

Maximizando el valor nutricional: reutilización de un subproducto de la industria arrocera en alimentos saludables

Maximizing nutritional value: reuse of a by-product of the rice industry into healthy food

Maximizando o valor nutricional: reutilização de um subproduto da indústria do arroz em alimentos saudáveis

 **MILAGROS MUTUBERRIA** (1)

 **VIRGINIA LARROSA** (2)(3)

 **BELÉN GIMÉNEZ** (1)

 **NATALIA GRAIVER** (1)

(1) Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CCT - Conicet, UNLP, CIC), La Plata, Argentina.

(2) Facultad de Bromatología, Universidad Nacional de Entre Ríos, Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina.

(3) Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Entre Ríos (ICTAER), Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina.

RECIBIDO: 17/10/2023 → APROBADO: 1/12/2023 ✉ belengimenez@live.com.ar

RESUMEN

En la industria cerealera se obtienen subproductos que presentan una composición química prometedora. Entre ellos se encuentra la harina derivada de la etapa del pulido del arroz, denominada salvado de arroz (SA), que contiene una variedad de nutrientes, incluyendo proteínas, fibra, ácidos grasos insaturados y compuestos fenólicos (antioxidantes). El objetivo de este trabajo fue determinar la composición del SA, formular galletitas con un alto valor nutricional y evaluar sus características fisicoquímicas. Al SA estabilizado se le determinó su composición química, el perfil de ácidos grasos y compuestos fenólicos. Para las formulaciones de galletitas, se utilizó un diseño central compuesto, cambiando el porcentaje de harina de salvado de arroz/harina de arroz y el porcentaje de aceite/agua adicionada. Se encontró que el SA presentó un alto porcentaje de: proteínas (14,18 g/100 g SA), fibra (29,24 g/100 g SA), lípidos (17,50 g/100 g SA) y cenizas (9,19 g/100 g SA). Se determinó mediante cromatografía gaseosa el perfil de ácidos grasos del SA, presentando una buena proporción de ácidos grasos poliinsaturados esenciales ω 9: 34,20; ω 6: 36,44;

ω_3 : 1,82 expresados en g/100 g lípidos. Los resultados obtenidos muestran que el contenido de nutrientes del SA lo convierten en un ingrediente prometedor para formular matrices alimentarias. Se evaluaron diferentes propiedades fisicoquímicas de las galletitas formuladas, encontrándose valores adecuados para este tipo de producto. El estudio pretende innovar en la creación de alimentos de alta calidad nutricional y destacar la importancia de adoptar prácticas sustentables en la industria alimentaria, aprovechando los beneficios económicos y ambientales de la economía circular.

Palabras clave: salvado de arroz, fibra dietaria, antioxidantes, alimento funcional, economía circular.

ABSTRACT

In the cereal industry, a series of by-products with promising chemical compositions are obtained. Among them is the flour derived from the rice polishing stage, called rice bran (RB), which contains a variety of nutrients, including proteins, fiber, unsaturated fatty acids, and phenolic compounds (antioxidants). The main objective of this work was to determine the composition of RB, formulate cookies with high nutritional value, and evaluate their physicochemical characteristics. The stabilized RB had its chemical composition, fatty acid profile, and phenolic compounds determined. For the cookie formulations, a composite central design was used, changing the percentage of rice bran flour/rice flour and the percentage of added oil/water. It was found that RB had a high percentage of proteins (14.18 g/100 g RB), fiber (29.24 g/100 g RB), lipids (17.50 g/100 g RB), and ashes (9.19 g/100 g RB). The fatty acid profile of RB was determined by gas chromatography, showing a good proportion of essential polyunsaturated fatty acids ω_9 : 34.20; ω_6 : 36.44; ω_3 : 1.82 expressed in g/100 g lipids. The results obtained show that the nutrient content of RB makes it a promising ingredient for formulating food matrices. Different physicochemical properties of the formulated cookies were evaluated, finding suitable values for this type of product. This study aims not only to innovate in the creation of high-nutritional-quality foods but also to emphasize the importance of adopting sustainable practices in the food industry, leveraging the economic and environmental benefits of the circular economy.

Keywords: rice bran, dietary fiber, antioxidants, functional food, circular economy.

RESUMO

Na indústria cerealífera, são obtidos uma série de subprodutos que apresentam uma composição química promissora. Entre eles está a farinha derivada da etapa de polimento do arroz, chamada farelo de arroz (FA), que contém uma variedade de nutrientes, incluindo proteínas, fibras, ácidos graxos insaturados e compostos fenólicos (antioxidantes). O objetivo principal deste trabalho foi determinar a composição do FA, formular biscoitos com alto valor nutricional e avaliar suas características físico-químicas. Ao FA estabilizado, foi determinada sua composição química, o perfil de ácidos graxos e compostos fenólicos. Para as formulações de biscoitos, foi utilizado um

design central composto, alterando a porcentagem de farinha de farelo de arroz/farinha de arroz e a porcentagem de óleo/água adicionada. Verificou-se que o FA apresentou uma alta porcentagem de: proteínas (14,18 g/100 g FA), fibras (29,24 g/100 g FA), lipídios (17,50 g/100 g FA) e cinzas (9,19 g/100 g FA). O perfil de ácidos graxos do FA foi determinado por cromatografia gasosa, mostrando uma boa proporção de ácidos graxos poli-insaturados essenciais ω 9: 34,20; ω 6: 36,44; ω 3: 1,82 expressos em g/100 g de lipídios. Os resultados obtidos mostram que o conteúdo de nutrientes do FA o torna um ingrediente promissor para formular matrizes alimentares. Diferentes propriedades físico-químicas dos biscoitos formulados foram avaliadas, encontrando valores adequados para esse tipo de produto. Este estudo visa não apenas inovar na criação de alimentos de alta qualidade nutricional, mas também destacar a importância da adoção de práticas sustentáveis na indústria alimentícia, aproveitando os benefícios econômicos e ambientais da economia circular.

Palavras-chave: farelo de arroz, fibra alimentar, antioxidantes, alimento funcional, economia circular.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado un progresivo deterioro de la calidad alimentaria (Lazarides, 2011). El consumo de alimentos ricos en grasas saturadas y azúcares refinados ha aumentado, mientras que la ingesta de frutas y vegetales, y por ende de fibra, ha disminuido (López De Blanco y Carmona, 2005). Estas deficiencias en la alimentación son un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades tales como la diabetes, la obesidad, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer (Kovalskys et al., 2007). Por lo tanto, es necesario el desarrollo de alimentos más saludables y que se puedan adaptar a la vida cotidiana.

En la actualidad, una de las tendencias más importantes en la industria de los alimentos es el aprovechamiento de materias primas que sobresalen por sus nutrientes y que provienen de cultivos promisorios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

En la industria de cereales se generan diversos subproductos cuya composición química sugiere su potencial aprovechamiento en la alimentación humana. Entre ellos, el salvado de arroz (SA), una harina derivada de la pulitura del arroz que está compuesta por el germen, la capa de aleurona, restos finos de cáscara, algunos granos quebrados y la harina del endospermo que se desprende durante el proceso de pulido del arroz descascarado (Vargas y Aguirre, 2011). Es decir, el SA representa uno de los subproductos más significativos en la producción de arroz y se obtiene a través del pulido posterior al descascarillado, dando lugar al arroz blanco. El destino del SA es principalmente como alimento para animales (Vargas y Aguirre, 2011). Este salvado equivale aproximadamente entre un 8% y un 11% del peso total del grano entero (Parrado et al., 2006). El salvado de arroz contiene compuestos de muy alto valor nutricional, los cuales tienen un amplio uso en grandes sectores de la industria de alimentos funcionales. Dentro de los compuestos que forman el SA se destacan sus proteínas, ácidos grasos insaturados, fibra, vitaminas y

minerales, con efectos preventivos en enfermedades crónicas no transmisibles (Araya y Lutz, 2003).

Dentro de la fracción lipídica encontramos los tocoferoles, tocotrienoles y orizanoles, los cuales tienen acción antioxidante ya que desempeñan un papel protector frente a algunas formas de cáncer, prevención de la arteriosclerosis, reducción del colesterol plasmático y la absorción del colesterol hepático (Wilson et al., 2007; Gong y Yao, 2001). Respecto a los ácidos grasos insaturados, el ácido linolénico (ALA) es un ácido graso esencial, es decir, el organismo no lo produce; por lo tanto, hay que obtenerlo a partir de los alimentos. El ALA es un componente importante de las membranas celulares y tiene un rol crucial en el desarrollo cognitivo (Valenzuela et al., 2013). La cantidad de ácido linolénico que aporta el salvado de arroz contribuye a cubrir las recomendaciones diarias para adultos sanos (1,1 y 1,6 g para mujeres y hombres respectivamente (United States. National Institute of Health, 2023).

La calidad nutricional de las proteínas de arroz supera a la del trigo y maíz (Huang et al., 2015). Con respecto a vitaminas y minerales, se destacan las vitaminas del complejo B, E y K; y entre los minerales, el potasio, hierro, fósforo, calcio, manganeso, sodio y zinc. Los beneficios de una alimentación rica en fibra están muy estudiados y se evidencia una asociación entre consumo de fibra y reducción del riesgo de mortalidad por todas las causas (Huang et al., 2015).

Hasta hace muy poco tiempo la fibra dietética ha sido considerada como un nutriente sin valor alimenticio importante; sin embargo, hoy se deduce que el consumo de fibra es un factor de primer orden en la dieta alimentaria. Como todo nutriente, debe ser ingerido en dosis lógicas, ya que una alimentación excesiva de fibra provoca malabsorción de minerales como el calcio y el cinc y esto puede provocar problemas en el aparato óseo a mediano plazo (Escudero Álvarez y González Sanchez, 2006).

Las galletitas son uno de los productos más consumidos por la sociedad. Las que se encuentran disponibles en el mercado son altamente calóricas, contienen una elevada concentración de azúcares refinados y grasas saturadas, y -en muchos casos- aditivos que pueden provocar problemas en la salud de los consumidores, como manifestaciones cutáneas (por ejemplo, urticaria) por presencia de antioxidantes y colorantes artificiales (Velázquez et al., 2019). Por eso el mercado no considera que un alimento como las galletitas pueda ser saludable y/o funcional; en este aspecto presentan mejor aceptabilidad los alimentos como el pan y las pastas. Sin embargo, existen numerosos trabajos donde se han desarrollado galletitas con diversos efectos beneficiosos sobre la salud (Constanzo et al., 2019; Patrignani y Lupano, 2016; Vargas et al., 2018).

El exceso de consumo de azúcares refinados es un factor de riesgo para diversas patologías, entre las que se encuentran: sobrepeso, obesidad, diabetes, hígado graso, alteraciones hepáticas, enfermedades cardiovasculares, caries dentales y algunos tipos de cáncer (Jiménez y Ordoñez, 2021). También está asociado a alteraciones psicológicas como la hiperactividad y el síndrome premenstrual (Cabezas et al., 2016). Por la cual, reducir la cantidad de azúcar añadida o sustituir el endulzante es de suma importancia para evitar estas enfermedades no transmisibles.

La isomaltosa es considerada un sustituto del azúcar, aporta la mitad de calorías que la sacarosa (2 kcal/g) con un dulzor similar (Sentko, Willibald-Ettle, 2012). Resulta muy interesante su aplicación en el desarrollo de alimentos para diabéticos y deportistas

por su lenta liberación de glucosa y fructosa (posee un índice glucémico bajo) (Sentko, Willibald-Ettle, 2012). Otros beneficios son su propiedad anticariogénica y su capacidad para no absorber agua hasta alcanzar valores de actividad acuosa mayores a 0,85, razón por la cual los productos provenientes de procesos que se realizan con isomaltosa no presentan pegajosidad (Sentko, Willibald-Ettle, 2012).

El objetivo principal de este estudio abarca dos dimensiones esenciales. En primer lugar, realizar la caracterización del salvado de arroz, analizando su composición química y sus propiedades fisicoquímicas. En segundo lugar, evaluar la incorporación de este subproducto en la formulación de galletitas, destacando la utilización de la isomaltosa como endulzante de bajo índice glucémico.

El mercado objetivo para las matrices alimentarias a base de salvado de arroz incluye tanto a la población general, que busca opciones de alimentos nutritivos y accesibles, como a las personas que son intolerantes al gluten o con enfermedad celíaca. Además, al tener el salvado de arroz mayor proporción de proteínas y fibra respecto a otras harinas, se apunta a un mercado que tiende a disminuir (o en algunos casos eliminar) las proteínas de origen animal y reemplazarlas por proteínas de origen vegetal.

La singularidad de esta investigación no solo radica en la estratégica utilización de un subproducto proveniente de la industria arrocera, propiciando la economía circular al conferir un nuevo propósito a este material, sino también en la introducción de la isomaltosa para potenciar las propiedades nutricionales de las galletitas resultantes. Este estudio no solo busca innovar en la elaboración de alimentos más saludables, sino también subrayar la importancia de adoptar prácticas sustentables en la industria alimentaria, capitalizando los beneficios tanto económicos como ambientales de la economía circular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Las muestras de salvado de arroz utilizadas fueron provistas por la cerealera Unión Cerealera, de la ciudad de Gualeguaychú, en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Se estabilizaron las muestras en horno con circulación de aire a tres tiempos y temperaturas distintas: a 80 °C por 2 horas, a 70 °C por 2 horas y a 90 °C por 1 hora. Para evaluar la estabilización se utilizó el método de acidez libre AOCs Ca 5a-40 ácidos grasos libres (American Oil Chemist's Society, 2009), expresando el resultado como porcentaje de ácido oleico.

Caracterización de la materia prima

Se utilizó para todas las determinaciones el SA estabilizado a 80 °C por 2 horas.

Análisis de composición química del salvado de arroz

Se determinó el contenido de humedad, proteínas, lípidos y cenizas en la muestra de salvado de arroz. Todos los análisis se realizaron por duplicado. La humedad se determinó

mediante el método 24.002 (AOAC International, 1984a). El contenido de ceniza se determinó por el método 24.009 (AOAC International, 1984b). Para el porcentaje de proteína total se utilizó el método 24.027 de Kjeldahl (AOAC International, 1984c) y el de lípidos por el método 24.005 de Soxhlet (AOAC International, 1984d). El contenido de fibra dietaria total (TDF) se realizó mediante el método enzimático-gravimétrico 32-05.01 (American Association of Cereal Chemists, 2000), empleando el kit Total Dietary Fiber Kit Assay (Megazyme U.C., Irlanda), corrigiendo el valor por proteínas y por cenizas. La TDF es el residuo de filtrado seco menos el peso de proteína y ceniza. Los hidratos de carbono se determinaron por diferencia.

Caracterización fisicoquímica del salvado de arroz

Determinación de ácidos grasos por cromatografía gaseosa

Se extrajeron los lípidos por medio de extracción mediante el método de Soxhlet y se realizó su derivatización, para lo cual se colocó 1 mL de los lípidos extraídos con 4 mL de la mezcla ácido clorhídrico/metanol 5 % v/v. Se llevó la mezcla a baño maría por 10 minutos, se enfrió y se agregó 1 mL de agua destilada y 1 mL de hexano. Para finalizar se centrifugó por diez minutos a 3000 rpm y se filtró.

Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se analizaron en un equipo Agilent Technologies 7890 A equipado con un detector de ionización de llama (FID). Se usó nitrógeno como gas portador. La técnica se realizó por duplicado. Condiciones de las corridas: columna capilar DB-23 (30 m de largo, 0,25 mm di x μ m 250 espesor). Temperatura inyector 250 °C, temperatura detector 280 °C. Programa de temperatura: Temperatura inicial 50 °C x 1 minuto Rampa de temperatura 1: 25 °C x minuto hasta 175 °C Rampa de temperatura 2: 4 °C x minuto desde 175 °C hasta 230 °C mantenida durante 15 minutos. Tiempo total de corrida: 34,75 minutos. Se utilizó un estándar externo marca Supelco 37 component FAME MIX, 100 mg Neat. Catalog. N° 18919-1AMP.

Determinación de acidez

A través del método soxhlet, se extrajeron los lípidos de las muestras estabilizadas a distintas temperaturas/tiempo y una muestra sin estabilizar para determinar si la estabilización de las lipasas fue exitosa. Se utilizó el método AOCS Ca 5a-40 ácidos grasos libres (American Oil Chemist's Society, 2009). Se tomaron 0,5 g de lípidos y se disolvió en una mezcla de 60 mL de alcohol etílico (96 % v/v), luego se mezcló con buzo agitador magnético en placa calefactora a temperatura y agitación constante suave. Finalmente se tituló la acidez con NaOH 0,01 N hasta viraje de fenolftaleína. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido oleico. Toda la metodología se realizó por duplicado.

Extracción de compuestos fenólicos libres y ligados

La extracción de compuestos fenólicos libres y ligados se refirió al método informado por Zhao et al. (2019). Brevemente, la muestra (0,5 g) se mezcló con 50 mL de acetona al 80 % (v/v) enfriada, luego se homogeneizó (10000 rpm, 5 min) con el baño de hielo y se repitió

dos veces. Los sobrenadantes se recogieron después de centrifugar a 3000 g durante 10 min, luego se secaron en estufa a vacío a 40 °C por 24 h. La muestra seca se disolvió con metanol al 80 % (v/v) hasta un volumen final de 10 mL, luego se almacenó a -30 °C hasta su análisis.

El residuo de la extracción de fenoles libres se hidrolizó con 40 mL de NaOH 2 mol/L a 25 °C durante 60 min con agitación, luego el pH de la solución se ajustó a 2 con HCl concentrado, seguido de extracción cinco veces con acetato de etilo. Los sobrenadantes se secaron por evaporación rotatoria a 45 °C. La muestra seca se disolvió con metanol al 80 % (v/v) hasta un volumen final de 10 mL y se almacenó a -40 °C hasta su análisis. Todo el análisis se realizó por duplicado.

Determinación del contenido de fenoles libres, ligados y totales

Basado en la descripción de Zhao et al. (2019), la muestra (0,125 mL) se mezcló con 0,5 mL de agua destilada y 0,125 mL de Folin-Ciocalteu, luego se dejó reposar por 6 min. Posteriormente, se agregaron 1,25 mL de Na₂CO₃ al 7 % y 1 mL de agua destilada, luego se incubaron en oscuridad durante 90 min después de agitar. La absorbancia se midió a 760 nm con ácido gálico como estándar. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

Formulación de galletitas y caracterización fisicoquímica

En la formulación de las galletitas se emplearon las siguientes materias primas: harina de arroz, salvado de arroz (SA), huevo y aceite de maíz, y para endulzar se utilizó isomaltosa.

Para las formulaciones de galletitas, se utilizó un Diseño Central Compuesto (DCC) con 9 formulaciones y tres replicados en el centro (Tabla 1) para evaluar las mismas en función de la textura y coloración. Los valores codificados corresponden a los gramos de salvado de arroz y a los mL de aceite. Se variaron las proporciones de salvado de arroz (25-125 g), y harina de arroz para llegar a 150 g totales y aceite (5-50 mL) completando con agua (0-45 mL) hasta llegar a 50 mL totales.

TABLA 1. Proporción de materias primas según modelo central compuesto.

Valores codificados SA	Valores codificados aceite de maíz	Muestra	Salvado de arroz (g)	Aceite de maíz (mL)	Agua (mL)	Harina de arroz (g)
0	$\sqrt{2}$	G1	75,00	50,00	0,00	75,00
-1	+1	G2	39,65	43,41	6,59	110,35
1	1	G3	110,35	43,41	6,59	39,65
$-\sqrt{2}$	0	G4	25,00	27,50	22,50	125,00
0	0	G5	75,00	27,50	22,50	75,00
$\sqrt{2}$	0	G6	125,00	27,50	22,50	25,00
-1	-1	G7	39,65	11,59	38,41	110,35
1	-1	G8	110,35	11,59	38,41	39,65
0	$-\sqrt{2}$	G9	75,00	5,00	45,00	75,00

Preparación de galletitas

El huevo, el aceite, el agua y la isomaltosa se colocaron en el recipiente de una batidora y se mezclaron durante 5 min a velocidad de 757 rpm. Luego se agregaron el salvado de arroz y la harina de arroz tamizados y se mezclaron hasta obtener una masa (10 min); la masa se colocó en una bolsa de polipropileno para evitar la desecación y se la dejó reposar a temperatura ambiente por 20 min.

Las masas obtenidas se estiraron con un rodillo de cocina hasta obtener un espesor de 0,3 cm y se las dejó reposar por 15 min más. Finalmente, se cortaron en forma rectangular (2,5 x 5,0 cm) y fueron colocadas sobre placas recubiertas de aluminio. Las galletitas se cocinaron en horno eléctrico (White Westinghouse, W-CG18) a 180 °C por 30 min. Una vez cocinadas, las galletitas tuvieron un espesor promedio de 8,0 mm +/- 0,5.

Textura de galletitas: ensayo de tres puntos

Las galletitas recién preparadas se sometieron a un ensayo de 3 puntos, con texturómetro TA.XT2i. En el ensayo, la distancia entre los soportes (L) fue de 1,7 cm, la velocidad de la sonda fue de 0,5 mm/s, mientras que la velocidad en pre-ensayo y en post-ensayo fue de 5 mm/s y de 10 mm/s, respectivamente. Las galletitas fueron 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 (Baltsavias, 1997).

Aw de galletitas

La actividad acuosa (aw) se determinó en un equipo AQUALAB serie 3 que emplea el método de determinación de punto de rocío. En este equipo, la muestra es equilibrada con el aire presente en una cámara sellada que contiene la muestra, un espejo, un sensor

óptico, un microventilador y un termómetro infrarrojo. El ventilador interno genera una circulación de aire que reduce el tiempo de equilibrio entre la muestra y el aire de la cámara. El equilibrio se logra sin pérdida ni ganancia considerable de humedad para la muestra en virtud de que su masa es mucho mayor que la del aire y, sobre todo, que la del vapor contenido en él. El rango de medición de a_w se encuentra entre 0,03 y 1 con una resolución de $\pm 0,001$. La medición normalmente se logra en 5 minutos. El equipo exhibe los datos de actividad acuosa y temperatura de equilibrio en un visor digital.

Color de galletitas

Para la determinación de color se utilizó un Colorímetro portátil (Konica minolta CR-400), con el que se determinaron los parámetros L^* , a^* y b^* del espacio CIELAB. El parámetro L^* varía en un rango del 0 (negro) al 100 (blanco) y hace referencia a la luminosidad del producto. El parámetro a^* representa la variación del color rojo (a^+) al verde (a^-), mientras que el parámetro b^* representa la variación del color amarillo (b^+) al azul (b^-).

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de los distintos factores se realizó un análisis de varianza (ANOVA) monofactorial. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2020).

Para comparar entre medias se utilizó el test de “mínimas diferencias significativas” (LSD). En todos los casos, el nivel de significación elegido fue del 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a la estabilización del SA, los resultados de acidez expresados como porcentaje de ácido graso oleico fueron los siguientes: la estabilización a 70 °C por 2 horas presentó un % ácido oleico $21,0 \pm 0,3$, a 80 °C por 2 horas $20,6 \pm 0,1$, y a 90 °C por 1 hora presentó un % $20,85 \pm 0,05$, por lo que podemos concluir que la estabilización realizada a 80 °C por un tiempo de 2 horas fue la que generó menor cantidad de ácidos grasos libres. Estos resultados coinciden con los encontrados en el estudio de Pacheco et al. (2009) y con Pestana et al. (2009), en el cual encontraron un valor de 15,4 % para el salvado de arroz blanco. Por lo que se decidió utilizar para todas las determinaciones el SA estabilizado a 80 °C por 2 horas.

Caracterización del SA

Los resultados de la composición centesimal del salvado estabilizado se muestran en la Tabla 2. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Pacheco Delahaye y Peña (2006), que estudiaron el SA en Venezuela con resultados similares (proteína $13,7 \pm 0,3$ %; lípidos $17,9 \pm 0,5$ %; cenizas $8,5 \pm 0,2$ %), a excepción de la humedad que en nuestro estudio fue menor ($3,8 \pm 0,5$ % vs $8,82 \pm 0,2$ %) y de la fibra sin corregir donde nuestro valor fue mayor ($40,5 \pm 1,1$ % vs $27 \pm 0,2$ %). El contenido de fibra presente en 100 g de salvado

cubre el 100 % de la recomendación de fibra para adultos saludables, según el Instituto de Medicina de los Estados Unidos de América (entre 25 y 35 g/día) (Cho y Almeida, 2012). La fibra contenida en el salvado de arroz es mayor que la encontrada en harina integral (9 g/100 g), harina de arroz integral (4 g/100 g) y la harina de trigo sarraceno (2,8 g/100 g), como se observa en la Tabla 2. Además, el salvado de arroz contiene mayor contenido de proteína que las harinas mencionadas.

TABLA 2. Composición centesimal del salvado de arroz y comparación con otras harinas comerciales.

Nutrientes	Salvado de arroz	Harina de trigo integral (marca Brotes de traslasierra)	Harina de arroz integral (marca Abucel)	Harina de trigo sarraceno (marca Celidarina)
Proteínas	14,1 (± 0,8)	13	7,5	7,2
Lípidos	17,5 (± 0,1)	2,2	1,6	3,0
Humedad	3,8 (± 0,5)	10,2	11,3	17,7
Cenizas*	9,1 (± 0,3)	max 2,3	1,45	max de 2
Fibra sin corregir	40,5 (± 1,1)	---	---	---
Fibra corregida con cenizas y proteína	22,6 (± 0,7)	9	4	2,8
Hidrato de carbono	32,9	58	77	72

* Los valores de las cenizas de las harinas comerciales se obtuvieron del Código Alimentario Argentino (Argentina. Ministerio de Salud, 1996).

Respecto a la determinación de ácidos grasos, en la Tabla 3 se muestra la composición porcentual de ácidos grasos constituyentes del salvado de arroz determinado por cromatografía gaseosa. Estos datos están en concordancia con los encontrados por Pestana et al. (2009), donde se determinó el porcentaje de ácidos grasos del SA proveniente de diferentes tipos de arroz: arroz blanco C18:1 (36,3 %); C18:2 (30,8 %); C18:3 (3,72 %), arroz vaporizado C18:1 (36,3 %); C18:2 (32,9 %); C18:3 (3,01 %), peletizado C18:1 (37,7 %); C18:2 (33,3 %); C18:3 (2,49 %).

El ácido palmítico es el ácido graso saturado que se encuentra en mayor proporción en el SA (25,79 ± 0,15 g/100 g de lípidos, 4,5 g/100 g SA). La cantidad de ácidos grasos saturados totales en 100 g de salvado de arroz es de 4,7 g. Si bien estos ácidos en proporciones elevadas son un factor de riesgo para desarrollar obesidad y/o enfermedades cardiovasculares, el SA tiene como contraparte un elevado contenido de ácidos grasos insaturados con beneficios para la salud (72,75 g/100 g de lípidos, 12,73 g/100 g SA) (Sanhueza Catalán et al., 2015).

TABLA 3. Porcentaje de ácidos grasos (g de ácido graso/100 g de lípidos) presentes en el salvado de arroz.

Ácido graso	Carbonos: cantidad de dobles enlaces	g de ácido graso/100 g de lípidos (%)
Ácido mirístico	14:0	0,35 (± 0,09)
Ácido palmítico	16:0	25,79 (± 0,15)
Ácido esteárico	18:0	0,83 (± 0,05)
Ácido oleico	18:1 n9	34,20 (± 0,11)
Ácido linoleico	18:2 n6	36,44 (± 0,14)
Ácido linolénico	18:3 n3	1,82 (± 0,03)
Ácido araquídico	20:0	0,25 (± 0,03)
Ácido eicosenoico	20:1 n9	0,29 (± 0,02)

Respecto a los polifenoles, se encontró que el contenido de fenoles libres fue $1,08 \pm 0,08$ g GAE/100 g muestra, ligados $4,05 \pm 0,01$ g GAE/100 g muestra y totales $5,13 \pm 0,08$ g GAE/100 g muestra. Estos datos se encuentran dentro de los rangos obtenidos por Gutiérrez et al. (2008), quienes determinaron el contenido de fenoles totales en 14 malezas usadas como forraje para alimentación animal, encontrando que la maleza con mayor proporción contenía 12,5 g GAE/100g muestra y la de menor concentración fue de 2,1 g GAE/100 g muestra. Cozzano Ferreira (2017) estudió el contenido de polifenoles en SA, encontrando valores de $7,14 \pm 0,16$ g de GAE/ 100 g de extracto, similares a nuestros resultados.

En el trabajo realizado por Pincirolí et al. (2017) se determinaron fenoles en diferentes cultivares de arroz, encontrándose mayor concentración en el salvado ($7,1 - 10,3 \times 10^{-3}$ g GAE/100 g), luego en el grano integral ($9,8 - 13,7 \times 10^{-4}$ g GAE/100 g) y en menor cantidad en el grano pulido ($2,7 - 4,3 \times 10^{-4}$ g GAE/100 g). Posiblemente esto se deba a la proporción de pericarpio presente en las diferentes partes del grano o a factores genéticos y tipo de harina, así como de su procesado. En el trigo, los valores encontrados de polifenoles totales en la fracción de harina integral y salvado/semolina fueron aproximadamente 0,09 g/100 g (Sánchez Gavilán, 2016).

Los valores de polifenoles en el SA se encuentran por encima de otras fuentes vegetales, demostrando que este subproducto de la industria tiene un alto potencial como alimento funcional.

Formulación de galletitas

Se realizaron distintas formulaciones para el desarrollo de las galletitas, variando el porcentaje de salvado de arroz y harina de arroz, y la proporción de agua y aceite. Las formulaciones que contenían mayor cantidad de agua y aceite y menor cantidad de SA presentaron una masa más pegajosa, dificultando su manipulación y estiramiento. Luego

de la cocción para todas las formulaciones se obtuvieron galletitas con textura y color similares a sus homólogos integrales disponibles en el mercado.

Textura de galletitas

El ensayo de 3 puntos es una prueba de ruptura utilizada para evaluar la dureza y fracturabilidad de productos como galletitas, barras de chocolate y otros alimentos de geometría rectangular (González et al., 2015). Se evalúa la fuerza máxima necesaria para producir una fractura o quiebre total de la estructura, y los valores más altos de fuerza se correlacionan con una mayor resistencia del alimento (Rosenthal, 2010; Milde et al., 2014). Las curvas obtenidas de un análisis de 3 puntos se pueden ver en la Figura 1.

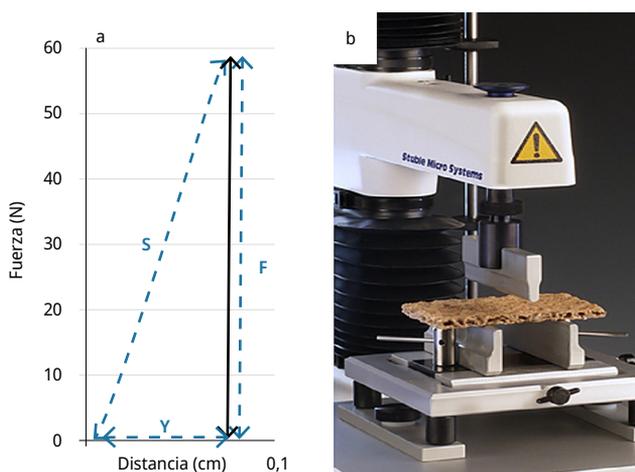


FIGURA 1. a) gráfico y b) equipo utilizado en el ensayo de 3 puntos realizado sobre una galletita.

Se encontraron diferencias significativas $p < 0,05$ entre las formulaciones y la fuerza máxima. Se observó que la fuerza máxima (dureza) es menor en las muestras G2 y G4 que contienen en su formulación menor cantidad de SA. La G7, a pesar de tener un bajo contenido de salvado, presentó una dureza mayor probablemente debido a la elevada relación agua/aceite. En general se evidenció una tendencia a aumentar con el incremento de la proporción de SA y/o agua (Figura 2).

Las características texturales de las galletitas pueden ser atribuidas al proceso de elaboración, al horneado, a los ingredientes utilizados durante su preparación y a la variación de la composición proximal, en especial de la humedad de las muestras. En la Tabla 4 se presentan los datos obtenidos de humedad y a_w de las diferentes formulaciones, las mismas también presentan una diferencia significativa $p < 0,05$ en función de las formulaciones. Se puede observar en la Tabla 4 que, como era de esperar, las formulaciones con mayor cantidad de agua presentaron valores de humedad y a_w más altos.

Diversos autores han informado que las galletitas preparadas con harinas que presentan mayor proporción de proteína resultan con una estructura más dura (Gaines et al., 1992 y Moiraghi et al., 2011), como producto de una fuerte adhesión entre las

proteínas y el almidón. Estos datos están en concordancia con los obtenidos en este ensayo, ya que las muestras que contenían mayor cantidad de SA respecto a la harina de arroz presentaron una mayor dureza, lo que puede deberse a que el salvado de arroz contiene mayor cantidad de proteínas, como puede verse en la Tabla 2.

Manley (2000) reporta que existe una fuerte relación entre la estructura y la cantidad de grasa y azúcar utilizada para preparar las galletitas. Las grasas promueven la formación de una estructura más blanda que se funde en la boca, mientras que el agregado de azúcar otorga fragilidad al producto, ya que interfiere con la red de gluten (Conforti, 2009). En este caso, las muestras G2 y G1, que presentan la menor proporción de SA y mayor proporción de aceite, son las galletitas más blandas ($F = 38\text{ N}$ y $F = 59\text{ N}$).

Se podría concluir entonces que el agregado de SA modifica significativamente las propiedades texturales de las galletitas, característica importante para los posibles consumidores. Sin embargo, sería necesario realizar ensayos sensoriales adicionales para evaluar la aceptabilidad de los productos desarrollados.

TABLA 4. Contenido de humedad y aw de las diferentes galletitas formuladas.

Muestra	Humedad	aw
G1	6,7 ± 1,7 A B	0,321 ± 0,001 A B
G2	7,1 ± 2,9 A B C	0,320 ± 0,002 A
G3	6,6 ± 0,2 A B	0,339 ± 0,004 A B
G4	6,0 ± 0,6 A	0,490 ± 0,001 D
G5	9,1 ± 1,7 A B C D	0,343 ± 0,002 B
G6	10,9 ± 2,7 C D E	0,443 ± 0,010 C
G7	13,0 ± 0,7 E	0,533 ± 0,001 E
G8	12,2 ± 0,3 D E	0,479 ± 0,005 D
G9	10,4 ± 2,1 B C D E	0,579 ± 0,020 F

Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes $P > 0,05$.

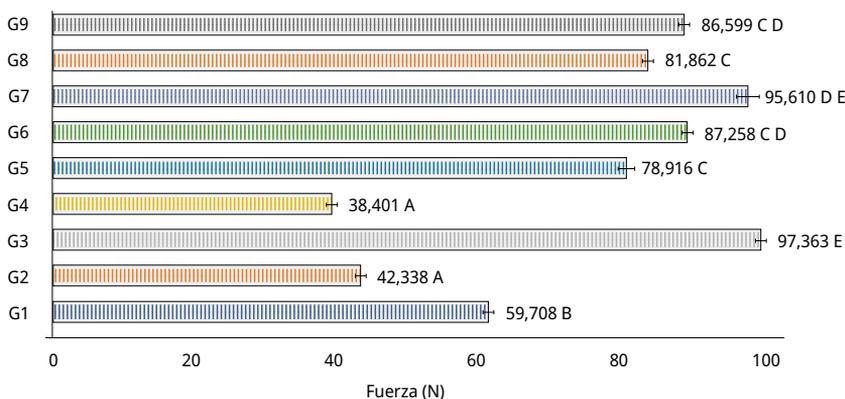


FIGURA 2. Variación de la fuerza máxima para las diferentes formulaciones. Muestras con misma letra no son significativamente diferentes $P > 0,05$.

El color es el principal factor para determinar la aceptabilidad de las galletitas por parte del consumidor (Espino Manzano et al., 2021). Se encontraron diferencias significativas $p > 0,05$ entre las formulaciones y los parámetros L^* , a^* y b^* . La Figura 3 muestra los resultados de la evaluación de color (CIE $L^*a^*b^*$ color system) en las galletitas. La luminosidad (L^*) es el parámetro más relevante, observándose que disminuye con el incremento del contenido de SA en las formulaciones, siendo la galletita G4 la de mayor luminosidad ($L^* = 61.50$, 25 g SA) y G6, la menor ($L^* = 52.02$, 125 g SA). Esta tendencia se visualiza en la Figura 4, donde las galletitas que presentaban menor SA fueron las de coloraciones más claras. Se observó una tendencia en el parámetro b^* a disminuir progresivamente al aumentar la proporción de SA. Respecto al parámetro a^* se observó una variabilidad, no encontrando una tendencia.

Los resultados obtenidos para el parámetro L^* y b^* coinciden con los expuestos por Pacheco Delahaye y Peña (2006) en su estudio sobre el efecto del salvado de arroz sobre parámetros químicos, físicos y sensoriales de arepas precocidas y congeladas. Dichos autores encontraron que a una mayor concentración de salvado de arroz la masa se vuelve más oscura, concluyendo que el salvado de arroz tiene un efecto significativo sobre la tenacidad, la humedad y el color del producto final luego del horneado.

En la Figura 4 se puede observar que el pardeamiento es más intenso. El proceso de pardeamiento se intensifica notablemente en las galletitas con mayor contenido de salvado de arroz. Esta observación podría estar relacionada con el aumento de proteínas en las galletitas que contienen más SA, lo que acelera la reacción de Maillard. Esta reacción de pardeamiento de Maillard, junto con el efecto de pardeamiento inducido por la enzima polifenol oxidasa en el caso de compuestos fenólicos, contribuye a la formación de melanoidinas, lo que a su vez conduce a un oscurecimiento del producto final.

El desarrollo del color en las galletitas también se atribuye al tono intrínseco del salvado de arroz, que es naturalmente más oscuro que la harina de arroz integral. Además, durante el proceso de horneado, la composición del SA favorece la reacción de Maillard, acentuando aún más la coloración del producto. Similares estudios de Artz et al. (1990) y Canett Romero et al. (2004) han reportado que la adición de diferentes fuentes de fibra en la formulación de galletitas produce un pardeamiento considerable en el producto terminado, siendo por ejemplo la intensidad del color mayor en las

galletitas que contenían altas cantidades de cascarilla de orujo de uva. Por lo expuesto se resume que el incremento en la proporción de SA dio lugar a galletitas más oscuras y con coloraciones más amarronadas.

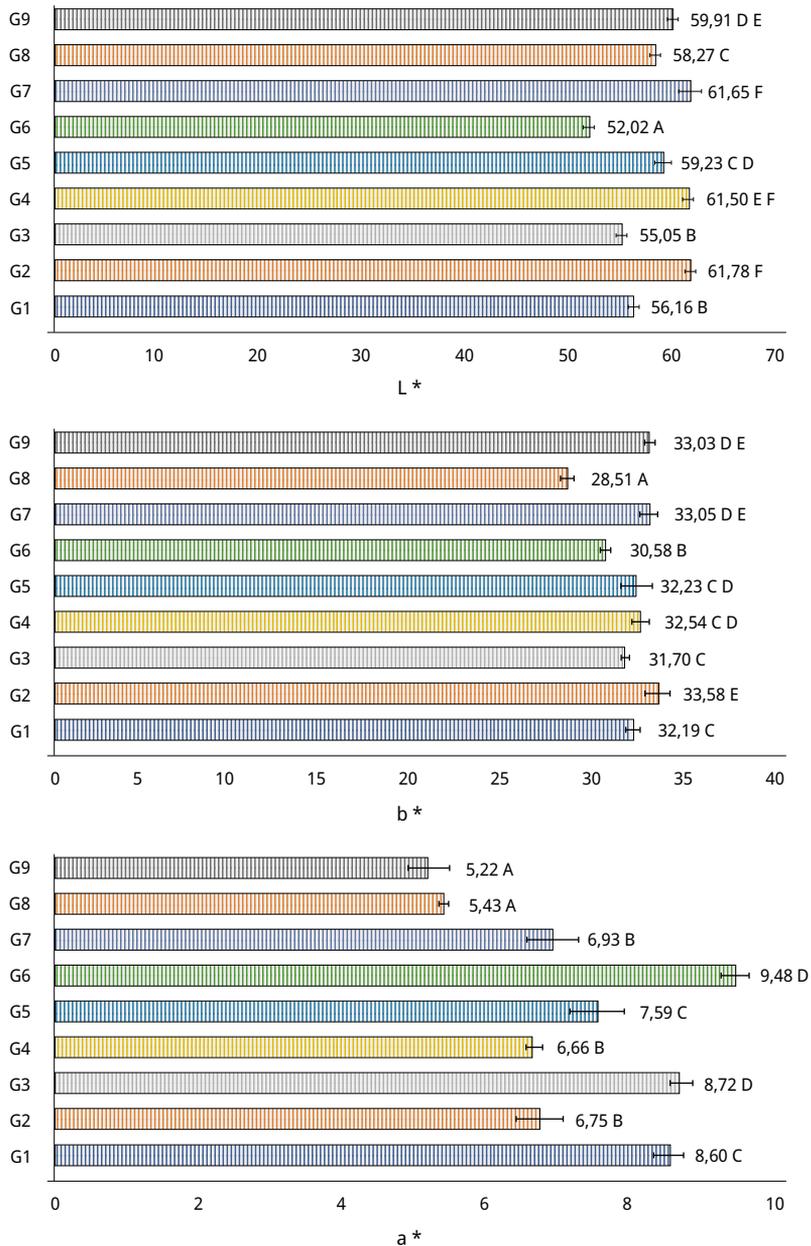


FIGURA 3. Variación de los parámetros L*, b* y a* en función de las diferentes formulaciones de galletitas. Muestras con misma letra no son significativamente diferentes P > 0,05.

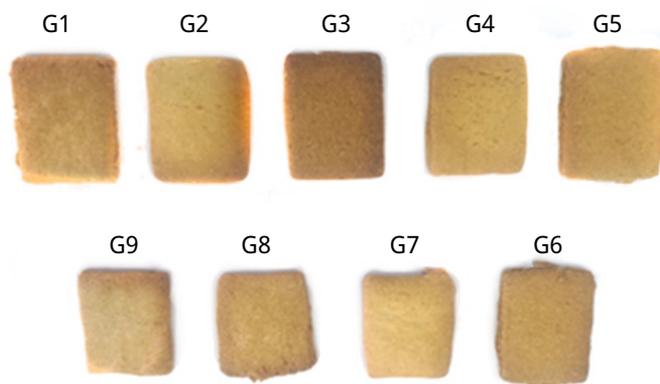


FIGURA 4. Variación del color en las diferentes formulaciones.

CONCLUSIONES

En este trabajo se llevó a cabo una caracterización del salvado de arroz, se determinó su composición nutricional, evidenciando un alto contenido de proteínas (14,1%), lípidos (17,5%) y fibra (22,6%), lo que lo posiciona como un subproducto con un potencial nutricional valioso. Además, se identificó una proporción significativa de ácidos grasos poliinsaturados y la presencia de compuestos fenólicos, lo que contribuye a su perfil saludable. La presencia del ácido linolénico contenido en el salvado (1,82 % g/100 g lípidos, 0,32 g/100 g SA) es de importancia, ya que es un ácido graso esencial difícil de cubrir en Argentina por el bajo consumo de la población de alimentos fuentes (pescados de agua fría, nueces, semillas de chía y lino).

En la formulación de galletitas, la incorporación de salvado de arroz mostró efectos notables en las propiedades texturales y de color de los productos finales. Se observó que a mayor proporción de salvado y/o agua, las galletitas presentaron una mayor dureza, lo cual puede ser atribuido a la interacción entre las proteínas del salvado y el almidón. Además, se evidenció un oscurecimiento significativo en las galletitas con mayor contenido de salvado, fenómeno atribuido a la reacción de Maillard y la presencia de compuestos fenólicos.

A nivel industrial, los resultados de este estudio sugieren que la utilización estratégica del salvado de arroz puede no solo contribuir a la creación de alimentos más saludables, ricos en proteínas y fibra, sino también a fomentar la economía circular al darle un nuevo propósito a este subproducto de la industria arrocera. La introducción de la isomaltosa como endulzante agrega un componente innovador, resaltando el potencial de esta formulación para satisfacer las demandas de consumidores interesados en mantener una alimentación saludable.

La audiencia destinataria de las matrices alimentarias elaboradas a partir de salvado de arroz abarca tanto a la población general, en busca de alternativas nutritivas y asequibles, como a aquellos individuos que presentan intolerancia al gluten o padecen enfermedad celíaca. La elevada proporción de proteínas y fibra en el salvado de arroz la convierte en una opción atractiva para un mercado que muestra una tendencia a reducir,

o incluso eliminar, las proteínas de origen animal, optando por alternativas basadas en proteínas vegetales.

En ensayos futuros se optimizará la formulación de las galletitas, así como también se evaluará su composición química y su aceptabilidad. Además, se analizará la intención de compra y consumo de las galletitas con salvado de arroz.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la cerealera "Unión Cerealera" por el aprovisionamiento del salvado de arroz, a Mariana Angela Pennisi por la ayuda en técnica de Cromatografía Gaseosa y a María Fernanda Hamet por su cooperación con la determinación de textura.

REFERENCIAS

- American Association of Cereal Chemists, 2000. *Approved methods*. minnesota: AACC. Method 32-05.01.
- AOAC International, 1984a. *Official Methods of Analysis of AOAC Internacional*. 14a ed. Gaithersburg. Official method 24.002.
- AOAC International, 1984b. *Official Methods of Analysis of AOAC Internacional*. 14a ed. Gaithersburg. Official method 24.009.
- AOAC International, 1984c. *Official Methods of Analysis of AOAC Internacional*. 14a ed. Gaithersburg. Official method 24.027.
- AOAC International, 1984d. *Official Methods of Analysis of AOAC Internacional*. 14a ed. Gaithersburg. Official method 24.005.
- American Oil Chemist's Society, 2009. *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society (AOCS)*. 4th ed. Champaign: AOCS. Official Method Ca 5a-40.
- Araya, H. y Lutz, M., 2003. Alimentos funcionales y saludables. En: *Revista Chilena de Nutrición*, 30(1), pp. 8-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182003000100001>
- Argentina. Ministerio de Salud, 1996. *Código alimentario Argentino*. Cap. IX. Buenos Aires: ANMAT.
- Artz, W.E.; Warren, C.C; Mohring, A.E. y Villota, R., 1990. Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies [En línea]. En: *Cereal Chem.*, 67(3), pp. 303-305. [Consulta: 12 de octubre del 2023]. Disponible en: <https://bit.ly/3GUblwA>
- Baltsavias, A.; Jurgens, A. y Van Vliet, T., 1997. Factors affecting fracture properties of short-dough biscuits En: *Journal of Texture Studies*, 28(2), pp. 205-219. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1997.tb00111.x>
- Cabezas-Zabala, C. C., Hernández-Torres, B. C. y Vargas-Zárate, M., 2016. Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura. En: *Revista de la Facultad de Medicina*, 64 (2), pp. 319-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>
- Canett Romero, R.; Ledesma Osuna, A. I.; Robles Sánchez, R. M.; Morales Castro, R.; León Martínez, L. y León-Gálvez, R., 2004. Caracterización de galletitas elaboradas con cascarilla de orujo de uva [En línea]. En: *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1),

- pp. 93-99. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2004/1/art-14/>
- Cho, S. S. y Almeida, N., eds., 2012 *Dietary fiber and health*. Boca Raton: CRC Press. ISBN: 9780429184239. DOI: <https://doi.org/10.1201/b12156>
- Conforti, P., 2009. *Obtención y caracterización de productos de panadería con componentes regionales y de alto valor nutricional*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. (Tesis de Doctorado).
- Constanzo, M. M.; Comelli, N. A.; Conforti, P. A.; Quiroga, M. y Ponzi M. I., 2019. Elaboración de galletitas saludables usando harinas de topinambur y amaranto [En línea]. En: Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios. *XXI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos y XVII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos - CyTAL®-ALACCTA 2019*. Buenos Aires, Argentina (20 al 22 de noviembre de 2019). Buenos Aires: AATA. [Consulta: 12 de octubre del 2023]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/>
- Cozzano Ferreira, S., 2017. *Obtención y caracterización de extractos bioactivos de salvado de arroz: aplicaciones en alimentación y salud* [En línea]. Montevideo: Universidad de la República. (Tesis de Doctorado). [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/32101>
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W., 2020. *InfoStat* [En línea]. Versión 2020. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. [Consulta: 20 de febrero de 2023]. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Escudero Álvarez, E. y González Sánchez, P., 2006. La fibra dietética [En línea]. En: *Nutrición Hospitalaria*, 21(Supl. 2), pp. 61-72. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500007&lng=es.
- Espino-Manzano, M.; González de los Montero-Sierra, M.J.; Hernández-Solís K. y Campos-Montiel R., 2021. Evaluación nutricional y de color de galletas libres de gluten elaboradas con maíz morado y frijol de Caxtilán de la Huasteca Hidalguense [En línea]. En: *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos*, 16, pp.16-23. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume6/6/1/3.pdf>
- Gaines, C. S.; Kassuba, A.; Finney P. L. y Donelson J. R. 1992. Instrumental measurement of cookie hardness. II: Application to product quality variables [En línea]. En: *Cereal Chemistry*, 69(2), pp. 120-125. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://bit.ly/3NBWDxU>
- Gong, Y. y Yao, H., 2001. Purification e identificación of gamma-oryzanol from rice bran. En: *J. Chin. Cer. Oils Assoc.*, 16, pp. 30-34.
- González, J.; Gallob, R. T.; Correac, D. A. y Gallo-García, L. A., 2015. Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón [En línea]. En: *Revista Vector*, 10, pp.14-25. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: Vector10_3.pdf (ucaldas.edu.co).
- Gutiérrez Avella, D. M.; Ortiz García, C. y Mendoza Cisneros, A., 2008. Medición de fenoles y actividad antioxidante en malezas usadas para alimentación animal [En línea]. En: CENAM. *Simposio de Metrología*. Santiago de Querétaro, México (22 a 24 de octubre

- de 2008). Ciudad de México: CENAM. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/M2/SM2008-M220-1108.pdf
- Huang, T.; Xu, M.; Lee, A.; Cho, S. y Qi, L., 2015. Consumption of whole grains and cereal fiber and total and cause-specific mortality: prospective analysis of 367, 442 individuals. En: *BMC Med*, 13(59). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0294-7>
- Jiménez, M. y Ordoñez, R., 2021. Consumo de azúcares libres y sus efectos negativos en la salud. En: *Revista Qualitas*, 22(22), pp. 073-089. DOI: <https://doi.org/10.55867/qual22.06>
- Kovalskys, I., Holway F., Ugalde, V. y De Gregorio, M. J., 2007. *Análisis sobre los factores vinculados a sobrepeso y obesidad en niños de 10 y 11 años que asisten a escuelas públicas en el área metropolitana de Buenos Aires* [En línea]. Buenos Aires: ILSI. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://bit.ly/41B2p8A>
- Lazarides, H. N., 2011. Hunger and obesity: Is this the best we—food scientists/engineers—can offer to the world community in the 21st century. En: *Procedia Food Science*, 1, pp. 1854-1860. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.272>
- López De Blanco, M. y Carmona, A., 2005. La transición alimentaria y nutricional: un reto en el siglo XXI [En línea]. En: *Anales Venezolanos de Nutrición*, 18(1), pp. 90-104. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522005000100017&lng=es&nrm=iso.
- Manley, D., 2000. *Technology of biscuits, crackers and cookies*. 3a ed. Cambridge: Duncan Manley. ISBN: 978-1-84569-770-9
- Milde, L. B.; Cabral, F. A. y Ramírez R., 2014. Efecto del almacenamiento congelado sobre panificado de fécula de mandioca: propiedades físicas, texturales y sensoriales. En: *Revista de Ciencia y Tecnología*, 21(1), pp. 33-39. Disponible en: <https://www.fceqyn.unam.edu.ar/recyt/index.php/recyt/article/view/627>
- Moiraghi, M.; Vanzetti, L.; Bainotti, C.; Helguera, M.; Leon, A. y Pérez, G., 2011. Relationship between soft wheat flour physicochemical composition and cookie-making performance. En: *Cereal Chemistry*, 88(2), pp. 130-136. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-09-10-0131>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017. *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos* [En línea]. Roma: FAO. [Consulta: 12 de octubre 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>
- Pacheco Delahaye, E. y Peña, J., 2006. Efecto del salvado de arroz sobre parámetros químicos, físicos y sensoriales de arepas precocidas y congeladas [En línea]. En: *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, 23(2), pp. 234-245. [Consulta: 12 de octubre 2023]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182006000200010&script=sci_abstract
- Pacheco Delahaye, E.; Peña, J. y Jiménez, P., 2009. Efecto del salvado de arroz sobre las propiedades físico-químicas y sensoriales de panes de trigo [En línea]. En: *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(4), pp: 583-598. [Consulta: 12 de octubre 2023]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182009000400007&script=sci_abstract
- Parrado, J.; Miramontes, E.; Jover, M.; Gutiérrez, J.; Collantes, L. y Bautista, J., 2006. Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional Food. En: *Journal of Food Chemistry*, 98(4) pp. 742-748. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.016>

- Patrignani, M. y Lupano, C. E., 2016. Incorporación de saborizantes naturales a galletitas: efecto sobre el poder antioxidante del producto final. En: Universidad Nacional de Córdoba. *VI Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Córdoba, Argentina (2-4 de noviembre de 2016). Córdoba: UNC. [Consulta: 12 de octubre 2023]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90752>
- Pestana, V. R.; Zambiasi Rui, C.; Mendonça Carla, R. B.; Bruscatto Mariângela, H. y Ramis-Ramos G., 2009. Influencia del procesado industrial sobre las características químico-físicas y contenido en lípidos y antioxidantes del salvado de arroz. En: *Grasas y Aceites*, 60(2), pp. 184-193. DOI: <https://doi.org/10.3989/gya.075108>
- Pincioli, M.; Vidal, A. A.; Quiroga, A.; Domínguez Perles, R.; Guy, A.; Durand, T.; Galano, J. M.; Aphalo, P.; Añon, M. C. y Gil Izquierdo, A., 2017. Presencia de polifenoles, fitoprostanos y fitofuranos bioactivos en cultivares de arroz tipo largo fino [En línea]. En: Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado. *X Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado*. Gramado, Brasil (8-11 de agosto de 2017). Gramado: SOSBAI. [Consulta: 13 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://bit.ly/4axqDEX>
- Rosenthal, A., 2010. Texture profile analysis: how important are the parameters. En: *Journal of Texture Studies*, 41(5), pp. 672-684. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2010.00248.x>
- Sánchez-Gavilán, I., 2016. *Nutrientes y compuestos bioactivos del trigo: fibra y polifenoles* [En línea]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. (Tesis de Grado). [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://docta.ucm.es/entities/publication/af8c6ace-97ee-4592-9c59-507f722d6ac4>
- Sanhueza Catalán, J.; Durán Agüero, S. y Torres García, J., 2015. Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. En: *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), pp. 1362-1375. DOI: <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.3.9276>
- Sentko, A. y Willibald Ettle, I., 2012. Isomalt. En: O'Donnell, Kay y Kearsley, Malcolm W. *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*. 2a ed. Cap. 11. Nueva Jersey: Wiley. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118373941.ch11>
- United States. National Institute of Health, 2023. *Omega-3 fatty acids: health professional fact sheet* [En línea]. Bethesda: NIH. [Consulta: 12 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-HealthProfessional/>
- Vargas, E.; Weaver Monchablon, L. y Sance, M., 2018. Galletitas saludables libres de gluten elaboradas con piel de tomate para población infantil en edad escolar. En: *Investigación, Ciencia y Universidad*, 2(3). DOI: https://repositorio.umaza.edu.ar/bitstream/handle/00261/1490/28_ResumenNyS_Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, M. E. y Aguirre, M., 2011. El salvado de arroz: procesos de estabilización y usos potenciales en la industria colombiana. Colombia: Tadeo Lozano. ISBN: 978-958-725-082-4
- Valenzuela, R.; Morales, J.; Sanhueza, J. y Valenzuela, A., 2013. Ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso esencial a nivel cerebral. En: *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), pp. 383-390. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000400009>
- Velázquez-Sámano, G.; Collado-Chagoya, R.; Cruz-Pantoja, R. A.; Velasco-Medina, A. A. y Rosales-Guevara, J., 2019. Reacciones de hipersensibilidad a aditivos alimentarios. En: *Revista Alergia México*, 66(3), pp. 329-339. DOI: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v66n3/2448-9190-ram-66-03-329.pdf>

- Wilson, T. A.; Nicolosia, R. J.; Woolfrefya, B. y Kritchevsky, D., 2007. Rice bran oil and oryzanol reduce plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentrations and aortic cholesterol ester accumulation to a greater extent than ferulic acid in hypercholesterolemic hamsters. En: *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 18(2), pp. 105-112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2006.03.006>
- Zhao, C., Zhang, C., Xing, Z., Ahmad, Z., Li, J. S. y Chang, M. W., 2019. Pharmacological effects of natural Ganoderma and its extracts on neurological diseases: A comprehensive review. En: *International Journal of Biological Macromolecules*, 121, pp. 1160-1178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.076>