

# UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU



## FACULTAD DE CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

### NUTRICIÓN Y TÉCNICAS ALIMENTARIAS

#### FORMULACIÓN Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA BARRA DE AVENA *Avena sativa* ENRIQUECIDA CON INULINA Y ENDULAZADA CON MIEL DE AGAVE *Tequilana*

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Nutrición y  
Técnicas Alimentarias

AUTOR(ES):

**PIERO ALBERTI NUÑEZ**

**EMMELYN DEL CARMEN CALERO CRUZ**

ASESORA:

**Mag. Carmen del Pilar Minaya Agüero**

Lima – Perú

2022

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

1. Somos autores del trabajo titulado:

**"FORMULACIÓN Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA BARRA DE AVENA Avena sativa ENRIQUECIDA CON INULINA Y ENDULAZADA CON MIEL DE AGAVE Tequilana"**



El mismo que presentamos para optar el Título Profesional de Licenciado en Nutrición y Técnicas Alimentarias.

2. El texto del trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En tal sentido, no ha sido plagiado total ni parcialmente, se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas, el Código de Ética y el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Le Cordon Bleu. Lo que ha sido corroborado por nuestra asesora designada.
3. El texto del trabajo final que presentamos no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuimos a nuestra autoría son veraces.
5. Declaramos que nuestro trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Le Cordon Bleu.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad de los declarantes y del asesor, en consecuencia; a través del presente documento asumimos frente a terceros, a la Universidad Le Cordon Bleu y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado.

Fecha:

Autores:

<p>PIERO ALBERTI NUÑEZ</p> 	<p>EMMELYN DEL CARMEN CALERO CRUZ</p> 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Asesora:

<p>Mag. CARMEN DEL PILAR MINAYA AGÜERO</p> 
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**TÍTULO DE LA TESIS:**

“FORMULACIÓN Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA BARRA DE AVENA Avena sativa ENRIQUECIDA CON INULINA Y ENDULAZADA CON MIEL DE AGAVE Tequilana”

**AUTOR:**

**Nombres y apellidos: PIERO ALBERTI NUÑEZ Y EMELYN DEL CARMEN CALERO CRUZ**

<b>D.N.I Nº /C.E. Nº</b>	76950299 / 70268498
<b>Financiamiento</b>	Piero Alberti Nuñez y Emmelyn del Carmen Calero Cruz
<b>Ubicación geográfica</b>	Universidad Le Cordon Bleu, Magdalena del Mar -Lima- Perú
<b>Duración de la investigación</b>	1 de octubre del 2020 al 1 de octubre del 2021

**ASESOR:**

<b>Nombres y apellidos</b>	<b>D.N.I Nº /C.E. Nº</b>	<b>Código ORCID</b>
<b>CARMEN DEL PILAR MINAYA AGUERO</b>	09633972	0000-0002-4087-9422

**JURADO EXAMINADOR:**

<b>Nombres y apellidos</b>	<b>Cargo</b>	<b>D.N.I Nº /C.E. Nº</b>	<b>Código ORCID</b>
<b>KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO</b>	Presidente	40277208	0000-0002-6673-3587
<b>OSCAR BENJAMIN JORDAN SUÁREZ</b>	Miembro	43799665	0000-0002-1280-7704
<b>CARMEN DEL PILAR MINAYA AGUERO</b>	Miembro	09633972	0000-0002-4087-9422



## UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, Distrito de Magdalena del Mar, a las 15:00 horas del día 26 del mes de mayo del año 2022, se reunió el Jurado Examinador de sustentación y defensa de la Tesis titulada **“FORMULACIÓN Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA BARRA DE AVENA Avena sativa ENRIQUECIDA**

**CON INULINA Y ENDULAZADA CON MIEL DE AGAVE Tequilana”**, presentado por los bachilleres **PIERO ALBERTI NUÑEZ Y EMMELYN DEL CARMEN CALERO CRUZ** para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición y Técnicas Alimentarias; conformado por los profesores:

Presidente: Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo

Primer Miembro: Dr. Oscar Benjamin Jordan Suárez

Segundo Miembro: Mg. Carmen del Pilar Minaya Aguero

Instalado el Jurado Examinador, se procedió dar cumplimiento a las etapas:

- El Presidente del jurado invitó al sustentante a realizar su presentación por un tiempo no mayor de 30 minutos.
- Terminado la presentación de la Tesis, el jurado Examinador procedió a realizar preguntas sobre aquellos aspectos pertinentes para determinar los conocimientos sobre el tema y la ejecución de la tesis.
- Luego de escuchar las respuestas a las interrogantes formuladas, el jurado examinador deliberó en privado la calificación de la Tesis y su correspondiente defensa.
- Cada miembro del jurado examinador estableció individualmente su calificación de acuerdo al reglamento de grados y títulos.
- El Presidente del Jurado Examinador verificó la calificación de cada miembro y procedió a establecer la calificación de la tesis en escala vigesimal con la siguiente mención:

SOBRESALIENTE	20 -18 ( X )
MUY BUENO	17- 16 ( )
BUENO	15 -13 ( )
DESAPROBADO	< 13 ( )

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó al sustentante para recibir el veredicto de la calificación obtenida.

El Jurado Examinador deja constancia con su firma, que el veredicto final de calificación de la Tesis presentado por los Bach. **PIERO ALBERTI NUÑEZ Y EMMELYN DEL CARMEN CALERO CRUZ** es:

APROBADO

Concluye el acto académico, siendo las 16: 00 horas del mismo día.

Presidente: Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo	
Primer Miembro: Dr. Oscar Benjamin Jordan Suárez	
Segundo Miembro: Mg. Carmen del Pilar Minaya Aguero	

## **DEDICATORIA**

A nuestras familias por darnos la fuerza y todo el apoyo para salir adelante. A nosotros mismos por trabajar duramente para conseguir este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a nuestros padres por la confianza, apoyo y motivación a lo largo de toda nuestra carrera universitaria.

A nuestra asesora la Ingeniera Pilar Minaya por su apoyo, paciencia y sabiduría brindada durante la realización de esta investigación.

A todas las personas que contribuyeron formaron parte del equipo de panelistas en la evaluación sensorial del trabajo.

## RESUMEN

El objetivo principal fue determinar la formulación y el valor nutricional de una barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave alta en fibra. Para ello se formularon tres barras de avena con distintas concentraciones de inulina (50, 65 y 80 g), las cuales fueron evaluadas por 21 panelistas semientrenados, utilizando una prueba de ordenamiento y escala hedónica verbal evaluando los atributos del dulzor y dureza de la barra. La prueba de ordenamiento y de FRIEDMAN con una significancia de 0.05, determinó una similitud en la preferencia con respecto al dulzor y dureza entre las tres formulaciones de las barras de avena enriquecidas con inulina. Para la cuantificación de la aceptabilidad de las barras, mediante la escala hedónica se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar y un análisis de varianza, que evidenció que no existen diferencias significativas entre las tres formaciones, concluyendo que la adición de inulina no afectó significativamente el grado de aceptación en términos de dulzor y dureza. Se seleccionó la formulación con mayor concentración de inulina (80 g), que aporta 8.14 g de proteínas, 13.16 g de grasa, 68.98 g de carbohidratos, 15.21 g de fibra dietaría, y 426.92 kcal de energía por cada 100 g de producto, por ser un producto alto en fibra.

Palabras clave: Fibra, Inulina, Escala hedónica verbal, Prueba de ordenamiento, Barras de cereal altas en fibra.

## **ABSTRACT**

The main objective was determined the formulation and nutritional value of an oat bar enriched with inulin and sweetened with high fiber agave syrup. For this, three oatmeal bars were prepared with different concentrations of inulin (50, 65 and 80 g), which were evaluated by 21 semi-trained panelists, using an ordering test and verbal hedonic scale, in order to evaluate the attributes of sweetness and hardness of the bar. The ranking test and the FRIEDMAN with a significance of 0.05, determined a similarity in preference with respect to sweetness and hardness between the three formulations of the inulin-enriched oatmeal bars. For the bars quantification of acceptability through the hedonic scale was used the Completely Random Block Idem and an analysis of variance, this showed that there are no significant differences between the three formations, concluding that the addition of inulin did not affect significantly the degree of acceptance in terms of sweetness and hardness. The formulation with the highest concentration of inulin (80 gr) was selected, which provides 8.14 g of protein, 13.16 g of fat, 68.98 g of carbohydrates, 15.21 g of dietary fiber, and 426.92 kcal of energy per 100 g of product, as it is a product that broadly covers the daily fiber requirements.

**Keywords:** Fiber, Inulin, Verbal Hedonic Scale, Ranking Test, High Fiber Cereal Bars.



# Índice

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Consumo de fibra y pérdida de peso .....	4
2.1.2. Consumo de fibra y riesgo disminuido en enfermedades crónicas .....	6
2.1.3. Inulina.....	10
2.1.4. Estudio en base a una dieta con avena .....	12
2.1.5. La miel de agave como alternativa endulzante.....	13
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>14</b>
2.2.1. Avena .....	14
2.2.1.1. Descripción de avena .....	14
2.2.1.2. Clasificación taxonómica.....	14
2.2.1.3. Valor nutricional.....	16
2.2.2. Fibra.....	17
2.2.2.1. Definición de fibra .....	17
2.2.2.2. Clasificación .....	18
2.2.2.3. Inulina.....	19
2.2.3.1. Valor nutricional.....	20
2.2.4. Barras de cereales con alto contenido de fibra .....	21
2.2.4.1. Requisitos para declarar alimentos como fuente de fibra dietaría.....	22
2.2.5. Evaluación sensorial .....	23
2.2.5.1. Pruebas Afectivas .....	24
2.2.5.1.1. Prueba de ordenamiento .....	24
2.2.5.1.2. Escala hedónica verbal.....	25
<b>2.3. Definiciones de términos .....</b>	<b>25</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1. Materiales.....</b>	<b>27</b>
3.1.1. Materia Prima .....	27
3.1.2. Insumos.....	27
3.1.3. Equipos e Instrumentos.....	27

3.1.4. Materiales .....	28
3.2. Metodología.....	28
3.2.1. Procedimiento.....	29
3.2.1.1 Formulación de las barras altas en fibra .....	32
3.2.1.2. Determinación de la formulación óptima de la barra alta en fibra .....	33
3.2.1.3. Determinación del valor nutricional de las formulaciones .....	34
3.2.1.4. Procesamiento de datos .....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Análisis estadístico .....	37
4.1.1. Prueba de ordenamiento para los atributos de dulzor y dureza.....	37
4.1.1.1. Escala Hedónica Verbal .....	41
4.1.2. Valor nutricional.....	45
V. CONCLUSIONES .....	47
VI. RECOMENDACIONES.....	48
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	49
VIII. ANEXOS.....	58

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Clasificación taxonómica de la Avena sativa L.....	15
<b>Tabla 2.</b>	Composición nutricional de hojuelas de avena cruda (por 100 g).....	16
<b>Tabla 3.</b>	Clasificación de la fibra según grado de solubilidad en el agua .....	18
<b>Tabla 4.</b>	Componentes nutricionales de la miel de agave .....	21
<b>Tabla 5.</b>	Condiciones para la declaración de propiedades .....	22
<b>Tabla 6.</b>	Formulaciones de las barras de cereal altas en fibra.....	32
<b>Tabla 7.</b>	Resultados de prueba de ordenamiento en relación al dulzor.....	37
<b>Tabla 8.</b>	Análisis estadístico de prueba de ordenamiento en relación al dulzor.....	38
<b>Tabla 9.</b>	Resultados de prueba de ordenamiento en relación a la dureza.....	39
<b>Tabla 10.</b>	Análisis estadístico de Prueba de ordenamiento en relación a la dureza .....	40
<b>Tabla 11.</b>	Resultados de la escalada hedónica en relacion al dulzor.....	41
<b>Tabla 12.</b>	Resultados de la escalada hedónica en relación a la dureza .....	43
<b>Tabla 13.</b>	Resultados del análisis químico proximal y fibra dietaría.....	45

## Índice de anexos

Anexo 01. Formato de prueba de ordenamiento dulzor .....	58
Anexo 02. Formato de prueba de ordenamiento de dureza .....	59
Anexo 03. Formato de prueba de aceptabilidad (escala hedónica ).....	60
Anexo 04. Diagrama de flujo de barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave .....	61
Anexo 05. Análisis químico proximal y fibra dietaría de barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave .....	62
Anexo 06. Informe de especificaciones técnicas de inulina de achicoria.....	63
Anexo 07. Presentación final de barras de avena altas en fibra enriquecidas con inulina y endulzadas con miel de agave (posterior) (anterior) .....	65
Anexo 08. Evaluación sensorial.....	67
Anexo 09. Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) para el atributo de dulzor.....	68
Anexo 10. Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) para el atributo de dureza.....	68
Anexo 11. Barra de cereales comerciales .....	69

## I. INTRODUCCIÓN

El consumo de fibra proporciona un sinnúmero de beneficios para la salud, ya que esta es esencial para el correcto funcionamiento de nuestro organismo. Sin embargo, lo que se encuentra en la población en general y no solo en Perú, es un bajo consumo de esta. Por este motivo el consumo de fibra ha bajado considerablemente debido al incremento de productos ultra procesados, ya que estos no tienen ningún beneficio adicional, por lo general son básicamente azúcar, grasa vegetal, y carbohidratos simples. Debido al incremento de este tipo de productos la baja ingesta de fibra cada vez se hace más notoria.

El término de fibra dietaria se utilizó por primera vez en 1953 para definirla como la fracción no digerible de los carbohidratos, es decir, la parte donde las enzimas digestivas son incapaces de hidrolizar por el tubo digestivo del ser humano (Jones, 2013).

La fibra la podemos clasificar de dos simples maneras: fibra soluble e insoluble. La fibra soluble se caracteriza por la captación de agua, aumento de tamaño del quimo y la ralentización del tránsito intestinal, por tal motivo se llega a aprovechar de una manera más óptima los nutrientes, enlentecer el vaciamiento gástrico dando un efecto de saciedad y reducir los picos de insulina y glucosa al dosificar de una manera más lenta la liberación de esta última, por otro lado, la fibra insoluble, se caracteriza por pasar por el intestino sin ser afectada por ninguna modificación (ya que el cuerpo no tiene enzimas digestivas capaz de degradarlas) y posteriormente el colon se encargará de fermentarla a través de su microflora produciendo dióxido de carbono, ácidos grasos de cadena corta, hidrógeno por lo que su consumo en exceso puede ocasionar algunos problemas gastrointestinales e interferir con la absorción de algunos minerales (Pérez, 2017). Algunos ejemplos de las fibras insolubles son celulosa, lignina, algunos tipos de pectina, algunos tipos de

hemicelulosa y las encontramos en el salvado de trigo y algunas verduras. Por otro lado, en las fibras solubles encontramos beta-glucanos, pectinas, mucilagos, algunos tipos de hemicelulosa, gomas, entre otros (Alvarado, 2014).

La recomendación de su consumo es de 15 g de fibra por 1000 calorías o por regla general entre 25 g a 30 g al día, ya que, el consumo de energía al día estimado está en una media de las 2000 calorías (Escudero, 2006).

A nivel nacional se sabe que el 89.2 % de peruanos de 15 y más años de edad no consumen al menos 5 porciones de frutas y verduras al día (INEI, 2016). También se conoce que el 20 % de la población padece de estreñimiento (INEI, 2014). Por este motivo se conoce que en la actualidad la población peruana ha perdido la costumbre de alimentarse correctamente y la industria ha creado la necesidad de consumir ultraprocesados de bajo valor nutricional. Por los motivos antes mencionados, la presente investigación pretende crear un producto rico en fibra, que cumpla con los parámetros establecidos según el Codex Alimentarius (2009).

En esta investigación para el desarrollo del producto se usarán como materias primas, la avena e inulina como fuentes de fibra soluble. Como endulzante se usará miel de agave ya que si bien a nivel de picos de glucosa tiene un efecto similar a otras mieles (modelos murinos), también aporta un poco de inulina y siendo productores de esta, es interesante usarla.

Los parámetros que otorga el codex para llegar a la denominación “fuente de fibra” es de 6 g en 100 g de producto, por ende, llegar a estas cantidades con las materias primas usadas no será un problema (Codex Alimentarius, 2009).

La finalidad principal de nuestro producto es brindar al público una opción alimenticia saludable dada la problemática del déficit de fibra, por ello el objetivo fue determinar la formulación y valor nutricional de una barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Consumo de fibra y pérdida de peso

Según Weickert & Pfeiffer (2018), realizaron una revisión narrativa en el 2018, el cual evaluó la asociación entre el alto consumo de fibra y el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2. Se encontró una reducción del 20 a 30 % con este riesgo. En la mayoría de los estudios se mostró que cumpliendo con tu ingesta de fibra (30 g al día) puede reducir la resistencia a la insulina (RI) y por ende el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2.

Un estudio realizado por Mketinas *et al.* (2019) en el Departamento de Nutrición y Ciencias de la Alimentación, Universidad de la Mujer de Texas, Houston, evaluaron a 811 adultos con sobrepeso y obesidad, los cuales fueron sometidos a un programa de “The POUNDS Lost” (Prevención del sobrepeso con una dieta estratégica) durante dos años y fueron asignados al azar a 1 de 4 dietas de restricción energética. Las composiciones de las 4 dietas fueron: Dieta 1: 20 % de grasa, 15 % de proteína (baja en grasa, proteína media), dieta 2: 20 % de grasa, 25 % de proteína (bajo en grasa, alto en proteínas), dieta 3: 40 % de grasa, 15 % de proteína (alto en grasa, proteína media) y dieta 4: 40 % de grasa, 25 % de proteína (alta en grasas, alta en proteínas). Todas las dietas fueron diseñadas para incluir  $\geq 20$  g de fibra dietética y  $< 8$  % de energía procedente de grasas saturadas. Como resultado se obtuvo una pérdida de peso entre los 5.6 y 7.27 kg en los 4 tipos de dieta y como conclusión del estudio fue que la ingesta de fibra dietética, independientemente de la ingesta de macronutrientes y calorías, promueve la



pérdida de peso y adherencia dietética en adultos con sobrepeso u obesidad que consumen una dieta restringida en calorías.

Jovanovski *et al* (2020), realizaron un estudio que tuvo como objetivo demostrar los efectos de la fibra sobre el peso corporal, el Índice de Masa Corporal (IMC), la circunferencia de la cintura y el porcentaje de grasa corporal, independientemente de la restricción calórica se pudo concluir que la fibra dietética mejoró significativamente el peso corporal y otros parámetros de adiposidad, además observaron mayores reducciones en personas con diabetes, sobrepeso y síndrome metabólico.

El Grupo de Investigación del Programa de Prevención de la Diabetes de los Estados Unidos realizó un ensayo clínico en un grupo de individuos con alto riesgo de diabetes. Su objetivo fue identificar factores que predijeran la pérdida de peso entre los participantes, en donde se le asignó al azar a los individuos un placebo, metformina o a una modificación en el estilo de vida, que incluyó actividad física, añadir más fibra y una reducción de la ingesta de grasas. Como resultado obtuvieron que el grupo que cambio su estilo vida incluyendo actividad física, cambiando carbohidratos simples por carbohidratos complejos y disminuyendo su ingesta de grasas obtuvo una mejor pérdida de peso. Estos resultados demostraron que la ingesta alta de carbohidratos complejos puede ayudar a prevenir la diabetes en individuos de alto riesgo (Sylvetsky *et al.* 2017).

### **2.1.2. Consumo de fibra y riesgo disminuido en enfermedades crónicas.**

En un estudio realizado por Fathallah *et al.* (2017) investigaron sobre la relación del consumo de fibra dietaria y el estreñimiento, en donde se comprobó que un régimen rico en fibra tiene un efecto positivo sobre la consistencia y frecuencia de las deposiciones, los esfuerzos defecatorios y el tiempo de tránsito del colon. Por ende, concluyeron que en el tratamiento del estreñimiento crónico leve se debe ingerir una dieta rica en fibra dietaría, ya que, comprobaron de acuerdo a diferentes estudios que tiene un efecto positivo sobre el esfuerzo excesivo y el tiempo de tránsito colónico. Finalmente, recomendaron la ingesta diaria recomendada de fibra, que es de al menos 20 a 25 g y así evitar efectos secundarios como hinchazón y dolor abdominal, y estas cantidades deben graduarse gradualmente.

Los investigadores Ma *et al.* (2018) realizaron un meta análisis y revisión sistemática donde tuvieron como objetivo encontrar la relación entre la ingesta de fibra dietética y el cáncer de colon. Esta investigación presentó evidencia sólida de que la fibra dietética sí se asocia a un menor riesgo para el cáncer de colon, tanto para el colon proximal o distal. Se demuestra que el consumo de fibra va más allá de cumplir los requerimientos y esta puede ayudar a prevenir enfermedades como el cáncer.

Según Soliman, (2019) realizó una revisión sistemática en donde estudió la relación positiva entre el consumo de fibra y el riesgo cardiovascular. Se sabe que, hasta la fecha, las estatinas han sido el tratamiento más eficaz para reducir las lipoproteínas de baja densidad en sangre y del colesterol (LDL-C), el principal factor de riesgo de enfermedad cardiovascular aterosclerótica. Sin embargo, un estudio reciente de tres ensayos controlados aleatorios, reveló, que la adición de fibra soluble es formadora de gel dietético que duplicó la eficacia de las estatinas, Asimismo el autor afirma que la fibra dietaría puede ser utilizada como un cambio dietético para complementar la monoterapia con estatinas y reducir el colesterol total, colesterol LDL, la dosis prescrita de estatinas, los efectos secundarios y mejorar tolerabilidad del fármaco. Indicando además una dieta rica en fibra dietética, obtenida mediante la ingesta de cereales integrales, tubérculos, legumbres, frutas y verduras, las convierte en objetivos atractivos para la prevención de enfermedades y la reducción del riesgo de aterosclerosis y enfermedad cardiovascular.

En el siguiente estudio cruzado aleatorio por Pavadhgul *et al.* (2019), investigaron el efecto del consumo de papilla de avena sobre los niveles de marcadores inflamatorios y el estrés oxidativo en adultos tailandeses con niveles de lípidos en sangre. Los adultos hipercolesterolémicos fueron escogidos al azar a un consumo diario de avena durante 4 semanas, al inicio del estudio, antes y después de cada periodo de intervención midieron los marcadores inflamatorios hsCRP, IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$  y MCP-1 y marcadores del estado antioxidante que incluyen ORAC, FRAP y MDA. Como resultado tuvieron que el consumo de 70 gramos de papilla de avena que contiene 3 gramos de  $\beta$ -glucano durante 4

semanas puede ayudar a reducir los marcadores de inflamación y oxidación en adultos hipercolesterolémicos. Concluyeron que la avena es una excelente recomendación dietética para personas con hipercolesterolemia.

Según Evans (2020) del Grupo de Ciencias de la Nutrición y Epidemiología, Facultad de Ciencias de la Alimentación y Nutrición, Universidad de Leeds, Woodhouse de Reino Unido, realizó una revisión sistemática en donde se centró en los enlaces entre fibras y el riesgo de Enfermedades Cardiovasculares, así como los factores de riesgo. Investigó que aproximadamente un tercio de todas las muertes en el Reino Unido se deben a las enfermedades cardiovasculares (ECV) y los marcadores potencialmente modificables de mayor riesgo de los ECV incluyen la diabetes mellitus tipo 2 y sus precursores (alta azúcar en sangre y baja sensibilidad a la insulina), obesidad e hipertensión. En esta revisión se afirmó que el riesgo de ECV con consumo de fibra se redujo un 9 % con 7 g más de ingesta de fibra total. Recomendó en este estudio el aumento de la ingesta de fibra dietaria de 25 a 30 g al día ya que una ingesta elevada de fibra se asocia con una amplia gama de resultados de salud, incluida la diabetes tipo 2 y salud cardiovascular. Se demuestra que la ingesta de fibra no solo se asocia con menor incidencia de cáncer, sino que también está asociada a un riesgo disminuido de ECV.

Yu *et al.* (2020) publicaron un estudio en la Revista Americana de Nutrición, la cual tuvo como objetivo evaluar las asociaciones con el riesgo de cáncer de vejiga y la ingesta de granos integrales, granos refinados y fibra dietética. En este estudio evaluaron a 3214 participantes que tuvieron incidentes de cáncer de vejiga y tuvo como resultado que las ingestas más altas de grano integral total (> 8 g / d) y fibra dietética total (> 23 g / d) individual y conjuntamente tuvo una disminución del riesgo del cáncer de vejiga. Esto a su vez, sustenta y apoya las recomendaciones de aumentar la ingesta de fibra dietética y cereales integrales. Una vez más se demuestra que la ingesta de fibra puede ayudar a prevenir enfermedades como el cáncer.

Los autores Tosh & Bordenave (2020), realizaron una investigación que tuvo como objetivo evaluar los principales mecanismos por el cual la avena, la cebada integral y los  $\beta$ -glucanos pueden llegar a reducir el riesgo de enfermedad coronaria, diabetes tipo 2 y otras enfermedades crónicas no transmisibles. Los efectos que tienen estos alimentos y principalmente la avena se deben al papel de las fibras dietéticas solubles y compuestos bioactivos, tales como los compuestos fenólicos y estos reducen el nivel de colesterol sérico de lipoproteínas de baja densidad, disminuyendo así la glucosa en sangre posprandial y modulando la microbiota intestinal. Finalmente concluyeron que el consumo frecuente de los cereales integrales tales como la avena y cebada tienen beneficios importantes en la reducción del colesterol y glucosa en sangre, además de mantener una microbiota intestinal saludable.

### 2.1.3. Inulina

Los autores Hiel *et al.* (2019) realizaron un ensayo de diseño en donde tuvieron como objetivo el efecto de la inulina sobre la salud intestinal y nutricional en seres humanos sanos. En un grupo de 26 individuos sanos se les indicó una dieta controlada rica en inulina (obtenida principalmente por vegetales ricos en esta) y se les evaluó durante dos semanas, la ingesta de nutrientes, comportamiento relacionado con alimentos, la composición de la microbiota fecal, la fermentación microbiana y los síntomas gastrointestinales. Encontraron que los voluntarios mostraron mayor saciedad, menor deseo de comer alimentos dulces, salados y grasos; y solo muy pocos mostraron episodios de flatulencia. Finalmente concluyeron que un mayor consumo de fuentes ricas en inulina contribuyó a la regulación del apetito y una reducción en el deseo de comer alimentos poco saludables.

En una investigación realizada por Akram *et al.* (2019) discutieron sobre los efectos positivos de los prebióticos en modelos de Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII) en ratas y en humanos junto a posibles mecanismos de protección. Finalmente tuvieron como resultado que las ratas propensas a la colitis se alimentan de una combinación prebiótica (inulina y oligofruktosa) que disminuye las citocinas proinflamatorias de la mucosa; aunque existe una escasez de estudios en humanos que utilicen prebióticos, varios de los hallazgos emergentes indican que después de la colectomía para colitis ulcerosa, la inulina muestra un resultado positivo en el tratamiento de la pouchitis crónica. También realizaron una pequeña prueba de etiqueta abierta a 10 sujetos activos con enfermedad de Crohn, en donde

por 21 días se les administro oralmente 15 g de oligofructosa y mostraron una disminución sustancial de la condición de enfermedad. El estudio concluye que el uso dietético de la inulina propone una táctica potencial para mantener la salud, el bienestar y para manejar la progresión de los trastornos; aunque aún se requieren más estudios para garantizar el uso terapéutico de la inulina en la enfermedad inflamatoria intestinal.

El objetivo de la investigación realizada por Chambers *et al.* (2019) fue identificar los mecanismos subyacentes de los cambios en la homeostasis de la glucosa con el parto de propinato al colon humano por medio y análisis de la composición bacteriana intestinal. En donde se evaluaron a 12 adultos no diabético con sobrepeso y obesidad, donde administraron 20 g/día de propinato de inulina ester (IPE), esto fue diseñado para administrar propinato selectivamente al colon, por otro lado, administraron y se tuvo un control de fibra altamente fermentable (inulina) y además la administración y el control de fibra de baja fermentación (celulosa), en un diseño cruzado aleatorizado, doble ciego y controlando con placebo. Finalmente analizaron los resultados finales 42 días post suplementación. Los resultados de la suplementación tanto con IPE como de inulina, dieron como resultado una mejora en la resistencia a la insulina a comparación de la suplementación con la celulosa. Como conclusión del estudio fue que en adultos con sobrepeso y obesidad tanto la inulina como la suplementación con IPE mejoraron las medidas de resistencia a la insulina en relación con la celulosa, sin embargo, no hubo diferencia significativa entre IPE e inulina.

#### **2.1.4. Estudio en base a una dieta con avena**

El meta análisis realizado por Grundy *et al.* (2018) tuvo como objetivo investigar el claro impacto beneficioso del consumo de avena y productos a base de avena sobre el colesterol sérico y otros marcadores de enfermedades cardiovasculares. Se cree que la avena posee un efecto de reducir el colesterol debido a los  $\beta$ -glucanos que contiene, pero las fuentes de  $\beta$ -glucano altamente procesadas (en productos alimentarios) puede alterar el tejido de la avena y por lo tanto ser menos efectiva para reducir el colesterol sérico. Los productos alimentarios a base de avena sin refinar, son ricos en  $\beta$ -glucanos (donde parte del tejido vegetal permanece intacto) parecen ser más eficientes para reducir el colesterol. La conclusión de esta investigación fue que la avena requiere ser procesada para ser consumida seguramente, pero no llega hasta el punto de que pierda sus valores nutricionales, por lo tanto, se sugiere mayor investigación, los cuales deben apuntar a identificar las formas más activas de avena y la combinación de nutrientes y fitoquímicos en relación con los niveles de colesterol y riesgo de enfermedad cardiovascular.



### **2.1.5. La miel de agave como alternativa endulzante**

Un estudio realizado por Valle *et al.* (2020), se comparó las respuestas metabólicas de la ingestión crónica de azúcares refinados en comparación con varios edulcorantes naturales en ratas obesas inducidas por la dieta. En este estudio se destacó que el consumo de fructuosa y edulcorantes naturales, pero no de jarabe de maíz, se asoció con una menor resistencia a la insulina en las ratas estudiadas. Como conclusión, los edulcorantes naturales y especialmente la miel de agave atenúan el desarrollo de la resistencia a la insulina y la inflamación hepática en comparación con la sacarosa en las ratas obesas inducidas por la dieta, por tal motivo dicho estudio sugiere que el consumo de estos edulcorantes naturales son una mejor alternativa que la sacarosa en el contexto de la obesidad.

Según los autores Mora & Dando. (2021) realizaron una investigación en donde estudiaron la influencia de los edulcorantes a nivel sensorial y el impacto de estos en el metabolismo. En el caso de la miel de agave analizaron que provoca una respuesta glucémica baja, además tiene beneficios metabólicos y propiedades a comparación de los edulcorantes artificiales. Por otro lado, a nivel sensorial, la miel de agave tiene un dulzor ligero y es más dulce que la sacarosa por cada gramo y esto es debido a su alto contenido de fructosa.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1. Avena**

#### **2.2.1.1. Descripción de avena**

La Avena es uno de los cereales con mayor porcentaje de cultivos a nivel mundial, su grano tiene un alto valor biológico por la presencia de varios aminoácidos esenciales, hidratos de carbono de fácil absorción, fibra soluble e insoluble, grasas (en su mayoría insaturadas), también es relevante su contenido de vitaminas del complejo B (Vitamina B1: 0.6 mg, B2: 0.14 mg y niacina: 1.3 mg por cada 100 g de avena), minerales, siendo este superior al grano de otros cereales (Pagés, 2015).

Con respecto a su origen Carrera (2005) menciona la existencia de diversas teorías del origen de este cereal, desde el suroeste de Europa o Asia, pero la mayoría coinciden en que su origen radica en Asia Central.

#### **2.2.1.2. Clasificación taxonómica**

Este cereal pertenece a la familia los *Poaceae* o gramíneas, específicamente de la tribu *Aveneae*, se puede encontrar alrededor de 70 especies distintas, pero se considera que el tipo de avena más cultivada es la especie *Avena sativa* L (Ramírez, 2007), véase Tabla 1.

Tal como lo indica Roger, (2003), la *Avena sativa L* es conocida también como “avena blanca”, “avena común”, “avena cultivada”, “avena doméstica”, “avena ladilla”, “avena loca”, “avena negra” o “avena que se siembra”.

**Tabla 1.**

*Clasificación taxonómica de la Avena sativa L.*

<b>Taxón</b>	<i>Nombre</i>
<b>REINO</b>	<i>Plantae</i>
<b>DIVISIÓN</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>CLASE</b>	<i>Liliopsida</i>
<b>ORDEN</b>	<i>Poales</i>
<b>FAMILIA</b>	<i>Poaceae</i>
<b>SUBFAMILIA</b>	<i>Pooideae</i>
<b>TRIBU</b>	<i>Aveneae</i>
<b>GÉNERO</b>	<i>Avena</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>Avena sativa</i>

Fuente: Galdeano *et al.*, (2009)

### 2.2.1.3. Valor nutricional

Para conocer el valor nutricional de la avena es necesario comprender su composición química, esto brindará información como el porcentaje de proteína, carbohidratos totales (incluyendo fibra), grasas, minerales y vitaminas (Arango, 2019).

A continuación, se muestra la composición nutricional de la avena en la tabla 2.

**Tabla 2.**

*Composición nutricional de hojuelas de avena cruda (por 100 g).*

<b>COMPOSICIÓN</b>		<b>Cantidades</b>
<b>Energía</b>	<b>(Kcal)</b>	333
<b>Agua (g)</b>		8.8
<b>Proteína (g)</b>		13.3
<b>Grasa total (g)</b>		4.0
<b>Carbohidratos totales (g)</b>		72.2
<b>Carbohidratos disponibles (g)</b>		61.6
<b>Fibra dietaria (g)</b>		10.6
<b>Cenizas (g)</b>		1.7
<b>Calcio (mg)</b>		49
<b>Fósforo (mg)</b>		407
<b>Zinc (mg)</b>		3.97
<b>Hierro (mg)</b>		4.10
<b>Tiamina (mg)</b>		0.15
<b>Riboflavina (mg)</b>		0.09
<b>Niacina (mg)</b>		1.00
<b>Sodio (mg)</b>		2
<b>Potasio (mg)</b>		211

Fuente: Minsa (2017).

La avena es ideal para los desayunos de niños, jóvenes, adultos y pacientes en riesgo cardiovascular. Dentro de su porcentaje de proteínas, se encuentra una fuente de aminoácidos como: ácido glutámico, arginina, lisina, treonina, valina, alanina, ácido aspártico y prolina (Soto, 2007).

Comparando todos los cereales, la avena posee un gran contenido de vitamina E, B, B2 y minerales como: calcio, hierro, zinc, fósforo y magnesio, asimismo, presenta hidratos de carbono de absorción lenta proporcionando energía durante periodos largos después de haber sido absorbida por el aparato digestivo, logrando evitar sensación de fatiga que experimenta el cuerpo cuando requiere glucosa (Vega, 2012).

## **2.2.2. Fibra**

### **2.2.2.1. Definición de fibra**

La definición de “fibra dietética” recién se le empezó a dar mayor difusión a raíz de una publicación de Hipsley (1953) refiriéndose a ella como la parte no digerible de las paredes celulares de los vegetales.

Conforme fueron pasando los años, el concepto de “fibra” fue sufriendo cambios, en la década entre 1960 y 1970 los autores Burkitt *et al.* (1972) fueron más específicos y definieron la “fibra dietética” como la suma de todos los polisacáridos de origen vegetal mencionando a la celulosa,

hemicelulosa y lignina. Posteriormente el autor Trowell (1985) incluyó en la definición a los oligosacáridos, pectinas, gomas y ceras.

A principios del siglo XXI, Escudero (2006) resalta y añade a la definición la “fibra funcional”, esta incluiría más hidratos de carbono resistentes a la digestión humana, como el almidón resistente, la inulina, y diversos oligosacáridos y disacáridos. Aquí se define a la “fibra total” como la suma de fibra funcional y fibra dietética.

### 2.2.2.2. Clasificación

Existen múltiples maneras de clasificar la fibra dietética, pero la más pertinente y vigente es la de los autores Escudero y Gonzales (2006), citados por Vilcanqui-Pérez y Vílchez- Perales en 2017, estos indican que la fibra puede ser clasificada de acuerdo a su grado de hidratación con el agua, como solubles o insolubles. Esta clasificación (Tabla 3) las diferencia según sus propiedades fisicoquímicas, efectos funcionales y fisiológicos.

**Tabla 3.**

*Clasificación de la fibra según grado de solubilidad en el agua.*

<b>Fibras insolubles en agua</b>	<b>Fibras solubles en agua</b>	<b>Fibras altamente solubles en agua</b>
Lignina	Hemicelulosa tipo A	Inulina
Celulosa	Pectinas	Fructo-oligosacáridos
Hemicelulosa tipo B	Gomas	Almidones resistentes
	Mucílagos	Azúcares no digeribles
	Otros polisacáridos	

Fuente: Escudero y González (2006).

### **2.2.2.3. Inulina**

La inulina es un tipo carbohidrato no digerible y pertenece al grupo de fibra soluble, que está presente en muchos vegetales, frutas y cereales. En la actualidad, a nivel industrial se extrae de la raíz de la achicoria (*Cichorium intybus*) y se utiliza ampliamente como ingrediente en alimentos funcionales (Frank, 2005)

Los autores Zuleta & Sambucetti (2001) mencionan que la inulina es considerada un oligosacárido o fructano, el cual está compuesto por unidades de fructosa enlazados por un enlace  $\beta$  (2,1) y una molécula de glucosa unida al final por  $\alpha$  (1,2).

Para el autor Clemens (2001) la inulina pertenece a la clasificación de “fibra alimentaria soluble” por la presencia del enlace glucosídico  $\beta$  (2,1), este tipo de unión ocasiona que la inulina se resista a la hidrólisis por las enzimas presentes en el intestino delgado, permitiendo que esta sea rápidamente fermentada por las bacterias del colon.

### **2.2.3. Miel de Agave**

La miel de agave se obtiene a través de la concentración térmica del agua (70°C) y filtración del aguamiel o de los jugos del tallo, al finalizar este proceso, se obtiene un líquido de color dorado con alta concentración de fructosa (varía desde un 70 a 97% dependiendo la forma de extracción) y gran poder endulzante (Silva, 2017).

La miel de agave es un endulzante orgánico obtenido a partir de la savia líquida que presenta la penca del agave en su interior (Reyes et al., 2017).

Según López (2013) menciona que el jarabe o miel de agave es de color ámbar transparente y de sabor dulce. Debido a su bajo índice glucémico, permite la reducción de los niveles de lípidos en sangre, el riesgo de enfermedades cardiovasculares y reduce los efectos de la hipoglucemia.

#### **2.2.3.1. Valor nutricional**

La miel o jarabe de agave es una melaza obtenida a partir de la hidrólisis de los oligosacáridos del agave, el consumo de esta facilita el buen funcionamiento intestinal debido al alto contenido de Fructooligosacáridos (FOS) (Hernández, 2018). A continuación, se muestra la composición de la miel de agave en la Tabla 4.



**Tabla 4.**

*Componentes nutricionales de la miel de agave (100 ml).*

<b>Componentes</b>	<b>Contenido</b>
<b>Humedad (%)</b>	18.2
<b>Cenizas (g)</b>	1.8
<b>pH</b>	5.8
<b>°Brix</b>	69.2
<b>Proteína (mg/L)</b>	3.10
<b>Azúcares totales (g/L)</b>	70.02
<b>Azúcares reductores (g/L)</b>	1.37
<b>Glucosa (mg/L)</b>	2.3 – 1.5
<b>Fructosa (mg/L)</b>	8.7 – 4.5
<b>Sacarosa (%)</b>	1
<b>Proteínas (%)</b>	0.34

Fuente: Hernández (2018).

#### **2.2.4. Barras de cereales con alto contenido de fibra**

En los últimos tiempos se ha incrementado la demanda de alimentos nutritivos y seguros, debido a la necesidad de prevención frente a enfermedades como la obesidad, diabetes, desnutrición, problemas cardiovasculares, entre otros (Rezende *et al.* 2015).

Es por esta razón, que el mercado tiene una preferencia por los productos alimenticios en los que se perciban propiedades favorables para la salud, y al mismo tiempo, de fácil consumo, almacenamiento y manipulación como las barras de cereal (Ramírez-Jiménez *et al.*, 2018).

### 2.2.4.1. Requisitos para declarar alimentos como fuente de fibra dietaria

Según FAO (1997) “por declaración de propiedades relativas al contenido de nutrientes se entiende una declaración de propiedades nutritivas que describe el nivel de un determinado nutriente contenido en un alimento. (Ejemplos: “Fuente de calcio”; “alto contenido de fibra y bajo de grasa”.)”

En la Tabla 5, se muestran las condiciones para declaraciones de propiedades relativas al contenido de nutrientes.

**Tabla 5.**

*Condiciones para la declaración de propiedades*

<b>COMPONENTE</b>	<b>PROPIEDAD DECLARADA</b>	<b>CONDICIONES (no menos de)</b>
<b>Energía</b>	Bajo contenido	40 kcal (170Kj) por 100 g (sólidos) o 20 kcal (80Kj) por 100 ml (líquidos)
	Exento	4 kcal por 100 ml (líquidos)
<b>Grasas</b>	Bajo contenido	3 g por 100 g (sólidos)
	Exento	0.5 g por 100 g (sólidos) o 100 ml (líquidos)
<b>Grasa Saturada</b>	Bajo contenido	1.5 g por 100 g (sólido) 0.75 g por 100 ml (líquido) Y 10 % de energía de grasa saturada
	Exento	0.1 g por 100 g (sólidos) 0.1 g por 100 ml (líquidos)
<b>Colesterol</b>	Bajo contenido	0.02 g por 100 g (sólidos) 0.01 g por 100 ml (líquidos)
	Exento	0.0005 g por 100g (sólidos) 000.5 g por 100 ml (líquidos) y, para ambas declaraciones menos de: 1.5 g de grasa saturada por 100 g (sólido), 0.75 g de grasa saturada por 100 ml (líquido) y 10 % de energía de grasa saturada
<b>Azucares</b>	Exento	0.5 g por 100 g (sólido) 0.5g por 100 ml (líquido)
<b>Sodio</b>	Bajo contenido	0.12 g por 100 g

<b>COMPONENTE</b>	<b>PROPIEDAD DECLARADA</b>	<b>CONDICIONES (no menos de)</b>
	Contenido muy bajo	0.04 g por 100 g
	Exento	0.0005 g por 100 g
<b>Proteína</b>	Contenido Básico	10 % de VRN por 100 g (sólido) 5 % de VRN por 100 ml (líquido) o 5 % VRN por 100kcal (12 % de VRN por 1 MJ) o 10% de VRN por porción de alimento
	Contenido Alto	dos veces los valores del “contenido básico)
<b>Vitaminas y minerales</b>	Contenido básico	15 % de VRN por 100 g (sólidos) 7.5 % de VRN por 100 ml (líquidos) o 5 % de VRN por 100 kcal (12 % de VRN por 1 MJ) o 15 % de VRN por porción de alimento
	Contenido alto	dos veces los valores del “contenido básico)
<b>Fibra dietética</b>	Contenido básico	3 g por 100 g o 1.5 g por 100 kcal o 10 % del valor diario de referencia por porción
	Contenido alto	6 g por 100 g o 3 g por 100 kcal o 20 % del valor diario de referencia por porción

Fuente: (FAO, 1997).

### 2.2.5. Evaluación sensorial

Desde la antigüedad fueron apareciendo escritos que sirvieron como antecedentes para desarrollar el término de “evaluación sensorial”, en los años 320 A.C., se encontraron textos desarrollando el concepto de los olores, sus características y naturaleza, y esto conllevó que con el pasar de las décadas, surgiera la necesidad de mejorar la aceptación de los productos alimenticios por parte de los consumidores, de esta manera aparece la “evaluación sensorial” como disciplina

que permitirá medir la calidad de los alimentos mediante la opinión del consumidor (Hernández, 2005).

El instituto de Alimentos de EEUU (IFT) define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Anzaldúa, 1993).

Ramírez-Navas (2012) indica que este tipo de pruebas permiten determinar cuál es el grado de aceptación de un producto, y dependiendo del tipo de prueba que se aplique se puede medir el nivel de agrado o desagrado.

#### **2.2.5.1. Pruebas Afectivas**

Las pruebas afectivas emplean escalas de calificación que permiten que los panelistas expresen el nivel de agrado o satisfacción frente a un producto alimenticio (Hernández, 2005).

##### **2.2.5.1.1. Prueba de ordenamiento**

El autor Ramírez-Navas (2012) menciona que en estas pruebas se les solicita a los panelistas que ordenen las muestras en base a su aceptabilidad. Las muestras se presentan codificadas y en simultáneo, en orden aleatorio.

Esta prueba es un método eficaz para poder seleccionar la mejor muestra dentro de un grupo, en relación a una característica o propiedad (Bota *et al.*, 1999).

#### **2.2.5.1.2. Escala hedónica verbal**

En este tipo de pruebas los panelistas expresan el grado de satisfacción frente a un producto alimenticio mediante una escala hedónica verbal, esta escala va desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo” (Hernández, 2005).

### **2.3. Definiciones de términos**

**Fibra soluble:** Los autores nos menciona que la fibra soluble es atraída por el agua y generalmente fermentable, esta permite el aumento de la biomasa bacteriana y la retención de agua (Escudero & González, 2006).

**Fibra insoluble:** Según los autores la fibra insoluble es poco fermentable y es la que permite el aumento de la masa fecal (Escudero & González, 2006).

**Fructooligosacáridos:** Son una clase de fibra soluble constituida por fructosa. Se considera adecuado incluirlos en la dieta diaria por sus beneficios en la salud, principalmente por su capacidad de fermentación por las bífido bacterias que se encuentran en el intestino grueso del ser humano (López, 2013).

**Índice glicémico:** El índice glicémico nos permite calcular la calidad del carbohidrato. Permite cuantificar la respuesta en términos glicémicos de los hidratos de carbono ingeridos comparándola con la respuesta de un alimento de referencia (Calabañas, 2010).

**Fibra dietética:** Se considera fibra dietética a toda parte comestible de las plantas o carbohidratos (polisacáridos, oligosacáridos, lignina, etc.), dichas sustancias pueden ser fermentadas parcial o totalmente en el intestino grueso promoviendo efectos fisiológicos beneficiosos (Escudero & González, 2006).

**Estatinas:** Son fármacos empleados para reducir los niveles de colesterol con el fin de reducir el riesgo de padecer accidentes cerebrovasculares, vasculopatías periféricas y otras vasculopatías (Mennickent *et al.*, 2008).

**LDL-C:** Las siglas LDL-C corresponde a la concentración de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad, considerado uno de los indicadores para evaluar el riesgo de alguna enfermedad coronaria o aterosclerosis (Vujovic *et al.*, 2010).

**Beta-glucano:** Es la fibra soluble que encontramos en la avena, cebada, algas y setas (Volman *et al.*, 2010).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales**

##### **3.1.1. Materia Prima**

- Hojuelas de avena

##### **3.1.2. Insumos**

- Inulina de achicoria
- Miel de agave
- Aceite de girasol
- Polvo de hornear

##### **3.1.3. Equipos e Instrumentos**

- Balanza digital “FEILITE”, capacidad de 5 kg (precisión= 1 g)
- Termómetro digital “PRECISSO” de -50 °C a 300 °C
- Horno eléctrico “INDURAMA”
- Refrigeradora “SAMSUNG”

### 3.1.4. Materiales

- 4 Bowls de acero de 2 litros
- 1 Fuente rectangular para horno (pyrex) de 34.5 cm x 21 cm
- 1 Cucharon de acero inoxidable
- 1 cuchillo de acero inoxidable
- 1 Sartén de teflón “Finezza”
- 1 Rollo de papel de aluminio

### 3.2. Metodología

La presente investigación es de tipo cuantitativo cuasi experimental de tipo transversal cuya unidad de análisis son las barras de avena enriquecidas con inulina y endulzadas con miel de agave.

El trabajo se realizó en tres etapas:

- **Etapa I:** Durante esta etapa se realizó la formulación y producción de las tres (03) barras altas en fibra con proporciones distintas de inulina (50, 65 y 80 g) y se procedió a evaluar sensorialmente ante 21 jueces mediante una prueba de ordenamiento calificando el dulzor y dureza.
- **Etapa II:** Una vez identificada la barra alta en fibra que más agrado en cuanto a dulzor y dureza, se procedió a realizar la prueba de aceptabilidad de la barra escogida.
- **Etapa III:** En esta última etapa, se sometió a la barra con mayor aceptabilidad a un análisis químico proximal y de fibra dietaría.



### **3.2.1. Procedimiento**

La elaboración de las barras de avena enriquecidas con inulina y endulzadas con miel de agave se realizó en los laboratorios de la Universidad Le Cordon Bleu utilizando el diagrama de flujo mostrado en la Figura 1 y empleando los insumos de la Tabla 6.

#### **a) Recepción de materia prima**

Todos los insumos para la elaboración de la barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave se recibieron empaquetados y en un lugar seco, evitando el ingreso de humedad, como se muestra en la Figura 2.

#### **b) Pesado de los insumos**

Se procedió a pesar la avena, miel de agave, el aceite de girasol, la inulina y el polvo de hornear empleando la balanza digital de alimentos 5 kg max d = 1 g.

#### **c) Tostado**

Se procedió a tostar las hojuelas de avena empleando una sartén de teflón a fuego medio por 10 minutos, con el fin de acelerar la cocción en el horno.

#### **d) Mezclado**

Se realizó el mezclado de los ingredientes secos (hojuelas de avena, polvo de hornear e inulina) y posteriormente se le añadieron los ingredientes húmedos (aceite de girasol y miel de agave).

**e) Moldeado**

La masa obtenida se introdujo a un molde de vidrio rectangular (34.5 cm x 21 cm) para darle forma.

**f) Horneado**

El horneado fue de aproximadamente 20 minutos a 180°C, ya que, las hojuelas de avena tuvieron una pequeña cocción anteriormente.

**g) Enfriamiento**

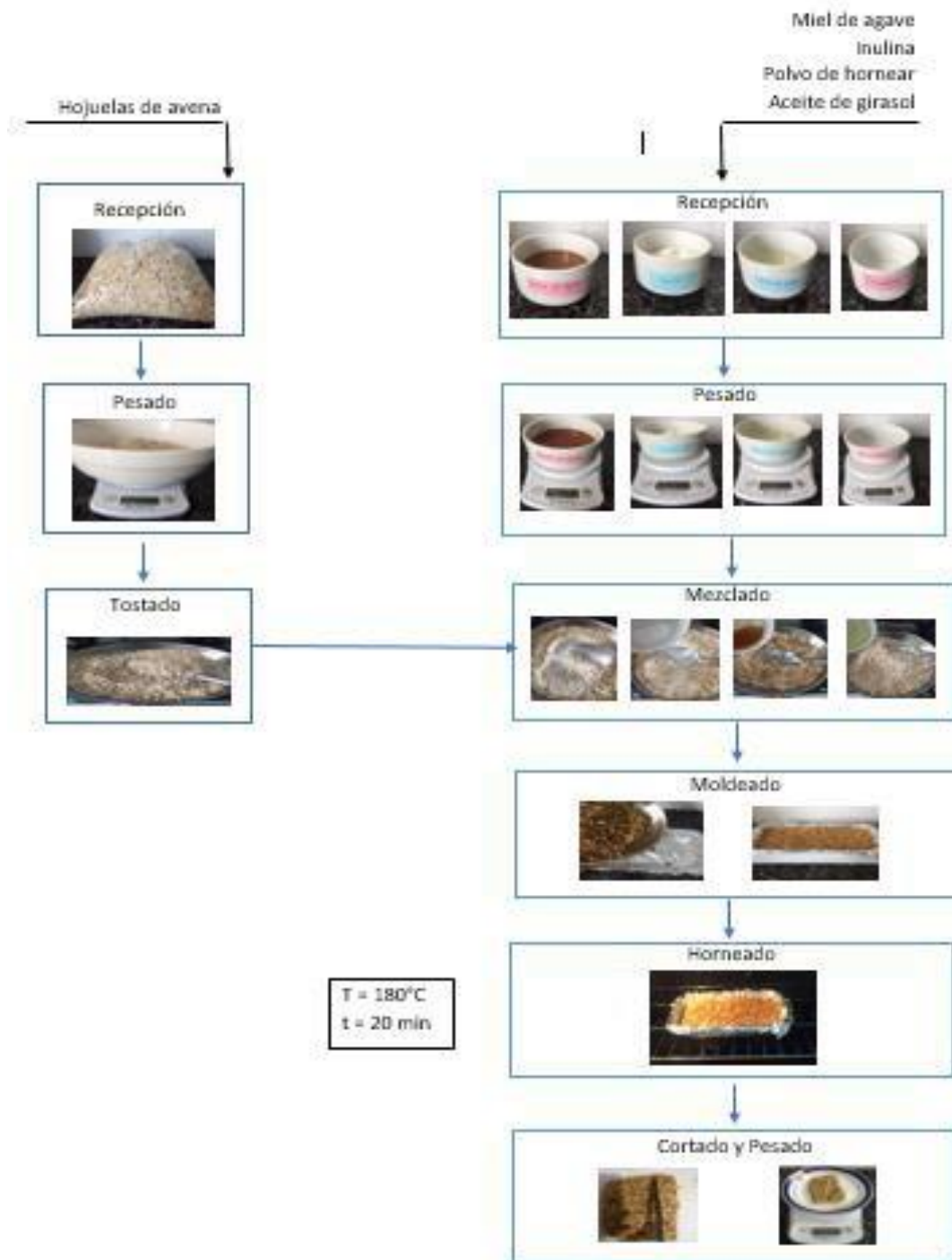
La masa obtenida se dejó reposar durante 20 minutos en refrigeración a 5°C.

**h) Cortado**

Se procedió a porcionar las barras (50 g) en forma rectangular (8 cm x 2 cm).

**Figura 1.**

*Diagrama de flujo gráfico de barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave.*



### 3.2.1.1 Formulación de las barras altas en fibra

Se elaboraron tres formulaciones de barras altas en fibra a base de hojuelas de avena, inulina, polvo de hornear, aceite de girasol y miel de agave, para que sean denominadas “altas en fibra o fuentes de fibra”.

A continuación, en la tabla 6 se detallan las formulaciones.

**Tabla 6.**

*Formulación de las barras de cereal alta en fibra.*

<b>INGREDIENTES</b>	<b>FORMULACION 1 (325)</b>	<b>FORMULACIÓN 2 (104)</b>	<b>FORMULACIÓN 3 (888)</b>
Hojuelas de avena	300 g	300 g	300 g
Miel de agave	200 g	200 g	200 g
Inulina	50 g	65 g	80 g
Polvo de hornear	5 g	5 g	5 g
Aceite de girasol	65 g	65 g	65 g

### **3.2.1.2. Determinación de la formulación óptima de la barra alta en fibra**

Para determinar la formulación óptima de la barra alta en fibra se trabajó con 21 panelistas semi entrenados conformado por los alumnos que llevaron el curso de análisis sensorial de las carreras del semestre 2019 II, incluyendo las carreras de Ingeniería en Industrias Alimentarias y Nutrición y Técnicas Alimentarias en la Universidad Le Cordon Bleu.

#### **a) Prueba de ordenamiento**

Para determinar la preferencia de las formulaciones se empleó la “Prueba de Ordenamiento”, o prueba de preferencia ampliada donde los 21 panelistas semi entrenados ordenaron las muestras de mayor a menor preferencia en función de los atributos de dulzor y dureza, colocando en primer lugar la que se prefiera con una valoración de uno y como último lugar la que menos se prefiera con una valoración de tres. Esta prueba fue realizada en las instalaciones de la Universidad Le Cordon Bleu, las cuales fueron ambientadas para su ejecución. La ficha de análisis que se empleó se muestra en los anexos 01 y 02.

## **b) Escala Hedónica**

Los 21 panelistas semi entrenados evaluaron las 3 barras formuladas codificadas, las cuales se le presentaron de forma simultánea donde pudieron cuantificar la Aceptabilidad en cuanto al dulzor y dureza, empleando la Escala de Hedónica de 9 puntos. El anexo 03 presenta la “Escala Hedónica Verbal de 9 puntos para cada atributo”.

### **3.2.1.3. Determinación del valor nutricional de las formulaciones**

Para el análisis químico proximal y fibra dietaria de la formulación seleccionada por la prueba de aceptabilidad, se utilizó el servicio de asesoramiento técnico (SAT), en la cual el laboratorio utilizó los siguientes métodos:

- a) Determinación de carbohidratos: Por Cálculo
- b) Protocolo de ceniza: AOAC 900.02, 21st. Ed. (2019). Ash of sugars and Syrups
- c) Determinación de la energía total: Por Cálculo
- d) Determinación de fibra dietaria: AOAC 985.29, 21st. Ed. (2019). Total Dietary Fiber in Foods. Enzymatic-Gravimetric Method
- e) Determinación de grasa: AOAC 920.177, 21st. Ed. (2019). Ether extract of confectionary
- f) Protocolo de humedad: NTP 208.008:2014 (revisada el 2019). Confiteria.
- g) Determinación de proteína: AOAC 920.176, 21st. Ed. (2019). Nitrogen in sugars and syrups. Kjeldahl Method

#### 3.2.1.4. Procesamiento de datos

Se empleó el programa Microsoft Excel versión 2016 para realizar el registro y análisis estadístico de los datos provenientes de las pruebas sensoriales y valores nutricionales de las tres formulaciones.

##### a) Evaluación estadística de prueba de ordenamiento

Para el análisis estadístico de la prueba de ordenamiento se empleó la prueba FRIEDMAN, la cual determinó la preferencia de las formulaciones empleando la siguiente fórmula.

##### Fórmula de Friedman:

$$\chi^2_{\text{exp}} = \frac{12}{nK(K+1)} \sum_{i=1}^K R_i^2 - 3n(K+1)$$

- **K** = Número de tratamientos.
- **R<sub>i</sub>** = Suma de puntos totales por muestra.
- **N** = Cantidad de panelistas.
- **Grados de libertad** = K - 1

Si  $\chi^2_{\text{exp}} \leq \chi^2_{\text{tab}}$  " No hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significación dado. Si  $\chi^2_{\text{exp}} > \chi^2_{\text{tab}}$  " Hay diferencia entre las muestras para un determinado nivel de significación.

Si no hay diferencia entre las muestras se concluye el análisis, de lo contrario es necesario precisar cuáles son los tratamientos diferentes, de ahí que sea necesario calcular la diferencia mínima significativa (DMS):

$$DMS = Q \sqrt{\frac{nK(K+1)}{12}}$$

- **Q** = Valor tabulado según K y nivel de significación establecido.
- **n** = Número de juicios totales.
- **K** = Número de tratamientos.

#### **b) Evaluación estadística de escala hedónica**

Luego de emplear la escala hedónica para cuantificar la aceptabilidad de las barras, se registraron las valoraciones otorgadas por los jueces de las tres formulaciones para luego analizarlas mediante un análisis de varianza (ANOVA). El cuadro producto del análisis de varianza arrojará el valor de p, el cual permitirá determinar si hay diferencias significativas entre las tres formulaciones de las barras de avena.

Si  $p < 0.05$  (nivel de significancia), se concluye que existen diferencias significativas entre las formulaciones y en caso  $p > 0.05$  (nivel de significancia), se determina que no existen diferencias significativas.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis estadístico

#### 4.1.1. Prueba de ordenamiento para los atributos de dulzor y dureza.

##### a) Atributo dulzor

A continuación, se presentan los números de orden en términos de preferencia en los que posicionan los panelistas a las tres formulaciones.

**Tabla 7.**

*Resultados de prueba de ordenamiento en relación al dulzor.*

<b>PANELISTAS</b>	<b>325</b>	<b>104</b>	<b>888</b>
<b>P1</b>	2	1	3
<b>P2</b>	1	2	3
<b>P3</b>	2	3	1
<b>P4</b>	1	2	3
<b>P5</b>	1	3	2
<b>P6</b>	3	2	1
<b>P7</b>	3	1	2
<b>P8</b>	1	2	3
<b>P9</b>	1	3	2
<b>P10</b>	1	2	3
<b>P11</b>	2	3	1
<b>P12</b>	1	3	2
<b>P13</b>	2	3	1
<b>P14</b>	1	2	3
<b>P15</b>	3	1	2
<b>P16</b>	1	3	2
<b>P17</b>	3	1	2
<b>P18</b>	2	1	3
<b>P19</b>	2	3	1
<b>P20</b>	2	1	3
<b>P21</b>	2	1	3
<b>SUMATORIA</b>	37	43	46
<b>PROMEDIO</b>	1.76	2.04	2.19
<b>SUMATORIA FRIEDMAN</b>	1369	1869	2116

Estos resultados fueron sometidos a un análisis estadístico empleando la prueba Friedman, los cuales se señalan en la siguiente tabla.

**Tabla 8.**

*Análisis estadístico de Prueba de ordenamiento en relación al dulzor.*

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
N	21
X <sup>2</sup> exp	2
Significancia	0.05
Grados de libertad	2
X <sup>2</sup> TAB	5.991

Con los resultados obtenidos comparamos el X<sup>2</sup> exp calculado con el X<sup>2</sup> tab de la tabla correspondiente para el nivel de significancia y grado de libertad especificado en la Tabla 8. Al encontrar el X<sup>2</sup> exp < X<sup>2</sup> tab podemos concluir que no hay diferencia significativa entre las tres formulaciones en cuanto al atributo del dulzor.

c) **Atributo dureza**

A continuación, se presentan los números de orden en términos de preferencia en los que posicionan los panelistas a las tres formulaciones.

**Tabla 9.**

*Resultados de prueba de ordenamiento en relación a la dureza.*

<b>PANELISTAS</b>	<b>325</b>	<b>104</b>	<b>888</b>
P1	1	2	3
P2	3	1	2
P3	1	3	2
P4	3	1	2
P5	3	1	2
P6	3	2	1
P7	3	2	1
P8	2	1	3
P9	2	3	1
P10	2	1	3
P11	2	3	1
P12	2	3	1
P13	2	3	1
P14	2	1	3
P15	2	1	3
P16	3	2	1
P17	2	1	3
P18	3	2	1
P19	1	3	2
P20	3	1	2
P21	3	1	2
<b>SUMATORIA</b>	<b>48</b>	<b>38</b>	<b>40</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.28</b>	<b>1.81</b>	<b>1.90</b>
<b>SUMATORIA FRIEDMAN</b>	<b>2304</b>	<b>1444</b>	<b>1600</b>

Estos resultados fueron sometidos a un análisis estadístico empleando la prueba Friedman, los cuales se señalan en la tabla 10.

**Tabla 10.**

*Análisis estadístico de Prueba de ordenamiento en relación a la dureza.*

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
N	21
X <sup>2</sup> exp	2.66
Significancia	0.05
Grados de libertad	2
X <sup>2</sup> TAB	5.991

Con los resultados obtenidos comparamos el X<sup>2</sup> exp calculado con el X<sup>2</sup> tab de la tabla correspondiente para el nivel de significancia y grado de libertad especificado en la tabla 10. Al encontrar el X<sup>2</sup> exp ≤ X<sup>2</sup> tab podemos concluir que no hay diferencia significativa entre las tres formulaciones en cuanto al atributo de dureza.

Debido a la similitud entre las tres formulaciones en términos de aceptabilidad de dulzor y dureza de las barras de cereal, se optó por elegir la formulación ( muestra 888) con mayor concentración de inulina (80 g) por ser un producto que permitirá con mayor facilidad cubrir los requerimientos diarios de fibra, esto concuerda con Villanueva, (2019), que indica los beneficios del consumo de fibra dietaría y su bajo consumo en Perú u otros países del mundo, debido a la ausencia de productos de consumo masivo con elevado contenido de fibra.

#### 4.1.1.1. Escala Hedónica Verbal

##### a) Atributo dulzor

En la tabla 11 se muestran los puntajes que dieron los panelistas al evaluar los atributos de dulzor de la barra de avena alta en fibra.

**Tabla 11.**

*Resultados de escala hedónica en relación a dulzor.*

<b>PANELISTAS</b>	<b>325</b>	<b>104</b>	<b>888</b>
<b>P1</b>	6	7	6
<b>P2</b>	7	6	5
<b>P3</b>	5	4	8
<b>P4</b>	7	6	5
<b>P5</b>	6	5	5
<b>P6</b>	6	6	7
<b>P7</b>	5	7	6
<b>P8</b>	8	7	6
<b>P9</b>	7	5	6
<b>P10</b>	7	6	5
<b>P11</b>	7	6	8
<b>P12</b>	8	7	7
<b>P13</b>	6	6	7
<b>P14</b>	8	7	7
<b>P15</b>	5	7	6
<b>P16</b>	7	6	6
<b>P17</b>	6	7	6
<b>P18</b>	6	8	7
<b>P19</b>	6	6	7
<b>P20</b>	6	7	6
<b>P21</b>	7	8	6
<b>Promedio</b>	6.48	6.38	6.29

Los valores de la Tabla 11 fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), que se presenta en el Anexo 09.

En dicho Anexo se observa que el p-valor de las formulaciones es 0.805, el cual es mayor al nivel de significancia 0.05, concluyendo que no existen diferencias significativas entre las tres formulaciones de barra de avena en términos de dulzor, asimismo el p-valor de los panelistas 0.480 es mayor al nivel de significancia 0.05 evidenciando que no existen diferencias en sus respuestas.

**b) Atributo dureza**

En la tabla 12 se muestran los puntajes que dieron los panelistas al evaluar los atributos de la dureza de la barra de avena alta en fibra.

**Tabla 12.***Resultados de escala hedónica en relación a dureza.*

<b>PANELISTAS</b>	<b>325</b>	<b>104</b>	<b>888</b>
<b>P1</b>	7	6	5
<b>P2</b>	5	8	7
<b>P3</b>	7	6	5
<b>P4</b>	7	8	6
<b>P5</b>	5	7	6
<b>P6</b>	6	6	7
<b>P7</b>	5	7	8
<b>P8</b>	6	7	6
<b>P9</b>	5	6	7
<b>P10</b>	7	8	7
<b>P11</b>	6	5	7
<b>P12</b>	6	6	7
<b>P13</b>	7	6	8
<b>P14</b>	7	8	7
<b>P15</b>	6	7	6
<b>P16</b>	5	6	7
<b>P17</b>	6	7	5
<b>P18</b>	6	6	7
<b>P19</b>	7	7	6
<b>P20</b>	6	7	5
<b>P21</b>	6	7	6
<b>Promedio</b>	6.1	6.7	6.4

Los valores de la Tabla 12 fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), que se presenta en el Anexo 10.

En dicho Anexo que el p-valor de la formulación es 0.089, el cual es mayor al nivel de significancia 0.05, concluyendo que no existen diferencias significativas entre las tres formulaciones de barra de avena en términos de dureza, asimismo el p-valor de los panelistas 0.739 es mayor al nivel de significancia 0.05 evidenciando que no existe diferencias en sus respuestas.

Los resultados de la prueba de ordenamiento y escala hedónica verbal mostraron la similitud entre las tres formulaciones en relación a los atributos de dulzor y dureza, por lo que la incorporación de inulina no afectó significativamente la aceptabilidad del producto, del mismo modo Barazate *et al* (2015) indican que la inulina y calcio incorporadas en sus formulación de laminados de guayaba no evidenció diferencias resultando que la adición de inulina no afecta los atributos sensoriales de los productos mencionados.

La aplicación de la prueba de ordenamiento y su posterior análisis estadístico mediante la prueba de Friedman permitió conocer la preferencia de los panelistas en cuanto a dulzor y textura de las tres formulaciones de la barra de avena, tal como fue el objetivo y metodología empleada por el autor Corro (2017) en su investigación sobre el efecto de la adición de semilla de chía en la aceptabilidad general de un néctar de mango. Para cuantificar la aceptabilidad y las diferencias entre las formulaciones de barras de cereales enriquecidas con inulina y endulzada con miel de agave, en cuanto al dulzor



y dureza, se empleó la escala hedónica y un análisis de varianza (ANOVA), metodología también empleada por quien investigó la aceptabilidad en color, olor y textura en un néctar de mango con adición de semilla de chia Jervis (2017), para evaluar la aceptabilidad de un prototipo de snack cárnico tipo chip a partir de un embutido de pasta fina utilizó la escala hedónica de 9 puntos, dicha escala fue también utilizada en la presente investigación para evaluar la aceptabilidad de las formulaciones de las barras de cereales enriquecidas con inulina y endulzada con miel de agave.

#### 4.1.2. Valor nutricional

Como resultado final se concluye que no existen diferencias significativas entre las tres formulaciones en cuanto a dulzor y dureza, por lo que se escogió la formulación 3 (muestra 888) por tener mayor cantidad de fibra.

**Tabla 13.**

*Resultados de análisis químico proximal y fibra dietaría.*

<i>Componente</i>	<i>Resultado</i>
<i>Carbohidratos (g/100g)</i>	<b>68.98</b>
<i>Ceniza (g/100g)</i>	<b>1.19</b>
<i>Energía total (kcal/100g)</i>	<b>426.92</b>
<i>Fibra dietaría (g/100g)</i>	<b>15.21</b>
<i>Grasa (g/100g)</i>	<b>13.16</b>
<i>Humedad (g/100g)</i>	<b>8.53</b>
<i>Proteína ((Nx6.25) g/100g)</i>	<b>8.14</b>

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis químico proximal y de fibra dietaría de la formulación elegida (80 g de inulina), la barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave se encontró dentro de los rangos establecidos por la FAO (CAC/GL 23-1997) para ser declarada como “alta en fibra”, ya que, contienen 15.21 g de fibra dietaría por cada 100 gr de producto.

La directriz (CAC/GL 23-1997) FAO declara que la propiedad relativa al contenido de nutrientes de un alimento alto en fibra dietética es de 6 g por 100 g, la presente barra formulada presenta 15.21 g de fibra dietaría por 100 g, valor superior a lo indicado por la FAO y por diferentes marcas de barras de cereales comerciales con cantidades de fibra desde 4.5 a 12 g por 100 g.

## V. CONCLUSIONES

- Los resultados de la prueba de ordenamiento y escala hedónica verbal que se realizaron mostraron la similitud entre las tres (03) formulaciones en relación a los atributos de dulzor y dureza, esto se debe a que los panelistas no evidenciaron diferencias significativas, ya que, la cantidad de inulina empleada en las tres (03) muestras fue bastante cercana.
- La barra seleccionada fue la formulación 3 (muestra 888) enriquecida con 80 g de inulina mostró la aceptación entre los panelistas en términos de dulzor y dureza en las dos pruebas afectivas: prueba de ordenamiento y escala hedónica verbal.
- El análisis químico proximal y de fibra dietaría, permitió caracterizar la barra elegida nutricionalmente, dando como resultado que, por cada 100 g de producto, la barra aporta 68.98 g de carbohidratos, 15.21 g de fibra dietaría, y 426.92 kcal de energía. Por esta razón, la formulación 3 de la barra de avena enriquecida con 80 g inulina y endulzada con miel de agave se puede considerar como un alimento “alto en fibra”.

## VI. RECOMENDACIONES

- Determinar el tiempo de vida útil de la barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave, empacadas en polipropileno metalizado, material opaco y de buenas barreras al oxígeno y humedad.
- Desarrollar un ensayo controlado aleatorizado en un grupo de personas para evaluar el efecto el consumo de la barra de avena alta en fibra enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave a corto plazo.
- Ampliar los porcentajes de incorporación de inulina en las barras de avena, con el fin de ampliar su contenido de fibra y su efecto en la calidad sensorial.
- Elaborar barras de cereal altas en fibra de diversos sabores con adición de frutos secos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Akram, W., Garud, N., & Joshi, R. (2019). Role of inulin as prebiotics on inflammatory bowel disease. *Drug discoveries & therapeutics*, 13(1), 1–8.

Arango Quispe, S. J. S. (2019). Evaluación agronómica y valor nutritivo de avena (Avena sativa) bajo condiciones de restricción de lluvia en la sierra central del Perú Austral de Chile. Recuperado de: Autónoma de Chihuahua; 2007. p. 102.

Barazarte, H., Sangronis, E., Moreno, I., Garmendía, G. & Mujica, Y. (2015). Laminados de guayaba (*Psodium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio. ALAN. Vol 65 n°4.

Bota, E., Castro, J. & Sancho, J. (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Barcelona, España, Universidad de Barcelona. p. 136.

Burkitt DP, Walker ARP & Painter NS. (1972). Effect of dietary fibre on stools and transit times, and its role in the causation of disease. *Lancet* II. 300(7792):14081411.

Calabañas, A. (2010). Bases científicas de una alimentación saludable. Dietoterapia, nutrición clínica y metabolismo. Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición-SEEN. España: Díaz de Santos, 18.

Carrera M. Prontuario de agricultura: Cultivos Agrícolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General; 2005.

Chambers, ES, Byrne, CS, Morrison, DJ, Murphy, KG, Preston, T., Tedford, C., Garcia-Perez, I., Fountana, S., Serrano-Contreras, JI, Holmes, E., Reynolds , CJ, Roberts, JF, Boyton, RJ, Altmann, DM, McDonald, J., Marchesi, JR, Akbar, AN, Riddell, NE, Wallis, GA y Frost, GS (2019). La suplementación dietética con éster de propionato de inulina o inulina mejora la sensibilidad a la insulina en adultos con sobrepeso y obesidad con efectos distintivos en la microbiota intestinal, el metaboloma plasmático y las respuestas inflamatorias sistémicas: un ensayo cruzado aleatorizado. *Tripa*, 68 (8), 1430–1438.

Clemens, R. (2001). Redefining fiber. *Food Techn.* 55(2):100.

*Nota.* (2017, 15 junio). Eluniversalqueretaro. Recuperado 22 de marzo de 2022, de <https://www.eluniversalqueretaro.mx/content/miel-de-agave-benefica-o-perjudicial-para-diabeticos>

Codex Alimentarius (2019). Norma para la miel. CXS 12-1981.

Corro, M. (2017). *Efecto de la adición de semilla de chia (Salvia hispánica L.) en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de un néctar de mango (Mangifera*

*indica I.) variedad Edward*. [Tesis para optar título universitario]. Universidad Privada Antenor Orrego. de Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad

Escudero A.& González, P. (2006). La fibra dietética. *Nutr Hosp.* 21(2):61-72.

Evans C. (2020). Fibra dietética y salud cardiovascular: una revisión de la evidencia y las políticas actuales. *Actas de la Sociedad de Nutrición*, 79 (1), 61–67

Fathallah, N., Bouchard, D. y de Parades, V. (2017). Estilo de vida y normas dietéticas en el estreñimiento crónico en adultos: de la fantasía a la realida [Dieta y normas de estilo de vida en el estreñimiento crónico en adultos: De la fantasía a la realidad...]. *Prensa médica* (París, Francia: 1983), 46(1), 23–30.

Franck A. Inulin. En: *Food Polysaccharides and Their Applications*. Stephen A. (Editor). Segunda Edición. Nueva York, USA: Marcel Dekker; 2006. 733 pp.

Franck, A.; De Leenheer, L. Inulin. In *Biopolymers online*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: 2005.

Galdeano, M., Grossman, S. Mali & L. A Bello-Pérez. (2009). Physicochemical properties of IAC 7 oat starch from Brazilian cultivars. *Ciencia e Tecnología de Alimentos* 29(4): 905-910.

Gibson, G. & M. Roberfroid. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* 125(6):1401-1412.

Grundy, M. M., Fardet, A., Tosh, S. M., Rich, G. T., & Wilde, P. J. (2018). Processing of oat: the impact on oat's cholesterol lowering effect. *Food & function*, 9(3), 1328–1343.  
<https://doi.org/10.1039/c7fo02006f>

Hernández Alarcón, E. (2005). Evaluación Sensorial. Curso Tecnología de cereales y Oleaginosas. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Abierta y a distancia.

Hernández, D. (2018). Miel de agave como edulcorante en el bizcocho red velvet. Universidad Autónoma del Estado de México. Tenancingo, México.

Hernández, P., Mata, C. Lares, M., Velazco, Y. & Brito, S. (2013). Índice glicémico y carga glucémica de las dietas de adultos diabéticos y no diabéticos. *An Venez Nutr.* 26(1).

Hiel, S., Bindels, L., Pachikian, B., Kalala, G., Broers, V., Zamariola, G., Chang, B., Kambashi, B., Rodriguez, J., Cani, P., Neyrinck, A., Thissen, J., Luminet, O., Bindelle, J. y Delzenne, N. (2019). Efectos de una dieta basada en vegetales ricos en inulina sobre la salud intestinal y el comportamiento nutricional en humanos sanos. Febrero 15, 2021, de Pub Med Sitio web: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31108510/> Hipsley, HB. (1953). Dietary Fibre and pregnancy Toxaemia. *Br Med J.* 2(4833):420- 422.



Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). Perú: Enfermedades no transmisibles y transmisibles. Recuperado de: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1212/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1212/Libro.pdf)

Jervis, E. (2017). *Desarrollo de un prototipo de snack cárnico tipo chip a partir de un embutido de pasta fina*. [Tesis para optar título universitario]. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias.

Jones, J. M. (2013). Dietary Fiber Future Directions: Integrating New Definitions and Findings to Inform Nutrition Research and Communication. *Advances in Nutrition*.

Jovanovski, E., Mazhar, N., Komisho, A., Khayyat, R., Li, D., Blanco, S., Khan, T., Jenkins, A., Smircic-Duvnjak, L., Sievenpiper, J. y Vuksan, V. (2020). ¿Puede la fibra viscosa dietética afectar el peso corporal independientemente de una dieta restrictiva en energía? Una revisión sistemática y metanálisis de ensayos controlados aleatorios. Febrero 20, 2021, de Pub Med Sitio web: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31897475/>

López, L. (2013). *Elaboración, control de calidad y evaluación de la actividad antidiabética de la miel de agave (Agave americana L.)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador.

Ma, Y., Hu, M., Zhou, L., Ling, S., Li, Y., Kong, B. y Huang, P. (2018). Ingesta de fibra dietética y riesgos de cáncer de colon proximal y distal: un metanálisis. *Medicina*, 97 (36), e11678.

Mennickent, S., Bravo, M., Calvo, C. & Avello, M. (2008). Efectos pleiotrópicos de las Estatinas. *Revista Médica de Chile*. V.136 n.6.

Miketinas, DC, Bray, GA, Beyl, RA, Ryan, DH, Sacks, FM y Champagne, CM (2019). El consumo de fibra predice la pérdida de peso y la adherencia a la dieta en adultos que consumen dietas restringidas en calorías: el estudio POUNDS Lost (prevención del sobrepeso mediante nuevas estrategias dietéticas). *The Journal of Nutrition* , 149 (10), 1742–1748.

Mora, MR y Dando, R. (2021). Las propiedades sensoriales y el impacto metabólico de los edulcorantes naturales y sintéticos. *Revisiones integrales en ciencia de los alimentos y seguridad alimentaria* , 20 (2), 1554–1583.

Pagés, D. I. (2015). Desarrollo de un producto alimenticio elaborado a base de: zanahoria (*Daucus carota*), avena (*Avena sativa*), y trigo (*Triticum aestivum*) (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional.

Quino, M. y Alvarado, J. (2014). Efectos fisicoquímicos y sensoriales del uso de fibra dietaria en salchichas tipo viena reducida en grasas. *Revista Boliviana de Química*. 31 (2).

Ramírez-Jimenez, A., Gaytán-Martínez, M., Morales, E. & Loarcapiña, G. (2018). Functional properties and sensory value of snack bars added with common bean flour as a source of bioactive compounds. *LWT - Food Science and Technology*, 89, p. 674–680.

Ramírez-Navas, J. (2012). *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor*. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Reyes, M., Gómez, I. & Espinoza, C. (2017). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Marzo 20, 2021, de Ministerio de Salud Sitio web: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Rezende, T., Duarte, A., De Carvalho, A., Assaid, A, Marques, A. & De Oliveira, V. (2015). Cereal bars enriched with antioxidant substances and rich in fiber, prepared with flours of acerola residues. *Journal Food Science Technology*, 52(8), p. 5084–5092.

Roger, J. D. P. (2003). *Salud por los alimentos* (p. 383). Buenos Aires: ACES.

Slavin J. L. (1987). Fibra dietética: clasificación, análisis químicos y fuentes de alimentos. *Revista de la Asociación Dietética Americana*, 87(9), 1164–1171.

Soto, M. (2007). Estudio del Efecto del Espesor de Laminado en un Cereal de  
Sylvetsky, AC, Edelstein, SL, Walford, G., Boyko, EJ, Horton, ES, Ibebuogu, UN, Knowler, WC, Montez, MG, Temprosa, M., Hoskin, M., Rother, KI, Delahanty, LM , & Grupo de Investigación del Programa de Prevención de la Diabetes (2017). Una dieta alta en carbohidratos, alta en fibra y baja en grasas da como resultado la pérdida de peso entre adultos con alto riesgo de diabetes tipo 2. *Diario de nutrición* , 147 (11), 2060–2066

Tosh, SM y Bordenave, N. (2020). Ciencia emergente sobre los beneficios de la avena y la cebada integrales y sus fibras dietéticas solubles para la salud del corazón, la respuesta glucémica y la microbiota intestinal. *Revisiones de nutrición*, 78 (Suplemento 1), 13–20.

Valle, M., St-Pierre, P., Pilon, G., & Marette, A. (2020). Efectos diferenciales de la ingestión crónica de azúcares refinados frente a edulcorantes naturales sobre la resistencia a la insulina y la esteatosis hepática en un modelo de rata de obesidad inducida por la dieta. *Nutrientes*, 12(8), 2292.

Vega, S. (2012). Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena (*Avena sativa*), para producoop “El salinerito” (Tesis de pregrado).

Vilcanqui-Pérez, F. & Vílchez-Perales, C. (2017). Fibra dietaría: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.

Villanueva, R. (2019). Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación. *Ingeniería Industrial*. Núm 37. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2019.n037.4550>.

Volman, J., Mensink, R., Ramakers, J., de Winther, M., Carlsen, H., Blomhoff, R., *et al.* (2010) Dietary (1→3), (1→4) Beta-D-glucans from oat activate nuclear factor-kappaB in intestinal leukocytes and enterocytes from mice. *Nutr Res.* 2010; 30(1): 40-8.

Vujovic, A., Kotur-Stevuljevic, J., Spasic, S., Bujisic, N., Martinovic, J., Vujovic, M., Spasojevic-Kalimanovska, V., Zeljkovic, A. & Pajic, D, (2010). Lípidos en la salud y la enfermedad. 27(9).

Weickert, MO y Pfeiffer, A. (2018). Impacto del consumo de fibra dietética en la resistencia a la insulina y la prevención de la diabetes tipo 2. *Diario de nutrición* , 148 (1), 7–12.

Yu, E., Wesselius, A., Mehrkanoon, S., Brinkman, M., van den Brandt, P., White, E., Weiderpass, E., Le Calvez-Kelm, F., Gunter, M., Huybrechts, I., Liedberg, F., Skeie, G., Tjoneland, A., Riboli, E., Giles, GG, Milne, RL y Zeegers, MP (2020). Ingesta de cereales y fibra dietética y riesgo de cáncer de vejiga: un análisis combinado de estudios de cohortes prospectivos. *Revista americana de nutrición clínica*, 112 (5), 1252–1266.

Zuleta, A. & E. Sambucetti. (2001). Inulin determination for food labeling. *J. Agri. Food Chem.* 49:4570-4572.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 01: Formato de prueba de ordenamiento (dulzor)

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL PRODUCTO: \_\_\_\_\_

#### Indicaciones

Frente a usted hay 3 muestras de barras de avena, evalúe probando de izquierda a derecha y ordénelas de acuerdo a su preferencia en cuanto a dureza (la cual responde a la fuerza de requerida para deformar el alimento), colocando en primer lugar (1) la que prefiera más hasta llegar al último lugar (3) donde colocara la que menos prefiera. Cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no pueden tener el mismo orden.

ORDEN DE LAS MUESTRAS	GRADO DE ACEPTACIÓN DE LA DULZOR
La más aceptada	1. _____
La menos aceptada	2. _____
	3. _____

#### COMENTARIOS:

---

---

---

---

**Anexo 02: Formato de prueba de ordenamiento (dureza)**

**a) Formato de prueba de ordenamiento (dureza)**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** \_\_\_\_\_

**Indicaciones**

Frente a usted hay 3 muestras de barras de avena, evalúe probando de izquierda a derecha y ordénelas de acuerdo a su preferencia en cuanto a dureza (la cual responde a la fuerza de requerida para deformar el alimento), colocando en primer lugar (1) la que prefiera más hasta llegar al último lugar (3) donde colocara la que menos prefiera. Cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no pueden tener el mismo orden.

ORDEN DE LAS MUESTRAS	GRADO DE ACEPTACIÓN DE LA DUREZA
La más aceptada	1. _____
La menos aceptada	2. _____
	3. _____

**COMENTARIOS:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Anexo 03: Formato de prueba de aceptabilidad (escala hedónica)

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### Instrucciones

Usted está recibiendo una barra \_\_\_\_\_ codificada, pruebe y marque con un aspa (X) en la selección de escala que mejor describa su opinión. Recuerde enjuagarse con agua cada vez que deguste.

		Atributos	
Puntaje	Categoría	Dulzor	Dureza
1	Me disgusta extremadamente		
2	Me disgusta mucho		
3	Me disgusta moderadamente		
4	Me disgusta levemente		
5	Ni me gusta ni me disgusta		
6	Me gusta levemente		
7	Me gusta moderadamente		
8	Me gusta mucho		
9	Me gusta extremadamente		

**Observaciones:**

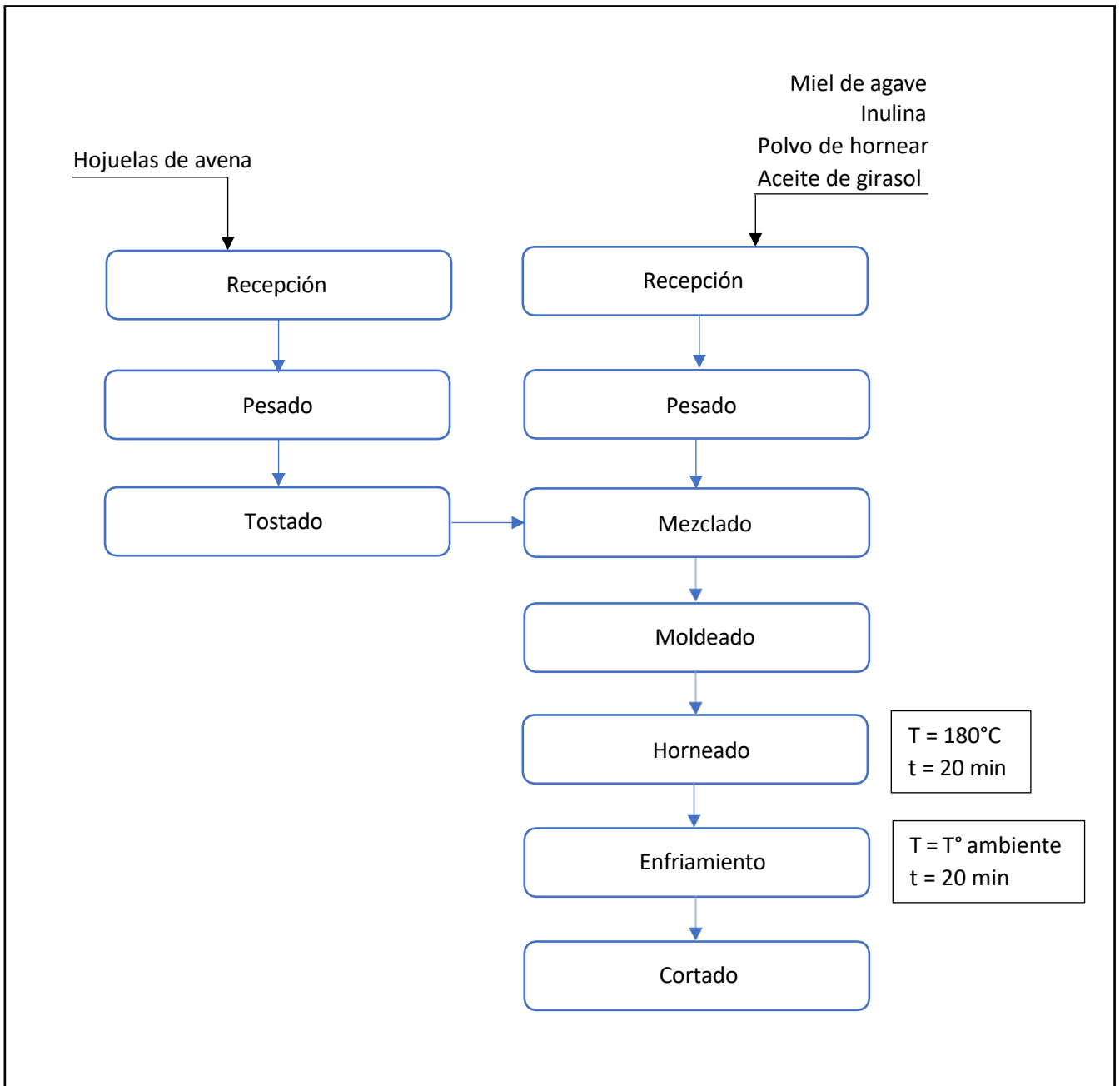
---

---


---



**Anexo 04: Diagrama de flujo de barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave.**



## Anexo 05: Análisis químico proximal y fibra dietaria de barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave.



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**  
 JR. ALMIRANTE GUSSE Nº 2586 - 2588 / LIMA 14 - PERÚ TELEFONO: 296-6289  
 E-mail: satperu@satperu.com | web: www.satperu.com

**INFORME DE ENSAYO Nº DT-02824-01-2021**

PRODUCTO : Barra de avena enriquecida con inulina y endulzada con miel de agave  
 SOLICITADO POR : Piero Alberti Nuñez  
 DIRECCIÓN : Alameda del Alba No. 128 - Santiago de Surco - Lima  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-05-17  
 FECHA DE ANÁLISIS : 2021-05-18  
 FECHA DE INFORME : 2021-05-24  
 SOLICITUD Nº : SDT-05067-2021

---

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna  
 ESTADO / CONDICIÓN : Producto de confitería / Temperatura Ambiente  
 PRESENTACIÓN : Envase de plástico transparente y sellado, sin etiqueta  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 400 gramos  
 CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Via / Resultado
(*) Carbohidratos (g/100g)	68,98
(*) Ceniza (g/100g)	1,19
(*) Energía total (kcal/100g)	426,92
(*) Fibra dietaria (g/100g)	15,21
(*) Grasa (g/100g)	13,14
(*) Humedad (g/100g)	8,53
(*) Proteína ((Nx6,25) g/100g)	8,14


**(\*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA**

**MÉTODOS**

(*) Carbohidratos (*) Cenizas (*) Energía total (*) Fibra dietaria (*) Grasa (*) Humedad (*) Proteína	Por Diferencia AOAC 981.03, 21st. Ed. (2016), Ash of sugars and Symps. Por Carbono AOAC 981.09, 21st. Ed. (2016), Total Dietary Fiber in Foods, Enzymatic Gravimetric Method AOAC 986.07, 21st. Ed. (2016), Ethel extract of carboxymethyl MP 206.09020 (a probada el 2019), Controlado, Determinación de la humedad AOAC 920.174, 21st. Ed. (2015), Moisture in sugar on-lytapi, Kjeldahl Method
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Valido únicamente para la muestra mencionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en su original.

**QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS**  
**JEFE DIVISIÓN TÉCNICA**  
**C.Q.P. Nº 296**



Firmado digitalmente por:  
 Quim. María Clotilde Huapaya Herreros  
 Fecha y hora: 24/05/2021 10:48

Copyright © 2010, SGG. - Informes@wbiperu.com -PAG. 1 DE 1-  
F-01-22-9to / Nov. 2016

## Anexo 06: Informe de especificaciones técnicas de inulina de achicoria

<b>Descripción</b>	
	es un ingrediente alimenticio compuesto principalmente de inulina de achicoria, es un polvo <u>GR</u> anulado.
<b>Inulina de achicoria</b>	es una mezcla de oligo- y polisacáridos compuestos de unidades de fructosa unidas entre si mediante enlaces $\beta(2-1)$ . Prácticamente cada molécula se termina con una unidad de glucosa. El recuento de unidades de fructosa o glucosa (= grado de polimerización o DP) de la gama de inulinas de achicoria se halla principalmente entre 2 y 60.
<b>Especificaciones de composición</b>	
Todos los valores se expresan sobre materia seca. Métodos analíticos : ver nuestros folletos técnicos.	
Inulina	> 90 %
Glucosa + fructosa	$\leq$ 4 %
Sacarosa	$\leq$ 8 %
Materia seca (d.m.)	97 $\pm$ 1.5 %
Contenido en carbohidratos	> 99.5 %
Promedio DP de la inulina	$\geq$ 10
Cenizas (sulfatadas)	< 0.2 %
Conductividad (15°Brix)	< 250 $\mu$ S
Metales pesados	Pb, As cada uno < 0.1 mg/kg Cd, Hg cada uno < 0.01mg/kg
pH (10°Brix)	5.0 - 7.0
<b>Especificaciones microbiológicas</b>	
Todos los valores se expresan sobre materia seca. Métodos analíticos : ver nuestros folletos técnicos.	
Aeróbios mesófilos – recuento total	max. 1000/g
Levaduras	max. 20/g
Mohos	max. 20/g
Esporas aeróbicas termófilas	max. 1000/g
Anaeróbicos H <sub>2</sub> S productores de esporas thermófilas	max. 25/g
Enterobacteriaceae	ausente en 1 g
Bacillus cereus	max. 100/g
Staphilococcus aureus	ausente en 1 g
Escherichia coli	ausente en 1 g
Clostridium perfringens	ausente en 1 g
Clostridium botulinum	ausente en 1 g
Salmonella	ausente en 100 g
Listeria	ausente en 25 g

Nota: Inulina de achicoria proveniente de “Cafetería Giomara”.

## Etiquetado

Todos los valores son valores promedios expresados por 100 g de producto comercial.

Carbohidratos	8 (97 <sup>1)</sup> )	Gluten	ausente
Azúcares	8	Lactosa	ausente
Fibra dietética <sup>2)</sup>	89	Leche/carne/derivados del huevo	ausente
Proteína	ausente	Semillas/componentes de la soja	ausente
Grasa	ausente	Insecticidas, pesticidas	ausente
Vitaminas y Minerales	insignificante	Nueces, frutos secos	ausente
Valor Calórico <sup>3)</sup>	120 kcal/505 kJ	Colza	ausente
Broteinheite <sup>4)</sup>	0.65	Otros alergenos	ausente
		Actividad enzimática	ausente
		Folate	ausente

1) incluyendo fibra dietética

2) medido por el método AOAC 997.08

3) valor calórico basado en 1 kcal/g para inulina pura. Valor susceptible de ser adaptado a las regulaciones locales.

4) conforme a las regulaciones alemanas.

Aspecto	Polvo blanco finamente granulado.
Comportamiento	Hygroscópico.
Sabor	Ligeramente dulce, sin dejar gusto.
Solubilidad en agua	120 g/l a 25°C - 350 g/l a 90°C.
Mojabilidad en agua	Buena.
Dispersabilidad en agua	Buena. Eventualmente se requiere agitación.
Propiedades y aplicaciones	Ver nuestros folletos técnicos.
Tamaño de partículas	Ver documento "Tamaño de Partículas".
Densidad	Aprox. 580 ± 50 g/l.
Etiquetado – Lista de ingredientes	Inulina.
Seguridad	Seguro. No tóxico. No peligroso. El consumo excesivo puede ocasionar efectos laxantes. Es, como otros polvos finos, que cuando se mezclan con el aire y se encienden, pueden causar una explosión.
Envasado	Sacos de papel en pallets, ver "Especificaciones de los Envases".
Condiciones óptimas de almacenamiento	Fresco y seco, en su envase hermético original.
Máxima duración	Ver envase (mínimo 18 meses fecha entrega).
Condiciones de transporte	Según documento "Condiciones de Transporte".
Irradiación	No irradiado.
GMO	No contiene OGM ni componentes derivados. No es fabricado utilizando tecnología basada en OGM.
Kosher	Certificado, Orthodox Union (OU).
Halal	Certificado, The Islamic Food and Nutrition Council of America (IFANCA).
Origen vegetal	Adecuada para vegetarianos.

*Nota:* Inulina de achicoria proveniente de "Cafetería Giomara".

**Anexo 07: Presentación final de barras de avena altas en fibra enriquecidas con inulina y endulzadas con miel de agave (posterior) (anterior)**



Presentación final de barras de avena altas en fibra (anterior)



Presentación final de barras de avena altas en fibra (posterior)



## Anexo 08: Evaluación sensorial



Evaluación sensorial en aula de Universidad Le Cordon Bleu



Alumna de Universidad Le Cordon Bleu participando de evaluación sensorial



Alumnos de Universidad Le Cordon Bleu participando de evaluación sensorial



Alumnas de Universidad Le Cordon Bleu participando de evaluación sensorial

**Anexo 09: Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) para el atributo de dulzor.**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	<i>Valor crítico para F</i>
PANELISTAS	17.524	20	0.876	1.003	0.480	1.839
FORMULACIONES	0.381	2	0.190	0.218	0.805	3.232
Error	34.952	40	0.874			
Total	52.857	62				

**Anexo 10: Tabla de análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de dureza.**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	<i>Valor crítico para F</i>
PANELISTAS	11.937	20	0.597	0.763	0.739	1.839
FORMULACIONES	4.032	2	2.016	2.576	0.089	3.232
Error	31.302	40	0.783			
Total	47.270	62				



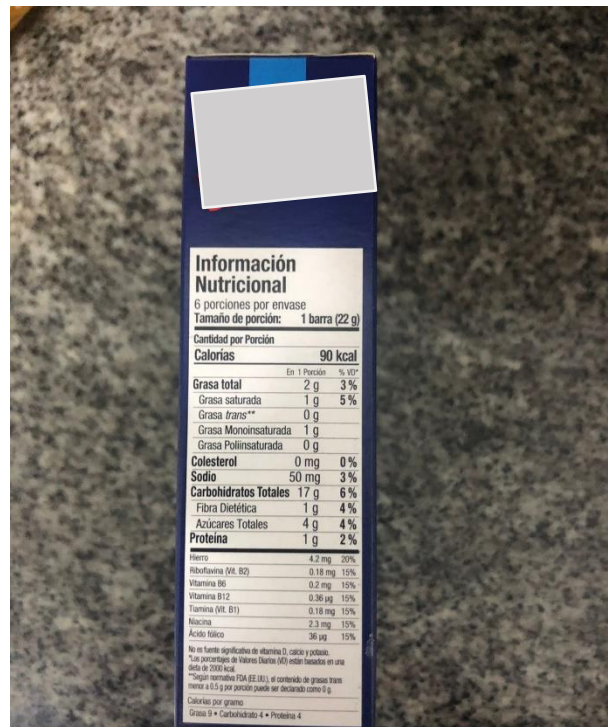
## Anexo 11: Figuras de barras de cereales comerciales



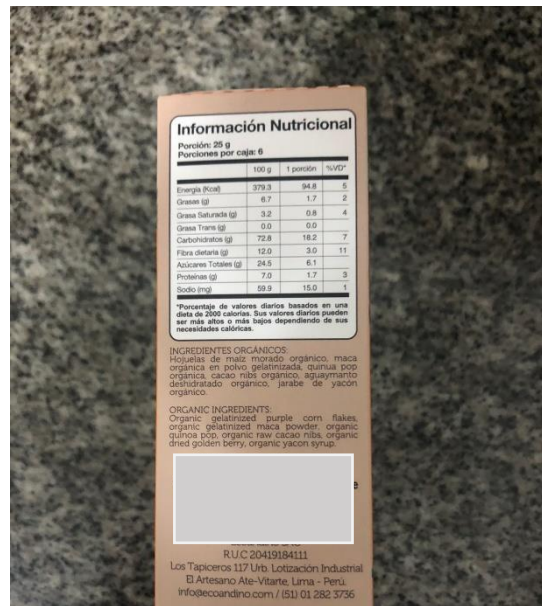
Información nutricional: Fibra: 4.9 g por 100 g de producto.



Información nutricional: Fibra: 9 g por 100 g de producto.



Información nutricional: Fibra: 4.5 g por 100 g de producto.



Información nutricional: Fibra: 12 g por 100 g de producto