

Optimization of sensory acceptability of rice bran cookies

Optimización de la aceptabilidad sensorial de galletas utilizando salvado de arroz

Jorge Augusto Ortiz Aguilar, B.Sc.¹, Elmer Yampier Zamora Sanchez, B.Sc.¹, Paulino Viviano Ninaquispe Zare, Dr.Sc.¹, y Alberto Claudio Miano, Ph.D.²

¹ Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Trujillo, Perú, jorge_gem@hotmail.com, elmer_yz_2010@hotmail.com, vninaquispe@unitru.edu.pe

² Dirección de Investigación, Innovación y Responsabilidad Social, Universidad Privada del Norte, Perú, alberto.miano@upn.edu.pe

Abstract- *The present study aimed to develop cookies based on rice bran with the highest acceptability. For that, the parameters of rice bran replacement and baking time were studied to obtain a greater general acceptability. It was used the central composite rotational design (CCRD) with 11 treatments considering rice bran substitutions between 4 and 14%, and baking time between 8 and 22 min at a temperature of 140 °C. It was concluded that a lower replacement of rice bran and a not very long baking time results in greater general acceptability. For obtaining general acceptability between 7 to 10 points, we used rice bran substitutions between 6 and 8%, and baking time between 14 and 16 min.*

Keywords: *Cookie, rice bran, rice bran substitutions, baking time, general acceptability.*

Resumen- *En el presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar una galleta a base de salvado de arroz donde se determinaron los parámetros de sustitución de salvado de arroz y tiempo de horneado para obtener una mayor aceptabilidad general. Se empleó el diseño compuesto central rotacional (DCCR) realizando un total de 11 ensayos experimentales con sustituciones de salvado de arroz entre 4 y 14 %, y tiempo de horneado entre 8 y 22 min a una temperatura de 140 °C. Se concluyó que a una menor sustitución de salvado de arroz y tiempo de horneado no muy largos se obtiene una mayor aceptabilidad general. Para obtener aceptabilidad general entre 8 a 10 puntos, se tendría que utilizar sustituciones de salvado de arroz entre 6 a 8 % y tiempo de horneado entre 14 a 16 min.*

Palabras clave: *Galleta, Salvado de arroz, sustituciones de salvado de arroz, tiempo de horneado, aceptabilidad general*

I. INTRODUCCIÓN

La producción de arroz cáscara en el Perú en el 2021 en el mes de marzo fue de 263 mil 395 Tm, 14.3% menor al primer trimestre del año 2020 [1]; la cual al pasar por la molienda se obtiene diferentes sub producto como el arrocillo, ñelén y en especial el salvado de arroz.

El salvado de arroz lo podemos encontrar en grandes cantidades en el Perú debido a la gran cantidad de molinos que existen, generando gran cantidad de residuos. Mayormente el salvado de arroz se utiliza exclusivamente para consumo no humano [2] y nadie se interesa en saber que propiedades tiene para así poder aprovechar la materia prima y elaborar productos que puede ser muy beneficioso para el ser humano. Conforme las investigaciones han ido progresando, se ha reconocido la efectividad de las propiedades contenidas en el salvado de arroz. Se sabe que, por su composición química y aporte nutricional, está expresamente recomendada para cualquier persona, ya que es fuente de proteínas, fibras, actúan como antioxidantes, además de enzimas y lípidos. En la agroindustria arroceras se presentan problemas con este subproducto, ya que su valor comercial es bajo, hay pocos compradores (industria de alimentos balanceados para animales), pocos usos conocidos (fibra dietaria), vida útil muy corta debido a la activación de enzimas en el proceso de molienda causando inestabilidad y un rápido deterioro del subproducto, generando la pérdida de toda la funcionalidad ya mencionada. Por tal motivo el salvado de arroz debe ser estabilizado rápidamente a través de algún tipo de proceso.

El arroz (*Oryza sativa*) constituye el alimento básico más importante para gran parte de la población mundial, sobre todo en el oriente asiático, Latinoamérica e India occidental. Se considera que el arroz proporciona una quinta parte del aporte de calorías consumidas en el mundo por los humanos. Se cultiva en al menos 114 países, con una producción global de 645 millones de toneladas, de las cuales, el 90 % es producido en Asia. El salvado de arroz, la capa marrón y más externa del grano de arroz, está compuesto principalmente por pericarpio, aleurona, subcapa de aleurona y el germen. El salvado de arroz contiene una importante cantidad de nutrientes como proteínas, grasas y fibra dietética. Además, contiene una cantidad notable de minerales como K, Ca, Mg y Fe [2].

Investigaciones recientes han concluido que el salvado de arroz es un depósito de antioxidantes en potencia (120

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.690>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

antioxidantes y cofactores se han identificado), cuenta también con mezclas únicas de carbohidratos junto con todos los aminoácidos esenciales para el metabolismo de las proteínas; además es la solución perfecta en la batalla contra enfermedades crónicas del corazón e intestinales [3].

Según Lezama [4], en su proyecto desarrollo de un pan de molde a partir de los subproductos del procesamiento del grano de arroz entero y determinación de sus propiedades funcionales, utilizó el salvado de arroz como sustituyente de la harina de trigo, en la cual el salvado de arroz paso por un tratamiento térmico para disminuir la tendencia a la oxidación lipídica. El tratamiento térmico se realizó en una autoclave a una temperatura de 110 °C; presión de 50 KPa por un tiempo de 20 minutos. Finalmente, el salvado de arroz se sometió a secado a una temperatura de 70 °C por un tiempo de 20 minutos hasta llegar a una humedad inferior al 11 %. Además, concluyó que los panes con mayor aceptación fueron el de 32 % de harina de arroz y de salvado de arroz; y el 20 % de salvado de arroz en la cual presentan que son fuentes de fibra y proteína.

En una sustitución parcial de la harina de trigo, por salvado de arroz en un 20% para la realización de panes, se presenta un mayor valor energético procedente de las grasas que el de la sustitución de un 32 % de harina de arroz y salvado de arroz. A una mayor sustitución parcial de harina de salvado de arroz, los panelistas tienden a rechazar el sabor [4].

Según Pacheco & Peña [5], en el estudio del efecto del salvado de arroz sobre parámetros químicos, físicos y sensoriales de arepas precocidas y congeladas. Realizó sustituciones de la harina de maíz por la de salvado de arroz en concentraciones de 5%, 10% y 15 %. La que tuvo mayor aceptabilidad fue la que sustituyó el 5 % y la de menor aceptabilidad fue la que sustituyó el 15 %. A mayores concentraciones de salvado de arroz el color es más oscuro que adquirió la arepa, esto fue la razón porque tuvo menor aceptabilidad, a pesar de que le da mayor suavidad. Además, concluyó que el salvado de arroz produce una mejora en la calidad nutricional y sensorial en las arepas.

Según Edgar & Vargas [6], en estudio Mejora nutricional del pan con salvado de arroz colombiano, estabilizó el salvado de arroz con calor húmedo (vapor saturado) donde sometió 250 g de salvado de arroz a una autoclave que proveía de una temperatura de 121 °C por un tiempo de 30 minutos. Además, en la formulación de elaboración de pan, sustituyó la harina de trigo por la de salvado de arroz en un 10 % donde duplicó el contenido de fibra dietética e incrementó el contenido de proteínas y además que el producto tuvo gran aceptabilidad.

Gran parte de los consumidores desconoce los beneficios del salvado de arroz, en los últimos tiempos se está dando a conocer a mayor población los beneficios que posee, por lo tanto, no existen productos industrializados elaborados a base de ésta, por el contrario, existen diversos productos que no generen un buen beneficio. En el Perú hay bastante subproductos del arroz, uno de ellos es el salvado de arroz que cuenta con alto valor nutricional y a la vez no se le está dando el uso que se merece. Siendo el salvado de arroz el subproducto

con el mayor valor nutricional [3]. El beneficio del estudio optimización del proceso de elaboración de galletas utilizando salvado de arroz, nos puede ayudar a emplear este residuo, dándole valor agregado y mejorando las propiedades nutricionales de un producto horneado. Además, al sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de subproductos como es el salvado de arroz, el costo de las galletas sería mucho menor. El objetivo de este estudio optimizar del proceso de elaboración de galletas utilizando salvado de arroz, así como también darle un mejor uso y valorización a este subproducto que es el salvado de arroz.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A *Materia prima*

Se utilizó harina de trigo y salvado de arroz de la variedad IR43 con una humedad de 11 % b.s, obtenido del molino Virgen de Guadalupe SAC. El salvado de arroz fue cernido utilizando un colador para la extracción de agentes extraños como pajilla y granos rotos y estabilizado previamente antes de someter al proceso de elaboración de galletas.

B *Estabilización de salvado de arroz*

Se pesó 200 g de salvado de arroz en una balanza analítica marca Digital Precisión, con una humedad del 11 % b.s. Estos fueron colocados en recipiente de polipropileno, las cuales fueron sometidos en una autoclave marca Kertlab, modelo PSS-280D, Perú; para lo cual se usó aproximadamente 4 L de agua destilada, a una presión de 0.171 MPa y una temperatura de 115 °C por un tiempo de 25 min.

C. *Esquema experimental*

En la fig. 1 se presenta el esquema experimental con los parámetros independientes de concentración salvado de arroz.

D. *Proceso de elaboración de galletas utilizando salvado de arroz*

El proceso de elaboración de galletas utilizando salvado de arroz fue realizado según el diagrama de flujo mostrado en la Fig. 2.

1) *Pesado*

Se pesó 400g de harina en una balanza analítica (marca Digital, EE.UU) con una humedad 11 % b.s, para luego realizar las sustituciones de acuerdo al diseño experimental de la Tabla 1, 160 g azúcar, 10 g de leche en polvo, 5 g de sal, 4 g de polvo de hornear, 160 g de manteca y 70 g agua. Los rangos fueron establecidos previo a ensayos.

2) *Mezclado y amasado*

Luego, se colocó tazón de la amasadora (marca Bomann, modelo KM 362 CB, Perú) para realizar una mezcla homogénea de la harina con las concentraciones de sustitución (Tabla 1), azúcar, leche en polvo, sal, y el polvo de hornear para posteriormente agregar la manteca y por último el agua.

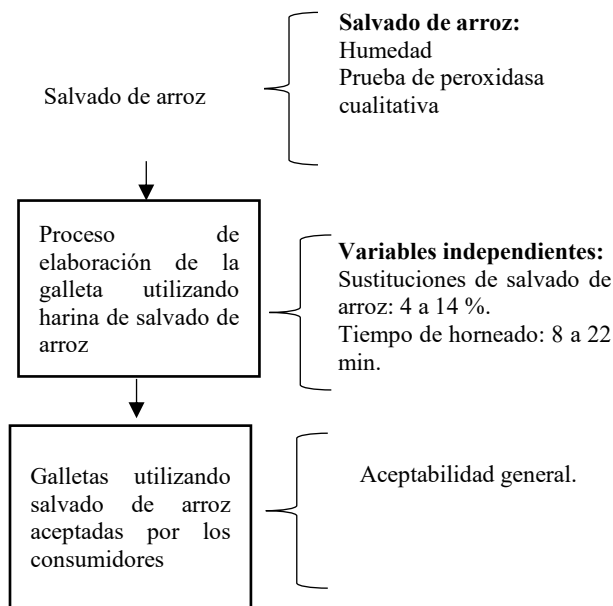


Fig.1 Esquema experimental mostrando los rangos de las variables estudiadas en el proceso de elaboración de galletas utilizando salvado de arroz.

3) Laminado y cortado

Una vez que la masa estuvo homogénea se colocó en la mesa de acero inoxidable para moldearla hasta llegar a una altura de 0.3 cm y luego ser cortadas por moldes circulares de 3 cm de diámetro

4) Cocción

La cocción se realizó en un horno (marca Bake, modelo BK_32G, China) a una temperatura de 140 °C de acuerdo con el tiempo establecido en el diseño experimental de la tabla 1.

5) Enfriado

Terminado la etapa de cocción, se retiró las galletas de salvado de arroz y se llevaron hacia una zona fresca, seca y libre de contaminación. Las galletas de salvado de arroz se enfriaron por un periodo de tiempo de 20 min.

6) Embalaje

Por último, fueron envasadas en bolsas de polipropileno y selladas con un sellador de bolsas (marca Major, modelo SD-053, Perú)

E. Aceptabilidad General

Se realizó el análisis sensorial con un panel de 140 consumidores para evaluar la aceptabilidad general de la galleta; teniendo cuidado que cada panelista deba evaluar 5 muestras como máximo por vez.

Se preparó una ficha de evaluación en donde se analizó la aceptabilidad del panelista no entrenado sobre las muestras de galleta, cada una con diferente formulación. Se utilizó una escala de aceptabilidad no estructurada de 10 cm para evaluar la aceptabilidad del consumidor (panelista).

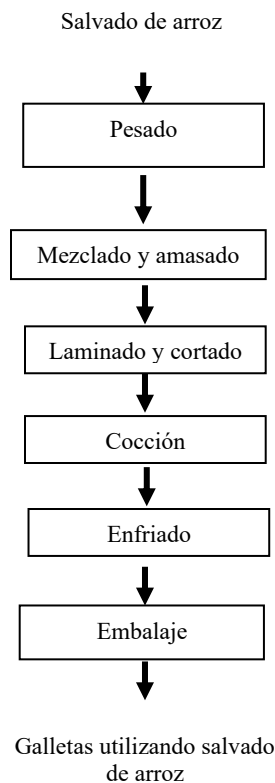


Fig. 2 Flujo de elaboración de galletas utilizando salvado de arroz

F. Análisis estadístico

TABLA 1
PLANEAMIENTO DCCR PARA LA RESPUESTA DEPENDIENTE
(ACEPTABILIDAD GENERAL)

Tratamientos	Sustitución de salvado de arroz (%)	Tiempo (min)
1	5.5	10.0
2	12.5	10.0
3	5.5	20.0
4	12.5	20.0
5	4.0	15.0
6	14.0	15.0
7	9.0	8.0
8	9.0	22.0
9	9.0	15.0
10	9.0	15.0
11	9.0	15.0

Para la elaboración de galletas utilizando salvado de arroz se utilizó un Delineamiento Compuesto Central Rotacional (DCCR) de dos (2) variables independientes haciendo un total de 11 ensayos (Tabla 1.). Se realizó un análisis de superficie de respuesta que permitió evaluar como los factores que afectan en la elaboración de galletas utilizando salvado de arroz y encontrar los parámetros óptimos de concentración de salvado

de arroz y tiempo de horneado de las galletas. Para el análisis se usó el programa STATISTICA7.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los resultados de aceptabilidad general para el análisis estadístico de superficie respuesta, siendo estos el promedio de la evaluación de aceptabilidad general en cada uno de los tratamientos.

TABLA 2
RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS.

Tratamientos	Sustitución de salvado de arroz (%)	Tiempo (min)	Aceptabilidad General
1	5.5	10.0	7.24
2	12.5	10.0	6.97
3	5.5	20.0	7.60
4	12.5	20.0	6.92
5	4.0	15.0	7.85
6	14.0	15.0	6.91
7	9.0	8.0	6.03
8	9.0	22.0	7.33
9	9.0	15.0	7.92
10	9.0	15.0	7.95
11	9.0	15.0	7.91

Se encontró que los 3 últimos tratamientos (puntos centrales) se obtuvo mayor aceptabilidad comparado con los demás tratamientos. Además, podemos observar en el tratamiento 6 que a mayores concentraciones de salvado de arroz la aceptabilidad general es reducida, lo cual coincide con el trabajo de Lezama [4], donde manifiesta que a una mayor sustitución parcial de harina de salvado de arroz, los panelistas tienden a rechazar el producto.

TABLA 3
ANÁLISIS DE LOS MODELOS DEL DCCR PARA LA ACEPTABILIDAD GENERAL EN EL PROCESO DE LAS GALLETAS UTILIZANDO SALVADO DE ARROZ.

Modelo	R ²	Suma de cuadrados del error
Términos lineales de los efectos principales.	0.339	2.362
Términos lineales y cuadráticos de los efectos principales	0.887	0.402
Términos lineales de los efectos principales y las interacciones de segundo orden	0.350	2.321
Términos lineales y cuadráticos de los efectos principales y las interacciones de segundo orden	0.899	0.360

Se encontró en el tratamiento 7 que a tiempos de horneado cortos la aceptabilidad general es reducida, si consideramos que Benavides [7], manifiesta que a temperaturas bajas y tiempos cortos la aceptabilidad general es reducida.

Al realizar el análisis estadístico con los datos de la tabla 2 se obtuvo los valores R² y suma de cuadro de error (tabla 3), las cuales permitirán elegir el modelo adecuado para predecir la aceptabilidad general en la elaboración de galletas utilizando salvado de arroz. Se obtuvo que el mejor modelo que correlacionan los datos experimentales de aceptabilidad general fue el modelo de términos lineales y cuadráticos de los efectos principales y las interacciones de segundo orden; ya que se obtuvo mayor R² y menor suma de cuadrados de error.

El análisis de regresión (tabla 4) se puede observar los coeficientes de regresión para la generación del modelo estadístico de aceptabilidad general, en donde se puede apreciar que algunos coeficientes de la regresión fueron significativos (p<0.05) obteniendo un R² y R ajustado de 0.899 y 0.798 respectivamente. Por lo tanto, se obtuvo el modelo de regresión para predecir la aceptabilidad general, el cual se encuentra en la ecuación 1:

$$Y_1 = 0.16 + 0.34X_1 - 0.019X_1^2 + 0.82X_2 - 0.024X_2^2 - 0.0058X_1X_2 \quad (1)$$

Donde Y₁: Aceptabilidad General; X₁: sustitución de salvado de arroz (%); X₂: tiempo de horneado (min).

TABLA 4
COEFICIENTES DE REGRESIÓN PARA LA ACEPTABILIDAD GENERAL EN EL PROCESO DE GALLETAS UTILIZANDO SALVADO DE ARROZ

Factor	Rendimiento (%)	
	Coefficientes	P
Intercepto	0.160319	0.928929
(1) Sustitución de salvado de arroz (%) (L)	0.344479	0.147474
Sustitución de salvado de arroz (%) (Q)	-0.018758	0.092712
(2)Tiempo de horneado (min) (L)	0.823064	0.003243
Tiempo de horneado (min) (Q)	-0.023899	0.003524
1L x 2L	-0.005805	0.483473
R ²	0.89908	
R Ajustado	0.79816	

P= Significancia

En la tabla 4 podemos observar que tiempo de horneado lineal como el cuadrático fueron significativos (p<0.05) en la aceptabilidad general para la elaboración de galletas utilizando salvado de arroz. La interacción entre la concentración de salvado de arroz y el tiempo de horneado no son significativos (p>0.05), la cual podemos decir que la concentración de salvado

de arroz y el tiempo de horneado afectan de manera independiente.

En la Fig. 3 la superficie de contorno para la variable de aceptabilidad general, donde se observa que esta se incrementa al disminuir la concentración de salvado de arroz y tiempos de horneado no muy largos.

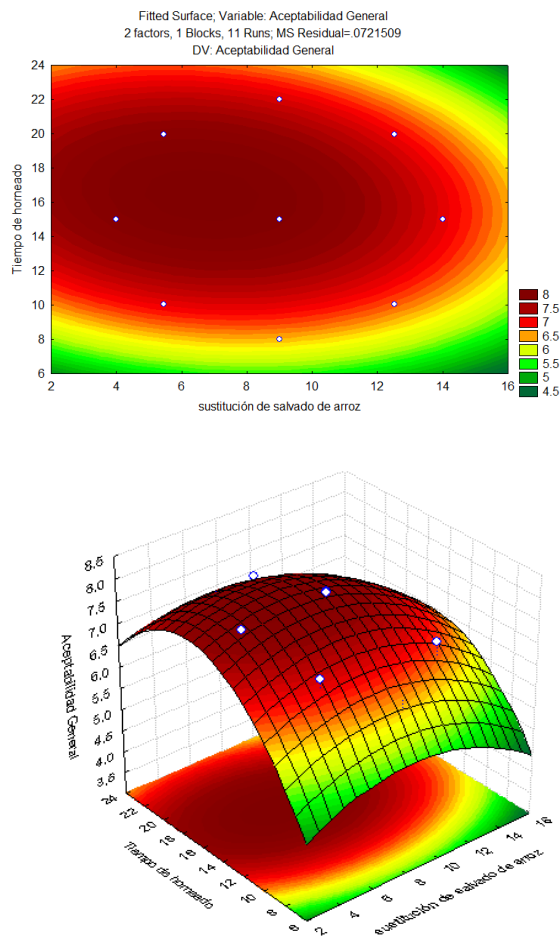


Fig. 3 a. Superficie de contornos y b. superficie de respuesta tridimensional de la aceptabilidad general.

La superficie de contornos muestra que a una mayor concentración 14% salvado de arroz y tiempos de horneado cortos la aceptabilidad general es menor en la elaboración de galletas utilizando salvado de arroz. Según Bedoya [8], en su investigación sobre desarrollo de una galleta rica en fibra con sustitución parcial de productos residuales del tipo industrial (Harina de salvado de arroz y harina de tusa de maíz) menciona que a una sustitución del 21 % de harina de tusa de maíz, 13 % de salvado de arroz y 1 % de aditivos obtuvo el mejor tratamiento de calidad sensorial. Díaz [9], en su estudio sobre el Desarrollo de una masa para pizza enriquecida con fibra, proveniente del salvado de arroz generado como subproducto durante el procesamiento del grano de arroz entero concluye que el porcentaje de sustitución de mayor agrado fue de 10 % y

el de menor agrado fue el de 25 %. Además, que mejora el perfil nutricional del tratamiento mayor agrado.

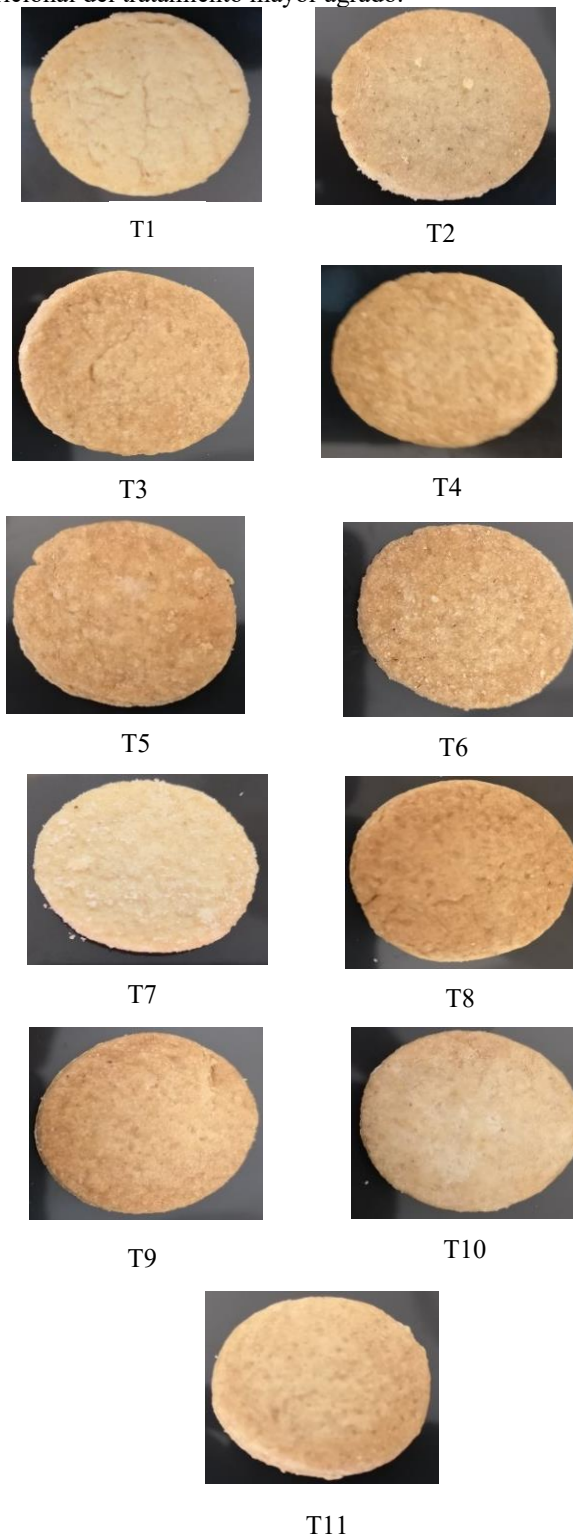


Fig. 4 Fotografía de las galletas utilizando salvado de arroz de los 11 tratamientos elaborados.

IV. CONCLUSIÓN

Se determinó los porcentajes de sustitución de salvado de arroz y el tiempo de horneado para la elaboración de galletas utilizando salvado de arroz en donde a menores porcentajes de sustitución de salvado de arroz y tiempos de horneados no muy largos aumenta la aceptabilidad general.

Se optimizó proceso de elaboración de galletas utilizando salvado de arroz. Para obtener en este estudio aceptabilidad entre 8 – 10 puntos se debería utilizar sustituciones de salvado de arroz entre un 6 – 8 % y tiempos de horneado entre 14 – 16 minutos.

REFERENCIAS

- [1] INEI, “Perú: Panorama Económico Ambiental,” no. 55, pp. 1–28, 2021.
- [2] M. K. Sharif, M. S. Butt, F. M. Anjum, and S. H. Khan, “Rice Bran: A Novel Functional Ingredient,” *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 54, no. 6, pp. 807–816, 2013, doi: 10.1080/10408398.2011.608586.
- [3] R. J. Jariwalla, “Rice-bran products: phytonutrients with potential applications in preventive and clinical medicine,” vol. 27(1), pp. 17–26, 2001.
- [4] A. Lezama, “Desarrollo de un pan de molde a partir de los subproductos del procesamiento del grano de arroz entero y determinación de sus propiedades funcionales,” p. 126, 2015.
- [5] E. P. Delahaye and J. Peña, “Efecto del salvado de arroz sobre parámetros químicos, físicos y sensoriales de arepas precocidas y congeladas,” *Rev. la Fac. Agron.*, vol. 23, no. 2, pp. 232–242, 2006.
- [6] E. M. Vargas and M. Haros, “Mejora nutricional del pan con salvado de arroz PrograMa dE ingEniEria dE aliMEntos,” *Investigación*, vol. 3, no. 1, p. 33, 2010, [Online]. Available: www.utadeo.edu.co.
- [7] B. Edwar, “Efecto del porcentaje de sustitución de Harina de trigo por Semillas de Chía (Salvia hispánica), tiempo y Temperatura de horneado en la Aceptabilidad General y Costos de una galleta,” *Universida Nac. Trujillo*, 2018.
- [8] K. P. Bedoya Llano, “Desarrollo de una galleta rica en fibra con sustitución parcial de productos residuales del tipo industrial (Harina de salvado de arroz y harina de tusa de maíz),” p. 178, 2015.
- [9] J. Díaz, “Desarrollo de una masa para pizza enriquecida con fibra, proveniente del salvado de arroz generado como subproducto durante el procesamiento del grano de arroz,” p. 102, 2016, [Online]. Available: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3606/1/39488.pdf>.