

Physicochemical, nutritional and sensory evaluation of a nutritionally improved granola developed at Zamorano University, Honduras

Adriana Hernandez¹ ; Sandra Espinoza¹ ; Enciso Geraldine¹ ; Rocio Moncada¹ 

¹Zamorano University, Honduras, ahernandez@zamorano.edu, sespinoza@zamorano.edu, geraldineencisoahuamani224@gmail.com, moncadanutri@gmail.com

Abstract— *The modern diet is characterized by a reduced intake of fiber and protein, both essential for maintaining digestive health and muscle mass. The objective was to evaluate the sensory acceptance of four granola formulations, analyze their physical properties, determine the nutritional contributions (total fat, dietary fiber, and crude protein) of the most accepted formulation. The study was conducted in two phases: 1) preparation of the formulations and the microbiological and sensory analyses, and 2) determination of physicochemical properties. The formulations were based on the granola used in the dining hall of Zamorano University and were prepared with whole oats, peanuts, sesame seeds, cashew seeds, sunflower seeds, pumpkin seeds, dried cranberries, honey, and olive oil. The Ranger 300R31P30 balance, the Turbolino 110V oven, American Public Health Association (APHA) and Food and Drug Administration (FDA) methods, Colorflex Hunter Lab and Aqualab 3TE equipment, Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) methods, and SAS 9.4 software were used for analysis. Treatment 4 showed the highest acceptance, influenced by its flavor and crunchiness. It presented light brown color values of L^* (43.79), a^* (9.99), and b^* (23.06), water activity of 25 ± 0.03 , moisture content of $1.62 \pm 0.05\%$, ash content of $2.22 \pm 0.01\%$, and per 100 g contained $32.15 \pm 0.31\%$ total fat, $13.83 \pm 0.37\%$ dietary fiber, and $18.07 \pm 0.04\%$ protein, $32.11 \pm 0.25\%$ digestible carbohydrates and 490.06 ± 1.71 kcal of energy. The results demonstrate that the formulated granola is a viable and well-accepted alternative to improve nutritional intake in institutional food services.*

Keywords—dietary fiber, food services, honey, olive oil, seeds.

I. INTRODUCCIÓN

Los problemas actuales de sobrepeso y obesidad, junto con el cambio climático, generan repercusiones sociales y económicas, impulsando a gobiernos y sociedades a fomentar elecciones alimentarias más saludables y sostenibles [1]. Estas circunstancias demandan una acción inmediata y efectiva en la promoción de alimentos que beneficien a la salud y sostenibilidad.

Debido al creciente interés en alimentos con beneficios nutricionales, la granola se ha consolidado como un alimento con potencial propiedades para la salud debido a su elevado contenido de fibra, asociado con mejoras en la salud digestiva, la regulación glucémica y la disminución de riesgo de enfermedades crónicas [2]. Su reformulación, reemplazando aditivos químicos por frutos secos, semillas y frutas deshidratadas, incrementa su valor nutricional y responde a la demanda de consumidores por productos saludables y sostenibles [3].

La granola es, por tanto, un producto con un alto valor energético y una fuente económica de proteínas, rica en fibra dietética, hierro, además de vitamina C y potasio [4]. lo que contribuye a la sensación de saciedad y favorece el mantenimiento de un peso saludable. De igual forma, constituye una alternativa para contrarrestar el estreñimiento y reducir la ingesta calórica, promoviendo la regularidad intestinal y un estilo de vida más saludable [5].

La fibra dietética es un componente de origen vegetal compuesto por sustancias que el sistema digestivo humano no puede descomponer ni absorber [6]. Asimismo, esta sufre un proceso de fermentación total o parcial en el intestino grueso. Los alimentos ricos en fibra dietética incluyen cereales integrales, legumbres, frutas y verduras [7].

La dieta moderna, frecuentemente alta en consumo de alimentos procesados, ha llevado a una disminución significativa en la ingesta de fibra. Los síntomas del estreñimiento incluyen evacuaciones menos frecuentes, heces duras o secas, dolor al defecar, sensación de obstrucción rectal [6]. Las causas de este problema son diversas, desde no comer suficiente fibra, no beber suficiente líquido hasta no hacer suficiente actividad física.

De ahí que el aporte dietético constituye un factor clave en el desarrollo del estreñimiento, siendo determinantes en su aparición, como ser la ingesta insuficiente de fibra, el consumo de alimentos procesados y refinados, y la baja ingesta de líquidos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan una ingesta diaria de 25 g [8]; sin embargo, en Latinoamérica el consumo promedio es 10-20 g/d [9]. Este déficit puede agravar problemas digestivos y aumentar la prevalencia de enfermedades crónicas.

Los β -glucanos presentes en la avena y otros cereales son un tipo de fibra soluble que regula los niveles posprandiales de insulina y glucosa en sangre, contribuyendo a la prevención de la diabetes [10]. Gracias a esta acción, el consumo de cereales y sus derivados se asocia a un menor riesgo de diabetes tipo 2, así como de enfermedad coronaria, accidentes cerebrovasculares y obesidad [11].

De igual manera, la proteína es un nutriente esencial e indispensable para el mantenimiento de la masa muscular [12]. Las semillas presentes en la granola, como girasol (*Helianthus annuus*), ajonjolí (*Sesamum indicum*), calabaza (*Cucurbita*

pepo L.), marañón (*Anacardium occidentale*), y cacahuate (*Arachis Hypogaea*), aportan un porcentaje significativo de proteína, alcanzando 11.59 % en algunas formulaciones [13]. En los adultos, se considera que el consumo adecuado de proteína con mínima actividad física es de 0.80 g/kg para mujeres y de 0.85 g/kg para varones [14].

La hipótesis del estudio es "La elaboración de una granola basada en una formulación previamente utilizada en el comedor estudiantil, y que presenta aceptación sensorial por parte de los estudiantes, proporciona un aporte nutricional superior en comparación con la formulación original" y su objetivo principal es evaluar la aceptación sensorial de cuatro formulaciones de granola, analizar sus propiedades físicas y determinar los aportes nutricionales (grasa total, fibra dietética y proteína cruda) de la formulación con mayor aceptación en comparación con marcas comerciales.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio tiene diseño experimental tipo cuantitativo. Se evaluaron cuatro formulaciones de granola mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar, considerando a los panelistas no entrenados como bloques.

Las formulaciones se elaboraron en la Universidad Zamorano, universidad internacional ubicada en San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. La universidad (Longitud: -87.011206, Latitud: 14.009895) se encuentra ubicada en una zona semirural en el altiplano oriental hondureño, con una población estudiantil interna de diversas nacionalidades, principalmente panamericanas. La mayoría de los estudiantes (hombres y mujeres) cuentan con beca completa o parcial por su excelencia académica. Sus tres tiempos de alimentación los realizan en el comedor estudiantil Doris Stone. En las propias instalaciones universitarias se realizaron los análisis sensoriales, microbiológicos y fisicoquímicos durante el 2024.

A. Materias primas

Se utilizaron las siguientes materias primas adquiridas en supermercados de la capital hondureña: avena integral (*Avena sativa* L.) marca Quaker, ajonjolí (*Sesamum indicum*) marca Ópalo, maní (*Arachis hypogaea*) marca Great Value, marañones (*Anacardium occidentale*) marca Member's Selection, semilla de girasol (*Helianthus annuus*) marca Solórzano, pepita de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) marca Cashitas, arándanos secos (*Vaccinium corymbosum*) marca Mariani, miel (*Apis mellifera*) marca Zamorano, aceite de oliva virgen extra (*Olea europaea* L.) marca RS, almendras (*Prunus amygdalus dulcis*) y pecanas (*Carya illinoensis*), ambas rebanadas de marca Member's Selection, canela (*Cinnamomum zeylanicum*) marca Badia, coco rallado (*Cocos nucifera*) marca La Copaneca, miel de maple (*Acer saccharum*) marca Gourmet, extracto de vainilla (*Vanilla planifolia*) marca Francelia, aceite de coco (*Cocos nucifera oil*) marca Louana, sal (cloruro de sodio) marca Del Pacífico y azúcar morena (*Saccharum officinarum*) marca Doña Matilde.

B. Fases del estudio

Se realizó una fase primaria con el fin de elaborar la granola, realizar análisis microbiológicos y sensoriales. En la siguiente fase, se analizaron las características fisicoquímicas de la formulación con mayor aceptación sensorial.

C. Fase primaria

1). *Formulaciones*: Se elaboraron cuatro tratamientos de granola con base en la receta utilizada en el comedor institucional. Se realizaron pruebas para definir los porcentajes de cada ingrediente. El tratamiento 1 (Trt1) correspondió a la formulación original compuesta de 12 ingredientes. Los tratamientos 2, 3 y 4 (Trt2, Trt3 y Trt4) fueron diseñados para mejorar el perfil nutricional y reducir el número de ingredientes (TABLA I). De la formulación original, se realizaron sustituciones estratégicas de las pecanas por semillas de marañón, las almendras por maní, la miel de maple por miel de abeja y el aceite de coco por aceite de oliva. Además, se añadieron semillas de ajonjolí y calabaza, y se eliminó la azúcar morena, la canela, el coco rallado, la sal y el extracto de vainilla, para un total de 9 ingredientes en los Trt2 al Trt4. En éstos, se incrementó progresivamente la avena integral (36%, 41%, 46%) y se redujo la semilla de ajonjolí (30%, 25%, 20%). El contenido de maní, marañón, girasol, calabaza, miel de abeja y aceite de oliva se mantuvo constante. Las formulaciones finales se evaluaron nutricionalmente considerando energía, grasa total y saturada, carbohidratos, proteína, fibra y sodio, siguiendo los criterios del Reglamento Técnico Centroamericano de Etiquetado Nutricional (RTCA-EN 67.01.60:10) [15].

TABLA I
FORMULACIÓN PARA LOS TRATAMIENTOS 2, 3 Y 4 DE
GRANOLA EN 100 GRAMOS

Ingredientes	Trt 2	Trt 3	Trt 4
Avena integral	36	41	46
Semillas de ajonjolí	30	25	20
Maní	10	10	10
Semilla de marañón	5	5	5
Semillas de girasol	4	4	4
Semilla de calabaza	4	4	4
Arándano seco	5	4	3
Miel	3	4	5
Aceite de oliva	3	3	3
Total	100	100	100

2). *Proceso de elaboración*: La elaboración de la granola siguió el flujo de proceso establecido por el comedor. Se verificó que todos los ingredientes cumplieran las condiciones adecuadas para el consumo, libres de hongos, contaminantes físicos y dentro de la fecha de consumo. Posteriormente, se pesaron los ingredientes por separado según la formulación, utilizando la balanza Ranger 3000 R31P30 para garantizar precisión. Los ingredientes secos se mezclaron uniformemente y se incorporaron gradualmente los líquidos (miel y aceite de oliva) hasta lograr una mezcla homogénea. Esta se extendió de

forma uniforme en bandejas especializadas para una cocción equilibrada. El horneado se realizó en un horno Turbolino 110 V, precalentado a más de 150 °C durante 5 minutos y se mantuvo a la misma temperatura por 15 minutos, removiendo cada 5 minutos. En los últimos minutos se añadieron los arándanos secos para conservar su textura. Finalmente, el producto se enfrió a temperatura ambiente (25 °F aproximadamente) durante una hora, luego se envasó en recipientes herméticos y se almacenó en un lugar fresco (24 – 26 °C) y seco, protegido de la humedad y oxidación.

3). *Análisis microbiológicos*: Se evaluó la presencia de *Salmonella spp.* Aplicando el método tradicional descrito por la Asociación Americana de Salud Pública (APHA) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA). El procedimiento comprendió cuatro fases: pre-enriquecimiento no selectivo, enriquecimiento selectivo, aislamiento diferencial en medios sólidos selectivos y confirmación bioquímica, utilizando 25 g de muestra conforme a los criterios del Reglamento Técnico Centroamericano de criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos (RTCA 67.04.50:17) [15].

4). *Análisis sensorial*: Se aplicó una prueba afectiva de aceptación para los cuatro tratamientos de granola con el objetivo de determinar su aceptación. Participaron como panelistas 105 estudiantes universitarios no entrenados, mayores de 18 años. Las muestras se prepararon el mismo día de la prueba, siguiendo el proceso de elaboración, y se presentaron de manera homogénea, codificadas con números de tres dígitos generados aleatoriamente y en un orden de presentación equilibrada. Cada panelista evaluó individualmente los atributos de apariencia, color, olor, crocancia, sabor y aceptación general mediante una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 indicaba “Me disgusta extremadamente” y 9 “Me gusta extremadamente”. Se añadió un espacio de comentarios libres y se aplicó también una prueba de preferencia por ordenamiento, en la cual los panelistas debían clasificar los tratamientos del más al menos preferido (1 al 4).

D. Fase secundaria

1). *Análisis fisicoquímicos*: El color se midió con el equipo Colorflex Hunter Lab, donde L^* representa claridad, a^* la escala verde-rojo y b^* la escala azul-amarillo. La actividad de agua (a_w) se midió con 1 g de muestra en el equipo Aqualab 3TE, calibrado con soluciones estándar de cloruro de litio (AOAC 978.18, 1990). La humedad se determinó con 3 g de muestra en cada crisol por secado en horno a 105 °C por 18 horas siguiendo AOAC 950.46B y para las cenizas se pesaron 3 ± 0.0050 g de la muestra, donde se obtuvieron por incineración a 550 °C (AOAC 923.03, 1990). Para la proteína cruda se utilizó 1 g de muestra y se determinó por el método Kjeldahl con el método AOAC 2001.11 (2011) y el contenido se obtuvo multiplicando el nitrógeno por 6.25. Para la fibra dietética se analizó 1 g mediante digestión

enzimática gravimétrica (AOAC 985.29) y los carbohidratos digeribles se calcularon por diferencia. Para la energía se estimó considerando 4 kcal/g para proteínas y carbohidratos y 9 kcal/g para grasas. Los valores de minerales (sodio, calcio, hierro) y grasas saturadas, trans y colesterol se obtuvieron del software de etiquetado nutricional Genesis R&D ESHA Research aprobado por la FDA.

2). *Análisis estadístico*: Para el análisis estadístico de datos del análisis sensorial de aceptación se aplicó un Diseño de Bloques Completos al azar y los datos se analizaron con el programa SAS (versión 9.4), con un nivel de probabilidad del 95%, realizando un análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias mediante Duncan. Se aplicó un análisis de correlación para verificar el efecto de las variables sobre la aceptación general de cada tratamiento. Los datos obtenidos de la prueba de preferencia por ordenamiento fueron analizados mediante tabla de Basker y Kramer “Valor crítico de diferencia entre suma de categorías”.

Para los datos fisicoquímicos, se utilizó el programa SAS (versión 9.4) para realizar un análisis univariado con medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.

III. RESULTADOS

A. Evaluación microbiológica

Se reportó la ausencia de *Salmonella spp.* en 25 g de granola, lo cual está dentro de los límites permitidos.

B. Evaluación sensorial

La TABLA II presenta los resultados del análisis sensorial de los tratamientos formulados. Se estimaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. El Trt4 obtuvo las medias más altas en los atributos de color, olor, sabor y aceptación general. Los Trt2 y Trt3 tuvieron medias similares en todos los atributos, sin diferencias significativas ($P > 0.05$) entre sí, mientras que el Trt1 presentó las menores puntuaciones en la mayoría de los atributos.

TABLA II
ANÁLISIS SENSORIAL AFECTIVO DE ACEPTACIÓN DE LOS
TRATAMIENTOS DE GRANOLA

Tratamientos	Apariencia	Color	Olor	Crocancia	Sabor	Aceptación general
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.
Trt 1	6.41 $\pm$ 1.60 ^b	6.58 $\pm$ 1.44 ^c	7.35 $\pm$ 1.29 ^a	6.70 $\pm$ 1.58 ^a	5.35 $\pm$ 1.89 ^c	5.85 $\pm$ 1.69 ^c
Trt 2	6.85 $\pm$ 1.31 ^a	6.75 $\pm$ 1.43 ^{bc}	6.48 $\pm$ 1.68 ^b	6.79 $\pm$ 1.66 ^a	6.48 $\pm$ 1.64 ^b	6.76 $\pm$ 1.27 ^b
Trt 3	6.81 $\pm$ 1.50 ^a	6.93 $\pm$ 1.34 ^b	6.63 $\pm$ 1.55 ^b	6.74 $\pm$ 1.64 ^a	6.48 $\pm$ 1.63 ^b	6.73 $\pm$ 1.41 ^b
Trt 4	7.10 $\pm$ 1.30 ^a	7.28 $\pm$ 1.31 ^a	7.12 $\pm$ 1.44 ^a	6.91 $\pm$ 1.58 ^a	6.90 $\pm$ 1.59 ^a	7.23 $\pm$ 1.06 ^a
%CV	21.02	20.04	21.61	23.79	26.79	20.42

* Trt1: 29 % avena integral; Trt2: 36 % avena integral; Trt3: 41 % avena integral; Trt4: 46 % avena integral, combinadas con arándano seco, semillas de girasol o ajonjolí y miel según las formulaciones. Medias con letras

diferentes (a, b, c) en cada atributo muestran diferencias significativas ($P < 0.05$); CV: Coeficiente de variación; D.E.: Desviación estándar.

El análisis de correlación mostró que el atributo sabor presentó la correlación más alta con la aceptación general ($r = 0.75704$), seguido de crocancia ($r = 0.60079$), apariencia ($r = 0.51710$), color ($r = 0.51035$) y olor ($r = 0.41061$). En la prueba de preferencia por ordenamiento con un valor crítico de 46.9. No se observaron diferencias significativas en la preferencia entre los Trt2, Trt3 y Trt4, mientras que el Trt1 difirió significativamente de los demás siendo el menos preferido.

C. Análisis fisicoquímico

En la TABLA III se presentan los valores de color de la granola Trt4 medidos con Colorflex Hunter Lab (Media $\pm$ D.E. y %CV). La muestra mostró una tonalidad café clara.

TABLA III
PARAMETROS DE COLOR ACENTUADO DEL TRT4 DE GRANOLA

Parámetros	Media $\pm$ D.E.	%CV
L^*	43.79 ± 0.81	1.84
a^*	9.99 ± 0.15	1.50
b^*	23.06 ± 1.10	4.75

* L^* : Luminosidad; a^* : rojo-verde; b^* : amarillo-azul; D.E.: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

La TABLA IV muestra las características fisicoquímicas del Trt4, como media, desviación estándar y coeficiente de variación en 100 g. Por porción (30 g), el Trt4 es fuente de proteína (10 %VD), excelente fuente de fibra (16 %VD) y contiene un aporte energético bajo (8 %VD).

TABLA IV
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL TRT4 POR 100 G

Parámetros	Media $\pm$ D.E.	%CV
a_w	0.25 ± 0.03	11.90
Humedad (%)	1.62 ± 0.05	3.51
Ceniza (%)	2.22 ± 0.01	0.31
Proteína cruda (%)	18.07 ± 0.04	0.22
Grasa total (%)	32.15 ± 0.31	0.94
Fibra dietética (%)	13.83 ± 0.37	1.77
Carbohidratos digeribles (%)	32.11 ± 0.25	0.68
Energía (kcal)	490.06 ± 1.71	0.35

* a_w : actividad de agua; kcal: kilocalorías; D.E.: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

IV. DISCUSIÓN

Los tratamientos presentaron ausencia microbiana según el RTCA 67.04.50:17; éstos concuerdan con lo señalado por el Departamento de Salud de Minnesota, quienes evidenciaron

que la reducción de la actividad de agua y la aplicación del tratamiento térmico disminuyen la resistencia de microorganismos en cereales de avena tostada [15]. En términos de aceptación sensorial en Perú evaluaron una granola de avena y hojuelas andinas, con 100 consumidores, y atribuyeron la mayor aceptabilidad de su muestra a la reacción de Maillard y los compuestos aromáticos generados por los azúcares naturales [16]. El Trt4 obtuvo la mayor aceptación general, superando a la muestra n.1 de granola funcional en el Kazajistán, compuesta de hojuelas de avena, maíz, arroz y trigo con frutos secos y frutas deshidratadas, la que obtuvo puntuaciones altas en sabor, aroma y textura (4.9 ± 0.1) [4], coincidiendo en que el equilibrio de ingredientes y la inclusión de frutas deshidratadas contribuyen positivamente en la aceptación del producto. Este tratamiento se destacó también por su crocancia, aunque fue ligeramente inferior a otra investigación en Trujillo, Perú con galletas de avena y granola Quaker, cuya crocancia sensorial osciló entre 6.10 y 8.02 [17]. y superior a la observada en Indonesia con barras de granola a base de soya y moringa con avena, que oscilaron entre 4.3 ± 1.4 a 4.7 ± 1.7 [18].

El análisis físico de color acentuado de Trt4, comparado con la granola "OK", muestra que esta última presentó mayor luminosidad y componente amarillo ($L^* = 46.44$, $a^* = 10.27$, $b^* = 27.31$) [19]. Esto sugiere que el Trt4 experimentó un pardeamiento no enzimático más intenso, reflejado en una mayor valoración sensorial de color en comparación con las otras muestras evaluadas.

La a_w en el presente estudio es 0.05 menor que la reportada en Bolivia [16], lo que indica mayor estabilidad frente a crecimiento microbiano y reacciones químicas, sin comprometer la calidad nutricional ni sensorial. En cuanto a humedad y ceniza, mostró menor contenido que la muestra control de granola en Nigeria [20], elaborada principalmente con avena, harina de trigo, maní y azúcar, que reportó humedad de $5.65 \pm 0.21\%$ y ceniza $1.45 \pm 0.09\%$, probablemente asociado a diferencias en la formulación y el proceso de horneado ($> 150^\circ\text{C}$ por 15 min vs. 130°C por 1 hora), así como menor contenido de frutas frescas.

En Sudamérica, la propuesta de barra de granola enriquecida de frutas secas, semillas, miel y panela, que por 100 g aportó proteína 12.10%, grasa 22.30%, fibra 2.00%, carbohidratos 57.30% y energía 478.30 kcal [21], y la muestra control en Nigeria, con proteína 10.92%, grasa 22.53%, fibra 2.58%, carbohidratos 56.58% y energía 473.75 kcal [20], muestran que el Trt4 tiene un perfil nutricional con mayor contenido de proteína que los anteriormente mencionados en 5.97% y 7.15%, grasa en 9.85% y 9.62% y fibra incrementada en 11.83% y 11.25%, respectivamente, aunque en carbohidratos el contenido es menor, lo que podría favorecer el índice glucémico.

Según el porcentaje del valor diario en una porción de 32 g de la granola enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes propuesta para combatir el COVID-19 durante la pandemia [21], aporta un contenido relativo menor de proteína y fibra (aprox. 4-6 %VD respectivamente), aunque con un contenido energético similar. Esto resalta, que la formulación basada en los ingredientes propuestos en el presente estudio, con avena integral, semillas de ajonjolí, arándanos secos y miel, ofrece mayor potencial funcional en comparación con otras formulaciones enriquecidas.

Por otro lado, al comparar con granolas comerciales disponibles en Honduras, como la marca ABC Fibra Dietética por 400 g (61.90 HNL, 2.33 USD), Tosh por 300 g (58.50 HNL, 2.21 USD) y Quaker avena, pasas y miel por 320 g (66.50 HNL, 2.51 USD), consultadas en Supermercado La Colonia (<https://www.lacolonia.com/>, 10/2/2026), se observa que el Trt4, resulta más económico, aunque se reconoce que la producción a gran escala puede modificar los costos debido a factores como ingredientes, elaboración, empaque y mercadotecnia. Además, en Latinoamérica los mayores productores de granola son Brasil, México, Argentina y Colombia, mientras que a nivel global los supermercados representaron aproximadamente 40.0% de la cuota de mercado [22]. lo que evidencia una posible oportunidad para la comercialización en Centroamérica.

V. CONCLUSIÓN

La evaluación microbiológica, sensorial y fisicoquímica permitió identificar al Trt4 como la formulación con mayor aceptación por los panelistas, destacándose el sabor y la crocancia como atributos determinantes en la aceptación general. La combinación de avena integral, semillas y frutos secos, miel y aceite de oliva permitió obtener un producto nutritivo, con potencial de consumo habitual, cumpliendo criterios del RTCA-EN 67.01.60:10. El análisis de costos evidencia una potencial viabilidad técnica. Por lo anterior, se recomienda realizar análisis de compuestos bioactivos y minerales y evaluar la vida de anaquel del producto.

REFERENCIAS

- [1] E. J. Van Loo, C. Grebitus, and W. Verbeke, "Effects of nutrition and sustainability claims on attention and choice: An eye-tracking study in the context of a choice experiment using granola bar concepts," *Food Quality and Preference*, vol. 90, p. 104100, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.foodqual.2020.104100.
- [2] N. K. Kundo and K. Kitada, "Is fruits granola beneficial for blood pressure management?," *Hypertens Res*, vol. 48, no. 1, pp. 439–441, Jan. 2025, doi: 10.1038/s41440-024-01985-0.
- [3] J. C. Y. Louie, "Sugar Reformulation in Solid Foods: Limitations and Challenges," *Nutrition Bulletin*, vol. 50, no. 2, pp. 345–356, 2025, doi: 10.1111/mbu.70004.
- [4] Z. Moldakulova, A. Kerimbayeva, D. Sabitova, M. Baigaiykyzy, T. Akhlan, A. Abdreeva, A. Serikova, M. Baiysbayeva and G. Iskakova "Development of a Functional Granola Enriched with Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*, cv. Ben Lear) Extract: Formulation and Sensory Assessment," *Processes*, vol. 13, no. 9, Aug. 2025, doi: 10.3390/pr13092715.

- [5] H. Sasaki, H. Masutomi, Y. Yamauchi, K. Ishihara, and S. Fukuda, "Effectiveness of personalized granola tailored to the gut microbiota for improving gut environment and mood states," *Front. Microbiol.*, vol. 16, Jul. 2025, doi: 10.3389/fmicb.2025.1607918.
- [6] A. T. Abreu y Abreu, M. P. Milke-García, G. A. Argüello-Arévalo, A. M. Calderón-de la Barca, R. I. Carmona-Sánchez, A. Consuelo-Sánchez, E. Coss-Adame, M. F. García-Cedillo, V. Hernández-Rosiles, M. E. Icaza-Chávez, J. N. Martínez-Medina, S. Morán-Ramos, E. Ochoa-Ortiz, M. Reyes-Apodaca, R. L. Rivera-Flores, F. Zamarripa-Dorsey, F. Zárate-Mondragón y R. Vázquez-Frias, "Fibra dietaria y microbiota, revisión narrativa de un grupo de expertos de la Asociación Mexicana de Gastroenterología," *Rev Gastroenterol Mex*, vol. 86, no. 3, pp. 287–304, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.rgmx.2021.02.004.
- [7] Asociación Latinoamericana de Diabetes, *Guías ALAD sobre el diagnóstico, control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 con medicina basada en evidencia*, 2019th ed. México: Permanyer México, 2019. [Online]. Available: <https://aladlatam.org/guias-clinicas/guia-alad-edicion-2019/>
- [8] C.-B. Ioniță-Mindrican, K. Ziani, M. Mititelu, E. Oprea, S. M. Neacșu, E. Morosan, D.-E. Dumitrescu, A. C. Rosca, D. Drăgănescu and C. Negrei, "Therapeutic Benefits and Dietary Restrictions of Fiber Intake: A State of the Art Review," *Nutrients*, vol. 14, no. 13, Jun. 2022, doi: 10.3390/nu14132641.
- [9] I. A. García-Montalvo *et al.*, "García-Montalvo, Iván Antonio, Sheila Yamile Méndez-Díaz, Noyoltzin Aguirre-Guzmán, et al. «Incremento en el consumo de fibra dietética complementario al tratamiento del síndrome metabólico». *Nutrición Hospitalaria* 35, n.º 3 (2018): 582-87. <https://doi.org/10.20960/nh.1504>," *Nutrición Hospitalaria*, vol. 35, no. 3, pp. 582–587, Jun. 2018, doi: 10.20960/nh.1504.
- [10] J. García Cordero, B. Sarria Ruiz, S. González Rámila, L. Bravo Clemente and R. Mateos Briz, "Eficacia de los hidroxícinnamatos y los beta-glucanos como herramientas dietéticas frente a la obesidad y sus disfunciones asociadas y su aplicación como nutraceutico," *Nutrición Hospitalaria*, vol. 37, no. 5, pp. 1061–1071, Oct. 2020, doi: 10.20960/nh.03125.
- [11] G. G. Salas, M. A. Rodríguez, and A. C. McNeil, "Consumo de fibra dietética en la población urbana Costarricense," *Revista Médica de la Universidad de Costa Rica*, vol. 15, no. 2, pp. 1–13, Oct. 2021, doi: 10.15517/rmucr.v15i2.48617.
- [12] A. G. Behrmann, J. G. López, M. M. Álvarez, A. G. Behrmann, J. G. López, and M. M. Álvarez, "Etiquetado nutricional y perfil de aminoácidos en lácteos chilenos altos en proteína: nueva alternativa para la salud y el deporte," *Nutrición Hospitalaria*, vol. 38, no. 5, pp. 1075–1081, Oct. 2021, doi: 10.20960/nh.03632.
- [13] R. F. Z. Vizuete, D. R. M. Vela, and J. M. S. Luisatxi, "Evaluation of Protein Levels in the Production of Granola from Amaranth and Agroecological Quinoa," *esPOCH*, pp. 519–535, Jun. 2022, doi: 10.18502/esPOCH.v2i2.11414.
- [14] G. Wu, "Dietary protein intake and human health," *Food Funct.*, vol. 7, no. 3, pp. 1251–1265, Mar. 2016, doi: 10.1039/C5FO01530H.
- [15] Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO), "Resolución No. 280-2012 (COMIECO-LXII): Aprobación del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.07:10 Etiquetado general de los alimentos previamente envasados," COMIECO, 280–2012, 2012. [Online]. Available: <https://sde.gob.hn/wp-content/uploads/2017/08/Res.-No.-280-2012-COMIECO-LXII.pdf>
- [16] S. G. Cabrera Pérez, T. A. Coanqui Zapana, and C. R. Apaza Humerez, "Optimización de una mezcla para la elaboración de granola a base de hojuelas de granos andinos cumpliendo con los aminoácidos para adulto," *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, vol. 25, no. 25, pp. 167–192, Mar. 2023, Accessed: Feb. 10, 2026. [Online]. Available: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-081X2023000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [17] T. Montoya and V. Vázquez Villalobos, "Crocancia sensorial y picos sonoros de galletas de avena y granola evaluados por pruebas aceleradas," *Agroindustrial Science*, vol. 6, no. 2, pp. 221–230, 2016, Accessed: Feb. 10, 2026. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583428>

- [18] N. Khoiriyah, H. Haifa, and A. Yulistianingsih, "Formulation of granola bar based on soybean and moringa leaf flour as alternative snack for adolescent," *BIS Health and Environmental Science*, vol. 2, pp. V225014–V225014, May 2025, doi: 10.31603/bishes.253.
- [19] H. A. Jiménez, E. de J. M. Carpintero, V. Y. A. Campos, R. E. N. Gomez, and A. R. Ayala, "Predicción de la coloración de la granola, mediante un modelo multivariado para la industria de alimentos," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 5, pp. 5412–5428, Nov. 2022, doi: 10.37811/cl_rm.v6i5.3512.
- [20] E.-E. Joy, B. E. Aswei, and G. M. Nicholas, "Preparation and Evaluation of Granola – a Breakfast Cereal, Sustituted with Maize (Zea May) and Coconut (Cocos Nucifera) Blend," *Int. J. Nutr. Food Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 47–52, Feb. 2016, doi: 10.11648/j.ijnfs.20160501.17.
- [21] B. E. L. Manrique, M. del R. Farromeque Meza, M. Valladares Celi, O. O. Osso Arriz, R. W. Dextre Mendoza, H. H. Toledo Acosta, H. M. Ordoñez Soriano, C. M. Espinoza More and W. I. Beltrán Mejía, "Elaboración de barras de granola enriquecidas con ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes, para fortalecer el sistema inmunológico durante la pandemia covid- 19,," *Bing Bang Faustiniiano*, vol. 12, no. 1, pp. 44–52, 2023, [Online]. Available: <https://files01.core.ac.uk/download/620178485.pdf>
- [22] Dimension Market Research, "Granola market by origins (conventional and organic), by product, by flavor, by distribution channels: Global industry outlook, key companies (PepsiCo Inc., Kellogg Corners, The Quaker Oats Company Inc., and others), trends and forecast 2024-2033," Dimension Market Research, RC-863, 2024. [Online]. Available: <https://dimensionmarketresearch.com/report/granola-market/#overview/>