

Extruído de expansión directa adicionado con hoja de moringa Direct expansion extruded added with moringa leaf

C. Cruz-Rojas¹, A. A. Domínguez-Guadarrama¹, A. Tapia-Rodríguez¹ y N. B. Montejo-Enríquez¹

¹Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero, 51767, Carretera Federal Toluca-Ixtapan de la Sal, La Finca Villa Guerrero, México

Resumen

La moringa es un género de arbustos y árboles con múltiples usos. Sus hojas, raíces y vainas son comestibles y ricas en proteínas, vitaminas, minerales y antioxidantes, destacando en nutrición y salud. Originaria del norte de la India, abunda en el trópico y es conocida como "palo de tambor" o "árbol del rábano picante". En África, se le llama "el mejor amigo de mamá" por su valor nutricional. Sus hojas, con 27% de proteína, calcio, hierro y vitaminas A y C, son altamente nutritivas. Este estudio tuvo como objetivo elaborar un extruido con hojas de moringa en polvo para ofrecer un alimento saludable y reducir el consumo de comida chatarra. Se realizó un estudio experimental con tres formulaciones, verificando condiciones del extrusor y realizando una evaluación sensorial. La muestra con 5% de moringa saborizada obtuvo mayor aceptación, con 81.78% carbohidratos, 5.0% proteínas y 10.14% lípidos.

Palabras clave: Moringa *Oleifera*, expansión directa, extruido.

Abstract

Moringa is a genus of shrubs and trees with multiple uses. Its leaves, roots, and pods are edible and rich in protein, vitamins, minerals, and antioxidants, highlighting nutritional and health benefits. Native to northern India, it is abundant in the tropics and is known as the "drumstick" or "horseradish tree." In Africa, it is called "Mom's best friend" for its nutritional value. Its leaves, with 27% protein, calcium, iron, and vitamins A and C, are highly nutritious. This study aimed to develop an extruded powdered moringa leaf to offer a healthy food and reduce junk food consumption. An experimental study was conducted with three formulations, verifying extruder conditions and performing a sensory evaluation. The sample with 5% flavored moringa was most popular, with 81.78% carbohydrates, 5.0% protein, and 10.14% lipids.

Keywords: Moringa leaf, direct expansion, extruded.

1. Introducción

Actualmente, se ha popularizado el uso de "súperalimentos" para definir aquellos alimentos, generalmente de origen natural, que aportan múltiples beneficios a la salud y nutrición de quienes los consumen (Gómez et al., 2018). *Moringa oleifera* es uno de estos súperalimentos que influyen positivamente en la dieta diaria debido a su alto valor nutricional y sus propiedades medicinales (Fuglie, 2001; Anwar et al., 2007). Esta planta, originaria de la India, es altamente aprovechable, ya que casi todas sus partes, como hojas, vainas, raíces, flores, semillas y corteza, contienen nutrientes esenciales y compuestos bioactivos con beneficios terapéuticos (Leone et al., 2015). Además, se ha documentado que sus propiedades pueden ayudar a prevenir y tratar diversas enfermedades, lo que ha llevado a que se le conozca como

el "árbol milagroso" o el "árbol de la vida" (Gopalakrishnan et al., 2016).

Los súperalimentos han sido incorporados en la dieta humana debido a que, con cantidades pequeñas, aportan grandes cantidades de nutrientes, vitaminas, minerales, antioxidantes, grasas saludables y enzimas (Sánchez-Machado et al., 2010). En este contexto, los altos valores nutritivos de la *Moringa oleifera* han indicado que la inclusión de sus hojas en mezclas con alimentos consumidos tradicionalmente constituye una alternativa viable para mejorar la alimentación de la población, especialmente en comunidades con deficiencias nutricionales (Nambiar et al., 2010; Oyeyinka & Oyeyinka, 2018).

*Autor para la correspondencia: claudia.cr@villaguerrero.tecnm.mx

Correo electrónico: claudia.cr@villaguerrero.tecnm.mx (Claudia Cruz-Rojas), andres.dg@villaguerrero.tecnm.mx (Andrés Alfonso Domínguez-Guadarrama), atenas.tr@villaguerrero.tecnm.mx (Atenas Tapia Rodríguez), dgandalf80@gmail.com (Norma Beatriz Montejo Enríquez).

Historial del manuscrito: recibido el 14/03/2025, última versión-revisada recibida el 02/06/2025, aceptado el 07/07/2025, publicado el 15/09/2025. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v13iEspecial2.14675>



El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un extruido de expansión directa con polvo de hoja de *Moringa oleifera* saborizado. En los últimos años, los alimentos extruidos han experimentado un auge significativo, especialmente en la industria de los snacks, cereales para el desayuno, bases para sopas cremosas y papillas (Riaz, 2000; Hagenimana et al., 2006). El maíz es el cereal más utilizado en este tipo de productos; sin embargo, existe un interés creciente en incorporar otros ingredientes funcionales que mejoren sus propiedades nutricionales (Martínez-Bustos et al., 1998). Para ello, fue necesario establecer formulaciones adecuadas para la obtención del extruido, determinar su expansión axial y longitudinal en comparación con un extruido de harinas combinadas de maíz y trigo, realizar una evaluación sensorial y llevar a cabo un análisis bromatológico del extruido con mayor aceptabilidad respecto a su referencia (Morales et al., 2018).

2. Materiales y métodos

Las materias primas usadas para la elaboración del extruido fueron obtenidas de los siguientes proveedores: Hojas de *Moringa oleifera* en polvo (Enature), Sémola de maíz (Industrial de Alimentos S.A), Harina de trigo (Compañía Harinera de México SA. de C.V), Carbonato de calcio en polvo J.T. Baker (Avantor Performance Materials S.A. de C.V.).

2.1 Formulaciones y acondicionamiento de la mezcla

En una balanza de precisión marca Mettler Toledo, se pesó la *moringa oleifera* en polvo, la sémola de maíz, el harina de trigo y el carbonato de calcio. En la tabla número 1 se muestran los porcentajes utilizados para el desarrollo de tres formulaciones para el extruido.

Tabla 1. Formulaciones del extruido con 5% y 10% de polvo de hojas secas de moringa oleífera.

Material	Fórmula		
	A	B	C
Hojas de moringa oleífera en polvo	0%	5%	10%
Sémola de maíz	15%	80%	75%
Harina de trigo	85%	15%	15%
Carbonato de calcio en polvo	5%	5%	5%

El extrusor utilizado para este estudio fue de doble tornillo marca CLEXTRAL BC21 (de origen Francés, imagen 1). El diámetro de la boquilla para el extrusor fue de 5mm y las temperaturas utilizadas se mantuvieron en 30°C, 60°C, 90°C y 115°C en las diferentes secciones de calentamiento del extrusor respectivamente durante el experimento, las rpm del tornillo estuvieron en 423 y del alimentador fue de 101 rpm, la humedad fue de 4%. La velocidad de avance y la velocidad del tornillo se mantuvieron constantes durante todo el proceso. Se comenzó el proceso con la alimentación de la muestra control o bien formulación A, posteriormente B, C y D

Los extruidos fueron recolectados en bandejas para posteriormente ser empacados en bolsas previamente identificadas con etiquetas.



Imagen 1. Extrusor de doble tornillo marca CLEXTRAL BC21

2.2 Saborización del extruido

El proceso de aplicación de sazónador se llevó a cabo vía slurry en un tambor de saborizado (imagen 2); se pesó el sazónador “Limón -Sal” con una dosis del 12% obtenido a través de la empresa de sabores Givaudan de México SA. de CV., el medio de aspersión Utilizando fue una mezcla de aceite y saborizante formando una pasta que comúnmente se le llama slurry, la cual se aplica en conjunto al producto sin recubrimiento. se colocaron los extruidos dentro del tambor de saborización de acero inoxidable marca MAPISA POLINOX. El slurry contiene de 25-40% de sazónador y 60-75% de aceite. Los gramos utilizados para realizar la saborización mediante esta vía en el extruido fueron 32 g de palmoleína (aceite de palma), 12 gramos de sazónador y 56 gramos del extruido.



Imagen 2. Tambor de saborizado de acero inoxidable

2.3 Determinación del índice de expansión

Para la determinación del índice de expansión se utilizó un Vernier de laboratorio, realizando mediciones de diámetro en veinte extruidos de cada formulación, se hizo un promedio del diámetro de las muestras y finalmente se utilizó el diámetro de la boquilla usada en el proceso de extrusión. En esta investigación el diámetro del troquel con 4 orificios o boquillas fue de 5 mm cada una.

El cálculo del índice de expansión se determinó de acuerdo con Galarza, 2011 mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 1. } E = \frac{D}{d}$$

d= diámetro de la boquilla del extrusor (cm)

Expansión:

- Baja: índice de expansión menor a 3.12
- Media: índice de expansión entre 3.16 - 3.42
- Alta: índice de expansión mayor a 3.78

Dónde:

D= diámetro promedio de la muestra (cm)

2.4 Aceptabilidad de las características organolépticas y sensoriales

Se realizó un análisis sensorial de afectividad aplicado a 15 panelistas no entrenados; aleatorios en edades y sexo. El lugar donde se realizó el análisis fue en el Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero, el tamaño de muestra que se les dio a los evaluadores fue de dos extruidos de cada formulación que tenían entre 0.4 y 0.6 gramos. Los aspectos que se evaluaron en la prueba fueron los siguientes: textura, apariencia, pegajosidad, olor herbal, dulce, salado y ácido; los valores asignados a estos aspectos fueron de 0= muy malo, 1= malo, 2= regular, 3= bueno y 4= muy bueno; para determinar la aceptabilidad en cuanto a acidez, dulzor y salado los valores fueron 1= sin acidez/dulzor/salado, 2= poco ácido/dulzor/salado, 3= ácido/dulce/salado y 4= muy ácido/dulce/salado.

Las formulaciones por evaluar fueron: M1=extruido sin sabor, M2= extruido con 5% de *moringa oleífera sin sazónador*, M3= extruido con 10% de *moringa oleífera sin sabor*, M4 fue la muestra referencia con sazónador, mientras que M5 y M6 fueron los extruidos al 5% y 10% con *moringa oleífera* ya saborizados. A partir de los datos obtenidos se realizaron gráficas de barras de cada aspecto evaluado.

2.5 Análisis bromatológico

Al obtener la muestra con mayor aceptación a partir de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial se prosiguió a realizar un estudio bromatológico de carbohidratos, proteínas y lípidos. Las muestras y cantidad analizada fueron M4 (75gr) que fue la muestra referencia con sazónador y sin porcentaje de *moringa oleífera*, la otra muestra fue la M5 (56gr) que contenía 5% de *moringa oleífera*. Estas muestras se acondicionaron en bolsas selladas herméticamente para posteriormente ser mandadas al laboratorio ICAMEX ubicado en Metepec, Estado de México.

3. Resultados

3.1 Determinación del índice de expansión

Los resultados obtenidos de la determinación del índice de expansión se presentan en la tabla número 10; donde M1 es la muestra de referencia sin saborizar y sin ningún porcentaje de *moringa oleífera*, M2 es el extruido con 5% de *moringa oleífera*, M3 con el 10%, M4 es la referencia con sabor, M5 y M6 son las muestras saborizadas de acuerdo con su porcentaje correspondiente de *moringa oleífera*.

Tabla 2. Índice de expansión de cada muestra con y sin porcentaje de *moringa oleífera*

Página	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Media	E=3.78	E=3.32	E=3.12	E= 3.76	E=3.42	E=3.12
Error estándar	0.08	0.11	0.12	0.05	0.09	0.13

Las muestras con 5% presentan un mayor índice de expansión que las de 10% y menores con respecto a las muestras de referencia M1 y M4. La muestra de referencia con sazónador se elaboró de dos harinas las cuales fueron trigo y maíz, estas

harinas son las que mayormente se utilizan para la elaboración de extruidos en la industria de alimentos.

En la imagen 3 se muestra la porosidad obtenida en la superficie irregular y compacta de los extruidos creada por burbujas de aire cuando se realiza la expansión del material en el extrusor, por lo que estos dos factores se encuentran relacionados para poder determinar una correcta eficiencia en el proceso de extrusión.



Imagen 3. Formulaciones M4, M5 y M6 respectivamente

3.2 Aceptabilidad de las características organolépticas y sensoriales

Una vez aplicada la evaluación sensorial se procedió a realizar una gráfica de barras de cada aspecto evaluado para así determinar cuál formulación tuvo mayor aceptabilidad entre los panelistas.

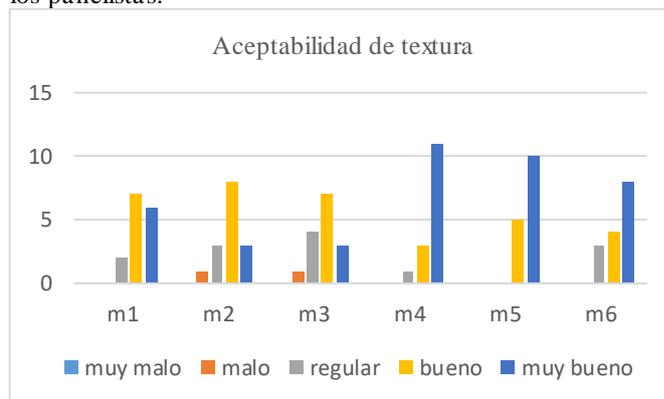


Figura 1. Aceptabilidad de textura en los extruidos

En esta gráfica se puede observar que los panelistas coincidieron que la muestra número 4 saborizada tiene una mayor aceptabilidad en textura considerándola como muy buena, es importante recordar que esta formulación no tiene ningún porcentaje de *moringa oleífera*, no obstante, la muestra 5 tuvo una buena aceptación con 10 panelistas en común acuerdo, la muestra 5 contenía el 5% de *moringa oleífera*. Siguiendo con los aspectos evaluados, el siguiente fue el de apariencia.

En la figura número 2 se observa que las formulaciones sin sazónador 2 y 3, obtuvieron una mala aceptación con los panelistas. Mientras que la formulación 4 y 5 mantienen una buena aceptación por su apariencia después de haberse sometido a un proceso de saborización. Todas las formulaciones contienen el 5% de carbonato de calcio utilizado para mejorar su apariencia uniforme después de ser sometidas al proceso de extrusión.

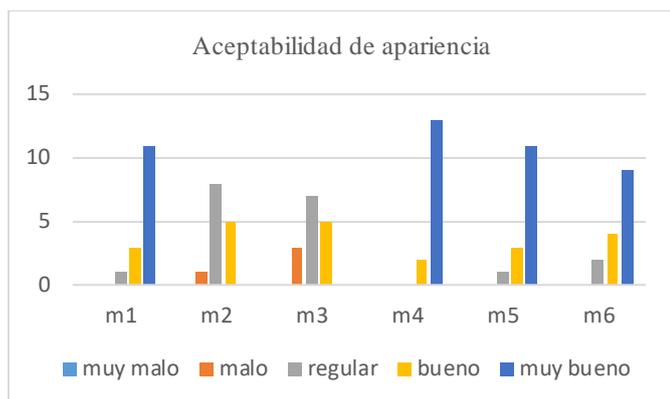


Figura 2. Aceptabilidad de apariencia en los extruidos

Recordando que la pegajosidad o adherencia es el esfuerzo requerido para separar la superficie del alimento de otra superficie (lengua, dientes, paladar). Teniendo en cuenta esto se observó que la formulación 4 tiene una aceptabilidad muy buena. La formulación 1 y 5 se encuentran en un buen rango de aceptación entre los panelistas seguido de la formulación 6.

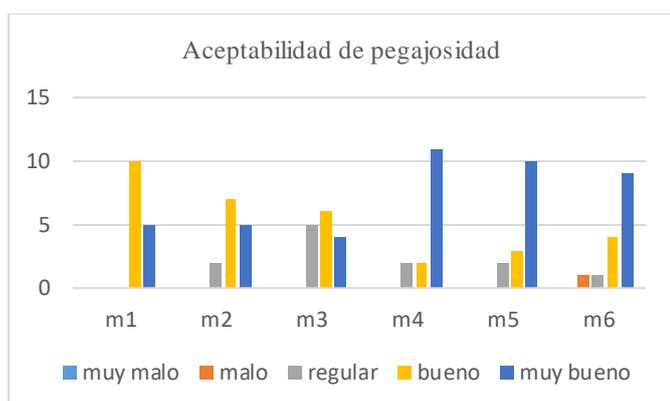


Figura 3. Aceptabilidad en pegajosidad

Otro aspecto importante que se evaluó en esta prueba fue el olor herbal, ya que la *moringa oleífera* es una planta. Y para la elaboración de los extruidos se utilizó la hoja de esta misma como principal ingrediente para su elaboración.

En esta figura 4, no se colocaron las formulaciones M1 y M4 porque no contienen *moringa oleífera* en ningún porcentaje. Aun así, ninguna de las formulaciones presenta una muy buena aceptabilidad en cuanto al olor herbal.

Las formulaciones que se observan en la gráfica de barras se encuentran saborizadas con el 12% del sazónador, por lo que este mitiga el olor herbáceo de los extruidos. Los panelistas concuerdan que los extruidos con un buen olor herbáceo es la formulación M5 recordando que estas se encuentran con el 5% de *moringa oleífera*. Aun así, ninguna de las formulaciones presenta una muy buena aceptabilidad en cuanto al olor herbal.

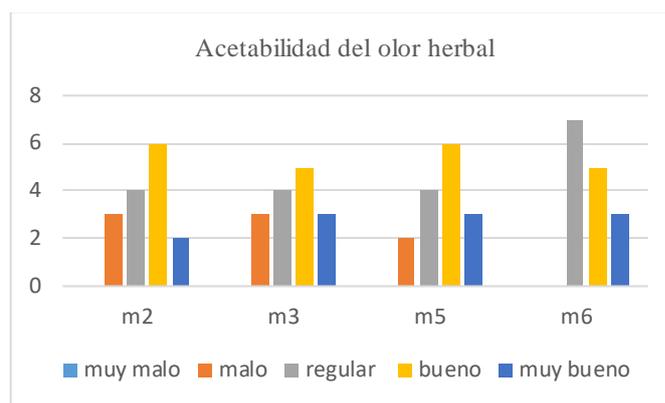


Figura 4. Aceptabilidad del olor herbal en los extruidos

En las figuras 5, 6 y 7 se muestra la aceptabilidad obtenida por los panelistas en las formulaciones M4, M5 y M6 respectivamente. Solamente se graficaron estas formulaciones porque son las que están saborizadas y que cuentan con los aspectos evaluados de salado, dulce y ácido.

Al analizar la figura 5 se puede observar que la formulación M6 no tuvo buena aceptación en cuanto al dulzor ya que los panelistas no lo percibieron en gran cantidad. 3 panelistas en la formulación M4 dijeron que es poco dulce, mientras que en la formulación M5 solamente 2 panelistas. Por lo que se encuentran en un rango de aceptación de dos de acuerdo con la escala planteada de 1 a 4 para esta evaluación, donde 1 es sin dulce y 4 es muy dulce. El rango obtenido es adecuado ya que el sazónador no contenía una cantidad significativa de azúcar.

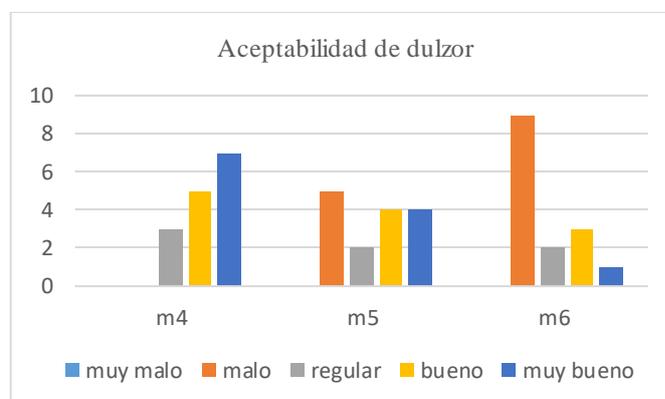


Figura 5. Aceptabilidad del dulzor en los extruidos

La formulación M4 y M5 tienen un nivel de aceptación de 2 en la escala de evaluación, mientras que la formulación M6 tiene un 4. El sazónador aplicado a los extruidos tiene una cantidad de sal aceptable para los panelistas, provocando que estas formulaciones sean las más aceptadas.

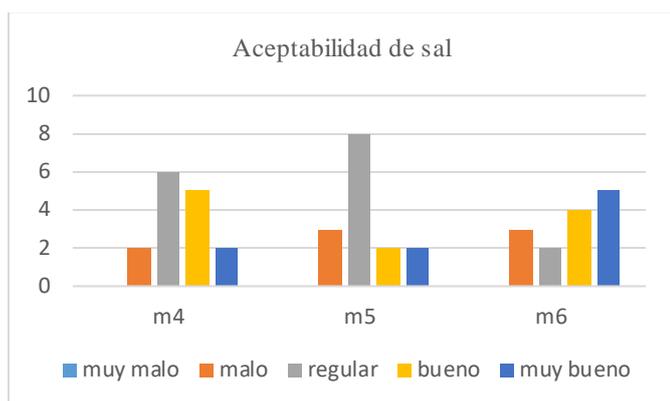


Figura 6. Aceptabilidad de sal en los extruidos

En la Figura 7 se observa el grado de aceptabilidad en cuanto a acidez que el extruido presenta después de ser saborizado. En la formulación M5 y M6 los panelistas estuvieron de acuerdo que ambas muestras tienen poca acidez a comparación de la formulación M4 donde los resultados arrojan que los panelistas la consideraron muy ácida probablemente porque esta muestra no contiene moringa oleífera a comparación de las muestras 5 y 6 que al contener un porcentaje de 5 y 10% de moringa oleífera pudieran haber mitigado la acidez del sazón aplicado en el extruido.

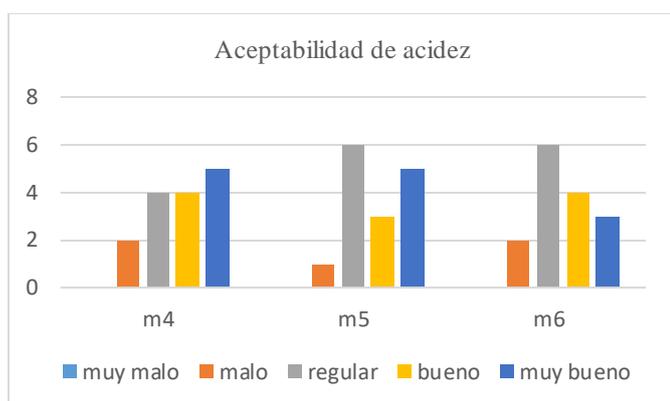


Figura 7. Aceptabilidad de acidez en los extruidos

3.3 Análisis bromatológico

En la tabla número 3 se observan los resultados obtenidos del análisis bromatológico realizado por el laboratorio ICAMEX ubicado en el municipio de Metepec, Estado de México.

Tabla 3. Resultados del análisis bromatológico en 75g de la muestra referencia contra 56g de muestra con 5% de Moringa Oleífera.

Parámetros	Unidad	Muestra referencia	Muestra con 5% MO
Proteínas	%	6.19	5
Lípidos	%	28.56	10.14
Carbohidratos	%	81.6	81.78

Según lo reportado por la FAO el polvo de la hoja seca de *moringa oleífera* contiene 27.1g de proteínas, 2.3g de grasas y

38.2 g de carbohidratos todos estos presentes en 100g de muestra, teniendo esto en cuenta se analizó que en la mayoría de casos en el proceso de extrusión los macronutrientes se modifican en cantidades significativas por lo que los resultados demostraron que en 56g tomados como muestra del extruido con 5% de *Moringa oleífera* el contenido de proteínas presentes fue del 5% (2.8g), de grasas fue del 10.14% (5.67g) y la cantidad de carbohidratos fueron del 81.78% (45.79g).

4. Discusión

El porcentaje usado de *Moringa oleífera* para la elaboración de estos extruidos interfiere en el proceso de extrusión, ya que las hojas de *Moringa oleífera* contienen una cantidad significativa de fibra, lo que reduce la energía mecánica del extrusor y, por ende, su índice de expansión (Córdoba, 2017). Se observó que al realizar un extruido usando el 10% de *Moringa oleífera*, este presentaba dimensiones más pequeñas, mayor dureza y un índice de expansión mucho menor, además de ocasionar problemas en el momento de la extrusión (Fernández & Sánchez, 2016). Por lo tanto, la muestra más viable para la elaboración del producto fue aquella con un 5% de moringa.

Una vez elaborado el producto y sometido a una evaluación sensorial para determinar cuál muestra tenía mayor aceptabilidad, se obtuvo que las formulaciones 4 y 5 fueron mejor valoradas en los aspectos de textura y apariencia (Calderón & Kampanad, 2018). En cuanto a la pegajosidad, tuvieron una aceptabilidad muy buena, lo que indica que no se adhieren a los dientes ni al paladar, lo cual es una característica deseable en productos extruidos (Bucher et al., 2016).

Para obtener una porosidad más uniforme, se utilizó carbonato de calcio, ya que proporciona firmeza y mejora la textura al mantener la estabilidad e integridad de los tejidos vegetales (Cruz et al., 2018). Aunque, analizando los resultados de aceptabilidad en dulzor, sal y acidez, se concluyó que los panelistas no encontraron desagradable el sazón proporcionado por el sazón, este podría mejorarse o, en su defecto, modificarse por otro de mayor agrado (Raushan, 2018).

La creciente demanda de productos naturales, nutritivos y saludables refleja la creciente valoración de la salud y el bienestar por parte de los consumidores (Godino, 2016). Actualmente, existe una variedad de productos elaborados a partir de *Moringa oleífera*, como cápsulas, chocolate en polvo, cremas hidratantes y vainas frescas, destacándose sus altos contenidos de vitaminas y minerales, tales como vitamina A, B1, B2, B3, C, calcio, cobre, cromo, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio, proteínas y zinc (Olson & Fahey, 2011; Kiki Chan, 2018).

La muestra analizada contenía solamente un 5% de *Moringa oleífera*. Sin embargo, los resultados en este análisis no fueron los esperados, ya que se observó una diferencia significativa en comparación con la tabla número 2, donde se presentan los datos de micro y macronutrientes en hojas verdes y polvo de hojas secas de *Moringa oleífera* según un análisis de la FAO (2017) (Benítez, 2016). Debido a esto, se recomienda investigar más sobre la importancia de los superalimentos

como alternativa para el desarrollo de productos alimenticios innovadores y sustentables (Velázquez, 2016).

5. Conclusiones

El desarrollo de un snack por medio de extrusión directa permitió conocer el porcentaje óptimo de *Moringa oleifera* para un extruido saborizado, así como identificar los factores que interfieren en el proceso de extrusión. En este caso, los factores principales fueron la temperatura, la humedad y las propiedades de los materiales a extruir (Córdoba, 2017; Montalvo, 2017).

Al determinar el índice de expansión de las formulaciones propuestas, se observó que la formulación con 5% de *Moringa oleifera* tuvo mayor expansión que la del 10%, presentando menor porosidad y mayor uniformidad en su apariencia (Fernández & Sánchez, 2016; Calderón & Kampanad, 2018). En cuanto a la evaluación sensorial, la formulación con 5% presentó mayor aceptabilidad entre los panelistas en relación con la textura, apariencia, pegajosidad, dulzor, sal y acidez, aunque se consideró la posibilidad de modificar el sazónador para mejorar su aceptación en el futuro (Bucher et al., 2016; Raushan, 2018).

El análisis bromatológico de la muestra con 5% de *Moringa oleifera* comparado con la referencia mostró que, mediante el proceso de extrusión, los macronutrientes de este superalimento se ven afectados. Los resultados demostraron una diferencia significativa en la cantidad de proteínas, con la muestra de referencia presentando un 6.19% (4.64 g en 75 g de muestra evaluada), mientras que la formulación con 5% de *Moringa oleifera* contenía un 5% (2.8 g) (Godino, 2016; Kiki Chan, 2018). Además, la cantidad de lípidos fue mayor en la formulación con *Moringa oleifera*. En cuanto a los carbohidratos, el extruido desarrollado presentó un 81.78% (45.79 g en 56 g), mientras que la referencia tuvo un 81.60% (61.2 g en 75 g de muestra) (Benítez, 2016; Velázquez, 2016). De acuerdo con los datos recabados, se puede concluir que se logró desarrollar un extruido saborizado de expansión directa utilizando hojas de *Moringa oleifera*. Aunque no presentó un porcentaje de nutrientes superior a los extruidos existentes en el mercado, se demostró que, para estudios posteriores, el uso de *Moringa oleifera* puede ser viable para el desarrollo de un alimento extruido enriquecido con vitaminas y minerales, lo que contribuiría a que este producto sea más completo y beneficioso para los consumidores (Olson & Fahey, 2011; Oyeyinka & Oyeyinka, 2018).

Referencias

Amador, G. O. (2016). *Estudio bromatológico de hojas de moringa oleifera in vitro y ex vitro y análisis del efecto hipoglucemiante en ratas winstar diabetizadas*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
 Barallat, G. I. (2017). *Harinas Extruidas en la Industria Alimentaria*. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense.
 Barojas, V. L. (2016, 11 de agosto). Científicos de la UNIDA investigan propiedades de la moringa. *CONACYT*. Recuperado

de <http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/biotecnologia/9384-cientificos-de-la-unida-investigacion-propiedades-de-la-moringa>
 Benítez, J. (2016). *Grupo ad Hoc Moringa oleifera*. Red de Seguridad Alimentaria CONICET.
 Bhaskar, R. O. M. (2012). Junk Food: Impact on Health. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 2(3), 67-73.
 Bucher, T., & otros. (2016). Adolescents' perception of the healthiness of snacks. *Food Quality and Preference*, 94, 94-101.
 Cabrera, Z., & Acevedo, O. (2016). *Elaboración de un cereal para desayuno a base de maíz azul (zea mays l) y amaranto (amaranthus spp)*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
 Cachelín, J. (2016, 7 de septiembre). Moringa oleifera: un potencial antioxidante y descontaminante. *CONACYT*. Recuperado de <http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/biotecnologia/9990-moringa-oleifera-un-potencial-antioxidante-y-descontaminante>
 Calderón, J. C., & Kampanad, B. (2018). Bromatological and sensory analyses of a snack based on corn flour and cassava root fortified with moringa to combat malnutrition. *Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University*, 47(3), 487-493.
 Canett, R. R. (2014, 26 de febrero). Aspectos tóxicos más relevantes de Moringa oleifera. *Biotecnia*, 16(2), 36-43.
 Córdoba, F. (2017). *Evaluación del proceso de extrusión de doble tornillo a partir del modelamiento y simulación en Dinámica de Fluidos Computacionales (CFD) para la obtención de alimentos*. Universidad Nacional de Colombia.
 Cornejo, L., Gaido, A., & López, C. (2016). Snack a base de harina de amaranto con el agregado de spirulina, libre de gluten. Valoración nutricional y sensorial. *Universidad Nacional de Córdoba*.
 Cruz, L. H., Acevedo, S. O., Navarro, C. R., Gómez, A. C., & Castro, R. J. (2018). *Elaboración de botanas funcionales por extrusión*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
 Fernández, I., & Sánchez, C. (2016). Compuestos funcionales en productos de IV y V gama. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 17(2), 130-148.
 Fernández, T. (2016). Revisión crítica: Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. *Pastos y Forrajes*, 39, 137-149. <https://doi.org/xxxxx>
 Galarza, R. (2011). *Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
 Gary, Y. (2016). Superalimentos: Energía natural. *Bioeco Actual*, 2(3), 2-3.
 Godino, G. M. (2016). *Moringa Oleifera: Árbol multiusos de interés forestal para el sur de la Península Ibérica*. ADNAgro, 50-58.
 Isleña, T. (2014, 5 de enero). La moringa: fuente desconocida de salud. *Tierra Isleña*. Recuperado de <http://xn-tierra-islea-khb.com/la-moringa-fuente-desconocida-de-salud/>
 Kiki Chan, Y. K. (2018). Micronutrients in Moringa oleifera and their potential in food fortification. *Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry, University of Toronto*.
 Magaña, B. W. (2012). Aprovechamiento postcosecha de la Moringa oleifera. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 13(2), 171-174.
 Martínez, L., Fernández-deCórdova, M., Ortega-Barrales, P., & Ruiz-Medina, A. (2013). Characterization and comparison of the chemical composition of exotic superfoods. *Food Chemistry*, 444(451).
 Montalvo, M. M. (2017). *Optimización de procesos de extrusión para alimento acuícola*. Universidad de Guayaquil.
 Morataya, V. J. (2015). *Evaluación de la relación entre propiedades fisicoquímicas y parámetros de proceso con base en la densidad del producto final en el proceso de producción de botanas fritas de extruido de maíz*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Nienke M. de Vlieger, C. C. (2017). What is a nutritious snack? Level of processing and macronutrient content influences young adults' perceptions. *Appetite*, 21.
 Olson, M. E., & Fahey, J. W. (2011). Moringa Oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1071-1082.
 Oyeyinka, A., & Oyeyinka, S. A. T. (2018). Moringa oleifera as a food fortificant: Recent trends and prospects. *Journal of Food Science*, 17(2).
 Raushan, K. (2018). Fortification of extruded snacks with chitosan: Effects on techno-functional and sensory quality. *Carbohydrate Polymers*, 180, 80-94.
 Velázquez, Z. M. (2016). Moringa (Moringa oleifera Lam.): Usos potenciales en la agricultura, industria y medicina. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 22(2), 95-116.