textura, calidad microbiológica y sensorial. Sobre la base de criterios reológicos y sensoriales, la combinación de un 6,67% de inulina y 8,73% de grasa resultó ser la mejor variante, para la cual la inulina mantuvo las características sensoriales del producto, especialmente la jugosidad. La inulina comercial proveniente de achicoria también fue utilizada por Mackencie Tobar et al., (2020), quienes evaluaron la influencia del agregado de inulina en las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad del queso de pasta hilada tipo mozzarella fresco aromatizado con *Origanum vulgare* (orégano) y *Rosmarinus officinalis* (romero), observando que una concentración de 1% de inulina permitió mantener las características sensoriales, principalmente la textura. Además, (Gómez-Muriel et al., 2021) evaluaron la aceptabilidad de una carne para hamburguesa elaborada a base de pechuga de pollo adicionada con diversas fuentes de inulina. Los resultados demostraron que todas las formulaciones tuvieron buena aceptabilidad por parte de los panelistas, aunque la formulación de mayor aceptación fue la que contenía el nivel más alto de inulina comercial proveniente de achicoria. Por su parte, (Rodríguez Ordóñez et al., 2019) evaluaron el aporte calórico, el contenido de grasa saturada y la aceptación sensorial de helados de vainilla formulados con inulina comercial como sustituto parcial de grasa saturada, encontrando que es posible reemplazar el 57,14% de grasa vegetal saturada por inulina sin que se afecten las propiedades sensoriales en el producto, logrando así una reducción del contenido calórico y del contenido de grasa saturada. En cuanto a alimentos farináceos, (Granados Conde et al., 2021) evaluaron las propiedades fisicoquímicas y la calidad sensorial de galletas elaboradas con harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en reemplazo de la harina de trigo, observando que el reemplazo de hasta el 30% de la harina de trigo permitió obtener un producto de aceptabilidad prácticamente igual a la formulación control.

En Argentina se elaboraron galletitas saludables con bajo contenido calórico y adecuado aporte de fibra y proteínas, mediante la adición de harina de topinambur. Se evaluó la aceptabilidad de tres formulaciones según color, sabor, apariencia y textura, mediante un panel sensorial con panelistas no entrenados y se encontró una preferencia significativa por las galletitas con mayor contenido de harina adicionada (Costanzo et al., 2019). También se estudió el desarrollo de pastas rellenas de bajo contenido graso y yogur descremado de leche de cabra (Goncalvez De Oliveira et al., 2012; Lotufo Haddad et al., 2015), adicionados con inulina en polvo. Para las pastas rellenas se observó una calidad sensorial óptima y buena aceptabilidad, siendo las más aceptables las elaboradas con el mayor porcentaje de adición (15%), mientras que en el caso del yogur se obtuvo un producto fuente de fibra, de bajo valor lipídico y de buena aceptabilidad y características sensoriales apropiadas en lo que respecta a color, aroma, textura y sabor.

En la mayoría de los casos descriptos se utilizó inulina en polvo obtenida tras un proceso industrial, siendo escasos los trabajos en los que se utilizó en forma directa la fuente natural de inulina, por lo que en este estudio se describen los resultados obtenidos al evaluar mediante una prueba de aceptabilidad el potencial de la raíz de achicoria mínimamente purificada como fuente de inulina en la elaboración de galletas dulces. Esta raíz presenta un 80% de inulina (Madrigal & Sangronis, 2007), por lo que podría utilizarse como una opción sencilla, económica y accesible para incorporar fibra soluble a los productos panificados, especialmente a los elaborados de manera artesanal.

MÉTODO

Se realizó un estudio experimental, en el que se elaboraron galletitas dulces siguiendo una receta convencional modificada, añadiendo raíz de achicoria como fuente de fibra soluble. El potencial de la raíz de achicoria como fuente de inulina se evaluó mediante dos formas de incorporación una acuosa y otra deshidratada, cada una en tres concentraciones, siguiendo a lo realizado por Domínguez Anaya, (2017). Posteriormente se realizó un análisis sensorial mediante el cual se determinó la formulación de mayor aceptabilidad y de mayor intención de compra, cuyo valor nutricional también fue estimado.

Obtención de la raíz y de sus formas de incorporación

La recolección manual de las raíces se realizó en la estación de invierno de una huerta familiar, las cuales fueron almacenadas a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) por 3 días, eliminando aquellas no aptas para consumo debido a golpes o podredumbres. Las raíces seleccionadas se sometieron a un lavado manual con agua potable para eliminar restos de tierra, seguido de una posterior desinfección con solución de hipoclorito de sodio al 1% durante 10 minutos. Las raíces se cortaron en trozos de aproximadamente 1,5 cm y se colocaron en un recipiente con agua en ebullición durante 60 minutos, procesándose el producto resultante hasta lograr un puré de consistencia homogénea (Viano, 2014), para lo cual se utilizó una procesadora eléctrica manual. Parte del puré se guardó para usarlo como una de las formas de incorporación, denominada raíz en forma de puré (RP). El resto se pesó y distribuyó de manera uniforme (capa fina de 2-3 mm) en placa para horno y se llevó a deshidratación (90 °C, 60 minutos), similar a lo realizado en otros estudios (Brom & Tessaro, 2014; Ibarra et al., 2019). Una vez deshidratadas y enfriadas, las raíces fueron trituradas en mortero hasta obtener un polvo fino que se denominó raíz deshidratada (RD) y constituyó la otra forma de incorporación de raíz. RD fue envasada en bolsas de polietileno y almacenada durante 3 días en área limpia y seca a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) hasta su uso. El aspecto de ambas formas de incorporación se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Aspecto de la raíz en forma de puré (RP) y de la raíz deshidratada (RD)



Ingredientes y formulaciones

Se elaboró una formulación control, sin agregado de fibra, y tres formulaciones con cantidades crecientes de fibra, como se muestra en la Tabla 1. La cantidad de raíz de achicoria a adicionar a las masas en cada caso estuvo en el rango de 3 a 6 g de fibra alimentaria cada 100 de producto sólido, tal lo establecido en el Código Alimentario Argentino (CAA) para alimentos modificados en fibra y alimentos fuente de fibra, respectivamente. Se establecieron 3 concentraciones 3% P/P, 4,5% P/P y 6% P/P considerando que la raíz de achicoria fresca contiene en promedio 18% de fibra soluble del tipo inulina (Das et al., 2016). La fuente de fibra se añadió primero en forma de RP y luego en forma de RD. Se denominó FA1, FA2 y FA3 a las formulaciones con distintas concentraciones de RP, mientras que las adicionadas con distintas concentraciones de RD se denominaron FB1, FB2 y FB3.

Tabla 1

Formulación de galletitas dulces artesanales adicionadas con fibra soluble de raíz de achicoria (*Cichorium Intybus*)

Ingredientes	CONTROL	3% P/P	4,5% P/P	6% P/P
Harina de trigo integral (g)	175	175	175	175
Harina de trigo tipo leudante (g)	175	175	175	175
Huevos (g)	100	100	100	100
Azúcar (g)	105	105	105	105
Edulcorante líquido sucralosa (ml)	10	10	10	10
Aceite de girasol (ml)	60	60	60	60
Ralladura de limón (g)	10	10	10	10
Esencia de vainilla (ml)	10	10	10	10
Raíz de achicoria (g)	-	74,7	112,5	148,85

Preparación de las masas

Se mezclaron los ingredientes según lo indicado en la Tabla 1 para obtener la masa control y las masas enriquecidas. En las formulaciones con RP como fuente de fibra, la adición se llevó a cabo en la etapa de batido, formando parte de los ingredientes húmedos. En cambio, en las formulaciones con RD, la adición se realizó en la etapa de mezclado, junto con los ingredientes secos. Las masas así preparadas se llevaron a refrigeración durante un tiempo de 60 minutos para las formulaciones con RP y 15 minutos para las formulaciones con RD, tiempo necesario en cada caso para lograr la consistencia que permitiera el laminado de las masas.

Elaboración de las galletitas

La masa se estiró hasta lograr un espesor de aproximadamente 5 mm. Posteriormente, se utilizó un molde metálico cortante para dar forma a las galletitas, las que se distribuyeron en placa para su cocción en horno eléctrico de 1600 W (170° C, 20 minutos). Una vez retiradas del horno, las galletitas se dejaron reposar a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) hasta el enfriamiento suficiente para envasarlas en bandejas de plástico descartables, las cuales posteriormente se colocaron en bolsas de polietileno y se almacenaron en un lugar seco a temperatura ambiente por un día.

Evaluación sensorial

La evaluación se realizó con un panel de 33 jueces no entrenados, consumidores habituales del tipo de producto evaluado. Se llevó a cabo una prueba de aceptación, donde los jueces determinaron el grado de preferencia del producto mediante una escala hedónica (Apéndice A), indicando su sensación personal en una escala de 5 puntos, tal lo realizado en otros estudios (Arroyo Saez & Barrientos Cruz, 2014; Cerna et al., 2014; Martínez et al., 2017). Además de la evaluación de atributos subjetivos (aceptabilidad, intención de compra, olor y sabor), también se evaluaron atributos que pudieran determinarse de modo instrumental en estudios posteriores (crocancia, textura y color).

Valor nutricional

Se estimó el valor energético y el contenido de carbohidratos, proteínas, grasas, fibra alimentaria y sodio cada 100 g de producto y por porción para la formulación de mayor aceptabilidad. Se utilizaron tablas de composición química de alimentos (Argenfoods y Nutrinfo) para los ingredientes clásicos utilizados, mientras que la composición química de la raíz de achicoria se estimó a partir de datos disponibles en la bibliografía existente (Das et al., 2016; Puhlmann & de Vos, 2020).

Análisis estadístico

Los datos de valor nutricional estimado de las galletas se presentan como media \pm desviación estándar de los valores obtenidos en tres ensayos independientes. Para el análisis de la evaluación sensorial se utilizó prueba de Kruskal-Wallis. En todos los casos se utilizó el software IBM SPSS Statistics 26.

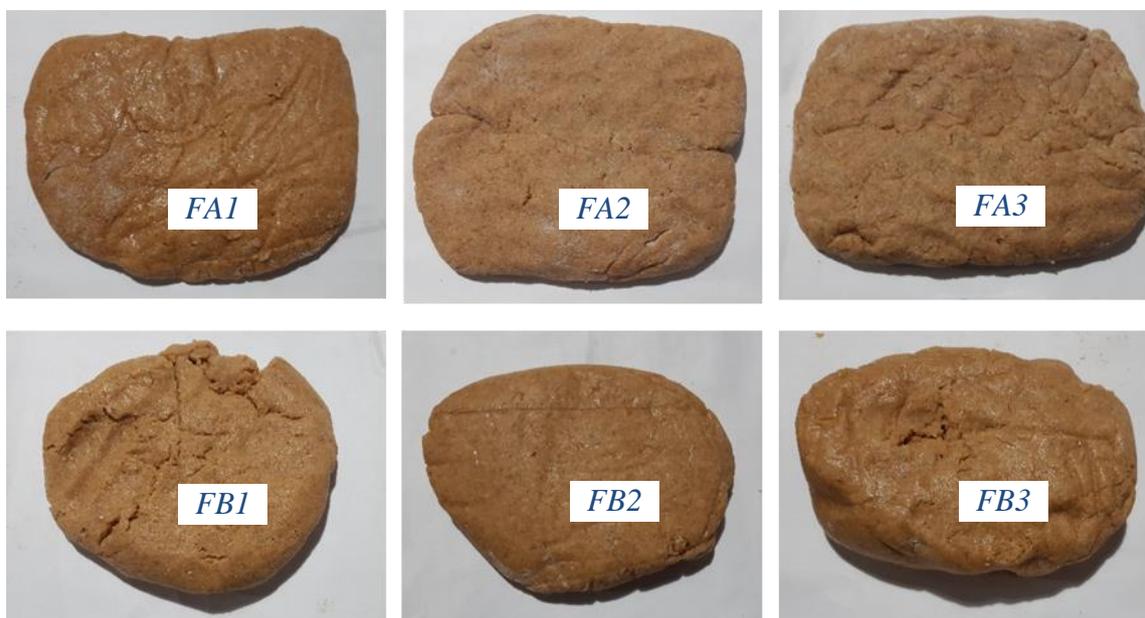
RESULTADOS

Preparación de las masas y elaboración de las galletitas

Durante la preparación de las masas pudo observarse que las adicionadas con RD presentaron un aspecto similar al control, a la vez que resultaron más firmes y fáciles de amasar que las con agregado de RP, que necesitaron mayor tiempo de reposo en refrigeración para poder ser laminadas y moldeadas. En la Figura 2 puede observarse el aspecto final de las masas con las distintas concentraciones de RP y RD

Figura 2

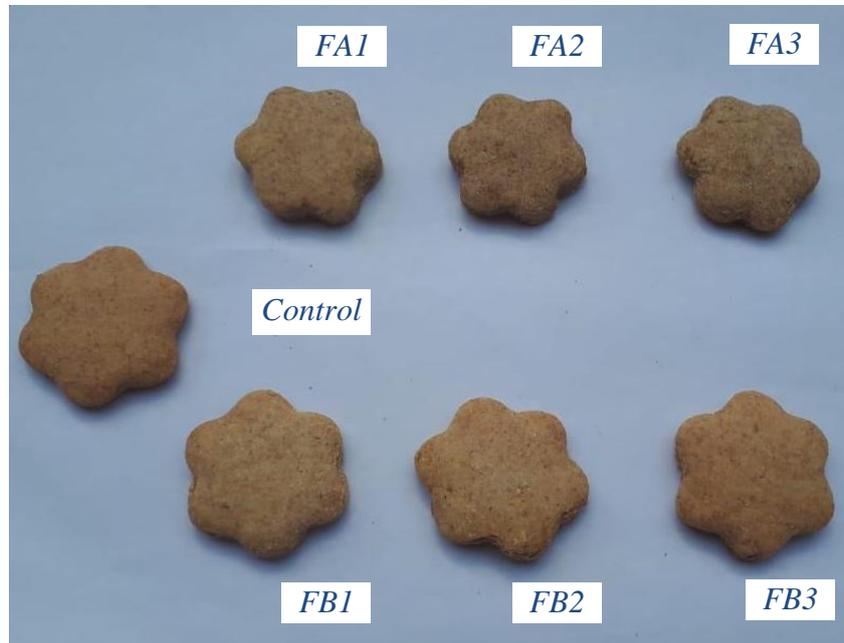
Masas con distintas concentraciones de raíz. (FA1: 3% P/P RP; FA2: 4,5% P/P RP; FA3: 6% P/P RP; FB1: 3% P/P RD; FB2: 4,5% P/P RD; FA3: 6% P/P RD)



El aspecto de las galletitas recién elaboradas se muestra en la Figura 3, donde puede apreciarse un aparente mayor desarrollo de color para las galletitas con agregado de RP, siendo las adicionadas con RD similares al control. Además, las galletitas con RP mostraron una contracción en su diámetro, lo que dio lugar a un aumento de espesor luego de la cocción, registrándose rendimientos luego de la cocción de un 86,5% para el control, 85% para las galletitas con RP y un 83,8% para las galletitas con RD.

Figura 3

Aspecto de las galletitas. (Control: sin agregado de raíz de achicoria; FA1: 3% P/P RP; FA2: 4,5% P/P RP; FA3: 6% P/P RP; FB1: 3% P/P RD; FB2: 4,5% P/P RD; FA3: 6% P/P RD)

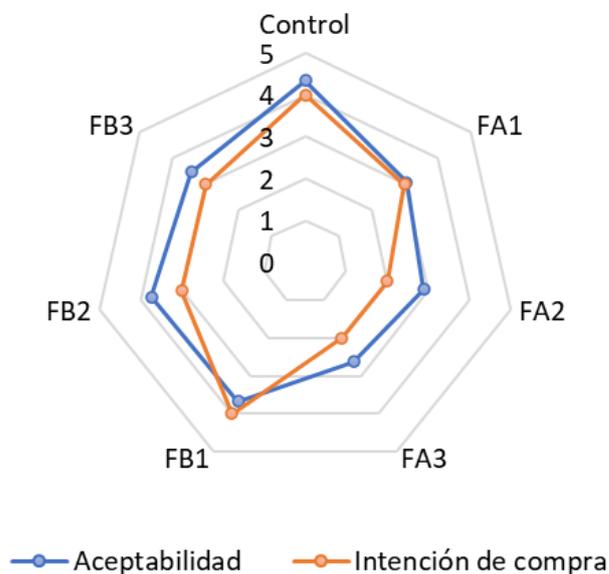


Evaluación sensorial

La formulación adicionada con el menor nivel de RD (FB1) obtuvo las mayores puntuaciones para aceptabilidad e intención de compra, como puede observarse en el gráfico radial de comparación para todas las formulaciones ensayadas, incluido el control (Figura 4).

Figura 4

Gráfico radial de comparación de puntuaciones para aceptabilidad e intención de compra. (Control: sin agregado de raíz de achicoria; FA1: 3% P/P RP; FA2: 4,5% P/P RP; FA3: 6% P/P RP; FB1: 3% P/P RD; FB2: 4,5% P/P RD; FA3: 6% P/P RD)

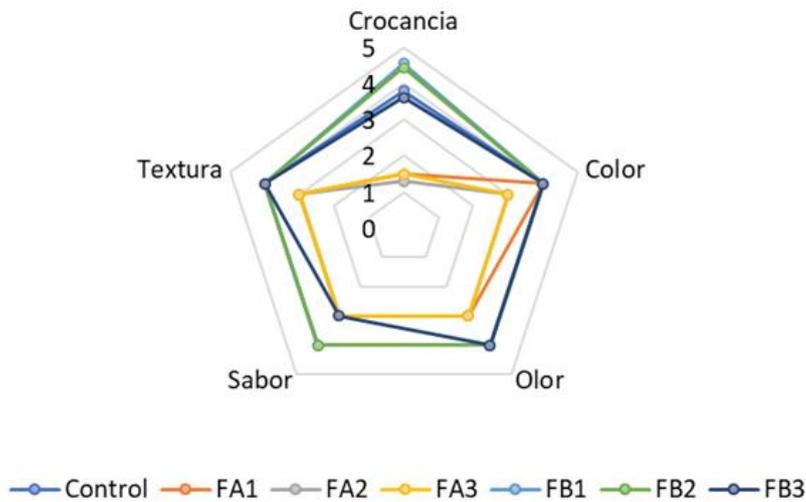


En todos los casos, las formulaciones con agregado de RD fueron las de mayor puntuación, aunque esta fue disminuyendo al aumentar la cantidad de RD añadida. Por otra parte, el agregado de RP generó en las puntuaciones el mismo descenso al aumentar la cantidad de RP, aunque las puntuaciones fueron menores que para RD para los tres niveles de adición de RP.

Con respecto a los demás atributos, la Figura 5 resume las puntuaciones para todas las formulaciones, donde puede observarse que las menores correspondieron a las formulaciones con agregado de RP. Además, las formulaciones con agregado de RD tuvieron puntuaciones similares entre sí, e incluso la adicionada con 4,5% P/P de RD fue mejor puntuada que el control para algunos atributos.

Figura 5

Gráfico radial de comparación de puntuaciones para todos los atributos. (Control: sin agregado de raíz de achicoria; FA1: 3% P/P RP; FA2: 4,5% P/P RP; FA3: 6% P/P RP; FB1: 3% P/P RD; FB2: 4,5% P/P RD; FA3: 6% P/P RD)



Valor nutricional

La estimación del valor nutricional se presenta en la Tabla 2, donde puede observarse, que la formulación de mayor aceptabilidad (3% P/P de RD), presenta 0,7 g más de contenido de fibra total (2,2g/porción) que la formulación control (1,5g/porción); dicho incremento se produce a expensas del aumento del contenido de fibra soluble. De igual manera sucede con el porcentaje de valor diario que cubren dichas formulaciones, mientras que el control cubre un 6%, la formulación con mínimo agregado de RD cubre un 9%.

Tabla 2

Información nutricional.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL						
Porción 30 g = 4 unidades de galletitas						
	Cantidad por porción		% VD (*)		Cantidad por 100 g	
	Control	FB3	Control	FB3	Control	FB3
Valor energético	129 kcal=540 kj	129 kcal=540 kj	6 %	6 %	430 kcal=1799 kj	430 kcal=1799 kj
Carbohidratos	19 g	19 g	6 %	6 %	64 g	63 g
Proteínas	3,0 g	3,0 g	4 %	4 %	10 g	10 g
Grasas totales de las cuales:	4,5 g	4,5 g	8 %	8 %	15 g	15 g
Saturadas	0,6 g	0,6 g	3 %	3 %	1,9 g	1,9 g
Trans	No contiene	No contiene	---	---	No contiene	No contiene
Monoinsaturadas	1,2 g	1,2 g	---	---	4,0 g	4,0 g
Polinsaturadas	2,4 g	2,3 g	---	---	7,8 g	7,7 g
Colesterol	34 g	33 mg	---	---	114 mg	111 mg
Fibra alimentaria total de las cuales:	1,5 g	2,2 g	6 %	9 %	5,0 g	7,4 g
Insoluble	1,3 g	1,3 g	---	---	4,3 g	4,4 g
Soluble	0,2 g	0,9 g	---	---	0,7 g	3 g
Sodio	78 g	77 mg	3 %	3 %	263 mg	257 mg

(*) Valores Diarios con base a una dieta de 2.000 kcal u 8.400 kj. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas

DISCUSIÓN

El principal cambio observado en las propiedades de las masas adicionadas con fuente de inulina fue la referida a la facilidad de amasado, que resultó mayor para las adicionadas con RD. Esto se atribuyó al mayor contenido de inulina en la forma deshidratada de la raíz, lo que resultó en una mayor interacción con las moléculas de agua a través de uniones puente de hidrógeno y a la alta capacidad de retención de agua (Blanco Canalis, 2017; Cabeza Rodríguez, 2009). Además, la inulina tiene propiedades similares a las del almidón (Madrigal & Sangronis, 2007), como la capacidad de retención de agua, lo que genera que sus macromoléculas puedan formar zonas de unión atrapando grandes cantidades de agua; así mismo, sus proteínas tienen la capacidad de formar geles y aumentar la viscosidad. Por otra parte, la inulina reemplaza con buenos resultados sensoriales la grasa en algunos productos de panadería y cereales para el desayuno, también contribuye a la crocancia, y aumenta la vida útil, mejorando el perfil nutricional debido al aporte de fibra dietaria (Liu et al., 2019). En panes y pasteles los mantiene húmedos y frescos durante más tiempo; sin embargo en galletas se ha utilizado para disminuir la cantidad de grasa saturada, obteniendo resultados aceptables para textura, genera disminución en el volumen de la galleta afecta la suavidad pero la mantiene estable hasta 60 días de almacenamiento (Paciulli et al., 2020).

A la vez, la mayor dificultad para el amasado como resultado de la incorporación de RP pudo deberse al hinchamiento de los gránulos de almidón presente en la raíz, luego del calentamiento en agua para la obtención del puré, lo que limitó la absorción de agua dentro de la estructura, sin poder interactuar con el agua de la formulación, no pudiendo entonces intervenir en la formación del gel que da lugar a la masa (Delgado & Rodrigues Paquete, 2017). Para las masas con agregado de RD, se observaron resultados similares a lo informado en otros estudios, en los que se analizó los efectos de la adición de inulina en polvo en la estructura de las masas, documentándose un incremento de la dureza de la masa directamente proporcional a la cantidad de inulina adicionada (Blanco Canalis, 2017; Rodríguez García, 2014).

Con respecto a las galletitas, la incorporación de raíz de achicoria en dos formas diferentes originó cambios en el color del producto final, siendo mayor la intensidad del color de las galletitas elaboradas con agregado de RP. El mayor desarrollo de color, podría deberse a la caramelización de la sacarosa presente en la formulación, aunque también podría deberse a reacción de Maillard entre aminoácidos y fragmentos no reductores de inulina (Psimouli & Oreopoulou, 2013; Rodríguez García, 2014). Por otra parte, la contracción en el diámetro y el consecuente aumento de espesor observado para estas galletitas, pudo deberse al hinchamiento de los gránulos de almidón luego del calentamiento, lo que impidió la absorción de agua y el desarrollo del gel, tal como se describió en el párrafo anterior. En cuanto a las galletitas con agregado de RD, se observaron resultados similares a lo informado por Blanco Canalis, (2017), quien reportó que la incorporación de inulina implica un rápido incremento del comportamiento viscoso/elástico durante la cocción, permitiendo una mayor expansión de las piezas en la placa de horneado, dando como resultado galletitas de mayor diámetro y más agrietadas, mientras que difiere a lo observado para las galletitas con agregado de RP.

La valoración subjetiva de las características de las galletitas permitió inferir una apariencia similar entre las galletitas elaboradas con la formulación control (GC) y las elaboradas con agregado de RD (GRD). Esto coincidió con lo registrado en el análisis sensorial, que mostró mayor aceptabilidad para GRD en comparación con GRP. Por otra parte, aunque el porcentaje de aceptabilidad fue alto, se registraron diferencias significativas con respecto a GC, que en todos casos resultó la formulación más aceptada, lo que podría deberse a que, al agregar raíz a las formulaciones disminuye el puntaje para el atributo sabor y color. Estudios similares también informaron diferencias entre la aceptabilidad de formulaciones control frente a formulaciones con agregado de fibra, como lo reportado para galletitas elaboradas con 50% de topinambur (tubérculo rico en inulina) (Viano, 2014), y para galletitas elaboradas con diferentes mezclas de harina de trigo/yacón (Domínguez Anaya, 2017), donde se registraron diferencias en el color, aroma, textura y sabor, siendo la aceptabilidad mayor para las formulaciones con agregado de fibra, al contrario de lo observado en este estudio.

Una vez estimado el valor nutricional de la galletita de mayor aceptabilidad, pudo advertirse que el aporte de kilocalorías, proteínas, carbohidratos y grasas fue similar a lo informado en los rótulos de galletitas comerciales integrales usadas como referencia, habiendo diferencias en cuanto al tipo de grasas aportadas, siendo en su mayoría monoinsaturadas en las comerciales y poliinsaturadas en las artesanales elaboradas en este estudio, debido a que se utilizó aceite vegetal de girasol, en el que predominan las grasas poliinsaturadas (62%, según rótulo). Por otra parte, todas las formulaciones presentaron una reducción del 30% del contenido de azúcar, por lo tanto podrían considerarse un producto light “reducido en contenido de azúcar” según lo dispuesto en el Código Alimentario Argentino (CAA), lo que demuestra que es posible obtener un producto de mayor valor nutricional que el tradicional. Finalmente, la incorporación de 3% de RD, permitió obtener un producto con mayor contenido de fibra (2,2g/porción) que las versiones comerciales (0,9, 1,2 y 2,1 g/porción para cada una de ellas) y que la formulación control (1,5 g/porción).

CONCLUSIONES

La preparación de masas con adición de raíz de achicoria deshidratada permite obtener galletitas artesanales de alta aceptabilidad y adecuado valor nutricional, resultando un producto reducido en contenido de azúcares, alto contenido de grasas insaturadas y alto contenido de fibra. Por otra parte, la deshidratación de la raíz de achicoria mediante horneado facilita su obtención a nivel doméstico, lo que representa un beneficio para consumidores habituales de este tipo de productos, que prefieren preparaciones artesanales antes que las industriales. No obstante, se requieren estudios complementarios, en los que se incluyan análisis instrumentales que permitan cuantificar la inulina presente, optimizar la formulación de las galletitas y evaluar la influencia de la fibra en la biodisponibilidad de otras sustancias de interés nutricional, principalmente minerales, además de la posibilidad de escalar el proceso a nivel industrial.

REFERENCIAS

- Alonso-dos santos, P., Duarte-Leite, N., Araújo-Martins, L. de S., Ribeiro-Lodete, A., & Garcia-Motta, R. (2017). Bebida fermentada a base de soja com sabor de ameixa e suplementada com inulina em substituição ao iogurte tradicional. *Veterinária e Zootecnia*, 24(4), 724-733. <https://doi.org/10.35172/rvz.2017.v24.243>
- Arroyo Saez, M., & Barrientos Cruz, A. (2014). "Elaboración y evaluación de las características organolépticas de galletas dulces integrales enriquecida a base de trigo (*Triticum vulgare*) y salvado de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad blanca Junín.
- Blanco Canalis, M. S. (2017). Mejoramiento del perfil nutricional y saludable de productos de panificación [Universidad Nacional de Córdoba]. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/15304>
- Brom, S., & Tessaro, E. (2014). Alimento con alto contenido de fructanos: Puré de Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) [Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo]. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6793/tesis-tessaro-silvina.pdf
- Cabeza Rodríguez, S. (2009). «Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas» [Universidad de Burgos]. https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.1/117/Cabeza_Rodriguez.pdf?sequence=5
- Cerna, M. F., Cabrera, J. C., & Siche, R. (2014). Optimización de la aceptabilidad de un pan integral de chía (*Salvia hispanica* L.) mediante la metodología de Taguchi. Optimización de la aceptabilidad de un pan integral de chía (*Salvia hispanica* L.) mediante la metodología de Taguchi, 4(1), 19-25. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2014.01.02>
- Costanzo, M. M., Comelli, N. A., Conforti, P., & Quiroga, J. M. (2019). Elaboración de galletitas saludables usando harinas de topinambur y amaranto. *CYTAL- ALACCTA*, 20-22.
- Das, S., Vasudeva, N., & Sharma, S. (2016). *Cichorium intybus*: A concise report on its ethnomedicinal, botanical, and phytopharmacological aspects. *Drug Development and Therapeutics*, 7(1), 1-12. <https://doi.org/10.4103/2394-6555.180157>
- Delgado, A. M., & Rodrigues Paquete, A. (2017). «Desarrollo de una galletita adecuada a situaciones de emergencia» [Fundación H.A. Barceló]. [http://repositorio.barcelo.edu.ar/greenstone/collect/tesis/index/assoc/HASH7719.dir/TFI Rodriguez Paquete y Delgado.pdf](http://repositorio.barcelo.edu.ar/greenstone/collect/tesis/index/assoc/HASH7719.dir/TFI_Rodriguez_Paquete_y_Delgado.pdf)
- Domínguez Anaya, P. (2017). Composición fisicoquímica y sensorial de la galleta dulce elaborada con harina mixta de trigo y yacón (*Smallanthus sonchifolius*).
- Gómez-Muriel, L. A., Benítez-Sepúlveda, E., Velásquez-Henao, A., & Jaramillo-Yepes, F. (2021). Desarrollo de una carne de hamburguesa de pechuga de pollo con adición de fibra y reducción de grasa. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 23(1), 15-26. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v23n1a02>
- Goncalvez De Oliveira, E., Paz F, N., Budde, E., Cravero P, A., & Adriana, R. (2012). Using inulin in the formulation of non-fat goats' milk yogurt. *diaeta* (B.Aires), 30(140), 25-30.
- Granados Conde, C., Gutiérrez Quintana, J., & Castro Pomares, K. (2021). Elaboración de alimento funcional tipo galletas a base de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). 1, 49-53.
- Ibarguren, L., Calderon, M., Tessaro, S., Bertona, A., & Reborá, C. (2019). Evaluación sensorial del topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) como alimento. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 45(2), 204-210.

Liu, S., Chen, D., & Xu, J. (2019). Characterization of amaranth and bean flour blends and the impact on quality of gluten-free breads. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(2), 1440-1450. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00060-4>

Lotufo Haddad, A., Mamani, A. R., González, L. E., & Cravero Bruneri, A. P. (2015). Composición físico-química y evaluación sensorial de una pasta rellena fresca dietética con adición de fibra prebiótica. *Diaeta (B. Aires)*, 31-37.

Mackencie Tobar, K. T., Moreno Peñafiel, R. M., & Bernal Gutiérrez, A. E. (2020). Influencia de la inulina en el contenido graso del queso mozzarella fresco y aromatizado. *Revista InGenio*, 3(1). <https://doi.org/10.18779/ingenio.v3i1.32>

Madrigal, L., & Sangronis, E. (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(1), 13-21. http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000200002%0Ahttp://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S0004-06222001000500004&script=sci_arttext

Martínez, N. S., Ruíz, O. C., Castillejos, G. R., Perales-Torres, A., & González Pérez, A. L. (2017). Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(3).

Obregón La Rosa, A., Peñafiel, C. E., & Córdova Ramos, J. (2019). Desarrollo de un néctar funcional a partir de aguaymanto (*Physalis peruviana*), camu camu (*Myrciaria dubia*) y pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) enriquecido con la adición de fibra soluble. *Tecnología Química*, 39(3), 690-703. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852019000300690&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Peña, M. A., Peña, S., & Guerra, M. A. (2020). Inulina: una alternativa para el desarrollo de productos cárnicos funcionales Inulin: an alternative for the development of functional meat products RESUMEN. <https://doi.org/10.18272/aci.v11i3.1540>

Psimouli, V., & Oreopoulou, V. (2013). The effect of fat replacers on batter and cake properties. *Journal of Food Science*, 78(10), C1495-C1502. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12235>

Puhlmann, M.-L., & de Vos, W. M. (2020). Back to the Roots: Revisiting the Use of the Fiber-Rich *Cichorium intybus* L. Taproots. *Advances in Nutrition*, 7, 1-12. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa025>

Rodríguez García, J. (2014). Reformulación de productos horneados para disminuir el contenido en grasa y azúcar mediante sustitución con inulina. Efectos sobre la estructura y propiedades físicas. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=88099&info=resumen&idioma=SPA>

Rodríguez Ordóñez, J. E., Mejía Giraldo, L. F., & Serna Cock, L. (2019). Evaluación calórica y sensorial de una mezcla para helado formulado con inulina como sustituto parcial de grasa. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2), 1-7. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1294>

Sotelo Méndez, A., Bernuy-Osorio, N., Fulgencio, Perez, V., Anticona, E. P., Milber Ureña, & Carlos Vílchez-Perales. (2019). Galleta elaborada con harina de quinua, fibras del endospermo de tara y hojas de agave: Valor biológico y aceptabilidad global. *Scientia Agropecuaria*, 10, 73-78. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.08>

Viano, M. (2014). Productos panificados a base de Topinambur.