



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN SENSORIAL Y BROMATOLÓGICA DE UNA
BARRA NUTRITIVA A BASE DE FRÉJOL PANAMITO, BANANO,
AVENA Y MORINGA**

AUTOR

SANCHEZ GOYES ARIEL JAVIER

TUTOR

ING. GAIBOR VALLEJO LADY MARIA, MSc.

MILAGRO, ECUADOR
2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EVALUACIÓN SENSORIAL Y BROMATOLÓGICA DE UNA BARRA NUTRITIVA A BASE DE FRÉJOL PANAMITO, BANANO, AVENA Y MORINGA, realizado por el estudiante SANCHEZ GOYES ARIEL JAVIER; con cédula de identidad N° 1250069216 de la carrera AGROINDUSTRIA, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Gaibor Vallejo Lady Maria. M.Sc
Tutor

Milagro, 8 de noviembre del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN SENSORIAL Y BROMATOLÓGICA DE UNA BARRA NUTRITIVA A BASE DE FRÉJOL PANAMITO, BANANO, AVENA Y MORINGA”**, realizado por el estudiante **SANCHEZ GOYES ARIEL JAVIER**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Dr. Arcos Ramos Freddy
PRESIDENTE

Ph.D Morán Bajaaná Joaquín
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ph.D Martínez Valenzuela Gustavo
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 8 de noviembre del 2024

DEDICATORIA

A mis padres, quienes con su amor incondicional y sacrificio constante me han dado la fuerza y el valor para llegar hasta aquí. Gracias por ser mi ejemplo de dedicación, esfuerzo y perseverancia, por cada palabra de aliento en los momentos difíciles y por creer en mí cuando incluso yo dudaba. Este logro no hubiera sido posible sin su apoyo, paciencia y enseñanzas. A ustedes, que me han acompañado en cada paso de este camino, dedico con todo mi corazón este trabajo, como un reflejo del amor y los valores que me han inculcado desde siempre.

AGRADECIMIENTO

A lo largo de este proceso, muchas personas han sido fundamentales para la culminación de esta tesis, y no puedo dejar de expresar mi profunda gratitud hacia todas ellas.

En primer lugar, quiero agradecer de todo corazón a mis padres. Su apoyo incondicional, su amor y su constante aliento me han dado la fuerza para superar cada obstáculo. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y por estar a mi lado en cada momento. Este logro es tanto mío como suyo.

A mi directora de tesis, por su orientación, paciencia y sabiduría. Su confianza en mis capacidades me ha motivado a dar lo mejor de mí y a desarrollar este trabajo con dedicación.

A mis amigos y compañeros, que con sus palabras de ánimo, consejos y compañía han hecho que este viaje sea más llevadero. Gracias por estar ahí en los momentos de estrés, brindándome apoyo y una sonrisa cuando más lo necesitaba.

Finalmente, agradezco a la Universidad Agraria del Ecuador por brindarme las oportunidades y recursos necesarios para desarrollar esta investigación. Sin su colaboración, este proyecto no habría sido posible.

A todos, gracias por ser parte de este camino.

AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

Yo **SANCHEZ GOYES ARIEL JAVIER**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN SENSORIAL Y BROMATOLÓGICA DE UNA BARRA NUTRITIVA A BASE DE FRÉJOL PANAMITO, BANANO, AVENA Y MORINGA”** para optar el título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 8 de noviembre del 2024

SANCHEZ GOYES ARIEL JAVIER
C.I. 1250069216

RESUMEN

Esta investigación desarrolla una barra energética utilizando ingredientes naturales como frijoles, avena, plátano deshidratado y moringa, enfocada en proporcionar una opción nutritiva y saludable para el consumo diario. El frijol, con un contenido proteico del 22%, es una alternativa económica a las proteínas animales y contribuye a mejorar el suelo por sus bacterias nitrificantes. La avena, rica en fibra soluble y beta-glucano, junto con proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, enriquece el perfil nutricional de la barra, mientras que la moringa aporta vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales. Este estudio busca crear una barra equilibrada que beneficie la salud intestinal de adultos mayores, aprovechando su contenido de fibra. Para evaluar las preferencias de los consumidores, se utilizó un diseño experimental de Distribución de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 30 jueces no entrenados, quienes calificaron sabor, aroma, color y textura de los diferentes tratamientos. El tratamiento que contenía 20% de avena, 15% de harina de frijol panamito y 10% de moringa obtuvo la mayor aceptación, con diferencias significativas ($p < 0,05$) frente a otros tratamientos.

La barra final tiene un alto contenido en carbohidratos (71,6%), proteínas moderadas (10,68%), grasas (11,02%) y baja en fibra (1,42%), lo que la hace adecuada como fuente de energía para colaciones. Los análisis microbiológicos confirman su estabilidad y seguridad durante un almacenamiento de 30 días, sin presencia significativa de microorganismos contaminantes, lo que asegura su inocuidad y calidad bajo las condiciones propuestas.

Palabras clave: *análisis sensorial, barra energética, frijol panamito, moringa, perfil nutricional*

ABSTRACT

This research develops an energy bar using natural ingredients such as beans, oats, dehydrated banana, and moringa, focused on providing a nutritious and healthy option for daily consumption. Beans, with a protein content of 22%, offer an economical alternative to animal proteins and contribute to soil improvement due to the nitrogen-fixing bacteria in their roots. Oats, rich in soluble fiber and beta-glucan, along with proteins, lipids, vitamins, and minerals, enhance the nutritional profile of the bar, while moringa adds vitamins, minerals, and essential amino acids.

The study aims to create a balanced bar that promotes intestinal health for older adults by leveraging its fiber content. To evaluate consumer preferences, a Randomized Complete Block Design (RCBD) was used, involving 30 untrained judges who rated the flavor, aroma, color, and texture of the different formulations. The formulation containing 20% oats, 15% Panamito bean flour, and 10% moringa achieved the highest sensory acceptance, with significant differences ($p < 0.05$) compared to other formulations. The final bar is high in carbohydrates (71.6%), moderate in protein (10.68%) and fat (11.02%), and low in fiber (1.42%), making it suitable as an energy source for snacks. Microbiological analyses confirmed its stability and safety over a 30-day storage period, with no significant presence of contaminating microorganisms, ensuring its safety and quality under the proposed storage conditions.

Keywords: *sensory analysis, energy bar, Panamito bean, moringa, nutritional profile*

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 13 |
| 1.1 Antecedentes del problema..... | 13 |
| 1.2 Planteamiento y formulación del problema..... | 13 |
| 1.2.1 Planteamiento del problema..... | 13 |
| 1.2.2 Formulación del problema..... | 14 |
| 1.3 Justificación de la investigación..... | 14 |
| 1.4 Delimitación de la investigación..... | 15 |
| 1.5 Objetivo general..... | 15 |
| 1.6 Objetivos específicos..... | 15 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 17 |
| 2.1 Estado del arte..... | 17 |
| 2.2 Bases teóricas..... | 18 |
| 2.2.1 Barras energéticas..... | 18 |
| 2.2.1.1. <i>Definición y características</i> | 18 |
| 2.2.1.2. <i>Contenido de las barras de cereales</i> | 18 |
| 2.2.2 Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)..... | 19 |
| 2.2.2.1. <i>Consumo del fréjol en Ecuador</i> | 19 |
| 2.2.2.2. <i>Composición química del fréjol</i> | 19 |
| 2.2.2.3. <i>Cultivo del fréjol en Ecuador</i> | 20 |
| 2.2.3 Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)..... | 21 |
| 2.2.3.1 <i>Descripción y beneficios de la moringa</i> | 21 |
| 2.2.3.2. <i>Usos de la moringa</i> | 21 |
| 2.2.3.3. <i>Beneficios y valor nutricional de la hoja de moringa</i> | 22 |
| 2.2.4 Banano (<i>Musa x paradisiaca</i>)..... | 22 |
| 2.2.4.1. <i>Características del banano</i> | 22 |
| 2.2.4.2. <i>Composición química y valor nutricional del banano</i> | 22 |
| 2.2.5 Avena (<i>Avena sativa</i>)..... | 23 |
| 2.2.5.1. <i>Descripción e importancia</i> | 23 |
| 2.2.5.2. <i>Valor nutricional de la avena</i> | 23 |
| 2.2.5.3. <i>Tipos de avena</i> | 24 |
| 2.3 MARCO LEGAL | 25 |
| 3. Materiales y métodos..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 3.1 Enfoque de la investigación..... | 26 |
| 3.1.1 Tipo de investigación..... | 26 |
| 3.1.2 Diseño de investigación..... | 26 |
| 3.2 Metodología..... | 26 |
| 3.2.1 Variables..... | 26 |
| 3.2.1.1. <i>Variable independiente</i> | 26 |
| 3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i> | 26 |
| 3.2.2 Tratamientos..... | 27 |
| 3.2.3 Diseño experimental..... | 27 |
| 3.2.4 Recolección de datos..... | 28 |
| 3.2.4.1. <i>Recursos</i> | 28 |
| 3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i> | 29 |
| 3.2.5 Análisis estadístico..... | 35 |
| 4. RESULTADOS | 36 |
| 4.1 Análisis del mejor tratamiento en base a un criterio hedónico utilizando un panel de jueces no entrenados..... | 36 |
| 4.2 Análisis las características bromatológicas (fibra, grasas, carbohidratos, proteína, cenizas y energía) del tratamiento mejor evaluado..... | 36 |
| 4.3 Análisis del tiempo de vida útil mediante criterios microbiológicos (<i>Coliformes</i> , mohos y levaduras) en un rango de 0, 15 y 30 días..... | 38 |
| 5. DISCUSIÓN | 39 |
| 6. CONCLUSIONES | 42 |
| 7. RECOMENDACIONES | 43 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 44 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tratamientos empleados en la formulación de la barra | 27 |
| Tabla 2. Modelo de análisis de varianza para los atributos sensoriales | 35 |
| Tabla 3. Ficha para análisis sensorial | 48 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama de Flujo para la elaboración de la barra nutritiva..... | 29 |
|---|----|

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

La desnutrición en Ecuador es un problema de salud pública que afecta a una parte significativa de la población, especialmente a los grupos más vulnerables, como los niños y las comunidades rurales. Algunos de los factores que contribuyen a la desnutrición en Ecuador incluyen la pobreza, la falta de acceso a alimentos nutritivos, la falta de educación nutricional y las desigualdades en el acceso a la atención médica y los servicios básicos (Sandoval *et al.*, 2022).

La relevancia del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador se debe a que es uno de los alimentos favoritos de la población debido a su accesibilidad en términos de costo, su contenido de grasas y proteínas, e incluso su valor nutricional se compara con el de la carne roja (Garcés, 2013). Este cultivo es ampliamente consumido por la mayoría de la población y también es una fuente de ingresos para pequeños y medianos productores (Garcés, 2011). Es la leguminosa más consumida, tanto en forma de grano seco como en grano fresco, cosechado antes de alcanzar la madurez fisiológica (Suarez, 2021).

En la provincia de Los Ríos y sus zonas circundantes (cantones de las provincias de Guayas, Manabí, Bolívar y Azuay), se utilizan materiales recomendados para otras regiones del país, o se adquieren semillas en el mercado local. Sin embargo, el uso de estas semillas a menudo resulta en una germinación inferior al 80%, lo que afecta negativamente la producción y la rentabilidad de los productores (Garcés *et al.*, 2013).

En Ecuador, se cosechan alrededor de 89,789 hectáreas de frijol en grano seco y 15,241 hectáreas en grano tierno, lo que da lugar a producciones de 18,050 y 8,448 toneladas métricas por hectárea, respectivamente (Erazo, 2016).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En el ámbito de la alimentación, se encuentran limitadas opciones de snacks saludables, algunos de los cuales carecen de aceptación por parte de la población. Estos productos tienden a ser rechazados debido a su falta de atractivo en términos de sabor o textura, ya que no son familiares para el consumidor, quien a menudo prefiere alimentos más sabrosos, aunque carezcan de valor nutricional.

No obstante, no todas las personas logran seguir una dieta que satisfaga las necesidades calóricas de sus cuerpos, especialmente cuando se enfrentan a un desgaste físico constante en su vida diaria. Por esta razón, el desarrollo de una barra energética busca complementar la dieta diaria de cada individuo, proporcionando los nutrientes necesarios para mantener una reserva de energía que permita una rápida recuperación después de una jornada laboral o deportiva intensa.

Es esencial destacar que el consumo de snacks como estos se debe a diversos factores, como la conveniencia y la rapidez con la que se pueden consumir. En momentos de falta de tiempo, las personas recurren a ellos para saciar el hambre de forma inmediata, incluso fuera de las comidas regulares.

Para aquellos involucrados en disciplinas de alta intensidad y con altas demandas calóricas, como el atletismo, el ciclismo, la natación y el boxeo, la ingesta específica de carbohidratos es fundamental para mantenerse activos. Los azúcares son el combustible necesario para el funcionamiento y la recuperación muscular, lo que se vuelve aún más crucial en estos niveles extremos de actividad física. Por lo tanto, los atletas se ven obligados a seguir dietas que les proporcionen los nutrientes necesarios para rendir al máximo nivel.

En este contexto, esta investigación se centra en la creación y evaluación de las propiedades bromatológicas y sensoriales de una barra energética que contiene ingredientes beneficiosos que aportan nutrientes para lograr un aumento significativo de energía. Esta opción está diseñada para proporcionar una combinación adecuada de carbohidratos y proteínas en un formato conveniente que puede llevarse en el bolsillo y consumirse al concluir una jornada deportiva o laboral regular.

1.2.2 Formulación del problema

¿Se podrá elaborar una barra nutritiva a base de harina de fréjol, avena, banano y moringa, que sea sensorialmente aceptable por el consumidor y un importante aporte de proteínas y fibra?

1.3 Justificación de la investigación

El frijol, con su contenido de aproximadamente un 22% de proteínas, desempeña un papel fundamental en la alimentación y es una opción relativamente económica en comparación con las proteínas de origen animal, como la carne. Además, contribuye a la mejora de los suelos debido a la presencia de bacterias nitrificantes que se adhieren a las raíces (Bitocchi y Nanni, 2011).

La avena tiene un elevado contenido en fibra dietética soluble, en la que se incluye el beta-glucano, aportando también proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y polifenoles, como las avenantramidas. (Meyer, 2019).

La moringa tiene un alto valor nutricional, el cual proporciona proteínas, fibras, carbohidratos, aminoácidos, vitaminas y minerales. Las hojas tienen más vitamina A que las zanahorias, más vitamina C que las naranjas, más calcio que la leche, más potasio que el plátano, más hierro que la espinaca, más proteína que ningún otro vegetal y puede ser aplicado en sopas o cremas, aliños, jugos, puré e infusiones (Chaguay y Peñafiel, 2021).

La barra energética de este proyecto se producirá utilizando ingredientes saludables, como los frijoles, avena, banano deshidratado y moringa. Además, esta barra destaca por ser una fuente de proteínas, grasas poliinsaturadas y fibra dietética, lo que promueve una digestión saludable en el cuerpo. Este producto es especialmente adecuado para adultos mayores, ya que contribuye positivamente a la salud de su flora intestinal.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La investigación se desarrolló en Planta Piloto de Alimentos, en la Ciudad Universitaria “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” de la Universidad Agraria del Ecuador
- **Tiempo:** El trabajo de titulación se ejecutó en un período de ocho meses.
- **Población:** La población encuestada se conformó por los 30 jueces no entrenados que conforman el panel sensorial. El producto estuvo dirigido a la población en general

1.5 Objetivo general

Evaluar las características organolépticas y bromatológicas de una barra nutritiva a base de fréjol panamito, banano, avena y moringa.

1.6 Objetivos específicos

Establecer el mejor tratamiento en base a un criterio hedónico utilizando un panel de jueces no entrenados

Analizar las características bromatológicas (fibra, grasas, carbohidratos, proteína, cenizas y energía) del tratamiento mejor evaluado

Estimar el tiempo de vida útil mediante criterios microbiológicos (*Coliformes*, mohos y levaduras) en un rango de 0, 15 y 30 días.

1.7 Hipótesis

No existen diferencias significativas en cuanto a las características sensoriales y bromatológicas dentro de las distintas formulaciones de la barra nutritiva a base de fréjol panamito, banano, avena y moringa

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Aldaz y Tantaleán (2019) llevaron a cabo un estudio en el que crearon una barra energética utilizando avena (*Avena sativa*), cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) y macambo (*Theobroma bicolor*). En sus hallazgos, concluyeron que el mejor tratamiento fue la formulación cuatro, que presentó la siguiente composición: 13,55% de humedad, 86,45% de materia seca, 0,028% de acidez, 10,37% de proteína, 71,38% de carbohidratos, 3,0% de grasa, 2,25% de fibra cruda y 1,70% de ceniza, proporcionando 347,80 kcal de energía y 7,43 en valor nutritivo. Además, cumplió con los estándares de estabilidad microbiológica de acuerdo con la NTS N° 591 MINSA/DIGESA V-01 (Regulación sanitaria que establece criterios microbiológicos para la calidad y seguridad de alimentos y bebidas para consumo humano en Perú).

Horna et al. (2019) se centraron en desarrollar barras nutritivas hechas completamente de ingredientes naturales, con cúrcuma y moringa como componentes principales. Estas barras se diseñaron para promover la prevención de la anemia y la obesidad. El análisis fisicoquímico reveló la siguiente composición: 7,43 g/100g de humedad, 6,93 g/100g de proteína, 3,06 g/100g de grasa, 1,47 g/100g de cenizas, 3,01 g/100g de fibra cruda, 81,11 g/100g de carbohidratos, 367,66 kcal/100g de energía total, 281,51 mg/100g de calcio y 14,96 mg/100g de hierro.

Siles y Guido (2019) desarrollaron una barra energética utilizando cereales y frutos secos de alto valor nutricional, con cada 100g del producto conteniendo 414,5 Kcal de energía, 6,6g de proteína, 70,8g de carbohidratos y 11,7g de lípidos. Este producto fue bien aceptado y proporcionó una fuente saludable de carbohidratos, proteínas, minerales y energía, lo que lo convierte en una opción dietética favorable.

Aponte (2022) produjo una barra energética utilizando cultivos andinos: quinua (*Chenopodium quinua*), avena (*Avena sativa*) y amaranto (*Amaranthus caudatus* L.). Después de formular el producto, el análisis fisicoquímico arrojó los siguientes resultados: 5,02% de humedad, 1,85% de ceniza, 28,3% de grasa, 15,9% de proteína, 13,8% de fibra, 35,13% de carbohidratos y 458,82 kilocalorías de energía. Estos valores en su mayoría cumplieron con los estándares y regulaciones establecidos, excepto por el mayor contenido de grasa atribuido principalmente a la inclusión de mantequilla y frutos secos en la formulación. El producto también mostró un recuento

muy bajo de aerobios mesófilos, cumpliendo con los estándares de seguridad microbiológica, garantizando su inocuidad alimentaria.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Barras energéticas

2.2.1.1. Definición y características

Según la investigación realizada por Aponte (2022) en el desarrollo de barras energéticas, se destaca que originalmente fueron concebidas como suplementos dietéticos principalmente para deportistas, aunque en la actualidad se han incorporado en la dieta escolar y son consumidas por numerosos trabajadores. Estas barras energéticas se componen principalmente de carbohidratos, como glucosa y fructosa, que contribuyen al aumento de los depósitos de glucógeno. Además, contienen minerales, vitaminas y una cantidad significativa de fibra, que es esencial en la alimentación diaria. Las barras de cereales, siendo productos relativamente novedosos, han ganado aceptación y se han difundido entre los consumidores, convirtiéndose en un valioso complemento alimentario gracias a sus propiedades nutricionales y su contribución a una adecuada asimilación de vitamina D y calcio.

Estas barras de cereales son ligeras, portátiles, resistentes a las fluctuaciones de temperatura sin requerir aislantes térmicos, se deshacen fácilmente en la boca y se digieren con facilidad. Además, proporcionan un aporte adicional de energía, lo que las hace adecuadas para personas que realizan esfuerzos físicos intensos a lo largo del día. En el ámbito deportivo, los atletas las consumen para regular los niveles de glucosa en sangre y el rendimiento muscular. La presentación estándar de estas barras es de 45 g y aporta aproximadamente 500 kcal (Horna, 2019).

La mayoría de las barras de cereales están compuestas por cereales tostados, acompañados de frutos secos y deshidratados, así como semillas bañadas en miel o jarabe de azúcar para conferirles un sabor agradable y proporcionar la consistencia y las calorías deseadas. Es importante señalar que, en comparación con las barras de cereales, las barras energéticas tienden a contener un mayor contenido de proteínas, minerales y vitaminas, ofreciendo una combinación de carbohidratos simples y complejos (Aponte, 2022).

2.2.1.2. Contenido de las barras de cereales

El aporte que se obtiene principalmente de las barras de cereales es el carbohidrato que aporta energía a corto- medio plazo. Muy aparte las barras contienen

grasas y proteínas, vitaminas y minerales. El contenido de los macronutrientes determina el uso más correcto y eficaz que aporta cada tipo de barra de cereal (Ruiz, 2019).

Algunos hidratos también se transforman en kilocalorías, pero su liberación es lenta. Los lípidos se transforman en energía, de forma lenta y progresiva y esto se aprovecha cuando se requiere un efecto más prolongado. Las barras de cereales contienen vitaminas del grupo B y vitamina C, que ayudan al metabolismo energético.

Los ingredientes habituales que encontramos en las barras de cereales son fructosa, glucosa. Grano. Lactosa. Sacarosa, miel, chocolate, frutos secos, frutas, etc. Es un producto bajo en agua esto quiere decir que es un producto seco.

2.2.2 Fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

2.2.2.1 Consumo del fréjol en Ecuador

El fréjol, conocido también como judía, frijol o poroto, es un alimento indispensable en la dieta de los habitantes de Ecuador. Aunque es posible consumirlo en su estado tierno, la mayor parte de la cosecha se destina a su consumo en estado seco. A pesar de que existen aproximadamente 50 especies de fréjol, las variedades más populares en el mercado ecuatoriano son el fréjol rojo moteado, el canario, el calima negro y el blanco panamito. El fréjol negro suele destinarse principalmente a las exportaciones hacia Italia y Francia, mientras que el blanco panamito se utiliza en la industria para la elaboración de leche de fréjol (Bone y Martínez, 2020)

2.2.2.2. Composición química del fréjol

El consumo de fréjol panamito aporta una serie de nutrientes esenciales, según lo indicado por Lara-Flores (2015) y Palacios (2015):

Proteínas: El frijol es una fuente significativa de proteínas, proporcionando aproximadamente 8.86 g de proteína por cada 100 gramos. Estas proteínas son similares a las presentes en la carne y contienen todos los aminoácidos esenciales necesarios para el organismo. A diferencia de la carne, el frijol es bajo en grasa saturada y no contiene colesterol, lo que lo convierte en una opción saludable.

Antioxidantes: El frijol contiene antioxidantes como el ácido fítico, que ha demostrado reducir el riesgo de cáncer, especialmente de colon y seno. También contiene taninos, que son polifenoles con propiedades antioxidantes, anticancerígenas y antimutagénicas.

Fibra: Esta leguminosa es rica en fibra, tanto soluble como insoluble. La fibra soluble puede ayudar a reducir los niveles de colesterol y regular los niveles de azúcar en sangre, lo que la hace beneficiosa para personas con diabetes. La fibra insoluble contribuye a la regularidad del sistema digestivo y previene el estreñimiento.

Minerales: El frijol es una excelente fuente de minerales como el magnesio y proporciona potasio, hierro, calcio, zinc y fósforo en cantidades significativas. También contiene molibdeno, que desintoxica el organismo del sulfito presente en diversos alimentos, como embutidos.

En relación a los polifenoles, los cuales se han asociado con la prevención de enfermedades crónicas como el cáncer, la diabetes y enfermedades cardiovasculares, algunos de los más abundantes en el frijol son la quercetina-3-O-glucósido, quercetina, miricetina y miricetina-3-O-glucósido. Además, es una fuente de antocianinas como la delfinidina-3-O-glucósido, petunidina-3-O-glucósido y malvidina-3-O-glucósido. El consumo regular de alimentos ricos en antocianinas se ha asociado con una reducción en la incidencia de enfermedades metabólicas, como la diabetes (Díaz-Sánchez *et al.*, 2017).

2.2.2.3 Cultivo del fréjol en Ecuador

En Ecuador, se identifican regiones propicias para el cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*), tales como Milagro, Naranjito y Pedro Carbo en la provincia de Guayas, así como Babahoyo, Vinces y Quevedo en la provincia de Los Ríos. La superficie sembrada a nivel nacional alcanza las 60,000 hectáreas con un rendimiento promedio de 550 kg por hectárea en el año 2010. La Sierra norte, que abarca 8,000 hectáreas, representa la principal área de producción de este grano en el país, con un rendimiento promedio de 30 a 40 quintales por hectárea. Es importante señalar que el 70% de la cosecha proviene de los valles del Chota, Mira e Íntag, ubicados en las provincias de Imbabura y Carchi. La mayor parte de las tierras cultivadas son resultado del trabajo de pequeños agricultores (Montiel, 2011).

Sin embargo, la producción de fréjol en Ecuador se ve limitada por la escasez de variedades mejoradas y la falta de tecnología adecuada para el manejo de este cultivo (Garver, Falconí y Peralta, 2018)

2.2.3 Moringa (*Moringa oleifera*)

2.2.3.1. Descripción y beneficios de la moringa

Según la investigación realizada por Doménech, et.al. (2017), se ha señalado que la Moringa oleífera es un árbol originario de regiones específicas de Asia y África, con una notable capacidad de adaptación a climas cálidos y bajos niveles de precipitación. Sus diversas partes, como hojas, raíces, corteza, flores y vainas, se han utilizado con fines terapéuticos para diversas dolencias. La moringa es altamente nutritiva, ya que contiene minerales, vitaminas y aminoácidos esenciales, lo que la convierte en una herramienta clave en la prevención y el combate de la desnutrición. La literatura científica ha documentado numerosos efectos beneficiosos de las distintas partes de la moringa, como su capacidad antioxidante, antiinflamatoria y bactericida, entre otros.

2.2.3.2. Usos de la moringa

En un esfuerzo por dar a conocer las propiedades nutricionales de la moringa a los consumidores, se están llevando a cabo investigaciones que involucran la incorporación de moringa en diversos tipos de alimentos, principalmente productos cárnicos y panificados. En el caso de los productos cárnicos, la moringa se utiliza como aditivo, conservante y antioxidante, logrando resultados positivos sin comprometer las características sensoriales del producto final. En la industria de la panadería, el enfoque suele estar en enriquecer nutricionalmente los alimentos, aunque en estos casos, las características organolépticas pueden variar según la dosis de moringa utilizada y el tipo de producto (pan, galletas, dulces, etc.).

Alfonso y Méndez (2018) señalan que la industria alimentaria se enfrenta a un desafío importante: la incorporación de la moringa como ingrediente, reemplazando conservantes y antioxidantes químicos por alternativas naturales, al tiempo que se elaboran productos básicos, como el pan, altamente nutritivos, ideales para grupos de población con mayor riesgo de desnutrición.

En cuanto al uso alimentario de la *Moringa oleífera*, esta se concentra principalmente en galletas, panes y productos cárnicos. En el caso de las galletas, su incorporación tiene un propósito nutricional, mientras que, en los productos cárnicos, se emplea con un objetivo tecnológico, especialmente como conservante y antioxidante.

2.2.3.3. Beneficios y valor nutricional de la hoja de moringa

Las hojas de moringa se destacan por sus diversos beneficios, como propiedades antimicrobianas, antiparasitarias, antidiabéticas, anti anémicas y su potencial para combatir el cáncer. Dependiendo de la cantidad de polvo de hojas secas y semillas de moringa consumida, se puede contribuir significativamente a combatir la desnutrición. En comparación con otros alimentos de origen vegetal, la moringa supera en más del doble el contenido de proteínas (Horna *et al.*, 2019).

En términos de valor nutricional, en el mercado actualmente se encuentran diversos productos elaborados a partir de la moringa, como cápsulas genéricas, chocolate, cápsulas de moringa y ginseng, cremas hidratantes, vainas frescas, refrigeradas y enlatadas destinadas al consumo humano. Estos productos destacan por su contenido en vitaminas, como vitamina A, B1, B2, B3, C, y minerales como cobre, cromo, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio, proteínas y zinc (Sánchez, 2013).

2.2.4 Banano (*Musa x paradisiaca*)

2.2.4.1 Características del banano

El banano es una fruta de forma curvilínea y color amarillo con un sabor dulce y textura dura. Desde el punto de vista nutricional, es considerado un alimento altamente energético debido a su contenido de hidratos de carbono fácilmente asimilables como sacarosa, fructosa y glucosa. Sin embargo, es bajo en proteínas y lípidos. Además, se destaca por su alto contenido de potasio (Chacón, *et.al.*, 2016).

Los niveles de maduración del banano están relacionados con el grado Brix, que comienza a aumentar a partir de los 12 °Brix, creando otra área constante entre 14 y 20 °Brix antes de descender constantemente al final de la maduración. Estos cambios de coloración, de verde a amarillo y finalmente a café, se deben a factores como la maduración, el aumento de los niveles de etileno y otros catalizadores metabólicos que degradan la pectina, almidones y aumentan los azúcares (Asencio, 2013).

2.2.4.2 Composición química y valor nutricional del banano

La composición química del banano por cada 100 g incluye un 75% de agua, 20 g de carbohidratos, 0.3 g de grasa bruta y una cantidad equivalente de fibra bruta. Además, contiene 400 mg de vitamina A, 10 mg de vitamina C, vitaminas del grupo B,

ácido fólico y vitamina E, así como minerales como magnesio, potasio y ácido fólico. También es rico en fibra y contiene betacaroteno (Dávila y Moreira, 2015).

El banano es una fruta que ofrece beneficios nutricionales, ya que contiene vitaminas antioxidantes A, C y E, tiene un efecto diurético leve y es remineralizante. Es recomendado para niños y deportistas. Para las personas con obesidad y ansiedad, se recomienda consumir el banano no maduro, ya que prolonga la saciedad. El magnesio presente en el banano es esencial para el funcionamiento del intestino, nervios y músculos, además de la formación de huesos y dientes. También es beneficioso para contrarrestar la hipertensión arterial debido a su alto contenido de potasio (Soledispa, *et al.*, 2017).

Además, el banano es rico en hidratos de carbono debido a sus tres azúcares naturales: sacarina, fructosa y glucosa, combinados con fibra. Es eficaz en el tratamiento de procesos diarreicos y su contenido en zinc ayuda a prevenir la caída y fortalecer el cabello. La pectina y la fibra en el banano ayudan a reducir el colesterol, y a pesar de su sabor dulce, aporta aproximadamente 90 calorías por cada 100 g, lo que lo convierte en una opción relativamente baja en calorías en comparación con otras frutas (Cardozo, *et al.*, 2016).

2.2.5 Avena (*Avena sativa*)

2.2.5.1. Descripción e importancia

La avena es un cereal con un alto contenido de fibra dietética soluble, proteínas, polifenoles, vitaminas, betaglucano, minerales y lípidos. Además, es importante destacar que la avena no contiene gluten, lo que la hace altamente valorada en las dietas humanas (Aponte, 2022).

2.2.5.2. Valor nutricional de la avena

El valor nutricional presente en los granos de avena es superior al de otros cereales, ya que la avena es un cereal enriquecido en aminoácidos esenciales, especialmente en lisina. En comparación con el maíz, la avena tiene un mayor contenido de proteínas digestibles, y también contiene una cantidad significativa de grasa en comparación con el trigo y la cebada. Cuando se combina con otras proteínas de los ingredientes que forman parte de la barra energética, mejora la calidad proteica del producto final (Calle, 2023).

La avena se destaca como uno de los cereales más completos y saludables, con notables propiedades nutricionales. Este cereal aporta proteínas, fibras, grasas

beneficiosas, así como cantidades significativas de vitaminas y minerales, lo que le otorga la categoría de "súper alimento" (Nutrición, 2020).

La Fundación Española de Nutrición (FEN) recomienda su consumo a personas que enfrentan condiciones como cáncer, diabetes, obesidad, síndrome metabólico y oncólogos, ya que la avena contribuye al control y reducción del colesterol, regula los niveles de azúcar en la sangre, posee propiedades antioxidantes, mejora el microbiota intestinal, previene el estreñimiento y proporciona sensación de saciedad, ayudando a regular el apetito (Alcolea, 2020).

Además, la avena es rica en fibra dietética soluble, incluyendo el beta-glucano, y contiene proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y polifenoles como las avenantramidas (Meyer, 2019).

2.2.5.3 Tipos de avena

Clásicos copos de avena: Estos copos son el resultado de aplastar granos enteros de avena mediante rodillos. Se ha observado que cocinarlos durante un período prolongado puede aumentar su índice glucémico, por lo que se recomienda cocinarlos en agua. Estos copos son ideales para su uso en pan, con granola o en la preparación de barras (Sagrera, 2018).

Copos de avena rápidos: Estos granos han sido previamente cortados antes de pasar por los rodillos, lo que produce copos más finos. Incluso se pueden convertir en harina de avena mediante la licuadora durante unos 2 minutos y se utilizan en la elaboración de porridge (Bernácer, 2019).

Copos de avena instantáneos: Estos copos de avena ya vienen precocidos y contienen conservantes, sal y azúcares, por lo que no se recomienda su consumo diario (Sagrera, 2018).

Granos de avena enteros: Estos granos de avena pueden servir como sustituto del arroz y tienen un sabor similar al de las nueces. A menudo se utilizan para preparar risottos (Bernácer, 2019).

Granos de avena cortados: También conocidos como avena de cabeza de alfiler, son granos de avena que han sido cortados en trozos pequeños.

Salvado de avena: Se obtiene al refinar los granos de avena, es decir, la capa exterior. Es suave y aporta fibra, minerales, vitaminas, enzimas, proteínas y grasas insaturadas. Se puede utilizar en la elaboración de pan, galletas, y otros productos (Sagrera, 2018).

Harina de avena: También llamada avena blanca, es una harina refinada que no contiene gluten y se utiliza principalmente en repostería. Ofrece diversos beneficios, como la prevención del estreñimiento, el control de la diabetes tipo 2 y la gestión del peso, entre otros (Bernácer, 2019).

2.3 Marco legal

NTE INEN 2570 (2011) (Spanish): Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos

ALCANCE

Esta norma se aplica a los productos fritos u horneados que se comercializan envasados y enteros, tales como: tostado, maní, habas, garbanzos, semilla de sambo, entre otros.

DEFINICIONES

Bocaditos. Son los productos alimenticios que permiten mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, se los conoce como pasabocas, snacks, botanas.

Requisitos específicos

4.1.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública y además se deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).

4.1.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos

4.1.3 El Aceite utilizado en la elaboración de estos productos debe cumplir con los requisitos establecidos en las NTE INEN correspondientes para aceites comestibles de acuerdo con su naturaleza.

4.1.4 Se permite la adición de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074

4.1.5 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas

4.1.6 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.

4.1.8 En los productos con base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina será de 20 µg/ kg

4.1.9 El límite máximo de plaguicidas es el que establece el Codex alimentarius CAC/LMR 1

4.1.10 El límite máximo de contaminantes para estos productos es el que establece el documento Codex CXS 193, Contaminantes de los alimentos

4.2 Requisitos complementarios

4.2.1 Estos productos se pueden comercializar solos o en mezcla de productos.

4.2.2 El producto se debe expender de acuerdo con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Para el desarrollo del trabajo se aplicará una investigación de tipo experimental, debido a que se pueden controlar y manipular las variables de manera precisa, lo cual es importante cuando se desea evaluar el impacto de diferentes ingredientes, procesos de fabricación o condiciones de almacenamiento en las propiedades sensoriales y bromatológicas de la barra nutritiva.

El nivel de conocimiento que se aplicará será de tipo descriptivo para proporcionar una caracterización detallada de las propiedades sensoriales y bromatológicas de la barra nutritiva, esto permite identificar y describir las características organolépticas (sabor, aroma, textura, etc.) y la composición química de manera sistemática.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación será de tipo experimental, ya que se pueden controlar y manipular las variables de manera precisa, esto es esencial cuando se desea evaluar el impacto de diferentes ingredientes, procesos de fabricación o condiciones de almacenamiento en las propiedades sensoriales y bromatológicas de la barra nutritiva. Además, permite establecer relaciones de causa y efecto, lo cual es útil para determinar si cambios específicos en la formulación o el procesamiento de la barra tienen un efecto significativo en su calidad sensorial y composición nutricional.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Formulación de la barra.

3.2.1.2. Variable dependiente

Atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura).

Características bromatológicas (fibra, grasas, carbohidratos, proteína, cenizas y energía) del tratamiento mejor evaluado.

Tiempo de vida útil mediante criterios microbiológicos (Coliformes, mohos y levaduras) en un rango de 0, 15 y 30 días.

3.2.2 Tratamientos

La formulación del producto se realizó en base a la investigación desarrollada por Alvarado (2022), la cual se varió en tres distintos tratamientos para evaluar la aceptabilidad de la misma

Tabla 1. Tratamientos empleados en la formulación de la barra

| Ingredientes | T1 | T2 | T3 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Avena | 30% | 25% | 20% |
| Fréjol panamito | 10% | 17% | 15% |
| Moringa | 5% | 3% | 10% |
| Banano deshidratado | 15% | 15% | 15% |
| Chips de chocolate | 9,37% | 9,37% | 9,37% |
| Frutos secos | 10% | 10% | 10% |
| Miel | 11,6% | 11,6% | 11,6% |
| Aglutinante | 1,33% | 1,33% | 1,33% |
| Aceite de oliva | 6% | 6% | 6% |
| Esencia de vainilla | 1,7% | 1,7% | 1,7% |

Sánchez, 2024

3.2.3 Diseño experimental

De acuerdo con los objetivos establecidos para este experimento, se ha diseñado un plan que involucra el uso de una Distribución de Bloques Completos al Azar (DBCA) para evaluar las variables cualitativas o sensoriales. En este proceso, se contará con la participación de 30 jueces no experimentados, quienes serán la fuente de bloqueo. Estos jueces evaluarán, basándose en criterios hedónicos, aspectos como el sabor, el aroma, el color y la textura del producto en cuestión. Se empleará una porción de muestra de 35 gramos, que se aplicará utilizando un borrador de agua.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Recursos bibliográficos

Revistas científicas

Artículos científicos

Libros

Sitio web

Tesis

Recursos institucionales

Universidad Agraria del Ecuador

Laboratorio de Procesamiento de Alimentos

Recursos materiales

Los materiales a utilizar para el trabajo experimental se describen a continuación

Materia prima e insumos

Materia prima

Avena

Fréjol panamito

Hojas de moringa deshidratadas

Banano deshidratado

Chips de chocolate

Miel

Insumos

Albúmina

Aceite de oliva

Esencia de vainilla

Útiles de laboratorio

Paleta de madera

Recipientes plásticos (bandejas cuadradas)

Jarra volumétrica (1 Litro)

Equipos

Balanza electrónica

Termómetro digital

Refractómetro

Cocina Industrial

Ollas de acero inoxidable

3.2.4.2. Métodos y técnicas

El diagrama de flujo del proceso de elaboración de la barra nutritiva se detalla en la Figura 1.

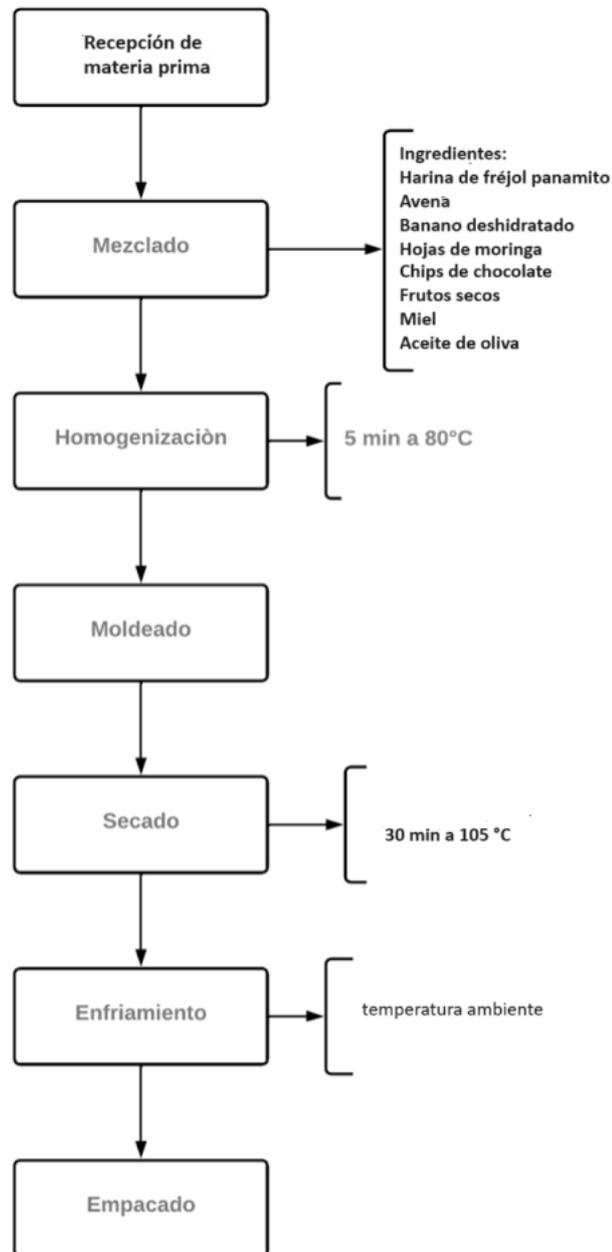


Figura 1.Diagrama de Flujo para la elaboración de la barra nutritiva
Sánchez, 2024

Descripción del proceso de elaboración de la barra nutritiva a base de fréjol panamito, avena, banano y moringa

Recepción de materia prima:

La materia prima se adquirirá en un mercado local, para lo cual se realizará una inspección visual, para detectar posibles problemas obvios como daños, moho, insectos o cualquier otro signo de contaminación. Los ingredientes deben verse frescos y en buen estado.

Mezclado:

En este proceso se procede a mezclar primero los ingredientes secos y luego los ingredientes húmedos, para evitar la formación de grumos. Previo al mezclado hay que asegurarse de que todos los ingredientes estén correctamente pesados en base a los tratamientos formulados y que los mismos estén preparados antes de comenzar el proceso de mezclado, esto incluye picar o triturar los ingredientes según sea necesario para lograr una mezcla homogénea.

Homogenización:

Se debe mezclar todos los ingredientes hasta que se incorporen bien a una temperatura de 80°C por un tiempo de 5 minutos para obtener una mezcla uniforme, hay que asegurarse de que no haya áreas con acumulación de ingredientes secos o húmedos sin mezclar.

Moldeado:

Se procede a colocar la mezcla en moldes antes de ser llevado al horno. La consistencia de la masa es esencial para dar forma a las barras, es importante que la mezcla tenga la textura adecuada para darle forma fácilmente. Es importante limpiar y sanitizar adecuadamente todos los equipos y utensilios utilizados para evitar la contaminación cruzada

Secado:

Se lleva al horno precalentado a una temperatura de 105 °C por un tiempo de 25 minutos para que la mezcla obtenga firmeza y color.

Enfriamiento:

Se debe colocar las barras calientes en una superficie limpia y plana a temperatura ambiente. Evitar apilarlas inmediatamente, ya que el calor residual puede atraparse y afectar la textura. Se recomienda dejarlas enfriar durante al menos 1 a 2 horas antes de manipularlas o empaquetarlas para evitar la condensación que pueda

causar humedad.

Empacado:

Una vez que las barras estén completamente frías se procede a empacarlas y almacenarlas en contenedores individuales y herméticos.

Variables a evaluar

Atributos sensoriales

Se llevará a cabo una evaluación de los productos mediante un panel compuesto por 30 jueces. Utilizaremos una encuesta estructurada que incluirá los siguientes criterios: color, olor, sabor y textura. Los jueces expresarán su nivel de satisfacción por cada uno de los productos utilizando una escala hedónica calificada del 1 al 5. Esto nos proporcionará información sobre la aceptación de los productos y permitirá a los panelistas expresar su grado de preferencia por cada uno de ellos.

Energía total NTE INEN 1334-3:2011

Los alimentos procesados envasados y empaquetados no deben describirse ni presentarse con un rótulo o rotulado en los que se empleen palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que hagan alusión a propiedades medicinales, terapéuticas, curativas, o especiales que puedan dar lugar a apreciaciones falsas sobre la verdadera naturaleza, origen, composición o calidad del alimento

El porcentaje del ingrediente, por peso o volumen, de cada ingrediente, se colocará en la etiqueta muy cerca de las palabras o imágenes o gráficos que destacan el ingrediente particular, o al lado del nombre común del alimento, o adyacente a cada ingrediente apropiado enumerado en la lista de ingredientes como un porcentaje mínimo cuando el énfasis es sobre la presencia del ingrediente, y como un porcentaje máximo cuando el énfasis es sobre el bajo nivel del ingrediente.

Determinación de fibra NTE INEN 1334-2

Fibra cruda. Es el residuo insoluble obtenido después del tratamiento de la muestra de harina de origen vegetal y determinada mediante procedimientos normalizados.

Digerir la muestra sin grasa con solución de ácido sulfúrico, lavar y nuevamente digerir con solución de hidróxido de sodio, lavar, secar y pesar. Calcinar hasta destrucción de la materia orgánica. La pérdida de peso después de la calcinación es el contenido de fibra cruda en la muestra

Procedimiento

La determinación debe realizarse deshidratación por calor sobre la misma muestra preparada.

Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 3 g de muestra y transferir a un dedal de porosidad adecuada, tapar con algodón, colocar en la estufa calentada a $130 \pm 2^\circ\text{C}$, por el tiempo de una hora.

Colocar en el aparato Soxhlet y llevar a cabo la extracción de la grasa, con una cantidad suficiente de éter anhidro; el tiempo de extracción será de cuatro horas, si la velocidad de condensación es de cinco a seis gotas por segundo, o por un tiempo de 16 h, si dicha velocidad es de dos a tres gotas por segundo.

Sacar el dedal con la muestra sin grasa, dejar en el medio ambiente para que se evapore el solvente, colocarlo en la estufa y llevar a una temperatura de 100°C , por el tiempo de dos horas. Transferir al desecador y dejar enfriar a la temperatura ambiente.

Colocar el crisol Gooch y su contenido en la estufa calentada a $130 \pm 2^\circ\text{C}$ por el tiempo de dos horas, transferir al desecador, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.

Colocar el crisol con la muestra seca en la mufla e incinerar a una temperatura de $500 \pm 50^\circ\text{C}$, por el tiempo de 30 min; enfriar en desecador y pesar.

Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de para cada determinación o serie de determinaciones

Humedad AOAC 925.10; Gravimetría

Es un procedimiento gravimétrico indirecto utilizado para determinar la humedad de alimentos. Este método se basa en la pérdida de peso de la muestra debido a la evaporación de agua durante un proceso de desecación en estufa con circulación forzada de aire a presión atmosférica o a vacío.

La humedad de un alimento se puede determinar utilizando diferentes métodos, como desecación, liofilización y balanza de infrarrojos, siendo el procedimiento más común el descrito por la Asociación Oficial de Analytica (AOAC) según su procedimiento número 964.22

Calculo:

Contenido de humedad (%) = $(\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial} \times 100$

Proteína NTE INEN-ISO 20483; Volumetría

Para la determinación de proteína se utilizará el método Kjeldahl:

- Moler la muestra con un molino (tamaño de muestra 1 mm).
- Pesar 0.5 - 1 gr de muestra con exactitud 0.1 mg en un tubo de análisis de 250 ml.
- Añadir en el tubo de análisis: 1 tableta catalizadora VW, 13 ml de ácido sulfúrico concentrado (96-98%).
- Preparar algunos blancos con todos los reactivos, pero sin muestra.
- Conectar la unidad de digestión a una bomba de aspiración apropiada junto a un sistema de neutralizado y limpieza para neutralizar los vapores ácidos generados durante la digestión.
 - Digerir las muestras durante 60 minutos a 420 °C según el método “cereals and animal feed” (n° 7 en DKL 20).
 - Dejar enfriar los tubos a 50-60 °C.
 - Acondicionar la unidad UDK 159 ejecutando el “Check up” automático en el menú del sistema y lavado.
 - Destilar las muestras según los parámetros (predefinidos método n° 7): H₂O (agua dilución): 50 ml, NaOH (32 %): 50 ml, H₃BO₃ (4 % con indicadores): 30 ml.
 - Valorar la cantidad de nitrógeno destilado con HCl (0.2N) como disolución valorante y factor proteína 6.25.

Donde los materiales a utilizar son los siguientes:

- Molino para muestras
- Tubos de análisis de 250 ml
- Tabletas catalizadoras VW
- Ácido sulfúrico concentrado (96-98%)
- Unidad de digestión automática DKL 20
- Bomba de aspiración
- Sistema de neutralizado y limpieza (SMS Scrubber)
- Unidad de destilación automática kjeldahl con valoración integrada UDK 159
- Reactivos: H

La fórmula para determinar el nivel de proteína es la detallada a continuación:

$$\%Proteína\ cruda = \frac{(V * N * F * 6.25)}{m}$$

Donde se observa:

- V: volumen de la disolución valorante gastado en la valoración de la muestra (en ml)

- N: normalidad de la disolución valorante (en N)
- F: factor de corrección de la disolución valorante (adimensional)
- 6.25: factor proteína
- m: masa de la muestra (en g)

Para obtener el resultado en porcentaje, se multiplica el resultado por 100.

Nota: Es importante tener en cuenta que esta fórmula se aplica después de realizar la digestión y destilación de la muestra, y valorar la cantidad de nitrógeno destilado con HCl (0.2N) como disolución valorante y factor proteína 6.25.

Carbohidratos

Para la determinación de carbohidrato se determinará mediante un análisis proximal en donde se calculará la diferencia de los siguientes factores: humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra cruda, aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ proteina} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra cruda} + \% \text{ ceniza})$$

Energía Calórica

Según la INEN 1334-2:2011 esta debe determinarse utilizando los factores de conversión dados por la organización, y nos quedó la siguiente formula:

$$\text{Energía} = (\text{carbohidratos} * 4) + (\text{proteína} * 4) + (\text{grasa} * 9)$$

Cenizas AOAC 923.03; Gravimetría

Este sirve para determinar el contenido de cenizas en productos alimenticios.

Los siguientes son los pasos involucrados en la determinación del contenido de cenizas utilizando estos métodos:

- Pesar muestra del producto a ensayar.
- Incinerar la muestra en un horno de mufla a una temperatura de 550-600 °C hasta que se destruya toda la materia orgánica y solo queden las cenizas, (tiempo estimado de 4-6 horas).

- Dejar enfriar la muestra en un desecador.
- Pesar la muestra nuevamente para determinar el peso de la ceniza.

Calcular el contenido de cenizas de la muestra usando la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de cenizas (\%)} = \frac{\text{peso de cenizas}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

3.2.5 Análisis estadístico

La información generada en el estudio sobre la evaluación de las variables cualitativas, que incluyen color, aroma, sabor y textura, será sometida a un análisis de varianza. Este análisis se llevará a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar, con la participación de 30 jueces no entrenados para cada tratamiento. El propósito de este análisis es identificar posibles diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.

Los análisis se llevarán a cabo con un nivel de significancia del 5 %, lo que implica una probabilidad de error del tipo 1 del 5 %. Para realizar estos análisis, se utilizará la versión estudiantil del software InfoStat. El modelo de análisis de varianza a emplear está detallado en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 2. Modelo de análisis de varianza para los atributos sensoriales

| Fuente de variación | Grados de libertad |
|----------------------------|---------------------------|
| Total | 89 |
| Tratamientos | 2 |
| Repetición | 29 |
| Error experimental | 58 |

Sánchez, 2024

4. RESULTADOS

4.1 Análisis del mejor tratamiento en base a un criterio hedónico utilizando un panel de jueces no entrenados.

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en el análisis sensorial efectuado a la barra nutricional utilizando las distintas formulaciones establecidas.

Tabla 3. Análisis sensorial efectuado a las distintas formulaciones de la barra nutricional

| N° | Tratamiento | Color | Olor | Sabor | Textura |
|----------------|---|--------|---------|--------|---------|
| T ₁ | 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 3.37 b | 3.33 b | 2.50 b | 2.63 b |
| T ₂ | 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 3.50 b | 3.53 ab | 2.67 b | 3.03 ab |
| T ₃ | 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 4.23 a | 4.10 a | 3.67 a | 3.80 a |
| | C.V % | 27.77 | 27.33 | 34.70 | 40.59 |

Sánchez, 2024

Los resultados obtenidos muestran mayor aceptación de los panelistas por el tratamiento 3 elaborado con 20% de avena; 15% de harina de fréjol panamito y 10% de moringa. En la valoración del olor y la textura, el tratamiento 3 con medias de 4,10 y 3,80 no mostró diferencias significativas con el tratamiento 2 (25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa) el cual obtuvo medias de 3,53 en olor y 3,03 en textura. Los coeficientes de variación fueron de 27,33% en el caso del olor y de 40,59% para la textura, mostrando una alta variabilidad en la respuesta de los panelistas.

En el análisis de color y sabor se observó que el tratamiento 3 se diferenció significativamente del resto de tratamientos con medias de 4,23 en color y 3,67 para sabor, mientras que el coeficiente de variación fue de 27,77% y 34,70% respectivamente.

4.2 Análisis las características bromatológicas (fibra, grasas, carbohidratos, proteína, cenizas y energía) del tratamiento mejor evaluado

Los resultados bromatológicos de la barra nutritiva a base de fréjol panamito, banano, avena y moringa se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis bromatológico del tratamiento mejor evaluado

| Muestra | Parámetro | Método | Resultado | Unidad |
|-----------------|-----------------------|------------------------------------|-----------|----------|
| Barra nutritiva | Fibra dietaria | Cleeg-Antone Espectrofotometría | 1,42 | % |
| | Carbohidratos totales | AOAC 974.06 Volumetría | 71,6 | % |
| | Cenizas | AOAC 942.05 (Gravimetría) | 1,43 | |
| | Proteína | AOAC 984.13 (Volumetría) | 10,68 | |
| | Grasa | Folch modificado Gravimetría | 11,02 | % |
| | Energía (calorías) | Codex CACGL2-EN Cálculo | 167 | Kcal/100 |

Sánchez, 2024

Los resultados indican que la barra contiene un 1,42% de fibra dietaria. La fibra dietaria es importante para la salud digestiva y contribuye a la sensación de saciedad. Un contenido del 1,42% es relativamente bajo, esto se debe a que el aporte de las materias primas que tienen alto contenido de fibra fue bajo en el tratamiento de mayor aceptación sensorial (20% avena y 15% de fréjol panamito).

La barra contiene un 71,6% de carbohidratos, lo que representa una cantidad alta. Esto es consistente con los ingredientes como el banano y la avena, que son ricos en carbohidratos. Este porcentaje indica que la barra es una buena fuente de energía rápida, ideal para reponer energía después de actividades físicas.

El contenido de cenizas del 1,43% refleja la cantidad de minerales totales presentes en la barra. Este es un valor normal y muestra que la barra tiene una cantidad moderada de minerales esenciales.

Un contenido proteico del 10,68% es significativo y sugiere que la barra contribuye a la ingesta diaria de proteínas, lo cual es crucial para el mantenimiento y reparación de tejidos corporales. La presencia del fréjol panamito y la moringa podría estar aportando a este valor.

El contenido de grasa del 11,02% es moderado. Las grasas son necesarias para la absorción de vitaminas liposolubles y proporcionan energía. Este valor indica que la barra tiene un balance adecuado de grasas.

La barra tiene un aporte energético de 167 kilocalorías por cada 100 gramos. Esto sugiere que la barra es relativamente baja en calorías, lo cual podría ser

beneficioso para quienes buscan un alimento nutritivo con un control calórico moderado.

4.3 Análisis del tiempo de vida útil mediante criterios microbiológicos (Coliformes, mohos y levaduras) en un rango de 0, 15 y 30 días.

Los resultados de los análisis microbiológicos hasta los 30 días de conservación se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Estimación de la vida útil de la barra nutritiva

| Muestra | Parámetro | Método | 0 días | 15 días | 30 días |
|-----------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Barra nutritiva | Coliformes totales | Petrifilm | <10 UFC/g | <10 UFC/g | <10 UFC/g |
| | Mohos y levaduras | Petrifilm | <10 UFC/g | <10 UFC/g | <10 UFC/g |

Sánchez, 2024

Los resultados de Coliformes totales y de mohos y levaduras evidenciaron ausencia (<10 UFC/g) en todos los tiempos evaluados (0, 15, y 30 días). Esto sugiere que las condiciones de producción y almacenamiento son higiénicas y que el producto se mantiene microbiológicamente estable durante al menos 30 días.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por Ortiz et al. (2024) en su investigación sobre barras alimenticias a base de centeno, amaranto y Stevia presentan un claro paralelo con los estudios de Siles y Guido (2019) y la investigación sobre la selección de formulaciones viables en barras energéticas. En el estudio de Ortiz et al. (2024), la formulación 1 destacó en todos los atributos sensoriales evaluados: obtuvo las mejores puntuaciones en color (4,65), olor (4,55), sabor (4,0), textura (4,95) y aceptabilidad general (4,55), lo que la calificó como "me gusta mucho".

Siles y Guido (2019) determinaron que el tratamiento 3 con glucosa de maíz y miel era el más exitoso debido a su textura, sabor e imagen agradable, aspectos que fueron bien recibidos por los catadores. Ambos estudios subrayan la importancia de seleccionar formulaciones que equilibren estos atributos sensoriales clave para lograr una alta aceptación del producto final.

Comparando estos hallazgos con los resultados del análisis sensorial de las barras energéticas desarrolladas en la presente investigación, se observa una tendencia similar: la necesidad de identificar una formulación que cumpla con los criterios de color, olor, sabor y textura para satisfacer a los consumidores. En todos los estudios mencionados, las barras que alcanzaron los mejores resultados sensoriales compartían características de equilibrio en sus ingredientes y cualidades organolépticas, lo que sugiere que estos factores son determinantes para la aceptación del producto.

En resumen, la consistencia de estos hallazgos a través de diferentes estudios resalta la relevancia de las pruebas sensoriales para la optimización de formulaciones en productos alimenticios. La formulación seleccionada en cada investigación no solo debe cumplir con los estándares nutricionales y de calidad, sino también asegurar una experiencia sensorial agradable que motive a los consumidores a preferir el producto.

La barra desarrollada en esta investigación tiene un contenido de proteína (10,68%) comparable a la de Aldaz y Tantaleán (2019) (10,37%), pero es menor que la de Aponte (2022) (15,9%) y mayor que la de Horna et al. (2019) (6,93%) y Siles y Guido (2019) (6,6%).

El contenido proteico más alto en la barra de Aponte (2022) se debe al uso de quinua, amaranto y avena, ingredientes con un alto contenido proteico natural. Sin embargo, la barra que se desarrolló en el presente estudio y las otras barras con

menor contenido proteico utilizan ingredientes como el banano, que es bajo en proteínas, lo que diluye el contenido proteico total. La inclusión del fréjol panamito contribuye al contenido de proteína, pero no en la misma magnitud que las fuentes de proteínas más concentradas como la quinua y el amaranto.

De igual forma esta barra nutritiva tiene un contenido de carbohidratos (71,6%) similar al de Aldaz y Tantaleán (2019) (71,38%) y Siles y Guido (2019) (70,8%), menor que la de Horna et al. (2019) (81,11%), y significativamente mayor que la de Aponte (2022) (35,13%). El elevado contenido de carbohidratos en la barra actual es resultado de ingredientes como el banano y la avena, ambos ricos en carbohidratos. Estas barras suelen estar diseñadas para proporcionar energía rápida. No obstante, la barra de Aponte presenta un menor contenido de carbohidratos debido a la inclusión de una mayor cantidad de grasas y proteínas, lo que desplaza el contenido de carbohidratos. También, la elección de ingredientes como la quinua y el amaranto, que, aunque tienen carbohidratos, también son ricos en proteínas y grasas saludables.

La barra con frejol panamito y avena tiene un contenido de grasa (11,02%) similar al de Siles y Guido (2019) (11,7%) y significativamente menor que la de Aponte (2022) (28,3%). Es mayor que la de Aldaz y Tantaleán (2019) (3,0%) y Horna et al. (2019) (3,06%). La inclusión de ingredientes como el macambo en la barra de Aponte (2022), que es un fruto seco con un alto contenido graso, así como la adición de mantequilla, incrementa considerablemente el contenido de grasa. La barra actual tiene un contenido graso moderado debido a la presencia de ingredientes como la avena y el fréjol panamito, que contienen grasas en cantidades moderadas.

Las barras con menor contenido de grasa, como la de Aldaz (2019) y Tantaleán y Horna et al. (2019), utilizan ingredientes con bajo contenido graso y están diseñadas para ser opciones más ligeras y menos energéticamente densas.

El contenido de fibra dietaria en esta barra es bajo (1,42%) en comparación con todas las demás barras, especialmente la de Aponte (2022) (13,8%). El bajo contenido de fibra en la barra actual se debe al uso de ingredientes como el banano, que es bajo en fibra. Aunque la avena y la moringa contienen fibra, la proporción en la formulación no es suficiente para alcanzar un alto contenido de fibra dietaria. En contraste, la barra de Aponte (2022) incluye quinua y amaranto, ambos ingredientes con un alto contenido de fibra. Las barras con mayor contenido de fibra han utilizado ingredientes

específicos como la quinua, el amaranto, y la inclusión de fibras crudas en mayor proporción, lo que eleva significativamente el contenido de fibra.

El contenido de cenizas (1,43%) es comparable al de las otras investigaciones ya mencionadas, variando entre 1,47% y 1,85%. El contenido de cenizas, que representa la cantidad total de minerales, es relativamente constante en las barras, ya que todas incluyen una variedad de ingredientes naturales que aportan minerales esenciales. La pequeña variación en los valores podría deberse a diferencias en la proporción de ingredientes ricos en minerales en cada formulación.

La barra actual tiene un contenido calórico bajo (167 kcal/100g) en comparación con las otras barras, que oscilan entre 347,80 kcal/100g y 458,82 kcal/100g. El menor contenido calórico de la barra con frejol panamito, avena y moringa se debe a la combinación de un menor contenido de grasas y un menor contenido de carbohidratos complejos en comparación con las otras barras, especialmente la de Aponte (2022), que tiene una alta densidad energética debido a su mayor contenido de grasa. Esto hace que la barra actual sea más adecuada para quienes buscan un snack con menos calorías. Las otras barras, especialmente las desarrolladas por Aponte (2022) y Siles y Guido (2019), tienen un mayor contenido calórico debido a una combinación de altos niveles de carbohidratos, grasas, y en algunos casos, proteínas. Esto las hace más densas en energía, adecuadas para situaciones donde se requiere un mayor aporte calórico.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial muestran mayor aceptación de los panelistas por el tratamiento 3 elaborado con 20% de avena; 15% de harina de fréjol panamito y 10% de moringa, el cual se diferenció significativamente ($p < 0,05$) del resto de tratamientos evaluados.

Esta barra nutritiva presenta un perfil equilibrado, con un alto contenido en carbohidratos (71,6%), un aporte moderado de proteínas (10,68%) y grasas (11,02%), y un contenido bajo de fibra (1,42%). Es una buena fuente de energía, adecuada para un consumo que busque balancear el aporte calórico con la necesidad de macronutrientes esenciales. Sería ideal para ser consumida como una colación energizante o para complementar una dieta diaria.

Los resultados microbiológicos indican que la barra nutritiva mantiene una excelente calidad microbiológica durante un periodo de 30 días. No se observa crecimiento de coliformes totales, ni de mohos o levaduras en las muestras analizadas, lo que sugiere que el producto es seguro para el consumo durante este periodo. Esto también puede implicar que las condiciones de almacenamiento, formulación y procesamiento de la barra son adecuadas para prevenir la contaminación microbiana y el deterioro.

Declaro que si acepto la hipótesis.

7. RECOMENDACIONES

Considerar la inclusión de ingredientes con mayor contenido de fibra dietaria, como salvado de avena, semillas de chía o linaza, para incrementar el contenido de fibra en la barra. Esto no solo mejorará el valor nutricional, sino que también podría ampliar el mercado a consumidores que buscan productos ricos en fibra para la salud digestiva.

Explorar la inclusión de otras fuentes de proteínas vegetales, como la quinua, el amaranto o la chía, para aumentar el contenido proteico sin comprometer la aceptación sensorial del producto.

Extender los estudios de vida útil más allá de los 30 días, evaluando la estabilidad microbiológica, sensorial y nutricional del producto durante periodos más prolongados, bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

Evaluar la posibilidad de modificar la formulación para ajustar el contenido calórico de la barra, especialmente si se desea desarrollar una línea de productos con diferentes perfiles energéticos (por ejemplo, barras más calóricas para deportistas y versiones bajas en calorías para consumidores que buscan control de peso).

Realizar estudios de aceptación sensorial con grupos de consumidores específicos, como deportistas, personas con necesidades dietéticas especiales (por ejemplo, diabéticos), o aquellos interesados en productos orgánicos y naturales, para adaptar la formulación a sus preferencias y necesidades.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alcolea, R. (2020). Los beneficios de la avena que explican por qué los nutricionistas la adoran. Diario ABC. Obtenido de https://www.abc.es/bienestar/alimentacion/abci-beneficiosavena-explican-nutricionistas-adoran-202002200152_noticia.html
- Aponte, E. M. (2022). *Desarrollo De Una Barra Energética A Partir De Cultivos Andinos: Quinoa (Chenopodium Quinoa), Avena (Avena Sativa) Y Amaranto (Amaranthus Caudatus L.)* [Tesis De Pregrado]. Ambato-Ecuador. Obtenido De <https://Repositorio.Uta.Edu.Ec/Bitstream/123456789/36524/1/CAL%20006.Pdf>
- Asencio, K. (2013). *Aprovechamiento de los Excedentes del Banano en la hacienda Sta. Cruz para la elaboración de un producto tipo aderezo para repostería del Cantón El Guabo provincia del Oro*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Machala.
- Bernácer, R. (2019). Aprende a desayunar. Barcelona: AMAT. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=D5CODwAAQBAJ&pg=PT75&dq=tipos+de+avena&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwip7uX95vuAhXLGVkFHSMJB6AQ6AEwA#v=onepage&q=tipos%20de%20avena&f=false>
- Bitocchi, E., y Nanni, L. (2011). Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)
- Bone Cabrera, J. W., y Martínez Lalbay, L. R. (2020). "Producción de tres variedades de fréjol *Phaseolus vulgaris* L. en asociación con el cultivo de Café." (Bachelor's thesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Calle, K. J. (2023). *Elaboración De Una Barra Energetica A Base De Ajonjolí (Sesamum Indicum)* [Tesis De Pregrado]. Guayaquil-Ecuador.
- Cardozo, M., Salinas, C. y Moreno, L. (2016). Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(2), 217-227.
- Chacón, P., Boschini, C., y Russo, R. (2016). Calidad nutricional y degradabilidad ruminal de la planta del guineo negro (Musa AAA). *Agronomía Mesoamericana*, 385-396.

- Díaz-Sánchez, E. K., Guajardo-Flores, D., Serna-Guerrero, D., Gutierrez-Uribe, J. A., y Jacobo-Velázquez, D. A. (2018). "The application of chemical elicitors improves the flavonoid and saponin profiles of black beans after soaking". *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 17(1): 123-130.
- Doménech, Durango y Ros (2017). Moringa Oleífera: Revisión Sobre Aplicaciones Y Usos En Alimentos. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 67. Obtenido De <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-3/>
- Erazo, F. (2016). Evaluación de once variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) durante la época seca del año 2004 en la zona de Quevedo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 57 p
- Garcés. (2011). Modelo de ponto crítico para estimar danos causados pela melana cultura do feijoeiro. *Ciencias y Tecnología* 4(1): 1-4.
- Garcés. (2013). Cuantificación de enfermedades en líneas promisorias y variedades de frejol en Quevedo, Ecuador. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*.
- Garver, E., E. Falconí-Castillo, E. Peralta-Hidrovo, J. Kelly. (2018). Encuesta a productores para orientar el fitomejoramiento de frijol en Ecuador. *Universidad de Costa Rica. Costa Rica Agronomía Mesoamericana*, 19(1):7-18
- Horna Saldaña, Jennifer S. I. (2019). *ELABORACION Y COMERCIALIZACION DE BARRAS NUTRITIVAS DE CURCUMA Y MORINGA (Tesis de grado)*. Universidad San Ignacio de Loyola. LIMA-PERÚ. Obtenido De <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/528a746b-43cc-45aa-8c9e-bffe796538a9/content>
- INTERNACIONAL, (. O. (2020). *Determinación De Cenizas En Alimentos Para Animales*.
- INTERNACIONAL, M. O. (1991). *Coliform And Escherichia Coli Counts In Foods*.
- INTERNACIONAL, O. (2023). *Grasa (Cruda) O Extracto De Éter En La Alimentación Animal*.
- Lara-Flores, M. (2015). "El cultivo del frijol en México". *Revista Digital Universitaria de la UNAM* 16(2): 1-11.
- Leal, C. (2016). Evaluación del potencial de germinación y vigor de semillas de cultivares de frejol (Tesis de grado). Universidad Técnica de Quevedo

- Medina, M. D. (2006). Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*) (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012).
- Medina, M. D. (2006). Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*) (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012).
- Meyer, K. (2019). Comer para dormir. AMAT. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=Crq9DwAAQBAJ&pg=PT86&dq=beneficios+de+la+avena&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjD8MnKvYXuAhWCq1kKHxqHCukQ6AEwAXoECAYQAg#v=onepage&q=beneficios%20de%20la%20avena&f=false>
- Montiel, L. G., Osorio, B. G., Defaz, E. D., Coronel, T. G. D., y Montúfar, G. H. V. (2011). Evaluación de dos variedades de fréjol durante tres épocas de siembra bajo sistema de cultivo asociado con maíz. *Ciencia y Tecnología*, 4(1), 5-11.
- Nutrición, F. E. (30 de Agosto de 2020). Avena: propiedades, beneficios y valor nutricional de 'la reina' de los cereales. El Universo. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/larevista/2020/08/30/nota/7960723/avena-propiedadesbeneficios-valor-nutricional-cereales>
- Palacios, N. Q. (2015). Importancia alimenticia del cultivo del frijol negro en Nicaragua. *Universidad y Ciencia* 8(13): 60-65.
- Reyes Escalante, P. L. (2021). Desarrollo de una barra energética con guayusa, quinua y stevia como fuente energética, protéica y endulcorante natural (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).
- Ruiz. (2019). Obtenido de Webconsultas: <https://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/composicion-y-tipos-de-barritas-energeticas-12145>
- Sagrera, J. (2018). Aumenta tus defensas: Método Sagrera. RBA. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=iz_ODwAAQBAJ&pg=PA62&dq=tipos+de+avena&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwip7uX95vuAhXLGVkFHSMJB6AQ6AEwBHoECAQQAg#v=onepage&q=tipos%20de%20avena&f=false
- Sánchez-Peña, Y. M.-A.-G.-R. (2013). Moringa Oleifera; Importancia, Funcionalidad Y Estudios Involucrados. *Revista Científica De La Universidad Autónoma De Coahuila*, 5, 25. Obtenido De

[Http://Www.Actaquimicamexicana.Uadec.Mx/Articulos/AQM9/5.-%20moringa.Pdf](http://www.actaquimicamexicana.uadec.mx/articulos/AQM9/5.-%20moringa.pdf)

Sandoval, J. A. L., Encalada, C. M. S., Andrade, R. E. C., Castro, K. A. H., & Gordillo, A. M. G. (2022). Desarrollo de una barra nutricional como una alternativa para combatir la desnutrición infantil. *La Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición*, 12(SISANH), 18-27.

Soledispa, S., Salazar, D. Y Poveda, A. (2017). El banano y su consumo en el Ecuador. *Revista Publicando*, 4(13 (2)), 283-292.

Suarez, V. L. (2021). Efecto de sustancias minerales altamente diluidas en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L) bajo condiciones controladas. Recuperado de: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6513>

9. ANEXOS

Tabla 6. Ficha para análisis sensorial

|  UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS “DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ” INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-----------|---------------------|----------------|---|----------|---|---------------|---|-------------|---|-------------|---|--|--|--|
| Adjunto a la presente boleta se le entregará 3 tratamientos las cuales deberá valorar cada parámetro según la escala que se presenta a continuación: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Valoración Numérica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Me gusta</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Me gusta poco</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>No me gusta</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Me disgusta</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> | | Categoría | Valoración Numérica | Me gusta mucho | 5 | Me gusta | 4 | Me gusta poco | 3 | No me gusta | 2 | Me disgusta | 1 | | | |
| Categoría | Valoración Numérica | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta mucho | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta poco | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| No me gusta | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| INDIQUE CON UNA (X) SEGÚN SU CRITERIO EN LOS ESPACIOS INDICADOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ATRIBUTOS | V.N. | T1 | T2 | T3 | | | | | | | | | | | | |
| COLOR | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| OLOR | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| SABOR | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEXTURA | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |

PROCESO DE ELABORACION DE LA BARRA

Figura 2. Recepción de la materia prima.
Sánchez, 2024



Figura 3. Troceado del frejol y moringa.
Sánchez, 2024



Figura 4. Pesado de los aditivos.
Sánchez, 2024



Figura 5. Mezclado de los aditivos.
Sánchez, 2024



Figura 6. Explicación de Análisis sensorial.
Sánchez, 2024



Figura 7. Análisis Sensorial.
Sánchez, 2024

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



Figura 8. Toma 9ml de muestra de agar y llevamos a los tubos de ensayo colocando.
Sánchez, 2024



Figura 9. Resultados de la muestra.
Sanchez,2024

ANALISIS BROMATOLÓGICOS


INFORME DE RESULTADOS
IDR 37946-2024

Fecha: 14 de Julio del 2024

| DATOS DEL CLIENTE | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------|----------|--------------------------|
| Nombre: SANCHEZ Goyes Ariel Javier | | | | | | |
| Dirección: Sabahoyo (Focaluente entre García Moreno y 5 de junio) | | | | | | |
| Teléfono: 982615495 | | | | | | |
| Contacto: Sr. Sánchez Goyes Ariel Javier | | | | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| Tipo de muestra | Barra Nutritiva | Cantidad | Aprox. 150 g | | | |
| No. de muestras | 1 (n=1) | Lote | N/A | | | |
| Presentación | Envase de Plástico | Fecha de recepción | 20 de Junio del 2024 | | | |
| Colecta de muestra | Realizado por Cliente | Fecha de colecta de muestra | N/A | | | |
| CONDICIONES DEL ANALISIS | | | | | | |
| Temperatura (°C) | 23.0 | Humedad (%) | 65.0 | | | |
| Fecha de Inicio de Análisis | 21 de junio del 2024 | | | | | |
| Fecha de Finalización del análisis | 05 de julio del 2024 | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | |
| CODIGO CLIENTE | CODIGO LAB | PARAMETROS | METODO | RESULTADOS | Unidad | Límite de Cuantificación |
| Barra Nutritiva | UBA-37946-4 | Fibra dietaria | Clegg-Antrone (Espectrofotometría) | 1.42 | % | - |
| | | Carbohidratos Totales | Clegg-Antrone (Espectrofotometría) | 71.6 | % | - |
| | | Cenizas | AOAC 942.05 (Gravimetría) | 1.43 | % | - |
| | | Proteína | AOAC 984.13 (Volumetría) | 10.68 | % | - |
| | | Grasa | Folch Modificado (Gravimetría) | 11.02 | % | - |
| | | Energía (Calorías) | Codex CACGL2-EN (cálculo) | 167 | Kcal/100 | - |
| Observaciones: | | | | | | |
| 1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. | | | | | | |
| 2. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica | | | | | | |
| 3. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. | | | | | | |
| 4. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados. | | | | | | |



Av. Centro 1, Torre D'Alba, Casa 1 y 100 No. 20 primer piso de la Avenida
 Guayaquil - Ecuador
 Teléfono: 04 238 676 / 04 9017 745. Celular: 09 9473 7000 / 09 9473 9673
 Email: ventas@uba-lab.com
 Dirección: www.uba-lab.com

www.uba-lab.com

LABORATORIO
 ANALYTICAL LABORATORIES

| TRATAMIENTO | JUECES | COLOR | OLOR | SABOR | TEXTURA |
|--|--------|-------|------|-------|---------|
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 1 | 4 | 5 | 3 | 2 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 6 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 7 | 3 | 5 | 1 | 1 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 8 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 9 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 10 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 11 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 12 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 13 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 14 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 15 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 16 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 17 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 18 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 19 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 20 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 21 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 22 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 23 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 24 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 25 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 26 | 2 | 4 | 2 | 5 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 27 | 3 | 2 | 2 | 2 |

| | | | | | |
|--|----|---|---|---|---|
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 28 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 29 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| T1: 30% avena; 10% fréjol panamito; 5% moringa | 30 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 6 | 5 | 4 | 3 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 7 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 8 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 9 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 10 | 2 | 4 | 5 | 4 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 11 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 12 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 13 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 14 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 15 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 16 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 17 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 18 | 3 | 4 | 1 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 19 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 20 | 5 | 4 | 2 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 21 | 3 | 5 | 1 | 1 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 22 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 23 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 24 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 25 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 26 | 5 | 4 | 2 | 2 |

| | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 27 | 4 | 5 | 2 | 1 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 28 | 3 | 2 | 3 | 5 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 29 | 4 | 5 | 2 | 1 |
| T2: 25% avena; 17% fréjol panamito; 3% moringa | 30 | 3 | 2 | 4 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 1 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 2 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 6 | 3 | 4 | 3 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 7 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 8 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 9 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 10 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 11 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 12 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 13 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 14 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 15 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 16 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 17 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 18 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 19 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 20 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 21 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 22 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 23 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 24 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 25 | 3 | 2 | 4 | 3 |

| | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 26 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 27 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 28 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 29 | 2 | 5 | 2 | 4 |
| T3: 20% avena; 15% fréjol panamito; 10% moringa | 30 | 5 | 4 | 3 | 2 |

Análisis de la varianza

COLOR

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| COLOR | 90 | 0,49 | 0,22 | 25,98 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|------|------|---------|
| Modelo | 51,30 | 31 | 1,65 | 1,79 | 0,0277 |
| TRATAMIENTO | 13,07 | 2 | 6,53 | 7,07 | 0,0018 |
| REPETICIONES | 38,23 | 29 | 1,32 | 1,43 | 0,1244 |
| Error | 53,60 | 58 | 0,92 | | |
| Total | 104,90 | 89 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59703

Error: 0,9241 gl: 58

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|------------------------------|--------|----|--------|
| T3: 20% avena; 15% fréjol .. | 4,23 | 30 | 0,18 A |
| T2: 25% avena; 17% fréjol .. | 3,50 | 30 | 0,18 B |
| T1: 30% avena; 10% fréjol .. | 3,37 | 30 | 0,18 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

OLOR

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| OLOR | 90 | 0,43 | 0,13 | 26,52 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 41,81 | 31 | 1,35 | 1,44 | 0,1167 |
| TRATAMIENTO | 9,49 | 2 | 4,74 | 5,05 | 0,0095 |
| REPETICIONES | 32,32 | 29 | 1,11 | 1,19 | 0,2852 |
| Error | 54,51 | 58 | 0,94 | | |
| Total | 96,32 | 89 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,60208

Error: 0,9398 gl: 58

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|------------------------------|--------|----|----------|
| T3: 20% avena; 15% fréjol .. | 4,10 | 30 | 0,18 A |
| T2: 25% avena; 17% fréjol .. | 3,53 | 30 | 0,18 A B |
| T1: 30% avena; 10% fréjol .. | 3,33 | 30 | 0,18 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SABOR

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| SABOR | 90 | 0,46 | 0,18 | 34,96 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 53,28 | 31 | 1,72 | 1,62 | 0,0557 |
| TRATAMIENTO | 23,89 | 2 | 11,94 | 11,27 | 0,0001 |
| REPETICIONES | 29,39 | 29 | 1,01 | 0,96 | 0,5402 |
| Error | 61,44 | 58 | 1,06 | | |
| Total | 114,72 | 89 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,63922

Error: 1,0594 gl: 58

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|------------------------------|--------|----|--------|
| T3: 20% avena; 15% fréjol .. | 3,67 | 30 | 0,19 A |
| T2: 25% avena; 17% fréjol .. | 2,67 | 30 | 0,19 B |
| T1: 30% avena; 10% fréjol .. | 2,50 | 30 | 0,19 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

TEXTURA

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| TEXTURA | 90 | 0,33 | 0,00 | 43,56 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 54,24 | 31 | 1,75 | 0,93 | 0,5829 |
| TRATAMIENTO | 21,09 | 2 | 10,54 | 5,58 | 0,0061 |
| REPETICIONES | 33,16 | 29 | 1,14 | 0,61 | 0,9289 |
| Error | 109,58 | 58 | 1,89 | | |
| Total | 163,82 | 89 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,85364

Error: 1,8893 gl: 58

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|------------------------------|--------|----|----------|
| T3: 20% avena; 15% fréjol .. | 3,80 | 30 | 0,25 A |
| T2: 25% avena; 17% fréjol .. | 3,03 | 30 | 0,25 A B |
| T1: 30% avena; 10% fréjol .. | 2,63 | 30 | 0,25 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)