

Aprovechamiento de un subproducto de la industria arrocera para el desarrollo de un alimento innovador

Use of a by-product of the rice industry for the development of an innovative food

MILAGROS MUTUBERRIA¹
milagrosmutuberrria@gmail.com
ORCID 0009-0001-7445-5679

MARÍA BELÉN GIMÉNEZ¹
belengimenez@live.com.ar
ORCID 0000-0002-8172-5593

NATALIA GRAIVER¹
nataliaggraver@gmail.com
ORCID 0000-0001-8145-5477

¹Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de los Alimentos - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Universidad Nacional de La Plata - Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

Recibido: 14-10-2023

Aceptado: 08-04-2024

Publicado: 05-12-2024

RESUMEN

Este artículo aborda un proyecto sobre el desperdicio de salvado de arroz, un subproducto rico en nutrientes de la industria arrocera que, a menudo, se descarta, perdiendo su potencial como recurso valioso. Busca reducir este desperdicio, promover la alimentación saludable y ofrecer alternativas nutritivas, económicas y sin gluten para la población celíaca y consumidores interesados en alimentos funcionales. Asimismo, impulsa la sostenibilidad y la economía circular mediante el aprovechamiento de este subproducto.

Se desarrollaron galletitas a base de salvado de arroz, alimentos innovadores, saludables y libres de gluten, con un alto contenido de nutrientes bioactivos, fibras y proteínas. Estos productos responden a la demanda de consumidores que priorizan la salud y la sostenibilidad. Las actividades incluyeron el diseño, formulación y producción de estas galletitas, partiendo de investigaciones sobre las propiedades químicas del salvado de arroz para optimizar su uso en alimentos. Se desarrollaron prototipos y se realizaron pruebas piloto para garantizar calidad y seguridad. Además, se promueve la incorporación del salvado de arroz en el Código Alimentario Argentino, abriendo posibilidades para su aplicación a nivel industrial.

Este proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente ODS2 (Hambre Cero) y ODS12 (Producción y Consumo Responsables), contribuyendo a un futuro más saludable y sostenible.

PALABRAS CLAVE: Salvado de arroz, alimentos saludables, desperdicio de recursos, Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ABSTRACT

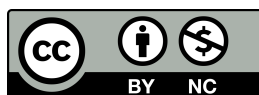
This paper addresses a project focused on the waste of rice bran, a nutrient-rich byproduct of the rice industry that is often discarded, losing its potential as a valuable resource. The project aims to reduce this waste, promote healthy eating, and provide nutritious, affordable, and gluten-free alternatives for the celiac population and consumers interested in functional foods. Additionally, it promotes sustainability and the circular economy by utilizing this byproduct.

Rice bran-based cookies were developed as innovative, healthy, and gluten-free foods, rich in bioactive nutrients, fiber, and protein. These products meet the demand of consumers prioritizing health and sustainability.

The activities included the design, formulation, and production of these cookies, starting with research on the chemical properties of rice bran to optimize its use in food products. Prototypes were developed, and pilot tests were conducted to ensure quality and safety. Furthermore, the incorporation of rice bran into the Argentine Food Code is being promoted, opening new opportunities for its industrial application.

This project aligns with the Sustainable Development Goals (SDGs), specifically SDG 2 (Zero Hunger) and SDG 12 (Responsible Production and Consumption), contributing to a healthier and more sustainable future.

KEYWORDS: Rice bran, healthy foods, resource waste, Sustainable Development Goals.



Cómo citar: Mutuberrria, M., Giménez, M. B. y Graiver, N. (2024). Aprovechamiento de un subproducto de la industria arrocera para el desarrollo de un alimento innovador. *Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social*, 6, 048. <https://doi.org/10.24215/26838559e048>

Novedad u originalidad local en el conocimiento

La conversión de un subproducto de la industria arrocera en un alimento funcional representa una innovación de gran relevancia en nuestro entorno local. En nuestra región, la producción de arroz (Figura 1) genera una considerable cantidad de subproductos que, hasta el momento, se consideraban desechos o tenían un uso muy limitado. Este proyecto se destaca por su capacidad para transformar estos subproductos en un alimento altamente beneficioso.

La originalidad de esta iniciativa radica en la adaptación de la solución tecnológica a las necesidades específicas de nuestra comunidad. Esto no solo agrega valor a la industria arrocera, sino que también satisface la creciente demanda local de alimentos saludables. Las galletitas resultantes son libres de gluten, lo que las hace adecuadas para la población celíaca y, al mismo tiempo, contribuye a promover una alimentación más saludable y atractiva para los consumidores locales. Este

enfoque adaptado a las necesidades locales demuestra cómo la originalidad se manifiesta en la capacidad de desarrollar alimentos que satisfagan las demandas específicas de nuestra comunidad, al ser un alimento rico en fibra (nutriente deficitario en la población según la última Encuesta Nacional De Nutrición y Salud, 2022) y bajo en grasas saturadas y azúcares.

Además, hemos considerado la sostenibilidad y la economía circular al convertir un subproducto previamente desechado en un recurso valioso para la industria alimentaria. Este enfoque no solo minimiza el desperdicio de recursos, sino que también crea oportunidades económicas locales.

El proceso de desarrollo involucra a agricultores y trabajadores de la industria arrocera locales, fortaleciendo los lazos entre la comunidad y la innovación tecnológica. Esta iniciativa contribuye a una comunidad más saludable y sostenible, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

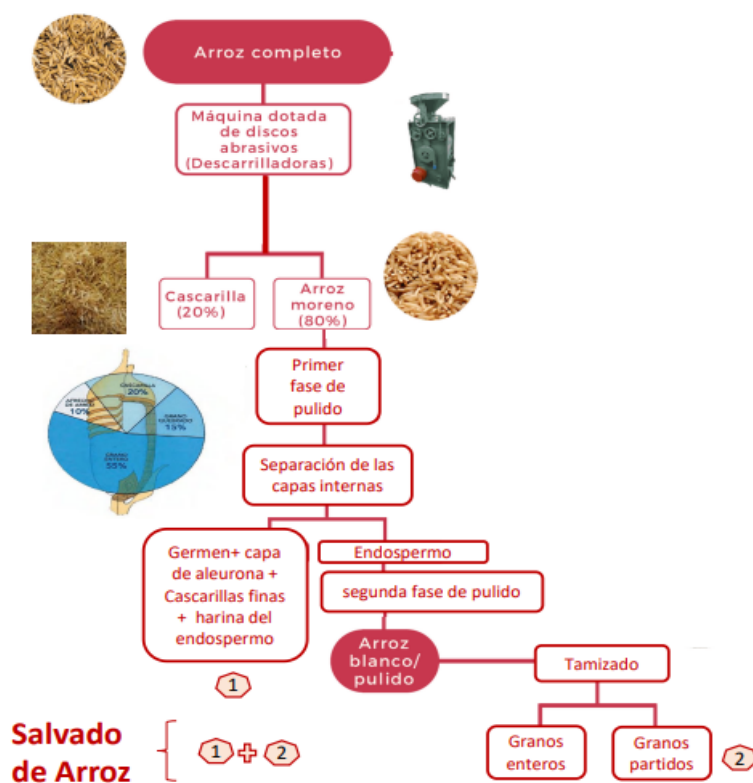


Figura 1. Esquema del procesamiento del arroz y obtención de subproductos.
Figure 1. Diagram of rice processing and by-product generation.

Grado de relevancia

El grado de relevancia de este proyecto es considerablemente alto en múltiples aspectos. En primer lugar, aborda de manera efectiva el problema del desperdicio de subproductos de la industria arroceras en nuestra región, lo que se alinea perfectamente con los objetivos estratégicos de promover prácticas más sostenibles en la industria alimentaria y reducir el impacto ambiental.

Además, la creación de galletitas a base de salvado de arroz responde directamente a la creciente demanda local de alimentos funcionales y saludables. Esta demanda está alineada con los valores generalizados en nuestra sociedad, donde cada vez más personas buscan opciones de alimentos que contribuyan a su bienestar y salud. El hecho de que estas galletitas sean libres de gluten también aborda una necesidad específica de la población celíaca, lo que amplía su relevancia en términos de inclusión y diversidad alimentaria.

En el ámbito de la política pública, este proyecto contribuye a la promoción de la economía circular y la reducción de desperdicio de recursos, lo que puede ser coherente con las políticas de desarrollo sostenible a nivel local y nacional. Asimismo, la colaboración activa con agricultores y trabajadores de la industria arroceras locales fortalece los lazos comunitarios y puede ser un ejemplo de desarrollo económico local.

Grado de pertinencia

El grado de pertinencia de este proyecto es alto, ya que aborda directamente el problema identificado, que es el desperdicio de salvado de arroz en la industria arroceras de Argentina. El salvado de arroz, un subproducto abundante pero subutilizado, ha sido transformado en un producto alimenticio altamente beneficioso, las galletitas a base de salvado de arroz. Esta iniciativa aborda de manera efectiva la cuestión del desperdicio de recursos agroindustriales, contribuyendo así a la sostenibilidad y la economía circular. Además, el proyecto es altamente pertinente en el contexto local de Argentina, donde la producción de arroz es significativa y se encuentra principalmente en el litoral del país. Al aprovechar

un recurso disponible localmente, se adapta perfectamente a las condiciones y recursos disponibles en esta región. La colaboración activa con agricultores y trabajadores de la industria arroceras locales refuerza aún más la pertinencia local, ya que se involucra directamente a la comunidad en el proceso de desarrollo.

La pertinencia del proyecto también se refleja en la creciente demanda de alimentos saludables y sostenibles en la sociedad argentina. La producción de galletitas a base de salvado de arroz se alinea con las tendencias actuales de consumo, lo que aumenta su relevancia en el mercado local.

Grado de demanda

El grado de demanda para este proyecto es sustancial y se respalda con evidencia tangible. Existe un claro agente demandante en la sociedad, representado por la creciente preocupación por la alimentación saludable y sostenible, como se refleja en la demanda cada vez mayor de productos sin gluten, alimentos ricos en nutrientes y productos agroecológicos. Esto se ha documentado en numerosos informes y estudios realizados por organismos gubernamentales y no gubernamentales que destacan la importancia de desarrollar alternativas alimenticias que cumplan con estos criterios.

En Argentina, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca ha reconocido la necesidad de reducir el desperdicio de alimentos y promover la economía circular en la industria agroalimentaria. Este enfoque se alinea directamente con el proyecto, que busca aprovechar un subproducto de la industria arroceras que anteriormente se consideraba un residuo.

En cuanto al agente adoptante, si bien aún no se puede afirmar con certeza, la respuesta positiva de la sociedad argentina a la oferta de productos alimenticios saludables y sostenibles sugiere un alto potencial de adopción de las galletitas a base de salvado de arroz. Las colaboraciones con agricultores y trabajadores de la industria arroceras locales también pueden impulsar la adopción a nivel comunitario.

Desarrollo del producto

El desarrollo abarcó dos aspectos principales: la caracterización del salvado de arroz y el proceso de desarrollo de las galletitas a base de este salvado. Las formulaciones de la misma se ajustaron en cuanto a proporción de SA y harina de arroz, y la relación de aceite de maíz y agua para mejorar su calidad nutricional. A continuación, se describen los pasos clave llevados a cabo en cada uno de estos aspectos:

Caracterización del Salvado de Arroz y Estabilización

Muestras y Estabilización: Se utilizaron muestras de arroz proporcionadas por la cerealera

Unión Cerealera de Gualaguaychú, Entre Ríos. Estas muestras se sometieron a un proceso de estabilización en un horno con circulación de aire a 80 °C durante 2 horas (condiciones óptimas para inactivar enzimas oxidativas y no dañar el producto, Mutuberría et al., 2023). Este paso fue esencial para detener la activación de enzimas que liberan ácidos grasos durante el proceso de molienda, lo que afectaría la calidad del salvado de arroz.

Composición Centesimal: Se realizaron varias determinaciones para evaluar la composición del salvado de arroz, incluyendo la humedad, proteínas, contenido lipídico, cenizas y fibra dietaria. Estos análisis proporcionaron información crucial sobre la composición nutricional del salvado, como puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición centesimal del salvado de arroz.
Table 1. Proximate composition of rice bran.

Nutriente	Composición centesimal (g/100 g de producto)
Proteínas	14,1 (± 0,8)
Lípidos	17,5 (± 0,1)
Humedad	3,8 (± 0,5)
Cenizas	9,1 (± 0,3)
Fibra corregida con cenizas y proteína	22,6 (± 0,7)
Hidrato de carbono (por diferencia)	32,9

± es la desviación estándar de la media.
± is the standard deviation of the mean.

Determinación de Ácidos Grasos: Luego de extraer los lípidos del salvado, se procedió a la derivatización de los mismos y su posterior

análisis mediante cromatografía gaseosa. Esto permitió la identificación y cuantificación de los ácidos grasos presentes (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de ácidos grasos cada 100 g de lípidos constituyentes en el salvado de arroz.

Ácido graso	g de ácidos graso/100 g de lípidos (%)
14:0	0,35 ($\pm$ 0,09)
16:0	25,79 ($\pm$ 0,15)
18:0	0,83 ($\pm$ 0,05)
18:1 n9	34,20 ($\pm$ 0,11)
18:2 n6	36,44 ($\pm$ 0,14)
18:3 n3	1,82 ($\pm$ 0,03)
20:0	0,25 ($\pm$ 0,03)
20:1 n9	0,29 ($\pm$ 0,02)

$\pm$ es la desviación estándar de la media.
 $\pm$ is the standard deviation of the mean.

Desarrollo de Galletitas

Ingredientes y Preparación: Se utilizaron como ingredientes salvados de arroz (75 g), harina de arroz (75 g), huevo (55 g), isomaltosa (80 g), agua (22,5 g) y aceite de maíz (27,5 g). Se batió el huevo, el aceite, el agua y la isomaltosa, luego se agregaron las harinas tamizadas y se amasó. Esta masa se dejó reposar antes de ser estirada y cortada de forma rectangular (5 cm * 2,5 cm), con un espesor de 0,3 cm, para formar las galletitas (20 unidades).

Cocción: Las galletitas se cocinaron en un horno eléctrico a 180 °C durante 10 minutos.

Determinación de Propiedades Físicas

Color: Se utilizó un colorímetro triestímulo para medir el color de las galletitas, registrando las coordenadas de la escala CIE-Lab*.

Textura: Se analizaron las propiedades de textura de las galletitas horneadas utilizando el ensayo de tres puntos en un texturómetro TAXT2i. Se midieron la fuerza máxima requerida para romper las galletitas y la deformación.



Figura 2. a) Salvado de arroz; b) galletitas obtenidas con salvado de arroz.

Figure 2. a) Rice bran; b) Cookies made with rice bran.

El estudio de caracterización del salvado de arroz reveló resultados comparables a investigaciones previas. En particular, los resultados se asemejaron a los encontrados en muestras de salvado por Pacheco de Delahaye *et al.* (2009) en términos de contenido de proteínas (13,7%), lípidos (17,9%), y cenizas (8,5%), aunque se destacó una menor humedad en el estudio actual (3% vs. 8,82%) y un contenido de fibra sin corregir más alto (40,5% vs. 27%). La cantidad de fibra presente en el salvado de arroz supera ampliamente las recomendaciones diarias de fibra para adultos saludables (entre 18 y 35 g/día) establecidas por el Instituto de Medicina de los Estados Unidos de América (Cho y Almeida, 2012). Además, el salvado de arroz demostró contener más proteínas en comparación con harinas comerciales convencionales, como la harina de trigo integral (9%) y la harina de arroz integral (4%).

El análisis de los ácidos grasos del salvado de arroz reveló un contenido significativo de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente el ácido linolénico esencial para el ser humano. Esta característica es relevante, ya que el salvado de arroz supera a otras harinas, como la de trigo integral o arroz integral, en cuanto a su contenido de ácidos grasos esenciales.

En relación con la formulación de las galletitas, se obtuvieron productos con buen color, sabor y textura. Los parámetros de color fueron L^* : 52,02 ($\pm 0,26$); a^* : 9,48 ($\pm 0,10$) y b^* : 30,47 ($\pm 0,22$). Al comparar nuestros resultados con los trabajos realizados en galletitas formuladas con harina de trigo, almidón de maíz y agregado de frutas (Patrignani y

Conforti, 2019), nuestras galletitas mostraron una luminosidad menor (L^*) y valores de b^* mayores (más amarillo). Esto puede deberse a la oscuridad propia del salvado y a pigmentos encontrados en el mismo.

Para la evaluación del sabor, se hicieron pruebas sensoriales preliminares para ver su aceptación, quedando para futuros trabajos la realización de un panel sensorial adecuado para su optimización.

El ensayo de 3 puntos es una prueba de ruptura utilizada para evaluar la dureza y fracturabilidad de productos como galletitas (González *et al.*, 2015). En el presente trabajo se obtuvieron dos parámetros de textura: el estrés o esfuerzo de fractura (σ) y la tensión de deformación (ϵ). Al comparar los valores de esfuerzo de fractura con el trabajo realizado por Conforti y Patrignani, (2019), nuestras galletitas muestran un menor valor de fractura que galletitas con agregado de pulpa de frutilla (810 kN/m² vs 1000 kN/m²) determinando una dureza menor en las galletitas con SA (78.92 $\pm$ 5.08 N vs 345,1 $\pm$ 52,6 N). Con respecto a los valores de tensión de deformación, los valores obtenidos de nuestras galletitas fueron relativamente menores que en las galletitas con agregado de jugo de frutilla mostrando a nuestras galletitas con una textura más quebradiza que las mencionadas anteriormente.

Este estudio respalda la promisorio utilización del salvado de arroz en la formulación de productos alimenticios saludables y equilibrados, como las galletitas desarrolladas en este trabajo. Estos resultados no solo destacan las

cualidades nutricionales valiosas del salvado de arroz, sino también sus propiedades funcionales que lo convierten en un componente beneficioso en la industria alimentaria. Esto contribuye a la promoción de hábitos alimenticios más saludables y sostenibles.

Información sobre el patentamiento o registro de la innovación o desarrollo

No se ha realizado ningún patentamiento ni registro de la innovación o desarrollo hasta el momento, ya que el proyecto se encuentra en fase de investigación y desarrollo. Sin embargo, en el futuro, una vez que se haya completado el proceso de desarrollo, formulación y pruebas, se considerará la posibilidad de buscar mecanismos de protección de la propiedad intelectual.

Financiamiento

Para el desarrollo de este trabajo se contó con fondos de un proyecto CONICET PIP 2022-2024 “Características fisicoquímicas y funcionales de subproductos de arroz y de oleaginosas (semillas de lino). Evaluación de su aplicación en la industria alimentaria para el desarrollo de alimentos funcionales”, directora Natalia Graiver.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la cerealera “Unión Cerealera” por el aprovisionamiento del salvado de arroz, a Virginia Larrosa por la estabilización del mismo, a Mariana Angela Penisi por la ayuda en técnica de Cromatografía Gaseosa y a María Fernanda Hamet por su cooperación con la determinación de textura.

Referencias bibliográficas

- Cho, S. y Almeida, N. (Eds.). (2012). *Dietary Fiber and Health*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b12156>
- Conforti, P. A. y Patrignani, M. (22 de noviembre de 2019). *Incorporación de frutilla y arándano a la formulación de galletitas: efecto sobre la textura* [Ponencia]. XXI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos y XVII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos-CyTAL®-ALACCTA. Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios. Argentina.
- 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. *Vector*, 10, 14-25.
- Ministerio de Salud de la Nación. (2022). *Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS)*. Dirección de Salud Perinatal y Niñez.
- Mutuberría M., Larrosa V., Giménez B. y Graiver, N. (2023). Maximizando el valor nutricional: reutilización de un subproducto de la industria arrocería en alimentos saludables. *IN-NOTE*, 26, e646-e646, <https://doi.org/10.26461/26.06>
- Pacheco de Delahaye, E., Peña, J. y Jiménez, P. (2009). Efecto del salvado de arroz sobre las propiedades físico-químicas y sensoriales de panes de trigo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(4), 583-598.
- Patrignani, M. y Conforti, P. A. (22 de noviembre de 2019). *Incorporación de productos regionales en la formulación de galletitas saludables* [Ponencia]. XXI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos y XVII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos-CyTAL®-ALACCTA. Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios. Argentina.