



EL SALVADO DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE *Moringa oleifera* MEJORA LA CALIDAD NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE LA GALLETA PANADERA

The seed husk bran of *Moringa oleifera* improves the nutritional and sensory quality of bakery cookies

Ernesto Almora-Hernández¹ ; Raisa Monteagudo-Borges¹ ; Vivian Lago Abascal¹ ; Nabila Figueredo-Moreno¹ ; Efraín Rodríguez-Jiménez^{1*} 

¹ Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales, La Habana, Cuba.

* E-mail: efrainrodriguez@infomed.sld.cu

Recibido: 10/11/2022; Aceptado: 16/12/2022; Publicado: 10/01/2023

ABSTRACT

Today, 70% of the food supply comes from just three grains (corn, wheat and rice) but we rely on few grains. The search for the use of agro-industrial residues in industrial processing has led to obtaining unconventional products that constitute raw materials for human food. The objective of the work was to enrich baked cookies with the addition bran from seed husk of *Moringa oleifera*. The bran was obtained from the shell of Moringa seeds during the shelling process, which was washed, dried and ground. The bran was added in doses of 5, 10 and 15% to the formulation of the baked cookies. Microbiological analysis was carried out, physicochemical characterization by near-infrared spectroscopy, and sensory evaluation were performed on 109 untrained consumers, using a seven-point hedonic test. The microbiological analysis was satisfactory, while the proximal analysis of the bran showed a percentage of fiber, protein, fat, carbohydrates, ashes and moisture of 37.21, 22.97, 13.09, 12.64, 7.04 and 5.82%; respectively. After baking the cookies, the proximal characterization expressed a percentage of protein between 9.01 and 9.59%, fat from 11 to 13.27%, ashes from 0.96 to 0.98%, fiber from 4.33 to 6.21% and starch between 57.62 and 59.04%. The highest percentage of liking with 67.89% was presented in the "I like" category in the cookies with 5% bran and with a level of preference also those of 5% (51.38%). It was concluded that the bran from the husk of Moringa seeds produces an increase in nutritional value and sensory quality of the baked cookies.

Keywords: proximal analysis | bakery cookies | bran | sensory.

RESUMEN

En la actualidad, el 70% del suministro de alimentos proviene de solo tres granos (maíz, trigo y arroz) pero dependemos de pocos cereales. La búsqueda del aprovechamiento de residuos agroindustriales en el procesamiento industrial ha conllevado obtener productos no convencionales que constituyen materias primas para la alimentación humana. El objetivo del trabajo fue evaluar el salvado de la cascara de semillas de *Moringa oleifera* en la elaboración de galletas panaderas. El salvado se obtuvo a partir de la cáscara de semillas de Moringa durante el proceso de descascarado, la que fue lavada, secada y molida. Se realizaron tres formulaciones de harina compuesta (salvad de moringa-trigo) en proporciones de 5, 10 y 15%. Se realizó el análisis microbiológico, la caracterización fisicoquímica

por espectroscopía del infrarrojo cercano y la evaluación sensorial en 109 consumidores no entrenados, mediante prueba hedónica de siete puntos. El análisis microbiológico resultó satisfactorio, mientras que el análisis proximal del salvado mostró un porcentaje de fibra, proteína, grasa, carbohidratos, cenizas y humedad de 37,21, 22,97, 13,09, 12,64, 7,04 y 5,82%; respectivamente. Después del horneado de las galletas, la caracterización proximal expresó un porcentaje de proteína entre 9,01 y 9,59%, grasa de 11 a 13,27%, cenizas de 0,96 a 0,98%, fibra de 4,33 a 6,21% y almidón entre 57,62 y 59,04%. El mayor porcentaje de agrado con 67,89% se presentó en la categoría “Me gusta” en las galletas con salvado al 5% y con un nivel de preferencia igualmente las del 5% (51,38%). Se concluyó que el salvado de la cascara de semillas de Moringa produce una mejora en la calidad nutricional y sensorial de la galleta panaderas.

Palabras clave: análisis proximal | galletas panaderas | salvado | sensorial.

Forma de citar el artículo (Formato APA):

Almora-Hernández, E., Monteagudo-Borges, R., Lago, V., Figueredo-Moreno, N. & Rodríguez-Jiménez, E. (2022) Elaboración de galletas panaderas enriquecidas con salvado de cáscara de semillas de *Moringa oleifera*. *Anales Científicos*. 83(2), 201-211. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v83i2.1965>

Autor de correspondencia (*): Efraín Rodríguez-Jiménez, Email: efrainrodriguez@infomed.sld.cu

© Los autores, Publicado por la Universidad Nacional Agraria La Molina,

This is an open access article under the CC BY

1. INTRODUCCION

La tendencia de consumo de alimentos con mejores propiedades nutricionales, es de trascendencia global y Cuba no está exenta de esta línea. Hasta ahora han sido muchas las empresas cubanas que han hecho esfuerzos en desarrollar nuevos productos mejorando las propiedades nutricionales y a la vez dar un mejor aprovechamiento a los recursos naturales que posee. La planta arbustiva *M. oleifera* tiene una gran plasticidad ecológica, ya que es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones edafoclimáticas. Su valor nutricional y los elevados rendimientos de biomasa, la hacen un recurso fitogenético de importancia en los sistemas de producción, el cual puede ser consumido por diversas categorías de animales (Verdesoto, 2021).

Moringa es uno de los recursos que se puede llegar a aprovechar en la industria alimenticia, llegando a procesar de acuerdo a las necesidades de consumo y propiedades que se deseen dar en su producto final o producto terminado. La especie *Moringa oleifera*, es un árbol de talla media perteneciente al Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Eudicotyledoneae, Subclase Rosidae, Orden Brassicales, Familia Moringaceae, Género Moringa. Se distingue por placentación parietal, fruta tipo baya de tres valvas, elongada no dehiscente y de semillas aladas (Benavente y Ccazo, 2021).

Entre los subproductos en la tecnología de producción de aceite de Moringa, se encuentra la cáscara de las semillas y su adición para fortificar alimentos en forma de salvado posibilita valorar su consumo. Presenta en su composición un elevado contenido de fibra vegetal no digerible conformado por celulosa, hemicelulosa, lignina y polisacáridos, así como proteínas, grasas y minerales (Lago et al. 2022).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el salvado de la cascara de semillas de *Moringa oleifera* en la elaboración de galletas panaderas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del salvado a partir de las semillas de *Moringa oleifera*

En el estudio se utilizaron 10 kg de semillas secas de Moringa provenientes de la India, beneficiadas por medio de la eliminación de las materias extrañas y lavadas con agua potable. Después de secas se realizó el descascarado de forma mecánica en un equipo artesanal construido para la separación de los endospermos y las cáscaras de las semillas. Para la obtención del salvado la cáscara de semillas obtenida se procesó mediante un molino de cuchillas de calidad farmacéutica (S200, Retsch), con tamiz de 2.0 mm, considerado como un tamaño de partículas adecuado para ese tipo de producto. El salvado se envasó en sobres de polietileno de alta densidad a

razón de 1 kg y se tomaron muestras para control microbiológico y otros análisis.

Análisis microbiológico del salvado de semillas de Moringa

El análisis microbiológico del salvado de cáscara de semillas de Moringa se realizó según la norma cubana en las instalaciones del Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales, La Habana, Cuba (NC 585; 2017).

Caracterización fisicoquímica del salvado de cáscara de semillas.

La determinación del contenido de humedad se realizó mediante el método gravimétrico en la balanza analizadora de humedad MA37, Sartorius (USP 35). La determinación del porcentaje de proteínas, cenizas, fibras, almidón y grasas de la cáscara se realizó mediante el método de espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRs, por su abreviatura en inglés) (USP 40). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Elaboración de las galletas panaderas con salvado de cáscara de semillas de Moringa

La elaboración de las galletas con salvado se realizó en la dulcería-panadería “El Náutico” de la Empresa Cubana del Pan, Ministerio de la Industria Alimentaria, La Habana, Cuba. El proceso productivo de las galletas se realizó por porciones de 6.3 kg de masa. Para el estudio, el salvado de cáscara de semillas de Moringa se adicionó teniendo en cuenta la formulación de 5, 10 y 15% p/p, identificadas como GSM-5, GSM-10 y GSM-15, a razón de 310, 630 y 950 g, respectivamente, mientras que en éstas la harina de trigo correspondió a 39, 34 y 29% p/p, respectivamente y contenían además 537 g de otros 4 componentes (datos no mostrados, propios de la composición). Como control negativo se utilizó galletas elaboradas con la masa sin la adición de salvado (MC), 44% de harina de trigo y el resto de los componentes de forma similar. Los componentes de cada masa se mezclaron, se homogenizó en una maquina mezcladora (OGUIDICE), se dejó reposar por 30 minutos cubiertas con un paño y se homogenizó nuevamente. La masa control o fortificada con salvado de cáscara de semillas se distribuyó de forma manual a razón de 20 g en las bandejas para hornear donde se colocaron 42 galletas. Cada masa se preparó de manera independiente. Las bandejas se colocaron en la estufa de precalentamiento durante 30 minutos, a 100 °C y posteriormente se

trasladaron al horno a una temperatura de 180 °C, durante 30 minutos. Una vez enfriadas se envasaron y sellaron hasta su análisis, a razón de 25 unidades.

Parámetros de calidad de las galletas panaderas.

Las características organolépticas se determinaron mediante el olor, color, sabor y textura. El contenido de humedad se realizó mediante el método termogravimétrico en una balanza analizadora de humedad MA37, Sartorius (USP35). El peso se determinó mediante una balanza técnica (modelo U6100, Sartorius). Para la determinación de las características fisicoquímicas: proteínas, grasa, fibras, cenizas y almidón se empleó el equipo NIRs (USP40). Los valores fueron expresados en %. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado para cada formulación de galletas.

Análisis sensorial

Se realizó la evaluación sensorial con la participación de un grupo de 109 panelistas, considerados como potencialmente consumidores no entrenados, formado por trabajadores del Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales; en edades comprendidas entre 18 y 70 años. Este estudio se realizó en un laboratorio sensorial con cabinas individuales. Se utilizó una encuesta para la recolección de datos: un formulario para prueba hedónica de evaluación para la población en general. Las muestras fueron presentadas a los catadores simultáneamente, estando codificadas.

Plan de tabulación y análisis de datos

El nivel de agrado se estableció por medio de una escala hedónica de siete categorías. Para el análisis de los datos obtenidos en la prueba de aceptabilidad, en la evaluación de jueces potencialmente consumidores no entrenados, las categorías fueron: “Me gusta mucho”, “Me gusta”, “Me gusta poco”, “Ni me gusta ni me disgusta”, “Me disgusta poco”, “Me disgusta” y “Me disgusta muchísimo” (Duarte, 2020).

Análisis estadístico

Se realizó el método descriptivo. Los datos de todas las pruebas fueron el resultado de la media de tres repeticiones (n = 3). Se obtuvo la media, y la desviación estándar de todos los valores procesados por el Programa de EXCEL, 2016.

Se utilizaron pruebas de comparación de medias para muestras independientes, con nivel de significación $p \leq$

0.05, controlando la homogeneidad de las varianzas según la prueba de Harley; posteriormente, para constatar el tamaño del efecto se empleó el valor del estadígrafo “d” de Cohen (Cohen, 1992). Para el análisis de la evaluación de los panelistas potencialmente consumidores no entrenados, se empleó el coeficiente Kappa de concordancia.

3. RESULTADOS

Obtención del salvado a partir de las semillas de *Moringa oleifera*

El rendimiento alcanzado de harina de vainas secas de moringa fue de 96,13% en base seca, lo que permite afirmar que en el proceso de obtención de la harina se logró aprovechar la mayor cantidad de vainas secas de moringa, verificando que la moringa es un cultivo de alto rendimiento.

De los 10 kg de semillas beneficiadas, se obtuvo 5,46 kg de cáscara de semillas, que representó el 55% de rendimiento. Una vez molinada la cáscara generó 5,31 kg de salvado de cáscara de semillas de Moringa, que representó un 97,2% de harina de salvado, lo que refleja un buen aprovechamiento de las cáscaras de las semillas en el proceso de elaboración del salvado.

Caracterización fisicoquímica del salvado de cáscara de semillas.

El análisis proximal obtenido en el salvado de cáscara de semillas de Moringa se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis proximal del salvado de la cáscara de semillas de Moringa.

<i>Indicador</i>	<i>Contenido (%)</i>
Fibra	37,21 ± 0,25
Proteínas	22,97 ± 0,41
Grasas	13,09 ± 0,21
Carbohidratos	12,64 ± 0,34
Cenizas	7,04 ± 0,36
Humedad	5,82 ± 0,16

Análisis microbiológico del salvado de semillas de Moringa

El análisis microbiológico de las muestras de salvado reveló resultados satisfactorios en cuanto a la carga microbiana, con valores inferiores a los límites máximos establecidos para harina de trigo, donde no se detectaron microorganismos indicadores, tales como: Coliformes y *Escherichia coli*.

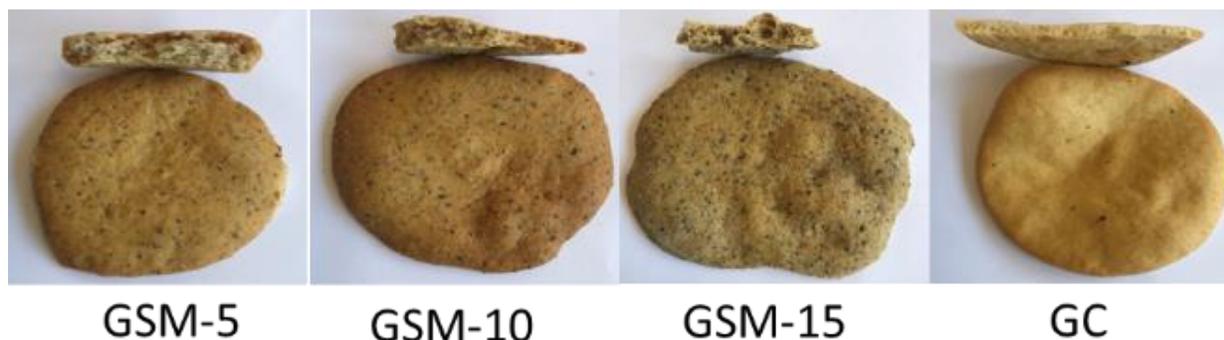


Figura 1. Galletas panaderas con 5, 10 y 15% p/p de salvado de cáscara de semillas de Moringa después de horneados.

Elaboración de las galletas panaderas con salvado de cáscara de semillas de Moringa

En el proceso de elaboración de las masas para la elaboración de las galletas correspondientes a las diferentes proporciones de salvado de cáscara de semillas de Moringa mantuvieron las mismas características que el control en cuanto a la viscosidad, olor y textura. Mientras que, en el aspecto visual (figura 1), se observó que en la medida que se aumentó el porciento de salvado

las galletas resultaron más oscuras y con un ligero aumento de su picor, característico del salvado, sin resultar desagradable.

Después del horneado de las galletas, se apreció que el porcentaje de humedad promedio de todas las galletas fue $7,6 \pm 0,17\%$. Con respecto al peso de las galletas, todos alcanzaron un peso promedio de $19,52 \pm 3,75$ gramos, incluyendo la muestra control.

Parámetros de calidad de las galletas panaderas

El análisis realizado en el laboratorio empleando la tecnología de espectroscopía del infrarrojo cercano, de todos los parámetros analizados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Composición bromatológica de las galletas panaderas enriquecidas con salvado de cáscaras de Moringa.

Parámetro	GSM-5	GSM-10	GSM-15	GC
Proteína	9,01±0,27	9,11±0,62	9,59±0,54	8,29±0,26
Humedad	8,86±0,32	9,06±0,59	9,17±0,59	9,74±0,20
Grasa	11,00±0,72	11,96±0,5	13,27±0,56	8,44±1,05
Fibra	4,33± 0,30	5,57±0,54	6,21±1,05	0,31±0,52
Ceniza	0,96±0,04	0,98±0,06	0,98±0,04	0,88±0,02
Almidón	57,62±0,96	59,04±0,97	59,03±0,86	57,23±1,13

Análisis sensorial

En la tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación sensorial por los panelistas potencialmente consumidores no entrenados de cada una de la formulaciones de galletas con el salvado, los resultados indican que la formulación con salvado al 5% fue la más aceptada, ya que se

seleccionó en la categoría “me gusta” el mayor porcentaje de agrado, con valor de 67.89%, así mismo resultaron las de mayor preferencia con un 51,38%, mientras que la formulación al 10 % el nivel de preferencia correspondió con el 44,04 y al 15 % con el 4,59% respectivamente.

Tabla 3. Grado de aceptabilidad (%) de jueces potencialmente consumidores no entrenados de los tres grupos de galletas.

Categoría de nivel de agrado	GP 5%	GP 10%	GP 15%	GC
Me gusta muchísimo	24,77	28,44	5,50	33,03
Me gusta	67,89	47,71	31,19	55,05
Me gusta poco	5,50	12,84	35,78	7,34
Ni me gusta ni me disgusta	0,92	9,17	13,76	2,75
Me disgusta poco	0,92	0,92	4,59	0,92
Me disgusta	0,00	0,92	9,17	0,92
Me disgusta muchísimo	0,00	0,00	0,00	0,00

Análisis estadístico

La tabla 4 muestra el resultado del análisis estadístico comparativo de la composición proximal de las tres formulaciones, según las pruebas de comparación de medias para muestras independientes, con nivel de significación $p \leq 0,05$.

En el parámetro proteína el efecto es muy grande, para las GSM-5 y GSM-15 (“d” de Cohen: 2,65 y 3,042, respectivamente). Para el parámetro humedad solo se constata efecto muy grande (“d” de Cohen: 3,25) para GSM-5. Con respecto a la grasa el efecto es también muy grande para GSM-5, GSM-10 y GSM-15 (“d” de Cohen: 2,83, 4,26 y 5,70, respectivamente), nótese que va aumentando el tamaño del efecto. De modo similar ocurre con la fibra, efecto muy grande para GSM-5, GSM-10 y

GSM-15 (“d” de Cohen: 9,3, 9,81 y 7,0, respectivamente). Finalmente se constató efecto muy grande en la ceniza para GSM-5 y GSM-15 (“d” de Cohen: 2,46 y 2,95, respectivamente).

El análisis estadístico de la evaluación sensorial de los panelistas potencialmente consumidores no entrenados para cada galleta con la galleta control, las galletas de 5% referenció una alta concordancia y significativa - Kappa=0,694 $p=0,000$ -; con la del 10%, aunque más baja la concordancia - Kappa=-.622 $p=0,000$ - y con la de 15% aunque significativa, muy baja la concordancia - Kappa=-.166 $p=0,000$ -

No existe diferencias significativas entre la evaluación dada por los panelistas potencialmente consumidores no

entrenados para la galleta 5% con la galleta control - $t=0,0000$ $gl:108$ $p=1,000$. Para la galleta 10% y la de 15% con el control si existen diferencias significativas $-t=5,82$ $gl:108$ $p=0,000$ y $t=18,27$ $gl:108$ $p=0,000$, respectivamente.

Tabla 4. Estadísticos de la comparación por parámetro de los valores medios de GSM-5, 10 y 15 con los valores medios del grupo control.

Parámetro	GSM-5	GSM-10	GSM-15
Proteína	$t=3,260$ $gl:4$ $p=0,031$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=1,053$, $sig.=0,4835$	$t=2,098$ $gl:4$ $p=0,104$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=5,427$, $sig.=0,0992$	$t=3,727$ $gl:4$ $p=0,020$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=4,121$, $sig.=0,1376$
Humedad	$t=-3,985$ $gl:4$ $p=0,016$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=2,657$, $sig.=0,2218$	$t=-1,879$ $gl:4$ $p=0,133$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=8,821$, $sig.=0,0534$	$t=-1,582$ $gl:4$ $p=0,189$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=8,732$, $sig.=0,0542$
Grasa	$t=-3,471$ $gl:4$ $p=0,026$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=2,147$, $sig.=0,2732$	$t=5,222$ $gl:4$ $p=0,006$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=4,452$, $sig.=0,1258$	$t=6,979$ $gl:4$ $p=0,002$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=3,438$, $sig.=0,1688$
Fibra	$t=11,391$ $gl:4$ $p=0,000$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=2,939$, $sig.=0,1998$	$t=12,018$ $gl:4$ $p=0,000$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=1,062$, $sig.=0,4810$	$t=8,649$ $gl:4$ $p=0,001$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=4,008$, $sig.=0,1421$
Ceniza	$t=3,008$ $gl:4$ $p=0,040$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=3,812$, $sig.=0,1504$	$t=2,467$ $gl:4$ $p=0,069$ Según Prueba de Hartley no se asumen varianzas iguales: $F=10,179$, $sig.=0,0442$	$t=3,619$ $gl:4$ $p=0,022$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=4,193$, $sig.=0,1349$
Almidón	$t=0,453$ $gl:4$ $p=0,674$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=1,388$, $sig.=0,3971$	$t=2,088$ $gl:4$ $p=0,105$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=1,351$, $sig.=0,4053$	$t=2,181$ $gl:4$ $p=0,095$ Según Prueba de Hartley se asumen varianzas iguales: $F=1,731$, $sig.=0,3317$

4. DISCUSIÓN

Análisis microbiológico del salvado de semillas de Moringa

El análisis microbiológico de las muestras de salvado cumple con los límites microbiológicos establecidos en la Norma Cubana del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (NC 585; 2017) por lo que el salvado obtenido es seguro para el consumo humano. Dado que hoy en día se fabrican productos naturales a escala industrial, el foco de control se ha desplazado a la evaluación del lugar de fabricación y el proceso de producción. Los fabricantes de estos sonos responsables de elaborar productos naturales de calidad adecuada, evidenciando el control por parte de las autoridades correspondientes presentando un registro sanitario de los mismos (Cáceda y Samillán, 2015).

Caracterización fisicoquímica del salvado de cáscara de semillas.

En lo que respecta al alto contenido de fibra en la cáscara de semilla de Moringa obtenido en nuestro estudio, concuerda con lo planteado por Hernández y Iglesias (2022), que muchas plantas, entre ellas Moringa, son

reconocidas por sus altos contenidos de fibra, lo que indica la presencia de un importante potencial nutracéutico y funcional, debido a sus variados efectos sobre el organismo del ser humano ya que la inclusión de la fibra en la dieta diaria de los seres humanos desempeña una función para la prevención y tratamiento de algunas enfermedades crónicas como son la disminución de la presión arterial, la reducción del riesgo del cáncer colorrectal, menor riesgo de enfermedades cardiovasculares y un mejor control de la diabetes mellitus tipo II (FAO, 2020).

El resultado del valor de proteínas (22,97%) se encuentra por encima del obtenido en investigación de cáscara de semillas en plantas de Moringa cultivadas en dos regiones de México, con valores de 7,59% en zonas de Sonora y 8,69% en Guerrero (Guzmán et al., 2020), indicando que este producto es de muy alto valor proteico, lo que representaría una buena fuente de proteínas de origen vegetal para el consumo humano. Varios estudios han identificado a Moringa como una importante fuente de nutrientes esenciales; rica en minerales, vitaminas, aminoácidos esenciales y proteínas, con una cantidad relativamente baja de sustancias antinutrientes. En los

últimos años, las proteínas de las semillas de Moringa han atraído una amplia atención científica en gran medida debido a sus aplicaciones potenciales en la industria alimentaria y farmacéutica. Se ha notificado que la fortificación con Moringa en los alimentos procesados, aumenta el valor nutricional, las propiedades organolépticas, la estabilidad oxidativa y la vida útil del producto (Verhelts, 2019).

Con respecto al contenido de grasa obtenido en las cáscaras de semillas fue de 13,9%, valor ligeramente superior al encontrado en otros estudios en México, con valores de 11,94% y 9,42% (Guzmán et al., 2020). Cabe destacar que las cáscaras de semillas de Moringa contienen una cantidad suficiente de aceite, pero actualmente no hay reporte relacionados con el uso de esta parte de la planta (Guzmán et al., 2020).

Por otra parte, la cáscara de semillas de Moringa mostró un contenido de carbohidratos de 12,64%, valor inferior al reportado en varias investigaciones con valores de 26,93% (Abdulkadir et al., 2016) y 31,28% (Guzmán et al., 2020).

El contenido de cenizas que se obtuvo para las cáscaras de semillas de Moringa (7,04%), fue superior al obtenido en investigación preliminar sobre la caracterización de biomásas cubanas que tienen potencial para la producción de biodiesel, entre ellas Moringa, las cáscaras de semillas de esta especie contienen 4,10% de cenizas (Martín et al., 2010) y de 2,97% (Delgado, 2020). La diferencia entre los valores de cenizas con los resultados de esta investigación puede deberse a la procedencia de las semillas.

Se observa que la humedad promedio para las cáscaras de Moringa (5,82%), valor por debajo al 6,25% obtenido en otro estudio (Delgado, 2020). La humedad de la cáscara analizada resultó ser inferior al 12%, lo que es conveniente para su conservación, este parámetro indica la estabilidad de la harina durante su almacenamiento. Valores de humedad superiores al 12% puede generar la proliferación de hongos, bacterias y reacciones enzimáticas indeseables, pudiendo deteriorarse, disminuyendo la calidad de la materia prima. (INHEM, 2017).

Elaboración de las galletas panaderas con salvado de cáscara de semillas de Moringa

Después del horneado de las galletas, se apreció que el porcentaje de humedad promedio fue 7,6%, ligeramente superior a lo reportado en otras investigaciones con valores de 6,8% (Sirpatrawan, 2009) y 6,3% (Puma et al., 2018), que además menciona que hasta este valor de humedad las galletas son aceptadas por los consumidores y que con un nivel más alto disminuye la aceptación, debido al cambio de humedad que tiene consecuencia en la pérdida de la característica de textura crocantes de las galletas.

La composición bromatológica de las galletas panaderas enriquecidas con salvado de cascara de semilla de Moringa reveló que a medida que aumenta la proporción de salvado de cáscaras de semilla de Moringa existe un aumento en todos los parámetros analizados (tabla 3).

El contenido de proteínas en las muestras con salvado fue mayor respecto a la muestra control (tabla 3), lo que indica que este producto es de alto valor proteico, por lo que representa una buena fuente de proteínas de origen vegetal para el consumo humano. El alto contenido de proteína en las galletas se debe a que el salvado presenta un alto porcentaje de ésta en su composición (tabla 1). Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Loor, 2021 quien logró obtener en panes elaborados con harina de quinua y de zanahoria blanca un perfil proteico de 7,65 %, valor inferior al obtenido en esta investigación (Loor, 2021). Otros resultados demostraron que presentan ventajas nutritivas en comparación a otros productos comerciales, con valores de proteína de 7,2 y 9,2% (Barbosa et al., 2018). Los resultados en cuanto al contenidos de proteína coinciden con otro estudio en pan blanco utilizando salvado de trigo, donde se apreció un incremento con respecto al control (Murrieta et al., 2018). En los resultados del parámetro de humedad en las galletas se observó que presentan valores menores en las muestras que contienen salvado con respecto a la muestra control. Además, se aprecia un incremento del porcentaje de humedad a medida que aumenta la proporción del salvado. Esto probablemente se debió a la presencia de fibra aportada por la cáscara de semillas, que provocó la mayor presencia de agua molecular en la estructura de la fibra.

En la mayoría de los productos de panadería, existe una relación directa entre su contenido de humedad y su percepción de frescura. Su bajo contenido de humedad hace que su textura sea crujiente. La pérdida de esta

característica conlleva al rechazo por parte de los consumidores (Almora et al., 2020). Además, el aumento de este parámetro pudiera no ser favorable para la conservación, porque una alta humedad contribuye a que cualquier producto sea susceptible al deterioro enzimático y crecimiento de microorganismos (Castro et al., 2020).

Igualmente, el contenido graso en las galletas elaboradas con salvado de cascara de semillas de Moringa fue mayor con respecto al control.

Cabe señalar que el contenido de grasa es uno de los constituyentes principales del salvado de cascara de semillas de Moringa, la cual contiene aproximadamente de un 13,09%. Los resultados permiten inferir que la adición del salvado en las diferentes proporciones en la elaboración de las galletas el enriquecimiento de galletas con salvado, proporcionó un aumento en el contenido de grasas. Al comparar estos resultados con otro estudio similar, el contenido de grasa estuvo por debajo (12,64 - 15,32%) al porcentaje obtenido en las galletas formuladas con salvado. Por lo contrario, en las galletas control en ambos estudios presentaron valores similares (Benitez et al. 2017).

Los resultados de las galletas revelan un importante aporte de fibra para todas las formulaciones estudiadas con respecto al control. Asimismo, se puede observar que existe un aumento lineal de su contenido al aumentar la proporción de salvado en cada formulación. El contenido de fibra fue mayor en la GSM15 por ser la formulación con mayor contenido de salvado. En general, la fibra está constituida por fibras dietéticas solubles e insolubles (Murrieta et al., 2018).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), recomiendan el consumo de fibra dietética, la que se encuentran en las frutas, vegetales, legumbres y cereales integrales. A pesar, de la accesibilidad a estos alimentos; la población la consume por debajo de lo recomendado (OMS, 2018, FAO, 2020 y Tapia y Risco, 2022).

En cuanto, el contenido de cenizas en las muestras de galletas con salvado de cascara de semilla de Moringa presentaron un valor mayor que la muestra control. Este resultado (0,96 – 0,98%) se encuentra por debajo del reportado en otros estudios con valores de 1,35 y 2,02%

(Barbosa et al., 2018), de 1,25% (Anaya et al., 2020) y 2,26% (Sardabi et al., 2021).

Los resultados del análisis del contenido de almidón de las galletas indican que existe un ligero aumento con respecto a las galletas sin salvado (control). Al comparar este resultado con valores obtenidos en estudios de galletas utilizando harina de amaranto, se pudo observar que presentaron una media general de 64,30% (Carrillo, 2020), valor superior al logrado en este estudio.

En las plantas el almidón se encuentra en forma de gránulos, estos tienen un tamaño y forma característicos de cada especie. En los carbohidratos, el almidón es el más importante en todos los cereales, constituye aproximadamente del 60 a 70% de la materia seca. En las galletas con salvado de cascara de semillas de Moringa, el promedio del contenido de almidón es de 59%, mientras que en el estudio con el uso parcial con harina de quinua y zanahoria obtuvieron un 67,68%, (Llorca, 2021) valor que está por encima del resultado en este estudio.

Análisis sensorial

La aceptación intrínseca de un producto es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo, es decir, su valoración sensorial. El aprovechamiento de salvados en la alimentación humana ha llevado a la inclusión de materias primas provenientes de diferentes plantas, entre ellas Moringa, con la finalidad de aumentar sus niveles de aceptación y nutrición. (Almora et al., 2021).

Existen varios estudios en torno a la evaluación sensorial de alimentos, entre ellos se encuentran las galletas, fideos, bebida tipo jugo, cerveza y snacks. Para el análisis sensorial pueden emplearse paneles de jueces entrenados, jueces no entrenados o jueces conocedores del alimento (Arias y López, 2022). Varios autores señalan que, un juez consumidor es una persona sin habilidad especial para la cata, ni trabajan con alimentos como los investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son tomados al azar o con criterio para realizar pruebas de satisfacción (paneles de 30 - 40 jueces como mínimo) (Arroyo y Barrientos, 2014; Falla y Ramón, 2018; Carrasco y Sánchez, 2019).

5. CONCLUSIONES

Las galletas elaboradas con salvado de cascara de semillas de Moringa constituyen un producto de calidad nutricional y criterio de aceptación en cuanto al sabor en la degustación de los mismos y cumplen con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, pudiendo ser incluidas dentro del mercado alimenticio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la dulcería-panadería “El Náutico” y a la Empresa Cubana del Pan, Ministerio de la Industria Alimentaria, La Habana, Cuba, por permitir realizar y colaborar en la realización del estudio, así como al Fondo Nacional para la Ciencia e Innovación (FONCI), del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Cuba, por financiar la investigación.

Contribución de autoría

Conceptualización: EAH, ERJ

Diseño del estudio: EAH, ERJ

Adquisición de datos: EAH, RMB, VLA, NFM, ERJ

Análisis e interpretación de datos: EAH, RMB, ERJ

Metodología: EAH, RMB, NFM, ERJ

Redacción – borrador original: EAH

Redacción – revisión y edición: RMB, VLA, ERJ

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

6. REFERENCIAS

- Abdulkadir, A., Zawawi, D. & Jahan M. (2016). Proximate and phytochemical screening of different parts of *Moringa oleifera*. *Russian Agricultural Sciences*, 42(1): 34-36. DOI: <https://doi.org/10.3103/S106836741601002X>
- Almora, E., Barrios, L., Monteagudo, R., Lago, V., León, G. & Rodríguez, E. (2021). Evaluación sensorial de galletas de arroz integral suplementadas con stevia y moringa. *Peruv Agricul Research*, 3(2):80-6. ISSN: 2706-9397 [acceso:24/05/2021]. <http://revistas.unjfsc.edu.pe/index.php/PeruvianAgriculturalResearch>
- Almora, E., Campa, C., Monteagudo, R., Lago, V., Echemendia, O. A. & Rodríguez, E. (2020). Desarrollo de la galleta de arroz integral suplementada con *Moringa oleifera*. *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 6(2), 52-64. <http://www.rcfa.uh.cu/index.php/RCFA/article/view/190/220>
- Anaya, R., De La Cruz, E., Córdor, R., Espitia, E., Navarro, R. & Rivera J. (2020). Evaluación de formulaciones de galletas antianémicas con diferentes contenidos de quinua y diferentes contenidos en hierro hemínico, por reducción de anemia en ratas holtzman. *Revista Boliviana de Quimica*, 37(2): 74-84. DOI: <https://doi.org/2078-3949.37.2.2>
- Arias, S. & López, M. (2021). Usos, propiedades nutricionales y evaluación sensorial del amaranto, quinua y subproductos de uva y café. *Revista de Ingeniería y Competetividad*, 24(1):1-15. eISSN 3021-1000. DOI: <https://doi.org/10.25100/iyc.v24i1.11000>
- Arroyo, M. & Barrientos, A. (2014). Elaboración y evaluación de las características organolépticas de galletas dulces integrales enriquecidas a base de trigo (*Triticum vulgare*) y salvado de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad blanca Junín. Universidad del Centro del Perú. Tesis para optar título de Ingeniero Industrial, Peru. Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3061/Arroyo%20Saez-Barrientos%20Cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barbosa, E.; Franco, K.; Cabrera, D.; Moguel, Y. & Betancur, D. (2018). Evaluación de la Calidad de Galletas Reducidas en Calorías Endulzadas con Hojas de Stevia rebaudiana BERTONI. *Revista INTERCIENCIA*, 43(1):17-22. ISSN: 2244-7776.
- Benavente K. & Ccazo Y. (2021) Determinación de fenoles totales y capacidad antioxidante de las hojas y semillas de Moringa olifeira. Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Privada Autónoma del Sur. Arequipa. Perú. [acceso:20/12/2020]. <http://repositorio.upads.edu.pe/xmului/handel/UPADS/189>
- Benítez, B., Olivares, J., Ortega, M., Barboza, Y., Rangel, L. & Romero Z. (2017). Formulación y evaluación fisicoquímica, microbiológica y

- sensorial de galletas enriquecidas con linaza como alimento funcional. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 36(4):106-113. ISSN: 0798-0264.
- Cáceda, C. & Samillán S. (2015). Calidad microbiológica de productos naturales encapsulados expendidos en casas naturistas de la ciudad de Tacna. *Revista Ciencia & Desarrollo*, 20:36-41. ISSN 2304-8891. DOI: <https://doi.org/10.33326/26176033.2015.20.510>
 - Carrasco, C. & Sánchez, K. (2019). Determinación de la aceptabilidad de galletas elaboradas con diferentes concentraciones de harina de coronta de maíz morado (*Zea mays* l). Tesis para optar el Título profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú. [acceso:15/10/2020]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8143>
 - Carrillo M. (2020). Evaluación de la calidad bromatológica y sensorial de galletas con sustitución parcial de harina trigo (*Triticum* spp) por amaranto (*Amaranthus* spp). Trabajo para optar el título de Ingeniera en Alimentos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad Ciencias Pecuarias, Ecuador. [acceso:25/10/2021]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5243>
 - Castro, E., Martínez, J., Posada, L., Uribe, M., Jiménez, C. & García, L. (2020). Caracterización de fibra a partir de la vaina del frijol *Phaseolus Vulgari* Cranberry Group generado como residuo de la industria alimentaria del Oriente Antioqueño. *Revista Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño*, 18-31. ISSN 2665-2447. [acceso:25/09/2021].
 - Cohen, J. (1992) A power primer. *Psychological Bolletin*, 112, 1, 155-159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
 - Delgado, L. (2020). Potencial energético de las cáscaras de semillas de *Jatropha curcas* y *Moringa oleifera*. *Revista Estudiantil Nacional de Ingeniería y Arquitectura*, 1(3):1-13. ISSN: 2307-471X. [acceso:15/11/2021].
 - Duarte, C. (2020). Evaluación de ingredientes sensoriales en la industria alimentaria cubana. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 30(3):48-55. [acceso:18/04/2021]. <https://www.revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/206>
 - Falla, F. & Ramón, M. (2018). Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Lambayeque, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3970/BC-TES-TMP-2731.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - FAO. (2020). Frutas y verduras - esenciales en tu dieta. Año Internacional de las Frutas y Verduras. Roma: FAO. [acceso:06/10/2021]. DOI: <https://doi.org/10.4060/cb2395es>
 - Guzmán, S., López, M., Madera, T., Núñez, C., Grijalva, C. Villa, A. & Rodríguez J. (2020). Caracterización nutricional de hojas, semillas, cáscara y flores de *Moringa oleifera* de dos regiones de México. *Revista Agronomía Colombiana*, 382:287-297. [acceso:16/04/2021]. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n2.82644>
 - Hernández, J. & Iglesias, I. (2022). Efectos benéficos de la *Moringa oleifera* en la salud de las personas. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 38(1):1-17. eISSN 1561-3038. [acceso:16/12/2021].
 - INHEM. Registro Sanitario de Alimentos. Cosméticos. Juguetes y otros productos de interés sanitario: Regulaciones e indicadores. MINSAP. 6ta versión. Habana, Cuba. 2017.
 - Lago, V., Duarte, M., Martínez, M., Almora, E., Figueredo, N. & Rodríguez, E. (2022). Caracterización y uso de la cáscara de semillas de *Moringa oleifera* como salvado en la fortificación de minipanqués. *Revista Centro Azucar*, 49(2):100-111. ISSN: 2223-4861. Disponible en: http://centroazucar.uclv.edu.cu;http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid
 - Loor, A. (2021). Evaluación sensorial y bromatológica de galletas elaboradas parcialmente con harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*). Trabajo para optar título de Ingeniera Agrícola, Mención

- Agroindustrial. Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. Milagro, Ecuador. [acceso: 16/04/2021]. <http://cia.uagraria.edu.ec>
- Martín, C., Moure A., Martín G., Carrillo E., Domínguez H. & Parajó J. (2010). Fractional characterization of jatropha, neem, moringa, trisperma, castor and candlenut seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba. *Biomass and Bioenergy*, 34(4):533-538. DOI: <http://doi.org/10.106/j.biombioe.2009.12.019>
 - Murrieta, D., Magaña, E., Buitime, N., Morales, A. & Ramírez, B. (2018). Efecto del salvado tostado de trigo en la calidad panadera y composición nutricional del pan media noche. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XX (3): 90-95. [acceso:16/04/2021]. http://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/oai?verb=ListRecords&metadaPrefix=oai_dc
 - NC 585 “Contaminantes Microbiológico”. Regulaciones Sanitarias. 2017. ICS: 67.020; 07.100.30
 - OMS (2018). Alimentación sana. Washington (DC): Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. [acceso:06/10/2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
 - Puma, G., Liñan, J., Coavoy, I., Coronado, J., Salas, W. & Vargas, L. (2018). Vida en anaquel de galletas saladas utilizando pruebas aceleradas. *Anales Científicos*, 79 (1): 218 – 225. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i1.1166>. eISSN 2519-7398.
 - Sardabi, F., Hossein, M., Ahmadi, H. & Rashidinejad A. (2021). The effect of Moringa peregrina seed husk on the in vitro starch digestibility, microstructure, and quality of white wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 136:1-10. [acceso: 10/04/2022]. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110332>
 - Sirpatrawan, U. (2009). Shelf life simulation of packaged rice crackers. *Journal Food Quality*, 32:224-239. [acceso: 03/09/2021]. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2009.00247.x>
 - Tapia, A. & Risco, D. (2022). Estimación de fibra dietética en estudiantes universitarios. *ACC CIETNA*, 9,1:164-176. e-ISSN: 2663-4910. [acceso: 12/07/2022]. <https://doi.org/10.35383/cietna.v9i1.754>.
 - USP35. Farmacopea de los Estados Unidos USP35 NF22. 2016.
 - USP40. Farmacopea de los Estados Unidos USP40 NF35. 2017.
 - Verdesoto, G. (2021). Beneficios de la Moringa (*Moringa oleifera*) como planta medicinal. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. [acceso: 26/02/2022]. <http://dspace.utb.edu.ec>
 - Verhelts, A. (2019). Polímeros derivados de plantas leguminosas: Moringa (*Moringa oleifera*), Algarrobo (*Prosopis spp.*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*) y Acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*) y su aplicación en la industria de los alimentos. *Revista de Investigaciones Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 4(1):34-49. ISSN 2539-0562.
 - Villanueva, R. (2019). Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación. *Revista Ingeniería Industrial*, 37:229-242. ISSN 1025-9929.