

Artículo Original

USO DE HARINA DE VAINAS SECAS DE MORINGA EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS Y TORTAS VENEZOLANAS.

PARTE I

USE OF DRIED MORINGA POD FLOUR IN COOKIES AND VENEZUELAN CAKES ELABORATION. PART I

María Eugenia Moreno Quintero ^{1*}, <https://orcid.org/0000-0003-2254-7739>
Lourdes Mariana Crespo Zafra ², <https://orcid.org/0000-0002-4799-3447>
Caridad Curbelo Hernández ³, <https://orcid.org/0000-0001-5191-7933>

¹ Departamento de Química, Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”, Av. Rafael González, Sector Universitario, Punto Fijo, Falcón, Venezuela.

² Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Aplicadas. Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”. Carretera Circunvalación Norte km 5½, Camagüey, Cuba.

³ Facultad de Ingeniería Química. Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, CUJAE. Calle 114 #11901 e/ Rotonda y Ciclovía, Código 19390, Marianao, La Habana, Cuba.

Recibido: Diciembre 22, 2020; Revisado: Febrero 23, 2021; Aceptado: Marzo 19, 2021

RESUMEN

Introducción:

La *Moringa oleífera* posee un alto contenido de proteínas, minerales, vitaminas y antioxidantes, que le confieren cualidades nutritivas. En este trabajo la harina de vainas secas de moringa fue utilizada en la sustitución parcial de la harina de trigo para la elaboración de galletas y tortas.

Objetivo:

Evaluar la harina de vainas secas de moringa en la elaboración de galletas y tortas.

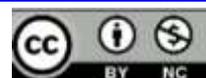
Materiales y Métodos:

Fueron seleccionadas y acondicionadas las vainas secas desechadas del proceso de obtención de aceite. La harina fue caracterizada según las normas venezolanas (COVENIN 217, 2001) para harina de trigo. Se determinaron los parámetros funcionales establecidos en (Codex Alimentarius 152, 1985) para la harina de trigo, según los cuales se realizaron tres formulaciones de harina compuesta (moringa-trigo) para la elaboración de galletas y tortas que fueron evaluadas sensorialmente (escala hedónica de 5 puntos).



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: María E. Moreno, Email: mariumoreno@gmail.com



Resultados y Discusión:

La caracterización físico química de la harina obtenida mostró un bajo contenido de humedad (3,84 %) que no favorece la proliferación microbiana; alto contenido de cenizas (6,15 %) y de proteína (11,20 %), valores favorables por su aporte nutricional y no presentó contaminación microbiológica. La formulación con mayor aceptación fue la elaborada con harina compuesta (30 % moringa y 70 % trigo).

Conclusiones:

La harina de vainas secas de moringa posee un alto contenido de fibra, minerales y proteínas, que sirve como materia prima en la industria alimenticia. Los productos elaborados con harina compuesta resultaron con buena aceptación, y cumplen con los parámetros nutricionales exigidos.

Palabras clave: galletas; harina; moringa; tortas; trigo; vainas secas.

ABSTRACT

Introduction:

Moringa oleifera has a high content of proteins, minerals, vitamins and antioxidants that give it nutritional qualities. In this work, the moringa dry pods flour was used in wheat flour partial replacement for cookies and cakes preparation.

Objective:

To evaluate dry moringa pods flour in cookies and cakes elaboration.

Materials and Methods:

The dry pods discarded from the oil production process were selected and conditioned. The flour was characterized according to Venezuelan standards (COVENIN 217, 2001) for wheat flour. Functional parameters established in (Codex Alimentarius 152, 1985) for wheat flour were determined, according to which three formulations of compound flour (moringa-wheat) were made for cookies and cakes elaboration, which were sensorially evaluated (5-point hedonic scale)

Results and Discussion:

Moringa dry pods flour characterization showed a low moisture content (3.84%) that does not favor microbial proliferation; high ash content (6.15%) and protein (11.20%), and favorable values for its nutritional contribution. It did not present microbiological contamination. The formulation with greatest acceptance was made whit compound flour (30 % moringa and 70 % wheat).

Conclusions:

Dried moringa pod flour has a high content of fiber, minerals and protein, being useful as raw material in food industry. Products made with compound flour were well accepted and have the required nutritional parameters.

Keywords: cookies; flour; moringa; cakes; wheat; dried pods.

1. INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleifera* es una planta que presenta un alto contenido de proteínas, minerales, vitaminas y una cantidad excepcional de antioxidantes, que le confieren

cualidades sobresalientes en la nutrición y salud humana (García, 2013); (Yang et al., 2018). Esta planta es valorada por sus múltiples aplicaciones, incluyendo sus propiedades antimicrobianas, nutritivas, antioxidantes y terapéuticas. Virtualmente, todas las partes de la planta son aptas para su consumo y poseen un alto y apreciable valor nutricional (dependiendo de factores como la especie, el suelo y el tratamiento hortícola), es por ello que es utilizada como suplemento alimenticio en mujeres embarazadas, niños y adultos (Canett y col., 2014). Posee en sus hojas siete veces más vitamina C que la naranja, cuatro veces más calcio que la leche, tres veces más hierro que la espinaca, tres veces más potasio que el banano y cuatro veces más vitamina A que la zanahoria (Fahey, 2005); (Liñán, 2010); (Bonal y col., 2012).

Las vainas son unas cápsulas de color pardo, de tres lados lineales y pendientes, con surcos longitudinales usualmente de 0,20 a 0,45 m, aunque a veces hasta de 1,20 m de largo, y de 0,02 a 0,025 m de ancho. Un corte transversal permite observar una sección triangular con varias semillas dispuestas a lo largo. Contienen fibras, aminoácidos, vitaminas (A, B, C y E), proteínas, carbohidratos, grasas, entre otras (Pérez et al., 2010); (García, 2013).

Las grandes propiedades nutricionales hacen de las vainas y semillas un buen fortificante para productos lácteos. Ha sido reportado que la harina de trigo adicionada con polvo de semillas de *Moringa oleífera* puede mejorar marcadamente el contenido de proteínas en panes y galletas (Oyeyinka y Oyeyinka, 2016); (Yang et al., 2018).

Tradicionalmente, las vainas de moringa son utilizadas en mezclas de especias (curries) y sopas en la India, como aromatizantes y espesantes. La pulpa de moringa puede ser extraída eficientemente por medios térmicos, preservada y almacenada, y puede ser usada para el consumo directo, así como, usada como materia prima para valorizar diferentes productos alimenticios (Getachew y Admassu, 2020).

Se reporta el uso de moringa para la producción de etanol (García, 2013), también para la obtención de carbón activado para usos de laboratorio (Alberca y Huanca, 2015) y purificación de aguas residuales (Sánchez y col., 2013); (Arruda et al., 2015); (de Freitas et al., 2016).

Por otro lado, en Venezuela hay un excesivo consumo de trigo que vulnera su soberanía alimentaria al hacerla dependiente de importaciones, además del incremento en la desnutrición; por lo que se impone la búsqueda de alternativas que contribuyan al enriquecimiento nutricional de los alimentos que se elaboran con harina de trigo.

Para establecer la factibilidad de uso de una harina como alimento humano es necesario conocer las propiedades que son influenciadas por su composición química e interacciones entre los componentes, cuyo efecto incide en su comportamiento durante el procesamiento. Entre estas propiedades se encuentran la capacidad de fijación de agua y las características de empaste, dadas por el comportamiento reológico establecido mediante perfiles amilográficos durante la cocción, que se encuentran relacionados con los niveles de proteínas, carbohidratos (almidón), lípidos y fibra, principalmente, así como también con la distribución de tamaño de las partículas (Salazar y Marcano, 2011).

Conocida la importancia de la moringa en muchos ámbitos, especialmente en la nutrición, la presente investigación tiene la finalidad de producir una materia prima sustentable para el estado venezolano, al reutilizar un subproducto del proceso de

obtención de aceite de semillas de moringa; por lo que el objetivo es evaluar la harina obtenida de las vainas secas de moringa en la elaboración de galletas y tortas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Obtención de la harina a partir de las vainas secas de la Moringa oleífera

Fueron seleccionadas las vainas secas (desechadas del proceso de obtención de aceite) en sus mejores condiciones considerando color, olor, textura y apariencia. La disminución del tamaño de partícula se realizó en cuatro etapas: primero se cortaron manualmente en trozos cuadrados de 0,01 m de lado, seguidamente se molieron en un molino de cuchilla (marca Dietz - Motoren Gmbh & co.), después se trituraron en un molino de bola (marca Retsch PM100) y finalmente fueron tamizadas en un tamiz series 20, microns 850 (marca U.S. Standard Sieve).

Posteriormente, se secaron en estufa de aire forzado (marca Memmert), estableciéndose tres tiempos de secado (8, 16 y 24 horas) a temperatura constante de 60 °C, hasta alcanzar un porcentaje de humedad de 14 % de humedad, valor establecido por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN 217, 2001). Por último, se determinó el rendimiento en base seca y la harina obtenida se almacenó a temperatura ambiente hasta el momento de su uso.

2.2 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la harina obtenida

Se determinaron las siguientes características fisicoquímicas de la harina obtenida a partir de las vainas secas, las cuales se encuentran establecidas en las normas (COVENIN 217, 2001) para harina de trigo: humedad (COVENIN 1553, 1979), cenizas (COVENIN 1783, 1981), acidez (COVENIN 1787, 1981), pH (COVENIN 1315, 1979), fibra cruda (COVENIN 1789-1981) y proteína (AOAC 2057, 1990) y los parámetros microbiológicos: aerobios mesófilos (COVENIN 902, 1987), coliformes totales y termotolerantes *Escherichia coli* (COVENIN 1104, 1996), mohos y levaduras (COVENIN 1337, 1987).

2.3 Determinación de los parámetros funcionales de la harina obtenida a partir de las vainas secas de la Moringa oleífera

En esta fase se determinaron los parámetros funcionales que se encuentran establecidos en (Codex Alimentarius 152,1985) para la harina de trigo, estos se realizaron con el fin de minimizar la cantidad de harina de trigo a utilizar, pero con las propiedades vitamínicas y proteicas que el ser humano necesita:

- Solubilidad en agua (Método A.A.C.C 46-23)
- Absorción en agua (Método SALIM)
- Capacidad emulsificante (Método Swift)

2.4 Elaboración de las galletas y tortas a base de la harina compuesta

En la galletería existe gran variedad posible de tipos y diversidad de extensores de harina de trigo, que adicionados en proporción adecuada a las formulaciones, pueden mejorar la calidad nutricional, disminuir costos o bien disponer de una materia prima subutilizada (Gutiérrez, 2015).

Las galletas y tortas se elaboraron con tres proporciones (Pn) de harina compuesta por

harina de trigo y harina de moringa:

- P₁: 50 % harina de trigo y 50 % harina de moringa
- P₂: 70 % harina de trigo y 30 % harina de moringa
- P₃: 30 % harina de trigo y 70 % de moringa

Estos porcentajes se tomaron en base a los resultados obtenidos por los parámetros funcionales, debido a que la harina obtenida de la cáscara de vainas secas de moringa no cuenta con las características adecuadas que requiere la masa para la elaboración de galletas y tortas; se optó por la adición de harina de trigo para mejorar la elasticidad, consistencia, firmeza y características reológicas de la masa, considerando el aporte nutritivo que esta brinda (Gutiérrez, 2015).

Para la elaboración de las galletas y tortas se utilizó el método tradicional de elaboración (Figuras 1 y 2), y las formulaciones se prepararon con los porcentajes de cada ingrediente necesario (harina de trigo, harina de moringa, mantequilla, azúcar, huevo, cacao en polvo y vainilla).

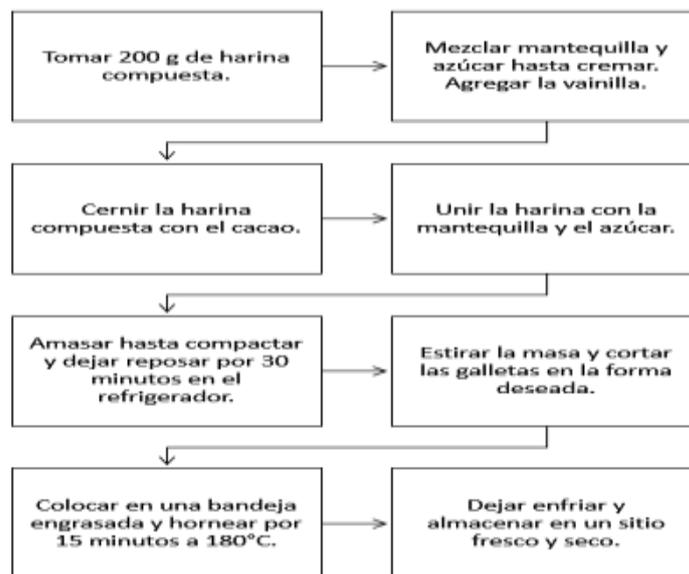


Figura 1. Proceso de elaboración de galletas

Para las galletas y tortas se realizaron tres mezclas y para cada formulación se tomó una masa de 200 gramos de harina compuesta (trigo - moringa) para las galletas y para las tortas fue de 400 gramos de harina compuesta. Las proporciones de cada ingrediente aparecen en las tablas 1 y 2.

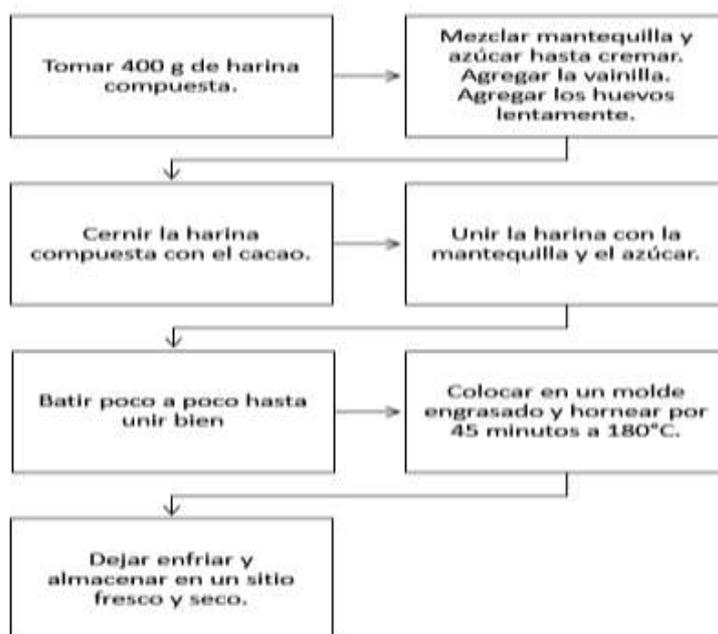


Figura 2. Proceso de elaboración de tortas

Tabla 1. Composición de las galletas elaboradas

<i>Ingredientes</i>	<i>Formulación N°1 (G1)</i>	<i>Formulación N°2 (G2)</i>	<i>Formulación N°3 (G3)</i>
Harina de moringa (%)	23,20	13,92	32,48
Harina de trigo (%)	23,20	32,48	13,92
Azúcar (%)	25,00	25,00	25,00
Mantequilla (%)	23,20	23,20	23,20
Vainilla (%)	0,46	0,46	0,46
Cacao en polvo (%)	4,94	4,94	4,94
Total	100	100	100

G1 (100 g de harina de moringa y 100 g de harina de trigo), G2 (60 g harina de moringa y 140 g harina de trigo), G3 (140 g harina de moringa y 60 g harina de trigo)

Tabla 2. Composición de las tortas elaboradas

<i>Ingredientes</i>	<i>Formulación N°1 (T1)</i>	<i>Formulación N°2 (T2)</i>	<i>Formulación N°3 (T3)</i>
Harina de moringa (%)	23,20	13,92	32,48
Harina de trigo (%)	23,20	32,48	13,92
Azúcar (%)	25,00	25,00	25,00
Mantequilla (%)	23,20	23,20	23,20
Vainilla (%)	0,23	0,23	0,23
Cacao en polvo (%)	4,94	4,94	4,94
Huevo (%)	0,23	0,23	0,23
Total	100	100	100

T1 (200 g de harina de moringa y 200 g de harina de trigo), T2 (120 g harina de moringa y 280 g harina de trigo), T3 (280 g harina de moringa y 120 g harina de trigo)

2.5 Evaluación de la calidad de las galletas y tortas obtenidas a partir de la harina compuesta

Para determinar el grado de aceptación de las formulaciones y seleccionar la de mayor agrado, se realizó un análisis sensorial a un grupo de 50 panelistas no entrenados y escogidos al azar, se les dio a probar y evaluar sensorialmente las galletas y tortas para medir el grado de satisfacción, basándose en las características de olor, color, sabor y consistencia, utilizando una escala hedónica de 5 puntos, donde se plasmaron las siguientes alternativas: me gusta mucho (5), me gusta (4), me gusta poco (3), me es indiferente (2) y me desagrada (1).

2.6 Análisis estadístico

Los puntajes numéricos del análisis sensorial de cada muestra de galleta y torta elaborada con distintas proporciones de harina de moringa se tabularon y se procesaron con el *Software* estadístico *Statgraphics Centurion XV*. El Análisis de Varianza (ANOVA) permitió determinar si existían diferencias significativas entre los promedios de los puntajes asignados a cada muestra. En caso positivo se utilizó el método LSD (diferencia mínima significativa) para determinar cuáles eran las muestras que difieren entre sí y seleccionar la más aceptada.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento obtenido 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.

3.1 Caracterización de la harina de vainas secas de moringa

En la tabla 3 se presentan los resultados promedios obtenidos en la evaluación de la harina obtenida de las vainas secas de moringa y de otras harinas.

Tabla 3. Resultados experimentales de las propiedades fisicoquímicas de la harina

Composición (%)	Harina vainas secas de moringa	Harina de hojas secas de moringa ^a	Harina de trigo refinada ^b	(COVENIN 217, 2001)	
				Mín (%)	Máx (%)
Humedad	3,84 ± 0,05	5,11	13	-	14,5
Cenizas	6,15 ± 0,05	10,42	0,3	-	0,85
Acidez	0,196 ± 0,02	-	-	-	0,11
pH	9,21 ± 0,01	-	-	5,6	-
Proteína	11,20 ± 0,34	24,99	8	-	10
Fibra cruda	32,63 ± 0,03	23,60	0,1	-	0,3

a: (Mendoza, 2017); b: (Gutiérrez, 2015).

El porcentaje de humedad promedio se encuentra por debajo del valor máximo establecido por la norma; este parámetro indica la estabilidad de la harina durante su almacenamiento y la no tendencia al crecimiento de bacterias, ya que si la humedad es superior a 14 %, se puede presentar la proliferación de hongos, bacterias y reacciones

enzimáticas indeseables (González, 2008). Cuando se compara con la harina de hojas secas de moringa y con la harina de trigo el valor obtenido es inferior al reportado para las mismas, lo cual favorece a la harina obtenida.

El porcentaje de cenizas es muy elevado al compararse con el exigido por la norma, indicativo de la presencia de material inorgánico no combustible en la muestra, confirmándose el alto contenido de minerales en la harina de vainas secas de moringa (Gutiérrez, 2015). Se puede comprobar que el contenido de minerales es superior en la harina de hojas de moringa y es bajo para la de trigo refinado.

El contenido de proteínas se encuentra por encima del valor máximo exigido por la norma, 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 aportando diversos beneficios a la salud, (FAO, 2011). También se observa que la proteína en la harina de hojas secas de moringa es casi el doble que en las vainas secas, pero para el trigo es menor. Este resultado se corresponde con lo reportado por Getachew y Admassu, (2020), cuando estudiaron la sustitución parcial de la harina de trigo en papillas por harina de hojas secas de moringa y avena.

En lo que respecta al contenido de fibra cruda obtenido es muy superior al valor máximo establecido por la norma consultada (para harina de trigo), por lo que se considera beneficiosa para el consumo humano, ya que aportaría una cantidad importante de fibra, ayudando a prevenir o aliviar enfermedades como el estreñimiento y la obesidad.

Además, la inclusión de la fibra en la dieta diaria de los seres humanos desempeña una importante función para la prevención y tratamiento de algunas enfermedades crónicas como son la disminución de la presión arterial, la reducción del riesgo del cáncer colorectal, menor riesgo de enfermedades cardiovasculares y un mejor control de la diabetes mellitus tipo II (FAO, 2011). El contenido de fibra supera al que posee la harina de hojas secas de moringa y de trigo.

En la tabla 4 se pueden observar los valores obtenidos en cuanto a los análisis microbiológicos realizados a la harina de vainas secas de moringa, y en todos los casos son inferiores a los límites máximos establecidos en las normas (COVENIN 902, 1987); (COVENIN 1104, 1996) para harina de trigo, por lo que se puede decir que la harina está apta para el consumo humano y su procesamiento.

Tabla 4. Propiedades microbiológicas de la harina de moringa

<i>Parámetro</i>	<i>Resultado Experimental</i>	<i>Requisitos COVENIN</i>	
		<i>Min(%)</i>	<i>Max(%)</i>
Aerobios mesófilos	<10 UFC/ 100g	2×10^6	1×10^7
Moho	<10 UFC/ 100g	5×10^2	1×10^4
Levadura	<10 UFC/ 100g	-	-
Coliformes totales	<10 UFC/ 100g	-	-
Coliformes termotolerantes	<10 UFC/ 100g	-	-
<i>Escherichia coli</i>	<3 NMP/ 100g	9	93

En la tabla 5 se muestran los parámetros funcionales determinados a la harina de vainas secas de moringa, para predecir el comportamiento de las proteínas, grasas, fibras e

hidratos de carbono en sistemas específicos.

La solubilidad en agua está relacionada con la cantidad de sólidos solubles en una muestra seca, los valores obtenidos son elevados al compararse con los reportados por Combariza y Sánchez, (2006) para yuca (7,86 %) y batata (15,94 %). Esta diferencia es debido a la temperatura a la que fue sometida la harina durante el secado, ya que al aumentar la temperatura puede incrementar la solubilidad de varios componentes químicos en la mezcla como el almidón (Rodríguez et al., 2006).

Tabla 5. Parámetros funcionales de la harina de moringa

<i>Parámetro</i>	<i>Valor de propiedad</i>			
Solubilidad en agua (%)	31,34			
Capacidad emulsificante (mL/g)	<i>pH₄</i>	<i>pH₆</i>	<i>pH₈</i>	<i>pH₁₀</i>
	0,510	0,450	0,460	0,336
Absorción de agua (%)	<i>pH₄</i>	<i>pH₆</i>	<i>pH₈</i>	<i>pH₁₀</i>
	40,82	40,04	36,00	12,13

La capacidad emulsificante indica la facilidad para la incorporación de la grasa favoreciendo la textura, lo que ayuda en una mezcla que normalmente es poco miscible, para la harina de vainas secas de moringa se obtuvo una emulsión estable cuando se está en presencia de un medio ácido.

La absorción en agua indica el grado de gelatinización del almidón existente en la harina y depende de la disponibilidad de los grupos hidroxilos (OH) para ligarse a las moléculas de agua y de la capacidad de formación de gel de las moléculas (Combariza y Sánchez, 2006). Flores et al., (2002) reportan valores menores a 3 % en la absorción de agua para la harina de maíz, mientras que para la harina de moringa los valores obtenidos son altos a pH 4 (medio ácido) y a medida que el pH va aumentando (medio básico) disminuye la absorción.

3.2 Evaluación sensorial de las galletas y tortas a base de harina de moringa

En la tabla 6 se muestran los resultados de la evaluación de cada una de las formulaciones de galletas a base de harina compuesta, los resultados indican que la formulación G2 es la más aceptada por los panelistas, ya que la mayoría de ellos seleccionaron la opción “me gusta mucho”.

Tabla 6. Evaluación sensorial de las galletas (G1, G2, G3)

<i>Preferencia</i>	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Sabor</i>	<i>Textura</i>
Me gusta mucho (%)	42, 50 , 32	38, 58 , 24	34, 56 , 20	26, 52 , 18
Me gusta (%)	34, 34, 24	38, 20, 44	38, 26, 20	28, 22, 18
Me gusta poco (%)	22, 14, 32	16, 20, 24	22, 12, 28	38, 22, 42
Me es indiferente (%)	2, 2, 8	6, 2, 4	6, 4, 16	12, 2, 6
Me desagrada (%)	0, 0, 4	2, 0, 4	0, 2, 16	2, 2, 16

En la tabla 7 se muestran los resultados de la evaluación de cada una de las formulaciones de tortas a base de harina compuesta, los resultados indican que la formulación T2 es la más aceptada por los panelistas, ya que la mayoría de ellos

seleccionaron la opción “me gusta mucho”.

Tabla 7. Evaluación sensorial de las tortas (T1, T2 y T3)

<i>Preferencia</i>	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Sabor</i>	<i>Textura</i>
Me gusta mucho (%)	44, 54 , 30	36, 44 , 26	38, 48 , 18	32, 54 , 16
Me gusta (%)	36, 36, 30	38, 30, 20	42, 20, 10	30, 30, 20
Me gusta poco (%)	12, 6, 20	24, 16, 34	14, 16, 38	30, 12, 36
Me es indiferente (%)	4, 2, 8	2, 6, 12	6, 12, 10	4, 0, 18
Me desagrada (%)	4, 2, 12	0, 4, 8	0, 4, 24	4, 4, 10

A los valores obtenidos de la prueba sensorial se le realizó un análisis de varianza ANOVA de múltiple factor, siendo los factores el porcentaje de harina de moringa y los resultados de la evaluación sensorial aplicada, para así determinar cuáles de ellos tuvieron una influencia significativa estadísticamente con un 95 % de confianza en la aceptación de las muestras. En la tabla 8 se muestran los resultados. La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: uno entre-grupos y otro dentro-de-grupos.

Tabla 8. ANOVA análisis sensorial de las galletas

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl*</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	129,333	3	43,1111	0,4703	0,7113
Intra grupos	733,333	8	91,6667	-	-
Total (Corr.)	862,667	11	-	-	-

* Grados de libertad

Puesto que el Valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las cuatro variables (atributos) con un nivel del 95 % de confianza.

En la tabla 9 se reportan los resultados obtenidos para el caso de las tortas elaboradas con harina de vainas secas de moringa, y al igual que para las galletas el Valor-P es mayor que 0,05, por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las cuatro variables (atributos) con un nivel del 95 % de confianza.

Tabla 9. ANOVA análisis sensorial de las tortas

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	36,0	3	12,0	0,1364	0,9355
Intra grupos	704,0	8	88,0		
Total (Corr.)	740,0	11			

A pesar del resultado estadístico, la mayor aceptabilidad resultó ser la formulación 2 (G2; T2), tanto para galletas y tortas elaboradas con una harina compuesta por 30 % de harina de moringa y 70 % de harina de trigo. Con los valores obtenidos en el análisis sensorial, se demostró la factibilidad de incluir la harina de vainas secas de moringa en la elaboración de productos alimenticios.

4. CONCLUSIONES

1. La harina obtenida de las vainas secas de *Moringa oleífera* tiene un buen rendimiento y posee un alto contenido de fibra, minerales y proteínas, por lo que puede ser utilizada como materia prima dentro de procesos en la industria alimenticia.
2. Las galletas y las tortas elaboradas con harina de moringa y de trigo en proporción 30 % - 70 % (G2; T2) respectivamente, resultaron con la mayor aceptación, pudiendo ser incluidas dentro del mercado alimenticio, ya que poseen las características principales para la aceptación del consumidor y cumplen con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

REFERENCIAS

- Alberca, S., & Huanca, M., Evaluación del índice de estabilidad oxidativa del aceite de moringa (*Moringa oleífera*) por el método Rancimatm, Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación Vol. 2, No. 2, 2015, pp. 12-20.
- AOAC 2057., Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Proteínas, 1990. Disponible en: <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>
- Arruda, C., Ortiz I., Pacheco R., & Bueno, R., Pós-tratamento de efluente cervejeiro com coagulantes naturais., InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade Vol. 10, No. 1, 2015, pp. 26-32.
- Bonal, R., Rivera, R., & Bolívar, M., *Moringa oleífera*: una opción saludable para el bienestar. MEDISAN, Vol. 16, No.10, 2012, pp.1596-1599.
- Canett, R., Arvayo, K., & Ruvalcaba, N., Aspectos tóxicos más relevantes de *Moringa oleífera* y sus posibles daños., Biotecnia, Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, Vol. XVI, No. 2, 2014, pp. 36-43.
- Codex Alimentarius., Normas Oficiales. Harina de trigo Codex Standard 152, 1985, parámetros funcionales. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.net/web/standard>
- Combariza, A., & Sánchez, D., Estudio de la obtención de un alimento precocido a partir de cultivos biofortificados., Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad del Valle, Colombia, 2006. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/thesis/tesis_harinasprecocidas.pdf
- COVENIN 1104., Comisión Venezolana de Normas Industriales., Determinación de coliformes totales y termotolerantes *Escherichia coli*, SENCAMER, Venezuela, 1996.
- COVENIN 1315., Comisión Venezolana de Normas Industriales., Determinación de pH, SENCAMER, Venezuela, 1979.
- COVENIN 1337., Comisión Venezolana de Normas Industriales., Determinación de mohos y levaduras, SENCAMER, Venezuela, 1987.
- COVENIN 1553., Comisión venezolana de normas industriales., Determinación de humedad SENCAMER, Venezuela, 1979.
- COVENIN 1783., Comisión Venezolana de Normas Industriales., Determinación de cenizas, SENCAMER, Venezuela, 1981.

- COVENIN 1787., Comisión Venezolana de Normas Industriales., Determinación de acidez, SENCAMER, Venezuela, 1981.
- COVENIN 1789., Comisión Venezolana de Normas Industriales., Determinación de fibra cruda, SENCAMER, Venezuela, 1981.
- COVENIN 217., Comisión Venezolana de Normas Industriales., Harina de trigo, SENCAMER, Venezuela, 2001.
- COVENIN 902., Comisión Venezolana de Normas Industriales., Determinación de aerobios mesófilos, SENCAMER, Venezuela, 1987.
- de Freitas, C., Gravatim, G., Quintino, F., Justino, M., & de Freitas, L., Extrato de semente de moringa como clarificante do caldo de cana-de-açúcar., Pesquisa Agropecuária Brasileira, Vol. 51, No. 10, 2016, pp. 1794-1798.
- Fahey, J., *Moringa oleifera*: A Review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties, Part 1., Trees for Life Journal, Vol. 1, No. 5, 2005, pp. 1-5. Disponible en: <http://www.tfljournal.org/article.php/20051201124931586>
- FAO., Macronutrientes: Carbohidratos, grasas y proteínas., 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0d.htm>
- Flores, R., Martínez, F., Salinas, Y., & Ríos, E., Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado., Agrociencia, Vol. 36, No. 5, 2002, pp. 557-567 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30236507>
- García, A., Evaluación de los usos potenciales del Teberinto (*Moringa oleifera*) como generador de materia prima para la industria química., Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico, Universidad de El Salvador, Salvador, 2013. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/3167/1/ADmica.pdf>
- Getachew, M., & Admassu, H., Production of pasta from Moringa leaves _ oat _ wheat composite flour., Cogent Food & Agriculture, Vol. 6, No. 1, 2020, pp. 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1724062>
- González, A., Diseño de una prensa continua para secado de harina de yuca., Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico, Universidad Simón Bolívar de Caracas, Distrito Capital, Venezuela, 2008. Disponible en: <https://studylib.es/doc/6494368/>
- Gutiérrez, G., Elaboración de galletas adicionadas con harina de moringa (*Oleifera lam*)., Tesis presentada en opción al título de Licenciado en Alimentos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Chiapas, México, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unicach.mx:8080/handle/20.500.12114>
- Liñán, F., *Moringa oleifera* el árbol de la nutrición., Ciencia y Salud Virtual, Vol. 2, No. 1, 2010, pp. 130-138. Disponible en: <http://revistas.curnvirtual.edu.co/index.php/cienciaysalud/article/view/70/64>
- Mendoza, M., Determinación de parámetros fisicoquímicos en muestras de harina de marango (*Moringa oleifera*) obtenidas mediante dos métodos de secado., Tesis presentada en opción al título de Licenciatura en Química, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua, 2017. Disponible en: <http://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUNANM6541>
- Oyeyinka, A.T., & Oyeyinka, S.A., Moringa oleifera as a food fortificant: Recent trends and prospects., Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, Vol. 17, No. 2,

- 2016, pp. 127-136. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002>
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., & Reyes, F., Characteristics and potential of *Moringa oleifera*, Lamark: An alternative for animal feeding. Pastos y Forrajes, Vol. 33, No. 4, 2010, pp. 1-16. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000400001&lng=es&nrm=iso
- Rodríguez, E., Fernández, A., Alcalá, L., & Ospina, B., Reología de suspensiones preparadas con harina precocida de yuca., Ingeniería y Desarrollo, No. 19, enero-junio, 2006, pp. 17-30. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85201902>
- Salazar, E., & Marcano, M., La harina de ñame (*Dioscorea alata*), un ingrediente potencial en la elaboración de productos de panadería., SABER, Vol. 23, No. 2, 2011, pp. 134-140.
- Sánchez, Y., Martínez, G., Sinagawa, S., & Vázquez, J., *Moringa oleifera*; Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados., Acta Química Mexicana, Vol. 5, No. 9, 2013, pp. 25-29.
- Yang, L., Xiao-yue, W., Xue-min, W., Zi-tong, G., & Jian-ping, H., Values, properties and utility of different parts of *Moringa oleifera*: an overview., Chinese Herbal Medicines, Vol. 10, No. 4, 2018, pp. 371-378. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2018.09.002>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- M.Sc. María Eugenia Moreno Quintero. Realizó el trabajo experimental, análisis y escritura inicial del artículo.
- Dra.C. Lourdes Mariana Crespo Zafra. Participó en la revisión del artículo.
- Dra.C. Caridad Curbelo Hernández. Participó en la revisión del artículo y montaje en la plantilla, así como en la corrección del mismo.