



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias
Alimentarias

TESIS

Valoración nutricional y sensorial de una barra alimenticia
enriquecida con microalga espirulina (*Spirulina platensis*).

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera de Industrias Alimentarias

AUTORAS:

Bach. Mercedes Isabel, Falla Núñez

Bach. Lily Fiorella, Meoño Granados

ASESOR:

Dr. Abraham Guillermo, Ygnacio Santa Cruz

Código ORCID: 0000-0002-8013-8178

Lambayeque – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias
Alimentarias

TESIS

Valoración nutricional y sensorial de una barra alimenticia
enriquecida con microalga espirulina (*Spirulina platensis*).

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera de Industrias Alimentarias

AUTORAS:

Bach. Mercedes Isabel, Falla Núñez

Bach. Lily Fiorella, Meoño Granados

APROBADO POR:

Dra. Tarcila Amelia Cabrera Salazar
Presidente

M.Sc. Rodolfo Pastor Tineo Huancas
Secretario

Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca
Vocal

Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz
Asesor

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, ya que ha sido mi compañero en este largo camino, que por momentos se tornó difícil y siempre me dio la sabiduría y fortaleza para poder salir adelante a pesar de las adversidades.

A mi padre Juan Marcelo Falla Maza por enseñarme desde pequeña los buenos valores, por sus consejos, amor y comprensión.

A mi madre Luz María Núñez Coronel por estar siempre a mi lado entregándome su amor, aliento y apoyo incondicional.

A mis abuelitos Lorenzo e Isabel por la confianza depositada en mí.

A mis abuelitos Juan y Mercedes que desde el cielo me acompañan y están orgullosos de mí.

***Mercedes
Isabel***

DEDICATORIA

A DIOS por su inmensa misericordia y amor; por acompañarme en cada paso que doy, por hacer posible que alcance mis metas y permite que continúe creciendo en el ámbito personal y profesional.

A mi madre, Teresa Granados Tuñoque, por su amor, paciencia, esfuerzo y por ser ese apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

También quiero dedicar esta tesis a mis hermanos, papá y demás familiares que estuvieron presentes en este camino de crecimiento.

***Lily
Fiorella***

AGRADECIMIENTOS

Expresar nuestro infinito agradecimiento a Dios, por prestarnos la vida, por brindarnos la fuerza necesaria para enfrentar los obstáculos y permitirnos concluir nuestra tesis.

A nuestro asesor el Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz, que con la ayuda de sus conocimientos y experiencias ha logrado que podamos culminar con nuestra investigación.

A nuestros padres, por el apoyo moral, material e incondicional durante el proceso de nuestra tesis, y por habernos dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de nuestras vidas.

A los docentes universitarios que fueron parte de nuestra formación profesional y a todos aquellos que de alguna u otra forma hicieron posible la realización de nuestra tesis

LAS AUTORAS

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, evaluar el valor nutricional y sensorial de una barra alimenticia a base de harina de trigo enriquecida con microalga espirulina (*Spirulina platensis*). La parte experimental consistió en la elaboración de una barra alimenticia, con características organolépticas diferentes; para lo cual se realizó 3 formulaciones, a fin de evaluar las características sensoriales del producto más aceptable, realizado con panelistas semi- entrenados; los resultados fueron procesados mediante la prueba estadística de Tukey con un “análisis de varianza con el 95% de confiabilidad”, alcanzando resultados no significativos en lo que respecta a color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, eligiendo como el mejor tratamiento la formulación 2, lo cual estuvo compuesta por 15% espirulina y 45% de harina de trigo. Para determinar el valor nutricional de una barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina (*Spirulina platensis*) se tomó una porción de 40 g, del mejor tratamiento (T2) y se realizaron análisis químico proximal, teniendo como resultados los siguientes: proteínas (22.18%), carbohidratos (39.57%), humedad (25.91%), cenizas (35.70%), fibra (0.255%), grasas (2.30%).

Los resultados del análisis microbiológico a la barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina (*Spirulina platensis*), demostró que no se halló bacillus cereus, mohos y levaduras, hubo ausencia/ 25g de salmonella, por lo cual cumplen con los criterios microbiológicos de norma sanitaria para la Fabricación de Alimentos a base de granos y otros, con destino a programas sociales de alimentación (Resolución Ministerial N° 451 – 2006/ MINSA).

Palabras clave: barra alimenticia, harina de trigo, espirulina.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the nutritional and sensory value of a wheat flour-based food bar enriched with spirulina microalgae (*Spirulina platensis*). The experimental part consisted in the elaboration of a food bar, with different organoleptic characteristics; for which 3 formulations were made, in order to evaluate the sensory characteristics of the most acceptable product, carried out with semi-trained panelists; The results were processed using Tukey's statistical test with an "analysis of variance with 95% reliability", reaching non-significant results in terms of color, smell, flavor, texture and acceptability, choosing the formulation as the best treatment. 2, which was composed of 15% spirulina and 45% wheat flour. To determine the nutritional value of a food bar enriched with spirulina microalgae (*Spirulina platensis*), a 40 g portion of the best treatment (T2) was taken and a proximal chemical analysis was carried out, obtaining the following results: proteins (22.18%), carbohydrates (39.57%), moisture (25.91%), ashes (35.70%), fiber (0.255%), fats (2.30%).

The results of the microbiological analysis of the food bar enriched with spirulina microalgae (*Spirulina platensis*), showed that bacillus cereus, molds and yeasts were not found, there was an absence / 25g of salmonella, for which they meet the microbiological criteria of sanitary standards for the Manufacture of food based on grains and others, destined for social food programs (Ministerial Resolution No. 451 - 2006 / MINSA).

Keywords: food bar, wheat flour, spirulina.

INDICE

DEDICATORIA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
INDICE.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES Y EN BASES TEORICAS.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Bases teóricas.....	4
2.2.1 Barra alimenticia.....	4
2.2.2 Espirulina.....	5
2.2.3 Harina de trigo.....	8
2.2.4 Miel de abeja.....	9
2.2.5 Jarabe de Yacón.....	10
2.2.6 Frutos secos.....	12
2.2.7 Requerimientos nutricionales.....	12
2.2.8 Evaluación sensorial de los alimentos.....	13
III. METODO Y MATERIALES.....	18
3.4 Equipos y materiales de laboratorio, técnicas de análisis e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5 Métodos de análisis e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5.1 Método de análisis.....	21
3.5.2 Instrumento y recolección de datos.....	22
3.6 Metodología experimental.....	23
3.7 Diseño de contrastación de hipótesis.....	24
3.8 Procedimiento experimental.....	25
3.8.1 Obtención de la materia prima.....	25
3.8.2 Elaboración del producto.....	25
3.8.3 Evaluación de las características sensoriales de las formulaciones.....	25
3.8.4 Determinación de la mejor formulación.....	25

3.8.5 Evaluación de las características nutricionales del producto final.....	25
3.8.6 Evaluación microbiológica del producto final.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de una barra alimenticia a base de microalga espirulina, harina de trigo y frutos secos.....	26
4.2 Evaluación organoléptica de los tratamientos para determinar las características sensoriales.....	28
4.2.1 Evaluación sensorial de “color”	28
4.2.2 Evaluación sensorial de “sabor”	31
4.2.3 Evaluación sensorial de olor	34
4.2.4 Evaluación de textura.....	36
4.3 Evaluación químico proximal de la barra alimenticia enriquecida con espirulina para determinar las características nutricionales.....	39
4.3 Evaluación para determinar las características microbiológicas.....	41
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. RECOMENDACIONES.....	45
VII. REFERENCIAS.....	45
ANEXOS.....	51

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	<i>Valores nutricionales de espirulina deshidratada por cada 100 gramos.....</i>	<i>8</i>
TABLA 2	<i>Valores nutricionales de harina de trigo por cada 100 gramos.....</i>	<i>9</i>
TABLA 3	<i>Valores nutricionales de la miel de abeja por cada 100 gramos.....</i>	<i>10</i>
TABLA 4	<i>Valores nutricionales del jarabe de yacón por cada 100 gramos.....</i>	<i>11</i>
TABLA 5	<i>Valores nutricionales de los frutos secos por cada 100 gramos.....</i>	<i>12</i>
TABLA 6	<i>Requerimientos de macro y micro nutrientes en niños de diferentes edades.....</i>	<i>13</i>
TABLA 7	<i>Definición y operacionalización de variables.....</i>	<i>19</i>
TABLA 8	<i>Lista de equipos y materiales empleados en la elaboración del proyecto.....</i>	<i>20</i>
TABLA 9	<i>Métodos y técnicas de recolección de datos.....</i>	<i>21</i>
TABLA 10	<i>Escala hedónica de 5 pts.....</i>	<i>22</i>
TABLA 11	<i>Homogeneidad de varianza para el atributo de “color”</i>	<i>29</i>
TABLA 12	<i>Análisis de varianza de un factor del atributo de “color”</i>	<i>29</i>
TABLA 13	<i>Prueba de tukey para el atributo de “color”</i>	<i>30</i>
TABLA 14	<i>Prueba de tukey para hallar el p- value.....</i>	<i>30</i>
TABLA 15	<i>Homogeneidad de varianza para el atributo de “sabor”</i>	<i>32</i>
TABLA 16	<i>Análisis de varianza de un factor del atributo de “sabor”</i>	<i>32</i>
TABLA 17	<i>Prueba de tukey para el atributo de “sabor”</i>	<i>32</i>
TABLA 18	<i>Prueba de tukey para hallar el p-value.....</i>	<i>33</i>
TABLA 19	<i>Homogeneidad de varianza para el atributo de “olor”</i>	<i>35</i>
TABLA 20	<i>Análisis de varianza de un factor del atributo de “olor”</i>	<i>35</i>
TABLA 21	<i>Prueba de tukey para el atributo de “olor”</i>	<i>35</i>
TABLA 22	<i>Prueba de tukey para hallar el p-value.....</i>	<i>35</i>
TABLA 23	<i>Homogeneidad de varianza para el atributo de “textura”</i>	<i>37</i>
TABLA 24	<i>Análisis de varianza de un factor del atributo de “textura”</i>	<i>37</i>
TABLA 25	<i>Prueba de tukey para el atributo de “textura”</i>	<i>37</i>
TABLA 26	<i>Prueba de tukey para hallar el p-value.....</i>	<i>38</i>
TABLA 27	<i>Composición de las características nutricionales de la barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina de mayor aceptación (t2).....</i>	<i>41</i>
TABLA 28	<i>Evaluación microbiológica de producto final.....</i>	<i>42</i>

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 <i>Clasificación de pruebas sensoriales.....</i>	16
FIGURA 2 <i>Esquema de tratamientos en la barra nutricional y sensorial enriquecida con spirulina.....</i>	23
FIGURA 3 <i>Flujograma de proceso para la obtención de barras alimenticias enriquecidas con microalga espirulina.....</i>	27
FIGURA 4 <i>Medidas del atributo de color.....</i>	30
FIGURA 5 <i>Medidas del atributo de sabor.....</i>	33
FIGURA 7 <i>Medidas del atributo de textura.....</i>	38
FIGURA 8 <i>Promedio de la evaluación sensorial de cada tratamiento.....</i>	39

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Test de aceptabilidad.....	51
ANEXO B: Resultados de la encuesta.....	52
ANEXO C: Matriz de consistencia.....	53
ANEXO D: Galería de fotos de proceso productivo.....	54
ANEXO E: Información nutricional de espirulina en polvo.....	60
ANEXO F: Resultados de laboratorio.....	61
ANEXO G: Porcentaje de similitud (aplicativo turnitin).....	63
ANEXO H: Recibo digital (aplicativo turnitin).....	656
ANEXO I: Constancia de originalidad.....	657
ANEXO J: Acta de sustentación.....	658

I. INTRODUCCIÓN

Por ahora, el mundo tiene una problemática con respecto a la desnutrición, debido a factores como la pobreza y al estilo de vida, como lo es ingerir alimentos con bajo valor nutricional, poco saludables; el doctor Francesco Branca, director del Departamento de Nutrición y Desarrollo de la Organización Mundial de la Salud, “habla sobre la actual realidad nutricional que vive toda la población del planeta, en los distintos estados de malnutrición tienen una cosa en común: los sistemas alimentarios no brindan a todos una nutrición saludable, segura, asequible y sostenible en el tiempo. Este problema tiene como consecuencias, problemas de salud e incluso la muerte” (ONU, 2019).

El Perú tampoco es ajeno a este problema, donde una gran proporción de la población se encuentra desnutrida, en algunos casos por falta de alimentos, y en otros por el consumo de alimentos de bajo valor nutricional; como las conocidas comida chatarra, falta de fuentes proteicas, alimentos ricos en grasas y/o azúcar; teniendo consecuencias en problemas de salud como obesidad, diabetes, cáncer y la hipertensión arterial, entre otros (MINSA, 2019).

Según El MINSA (2017), indica que, “en Perú un gran problema afecta principalmente a niños, que es la situación de desnutrición infantil. Se mencionó que en el 2016, el 13.1% de los niños menores de 5 años padecía desnutrición crónica, empeorando la situación de los niños de 6 a 36 meses, de los cuales el 43.6% de los menores presentaban los problemas mencionados.”

Según Vega (2022), en el diario La República menciona que, La Gerencia Regional de Salud de Lambayeque (GERESA) efectuó un estudio a los problemas nutricionales en niños y afirma que, conforme a la estadística, gran parte de la

población perjudicada se hallan en los distritos de Incahuasi y Cañaris (provincia de Ferreñafe) donde se manifiesta un 97,7% y 74% de niños menores de 36 meses, con anemia leve, moderada y severa de forma respectiva. Por otro lado en la provincia de Lambayeque, se detalla que Chóchope, presenta 44,1%; San José 38,1%; Motupe, 38% y Mórrope apuntó un 37,7%.

Una alternativa de solución a este problema es el consumo de barras nutritivas (fuente de proteínas y otros nutrientes), como lo es la elaboración de una barra alimenticia a base de harina de trigo enriquecida con microalga espirulina. La espirulina es una microalga utilizada como complemento alimenticio por su considerable composición en vitaminas, minerales, antioxidantes y especialmente proteínas que ayudan a niños con anemia, por lo que en la actualidad se la conoce como un alimento completo por sus múltiples beneficios para la salud (Zanin, 2021).

El proyecto de investigación se realizó por el alto valor nutricional de la espirulina; como objetivos de la investigación tenemos los siguientes: determinar la concentración óptima de la microalga espirulina en la elaboración y formulación de la barra alimenticia a base de harina de trigo; determinar los parámetros óptimos para la elaboración de una barra alimenticia a base de microalga espirulina y harina de trigo; evaluar las características sensoriales (olor, sabor, color y textura) en la barra alimenticia a base de harina de trigo enriquecida con microalga espirulina; analizar las características nutricionales como el contenido proteico, grasas, carbohidratos, fibra y aporte de energía en la barra alimenticia con la concentración óptima de microalga espirulina, y evaluar las características microbiológicas en la barra alimenticia con la concentración óptima de microalga espirulina.

II. ANTECEDENTES Y EN BASES TEORICAS

2.1 Antecedentes

Malaga (2018), en su proyecto denominado, elaboración y evaluación de un producto instantáneo a base de la mezcla de harina de cebada y espirulina en niños menores de diez años menciona que, “se consideraron cinco muestras: la muestra 1 contenía 100% harina de cebada, la muestra 2 consistió en 95% harina de cebada y 5% espirulina; la muestra 3 fue 90% harina de cebada y 10% espirulina, y la muestra 4 fue 85% harina de cebada y 15% espirulina, la muestra 5 fue 80% harina de cebada y 20% espirulina, la prueba de satisfacción realizada con 40 niños y se eligió la muestra 3, a base de harina de cebada y la espirulina, que contiene un 90 % de harina de cebada y un 10 % de espirulina, que aporta 14,25 gramos de proteína; 70,55 gramos de hidratos de carbono aportando 351,26 calorías.”

El Salous (2018), en su investigación titulada, elaboración de chocolate con espirulina (*Spirulina máxima*) endulzado con stevia y frutas deshidratadas, se basa en la producción de tabletas de chocolate con espirulina, endulzadas con stevia y frutas deshidratadas. Se realizaron 12 tratamientos variando principalmente la concentración de alcohol de cacao (respecto al cacao), fruta deshidratada (piña, plátano, naranja) y espirulina, dando como resultado un 69% de alcohol de cacao como producto de mayor percepción sensorial, 20% fruta procesada deshidratada (piñas y plátanos) y 5% espirulina. Los resultados nutricionales muestran que el alimento contiene 15,47 gramos de proteína y 11,91 gramos de fibra por cada 100 gramos, lo que indica que es alto en proteína y fibra y bajo en sacarosa, porque el azúcar proviene de los frutos secos.

Gutiérrez & Tello (2018), en su investigación denominada: Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una

galleta a base de harina de trigo y kiwicha, afirma que, se obtuvieron los siguientes datos en los análisis químico proximal: humedad, cenizas, grasa, proteínas, carbohidratos y calorías corresponden a la muestra control (CC), muestra de la formulación 1 (CS-1) con 1% de espirulina, muestra de la formulación 2 (CS-3) con 3% de espirulina y muestra de la formulación 3 (CS-5) con 5% de espirulina. La galleta CS-5 es la que más concentración de cenizas y proteína con 2.09 g y 10 g respectivamente, y se observó que a menos contenido de espirulina, menos es el contenido de estos nutrientes ($p < 0.05$).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Barra alimenticia

Según Henao (2018), las barras alimenticias abundante en proteínas, vitaminas, minerales e hidratos de carbono; a su vez pueden presentar suplementos nutritivos. De rápido ingerir y proporcionan calorías a través de una combinación de hidratos de carbono, proteínas simples y complejas; las barras energéticas que contienen grasa y fibra se elaboran a partir de granos integrales y tienen distintas cantidades de calorías.

Ruiz (2019), menciona que, una barrita alimenticia energética es un suplemento calórico y nutricional que resulta útil en situaciones en las que se necesita aumentar la cantidad de energía o nutrientes consumidos. Vendidos bajo varias marcas, estos productos son pequeños y livianos, pero tienen una alta densidad de energía. Cada unidad suele pesar entre 25 y 70 gramos (embalada individualmente), y son muy fáciles de transportar y almacenar, brindan energía cuando la necesita y no requieren mucho espacio de carga.

2.2.1.1 Tipos de barras alimenticias

Según Ruiz (2019), las barras alimenticias se clasifican teniendo en cuenta varios criterios. Puede ser según el contenido principal de nutrientes, esto determinará el uso previsto y, en función de los ingredientes deseados, determinará el perfil sensorial de la barra energética.

Según el nutriente principal

Barras hidrocarbonadas: por lo general estas barritas son ricas en macronutrientes, algunas pueden contener hasta más del 70 % del total.

Barras proteicas: a pesar de contar con una gran contenido de carbohidratos, el que hace que se llame barras proteicas es por su elevado porcentaje de contenido de proteínas; el porcentaje de valor proteico puede variar de 5 a 20%.

Según el ingrediente prioritario

Barras de cereales: son aquellas que dentro de su contenido llevan algún cereal como, avena, trigo, maíz, arroz, etc.

Barras con chocolate: en este tipo de barritas, el ingrediente principal es el chocolate.

Barras multifrutas: las barritas multifrutas, están elaboradas pensando en que cumpla una determinada función complementadas con alguna fruta.

2.2.1.2 Generalidades sobre las barras alimenticias

Hoy en día, podemos encontrar una variedad de barras nutritivas que contienen principalmente maní, arroz y avena, con texturas variadas y agregando también fruta deshidratada a sus ingredientes. Algunas barras alimenticias pueden contener químicos tales como: edulcorantes, emulsionantes y otros aditivos aprobados.

Ruiz (2019) menciona que, la energía extra que aportan estas barritas proviene principalmente, aunque no exclusivamente, de los hidratos de carbono. Las barritas

energéticas también contienen grasas y proteínas, así como vitaminas y minerales. El porcentaje de uno u otro macronutriente determina la forma más correcta y eficaz de utilizar cada barrita.

2.2.2 Espirulina

Costas (2018), señala que, la *Arthrospira Platensis* comúnmente conocida como microalga espirulina es un alga unicelular de la familia de las cianobacterias, tiene forma de espiral y mide aproximadamente 500 micrómetros de diámetro.

Cox (2018), establece que, la espirulina es una microalga que durante muchos años atrás ha sido consumida por su elevado valor nutricional otorgando beneficios para la salud. Hoy en día, varias personas que han cambiado su estilo de vida, apoyan a la espirulina, viéndola con un gran "súper alimento" y un "milagro del mar".

2.2.2.1 Generalidades de la espirulina

Cox (2018), menciona que, la espirulina es un suplemento muy popular: una cianobacteria que crece naturalmente en los océanos y lagos salados en climas subtropicales. Los aztecas recolectaban espirulina del lago Texcoco en el centro de México y todavía la recolectan del lago Chad en África central y occidental y la convierten en tortas desecadas.

Soni k. et al., (2017), en su artículo explica que, la espirulina combate el envejecimiento, el estrés oxidativo, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, la presión arterial alta, la artritis, la infertilidad y el cáncer. La espirulina se considera un superalimento porque es el mejor suplemento nutricional. Hoy en día, la espirulina se considera un superalimento misterioso y poderoso, así como un milagro que crece naturalmente en lagos salados en climas subtropicales. En términos relativos, la composición de la espirulina contiene todos los componentes necesarios (proteínas,

vitaminas, sales minerales, carbohidratos, pigmentos y ácidos grasos esenciales) y se considera un alimento completo.

2.2.2.2 Composición nutricional

Soni k. et al., (2017), define a la espirulina, como una de las fuentes más ricas de proteínas, es rica en proteínas vegetales, lo que representa del 60 % al 70 % de su peso en comparación con la soja que contiene aprox. 35 % de proteína. Proporciona proteínas completas, ya que tiene una gama completa de aminoácidos indispensables, que es el 47% del peso total de proteínas. Las vitaminas naturales de la espirulina son el β -caroteno, B1, B2, B12, E. Contiene mucho β -caroteno, unas 30 veces más que las zanahorias, y es especialmente rica en vitamina B12. Esta vitamina es más difícil de obtener de una dieta vegetariana porque no se encuentra en frutas, verduras, granos o frijoles.

Estévez (2017), mencionó que, la espirulina contiene mucha proteína (hasta un 55%) es rica en ácidos grasos omega 6, minerales (yodo, hierro, calcio, fósforo), potasio y magnesio, antioxidantes (vitamina E, vitamina C, betacaroteno y ficocianina) y vitaminas A, B12, B1 y B2.

Guerrero (2017), menciona en su nota informativa que, la espirulina contiene minerales como hierro, magnesio, calcio y fósforo, y su contenido en calcio, fósforo y magnesio se absorbe más fácilmente que la leche, cabe señalar que es fuente de hierro, tiene 20 veces el contenido de hierro de un gramo de trigo, y también contiene vitamina E, que es el doble que el germen de trigo.

Tabla 1

Valores nutricionales de espirulina deshidratada por cada 100 gramos.

Contenido	Valor (g)
Energía*	335
Proteínas	57,5
Grasas	5,4
Ácidos grasos saturados	2,65
Ácido mirístico	0,075
Ácido palmítico	2,496
Ácido esteárico	0,077
Ácidos grasos monoinsaturados	0,675
Ácido palmitoleico	0,328
Ácido oleico	0,347
Ácidos grasos poliinsaturados	2,08
Ácido linoleico	0,823
*La energía están expresadas en kilocalorías (kcal)	

Nota. CEUC (2017)

2.2.3 Harina de trigo

Como derivado del trigo, tenemos la harina de trigo obtenida por molienda gradual y metódica, sin impurezas, separada del salvado y germen. En la normativa actual, menciona que, “la harina de trigo debe ser rica en micronutrientes” (Oyola & Padilla, 2020).

2.2.3.1 Generalidades de la harina de trigo

La harina de trigo contiene una alta concentración de proteína y gluten, que se obtiene mezclando agua y harina para crear una masa rápida y predecible con una textura moldeable e ideal y la capacidad de resistir los gases de peso del envejecimiento para lograr la ganancia de masa esperada (Benites & Muñoz, 2020).

2.2.3.2 Composición nutricional

Tabla 2

Valores nutricionales de harina de trigo por cada 100 gramos

Contenido	Valor (g)
Energía	330 Kcal
Proteínas	7,9
Grasa total	1,2
Carbohidratos totales	79,9
Fibra dietaria	2,7
Cenizas	2,0
Calcio	67
Fosforo	300
Zinc	0,70
Hierro	0,90

Nota. Tablas peruanas de composición de alimentos (2017)

2.2.4 Miel de abeja

Según la (FAO, 2020), define a la miel como un alimento nutritivo, saludable y medicinal originado por las abejas. Sus cualidades beneficiosas actúan más allá del uso edulcorante, puesto que es exquisito en sales minerales, enzimas, vitaminas y proteínas que le otorgan excelentes atributos nutricionales y sensoriales.

2.2.4.1 Generalidades de la miel de abeja

La miel puede ser monofloreale, si sobresale un porcentaje preestablecido de néctar y polen de una planta determinada, o plurifloreale, si incluye una mezcla no determinada de diferentes néctares y pólenes. De acuerdo a las situaciones ambientales, geográficas y climáticas, la miel cambia en la inclusión de polen y humedad correspondiente. La miel se origina en los cinco continentes y su consumo cambia de un país a otro de acuerdo a la cultura y los hábitos alimentarios, solo Italia es el país del

mundo que fabrica más de 30 variedades de miel, asimismo es el país que se alimenta con menos cantidad de miel (FAO, 2020).

Además las mieles contienen fenoles, que otorgan cualidades organolépticas característicos, también actividades biológicas, etc, así mismo incluye antioxidante que trabajan como agentes reductores al entregar iones de hidrógeno o quemar metales (Islam et al., 2017).

2.2.4.2 Composición nutricional

Tabla 3

Valores nutricionales de la miel de abeja por cada 100 gramos

Contenido	Valor (g)
Energía*	330
Proteínas	0,5
Carbohidratos totales	85,6
Agua	14,1
Calcio (mg)	26
Hierro (mg)	0,40
Sodio (mg)	0
*La energía están expresadas en kilocalorías (kcal)	

Nota. Tablas peruanas de composición de alimentos (2017)

2.2.5 Jarabe de Yacón

En el blog ecoandino (2022), indica que, el yacón pertenece a la familia Asteraceae (Compositae) y es una planta arbustiva originaria de los Andes que fue domesticada por el pueblo Tahuantisuyano. Los peruanos prehispánicos conocían el sabor dulce concentrado de sus raíces y sus principios antidiabéticos que se concentran en sus hojas, cultivado desde 1200 a.C.

2.2.5.1 Generalidades del jarabe de yacón

Orsini (2021), describe que, el yacón obtiene su dulzor de la inulina y es muy rico en fructooligosacáridos, los cuales se absorben en los intestinos, alimentando la flora intestinal y mejorando así la digestión y creando una sensación de saciedad, tiene un índice glucémico muy bajo porque es un carbohidrato complejo, por lo que se absorbe lentamente en el cuerpo y no provoca picos de glucosa, lo que ayuda a estimular el páncreas.

Ayunque (2018), mencionó que, el jarabe de yacón está constituido esencialmente por hidratos de carbono (65% a 70%) y agua (alrededor de 25%), y contiene proteína (1% a 2%), menos de 0,1% de grasa y potasio. Dado que FOS es una fibra soluble, se puede decir que el contenido de fibra es elevado.

Liaño (2020), afirma que, el jarabe de yacón brinda beneficios para la salud, ayudando a prevenir el cáncer de colon, reducir el colesterol y combatir la diabetes.

2.2.5.2 Composición nutricional

Tabla 4

Valores nutricionales del jarabe de yacón por cada 100 gramos

Contenido	Valor (g)
Energía*	50
Proteínas	2
Carbohidratos	60
Grasa	5
Fibra	2.5
*La energía están expresadas kilocalorías(kcal)	

Nota. Montebío (2018)

2.2.6 Frutos secos

Según el Instituto Tomás Pascual Sanz (2021), menciona que, según el Código Alimentario español, los frutos secos son frutas cuya parte comestible contiene menos del 50% de agua. Los más consumidos son las almendras, anacardos, nueces, pistachos, avellanas y piñones. España consume 3,13 kg de frutos secos por cada habitante al año, y Estados Unidos es el mayor productor de frutos secos.

2.2.6.1 Generalidades de los frutos secos

Son una excelente alternativa a las proteínas de origen vegetal. Son alimentos muy energéticos (> 4 kcal/g) con una alta dosis de ácidos grasos insaturados. Aportan vitaminas y minerales, por ejemplo, son una fuente excepcional de vitamina E, que tiene propiedades antioxidantes (Instituto Tomás Pascual Sanz, 2021).

2.2.6.2 Composición nutricional

Tabla 5

Valores nutricionales de los frutos secos por cada 100 gramos

Alimento	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	Carbohidratos (g)	Lípidos (g)	Fibra (g)
Almendras	589	19.1	6.2	45.2	8.3
Avellanas	656	12.0	10.5	56.2	8.2
Nueces	595	14.0	3.3	63.3	5.2
Pistacho	594	17.6	15.7	49.2	6.5
Castañas	179	2.65	36.5	2.5	6.7

Nota. BEDCA (2021)

2.2.7 Requerimientos nutricionales

Monckeberg (2019), indica que durante la niñez y adolescencia pueden presentar un déficit de nutrientes durante el consumo de alimentos, y se corre el riesgo

que la actividad que realiza el metabolismo sea lento y no favorezca a las funciones principales del cuerpo durante los primeros años de vida.

Tabla 6

Requerimientos de macro y micro nutrientes en niños de diferentes edades

Edad	Energía (kcal)	Hierro (mg/d)	Calcio (mg/d)	Proteína (g/d)
1-3 años	1.300	7	700	13
4 -6 años	1.800	10	1000	19
7-10 años	2000	10	1300	34
11-14 años (H)	2500	11	1300	52
11-14 años (M)	2200	15	1300	46

Nota. Exposito y González (2020)

2.2.8 Evaluación sensorial de los alimentos

La evaluación sensorial en la industria alimentaria es una actividad clave en el desarrollo de productos para comprender las preferencias y necesidades de los consumidores. Desde un punto de vista técnico, la evaluación sensorial es la ciencia encargada de la percepción de las propiedades sensoriales (colores, olores, sabores y texturas) de los alimentos a través de los sentidos del cuerpo (Osorio-Oviedo, 2019).

Como parte de las funciones del hombre con respecto a los análisis sensoriales es aceptar y/o rechazar cuando hace la ingesta de alimentos. Se habla de cuatro tipos de análisis sensoriales: descriptivo, discriminativo, afectivos y pruebas de escalas y categorización (Zuluaga, 2017).

2.2.8.1 Los jueces

Se define a los jueces a personas entrenadas, conocedoras e instruídas de algún tema específico, que son reconocidas por otros como expertos calificados, aquellos que brindar información, evidencia, juicios y valoraciones (Ardila et al., 2020).

2.2.8.2 Clasificación de pruebas sensoriales

2.2.8.2.1 Análisis descriptivo

En este análisis el evaluador determina las características sensoriales de un producto, también las presentes diferencias entre varios productos. Consiste en especificar sus características sensoriales en general, también sus cualidades particulares. Por medio de estas evaluaciones se halla el orden de inicio de cada característica (Cárdenas et al., 2018).

2.2.8.2.2 Análisis discriminativo

Los métodos empleados en este tipo de análisis son una parte integral de la metodología para la autenticación de alimentos; es parte de un estudio descriptivo y/o investigación social. Implica una caracterización y descripción general del contexto, características, partes o desarrollo de un fenómeno o evento, puede llevar al diagnóstico descriptivo (Sanchez, C., et al., 2018).

Este análisis contempla cuatro tipos de pruebas:

Prueba triangular

Utiliza múltiples fuentes o estrategias al investigar el mismo fenómeno, aplicadas a la investigación cualitativa para intentar generalizar y confirmar los hallazgos que combinan múltiples enfoques se refieren al mismo fenómeno. Utiliza más de un método, observador o ubicación para proporcionar una confirmación adicional del recuento del de primer observador (Sanchez, C., et al., 2018).

Prueba de comparación pareada

Aleatoriamente la elección de los productos ofrecidos a los evaluadores es dos (Zuluaga, 2017).

Prueba dúo-trío

Este tipo de análisis se divide en dos etapas, la primera les permite a los evaluadores discriminar dos productos, siendo una de ellas degustada con anterioridad, de manera que tengan un precedente en su gusto. La segunda etapa emplea un patrón, la cual es igual a una de las dos probadas en la etapa uno. En ninguna de las dos etapas se mencionan las diferencias de cada uno de los productos (Zuluaga, 2017).

Prueba “A – no A”

La evaluación de este análisis se basa en la identificación de sabores nuevos o elementos perceptibles de una muestra ya conocida por los evaluadores, por lo que se busca la descripción de características previamente no identificadas por ellos (Zuluaga, 2017).

2.2.8.2.3 Pruebas afectivas

Estas pruebas buscan recoger los resultados relacionados con el nivel o grado de aceptabilidad del o de los productos degustados por los evaluadores, para lo cual se elaboran herramientas de recolección de datos, generalmente encuestas con opciones (me gusta, no me gusta, podría mejorar, prefiero no responder, entre otras opciones de receptibilidad) (Zuluaga, 2017).

La prueba afectiva más conocida es la siguiente:

Escala hedónica

En este método de evaluación, se le pide al panelista que valore el grado de satisfacción de acuerdo a la sensación que le produce la muestra, regularmente se emplean escalas de 7 puntos, que van desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”. La cantidad de escalas puede variar, usando rangos de cinco o cuatro niveles.

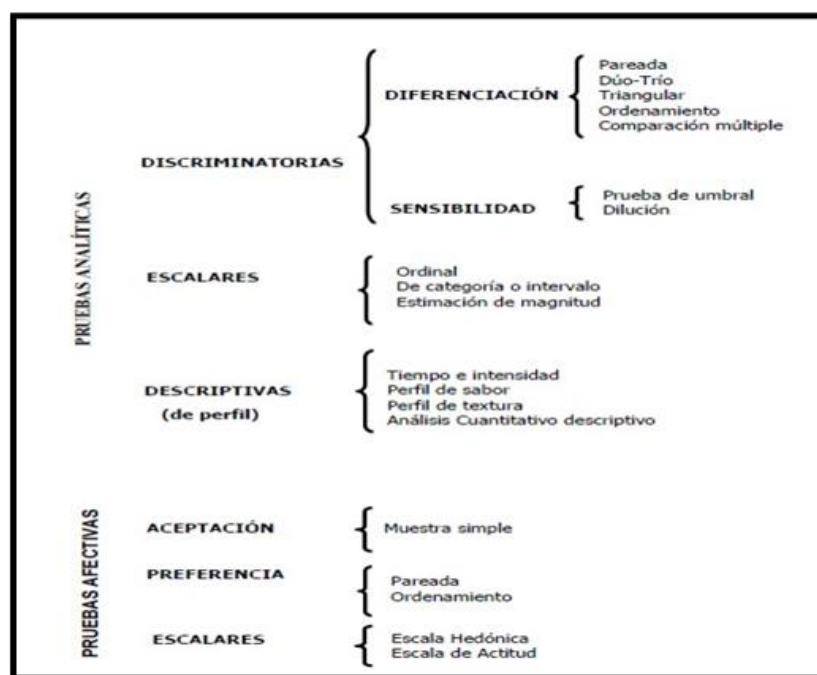
Marful (2019), hace referencia que, se aplica para evaluar si el producto agrada o no, se usan catadores no entrenados. Para dar con una respuesta estadística razonable.

2.2.9.2.4 Pruebas de escalas y categorización

Dependiendo del objeto de estudio de la investigación, se pueden elaborar herramientas con escalas numéricas con parámetros iguales o no iguales (1: pésimo; 2: regular, 3: bueno; 4: muy bueno; 5: excelente) (Zuluaga, 2017).

Figura 1

Clasificación de pruebas sensoriales



Nota. Osorio (2018)

2.2.8.2.5 Análisis organolépticos

El color

Ardila et al., (2020), indica que, el significado del color en la evaluación organoléptica se debe básicamente a lo que consumidor efectúa en conjunto con otros atributos de los productos, así mismo demuestra que a veces el consumidor puede aceptar o rechazar un alimento solo por la apariencia y color. La percepción sensorial

del color proviene del ojo humano, la evaluación del color en los alimentos es importante, ya que en muchas evaluaciones de productos, el consumidor asocia el sabor de este producto con otro color.

La textura

Zuluoga (2017), describe que, “se basa en función de sus propiedades mecánicas en cuanto a dureza, cohesión, viscosidad, elasticidad y adherencia; geometría relacionada con el tamaño, forma y disposición de las partículas en el alimento, así como la presencia de grasa y humedad, que determinan las propiedades superficiales según la norma ISO 11036:1994.”

El sabor

Ardila et al., (2020), menciona que, el sabor se realiza a través del sentido del gusto, que se define como una sensación percibida por la boca que es recibida por la lengua. Hay cuatro sentidos básicos del gusto: dulce, salado, agrio y amargo, que componen los sabores esenciales. El sabor dulce se siente con más fuerza en la punta de la lengua, el amargor se encuentra principalmente en la parte posterior o inferior de la lengua, el sabor salado y amargo en la parte delantera y trasera, respectivamente.

El olor

Ardila et al., (2020), describe que, el olor de los alimentos comienza con las sustancias volátiles, que al separarse de ellas pasan por la nariz y se perciben como aceites aromáticos. El sentido del olfato funciona a través del sistema nasal; un punto importante mencionado en la literatura es la diferencia entre “olor y olfato”, ya que el primero es la percepción de sustancias volátiles a través de la nariz, mientras que el olor se percibe posteriormente cuando la comida ha estado en contacto con la boca, por lo que si hay un olor, el que lleva información sobre algo no es el aire, sino la mucosa.

III. METODO Y MATERIALES

3.1 Área de ejecución

En el estudio, los análisis sensoriales se realizaron en la panadería DULCIPAN situado en la ciudad de Chiclayo, en la calle Vicente de la Vega y Luis Gonzales; para los análisis químico proximales se requirieron los servicios de los laboratorios de química analítica y fotometría, laboratorio de química orgánica y laboratorio de investigación y servicios técnicos, laboratorios que se encuentran en la “Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo”; así como también se solicitaron los servicios del laboratorio Microservilab para los análisis microbiológicos.

3.2 Tipo de investigación

Experimental y aplicada.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

La espirulina pulverizada “Biocenter” que constituye la población, corresponde a la que se expende en la tienda de alimentos naturales Santa Natura en el periodo de mayo de 2022 así también empleamos harina de trigo fortificada “Molitalia” que se expende en los supermercados en el periodo de mayo del 2022.

3.3.2 Muestra

La muestra está constituida por 1 kg de espirulina pulverizada “Biocenter” que se expende en tienda Santa Natura y 5 kg de harina de trigo fortificada “Molitalia” que se expende en supermercados.

3.3.3 Variables de estudio

3.3.3.1 Independiente

- Proporciones de harina de trigo y espirulina pulverizada.

3.3.3.2 Dependiente

- Características nutricionales (proteínas, grasas, carbohidratos, ceniza, fibra, humedad, energía).
- Características sensoriales (textura, color, sabor y olor).
- Características microbiológicas (bacillus cereus, salmonella, mohos y levaduras).

Tabla 7

Definición y operacionalización de variables

VARIABLES	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR (%)	INDICE
VARIABLE INDEPENDIENTE	Espirulina en polvo		10,15,20	g/100g
	Harina de trigo		50,45,40	g/100g
VARIABLE DEPENDIENTE	Características Sensoriales	Color	Hedónica de 5p.	-
		Olor	Hedónica de 5p.	-
		Sabor	Hedónica de 5p.	-
		Textura	Hedónica de 5p.	-
	Características Nutricionales	Proteínas	-	g/100g
		Grasas	-	g/100g
		Humedad	-	g/100g
		Carbohidratos	-	g/100g
		Fibra	-	g/100g
		Cenizas	-	g/100g
		Energía	-	g/100g
	Características Microbiológicas	Mohos	Método de	UFC/g
		levaduras	recuento de	UFC/g
		Bacillus cereus	colonias en placa	UFC/g
		Salmonella sp		Ausencia/25 g

3.4 Equipos y materiales de laboratorio, técnicas de análisis e instrumentos de recolección de datos

Tabla 8

Lista de equipos y materiales empleados en la elaboración del proyecto

Equipos	Instrumentos de laboratorio	Materiales e insumos utilizados en el proceso de elaboración	Envase
Horno rotatorio de panadería NOVA	Estufa eléctrica, extractor soxhlet, Micro Kjeldahl, vasos de precipitación, matraz, desecadores, pinzas metálicas, cápsulas, crisoles de porcelana, etc.	Jarras medidoras de plástico, bowls de acero inoxidable, harina de trigo “molitalia”, miel de abeja, espirulina pulverizada “Biocenter”, frutos secos (pasas, nueces, almendras), jarabe de Yacón, agua de mesa, canela en polvo, esencia de vainilla, moldes.	Bolsas de plástico polipropileno (Brillo mágico)

3.5 Métodos de análisis e instrumentos de recolección de datos.

3.5.1 Método de análisis

La evaluación de los tratamientos se realizó mediante un método sensorial, análisis químico proximal y microbiológico.

Tabla 9

Métodos y técnicas de recolección de datos

TIPO DE ANÁLISIS	MÉTODO	TÉCNICA
Análisis sensorial	- Determinación del grado de satisfacción por el método afectivo.	-Prueba de satisfacción mediante una escala hedónica de 5 puntos.
Análisis químico proximal	-“Determinación de proteínas” por el método 984.13 A.O.A.C. (2005)	-Micro Kjeldahl
	-“Determinación de grasas”, por el método “2003.05 A.O.A.C. (2005)	-Extractor Soxhlet
	-“Determinación de ceniza”, por el método gravimétrico	
	-“Determinación de humedad”, por el método “950.46 A.O.A.C. (2005)	-Evaporación de agua en el punto de ebullición
	-“Determinación de fibra”, por el método gravimétrico	
	-“Determinación de carbohidratos por diferencia”	$\%C = 100 - (\%P + \%F + \%C + \%G)$
Análisis microbiológico	-“Determinación de energía (kcal) por diferencia”	$\%E = \%C \times 4 + \%P \times 4 + \%G \times 9$
	-“Determinación de mohos y levaduras por el método ICMSF 2001”	
	-“Determinación de Bacillus cereus por el método ICMSF 2001” -“Determinación de Salmonella sp por el método ICMSF 2001”	-Recuento de microorganismos aerobios mesófilos.

Los análisis sensoriales se realizaron mediante panelistas semientrenados en la panadería DULCIPAN. A continuación, se detalla el procedimiento que se utilizó para el recojo de datos. Así mismo, se solicitó los servicios de los “laboratorios de química analítica y fotometría, laboratorio de química orgánica y laboratorio de investigación y servicios técnicos de la FIQIA- UNPRG” para la realización de los análisis químico

proximales, para el desarrollo de los análisis microbiológicos se solicitaron los servicios del laboratorio MICROSERVILAB.

3.5.2 Instrumento y recolección de datos

3.5.2.1 Evaluación de análisis químico proximal

Esta evaluación se efectuó mediante el método oficial de la Asociación de Análisis Químico (AOAC).

- Proteína, referencias del método “984.13 A.O.A.C. (2005)”
- Grasa, referencias del método “2003.05 A.O.A.C. (2005)”
- Ceniza, por el método gravimétrico
- Humedad, referencias del método “950.46 A.O.A.C. (2005)”
- Fibra, por el método gravimétrico
- Los carbohidratos y energía se determinaron por diferencia, respecto a los otros componentes.

3.5.2.2 Evaluación sensorial

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DCA) con tres (03) tratamientos y una muestra estándar (100% harina de trigo) para determinar la aceptabilidad, escala hedónica (5 puntos) considerando quince (15) evaluadores semientrenados para evaluar sabor, color, textura, olor, etc.

Tabla 10

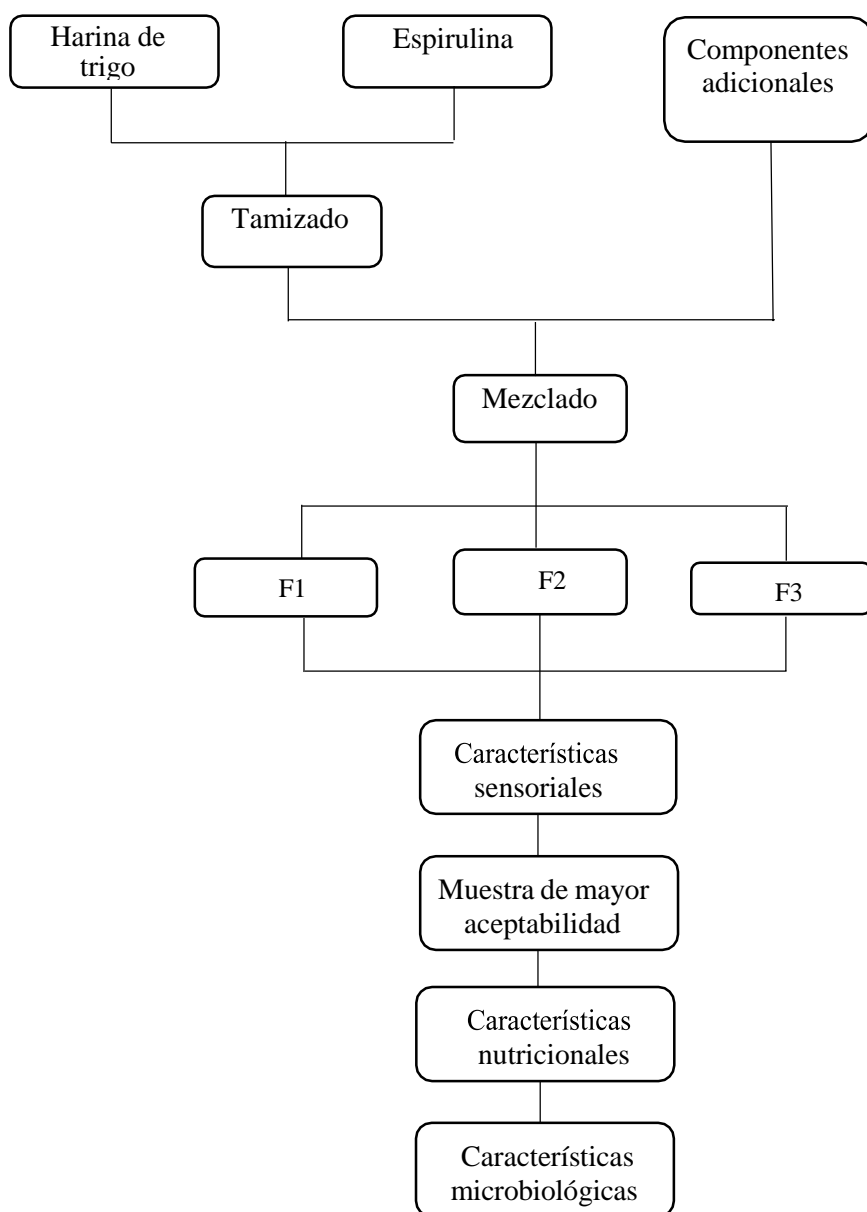
Escala Hedónica de 5 pts

Descripción	Valor
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

3.6 Metodología experimental

Figura 2

Esquema de tratamientos en la barra nutricional y sensorial enriquecida con Spirulina.



3.7 Diseño de contrastación de hipótesis

En la contrastación de hipótesis se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DCA) de 1 solo factor con 3 niveles. El modelo es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

“ Y_{ij} es la j -ésima observación o medición que corresponde al tratamiento i ”

“ μ es la media global”

“ τ_i es el efecto del i -ésimo tratamiento $i : 1,2,3$ ”

“ ϵ_{ij} es el error atribuido al valor Y_{ij} ”

Las respuestas del análisis sensorial se calcularon mediante análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95 %, y las diferencias entre las formulaciones se determinaron mediante la prueba de Tukey. programa estadístico utilizado " Statgraphics\STATGRAPHICS Centurion XVI.I\sgwin.exe".

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \text{Por lo menos un } \mu_i \neq \mu_j \text{ Para algún } i \neq j$$

Los tratamientos a usar con sus respectivas combinaciones serán los siguientes:

Formulación 1: 10% Spirulina y 50% de harina de trigo

Formulación 2: 15% Spirulina y 45% de harina de trigo

Formulación 3: 20% Spirulina y 40% de harina de trigo.

Se buscó la formulación con mayor aceptabilidad general, color, olor, sabor, textura y que aumente el nivel proteico.

3.8 Procedimiento experimental

3.8.1 Obtención de la materia prima.

Se compró la espirulina pulverizada en la tienda de alimentos naturales Santa Natura, y la harina de trigo fortificada en los supermercados.

3.8.2 Elaboración del producto.

Constó de tres repeticiones y el producto se prepara, envasa y almacena cuidadosamente.

3.8.3 Evaluación de las características sensoriales de las formulaciones.

Fue evaluado cada uno de los 3 tratamientos por panelistas semientrenados.

3.8.4 Determinación de la mejor formulación.

Un análisis factorial de varianza encontró el mejor tratamiento (T2) como resultado de la evaluación sensorial.

3.8.5 Evaluación de las características nutricionales del producto final.

Los análisis de las características nutricionales fueron solicitados al laboratorio de química analítica y fotometría, laboratorio de química orgánica y laboratorio de investigación y servicios técnicos de la “Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.”

3.8.6 Evaluación microbiológica del producto final.

Los análisis de las características microbiológicas fueron solicitado al laboratorio Microservilab, cuyos métodos se alinean al informen emitido.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

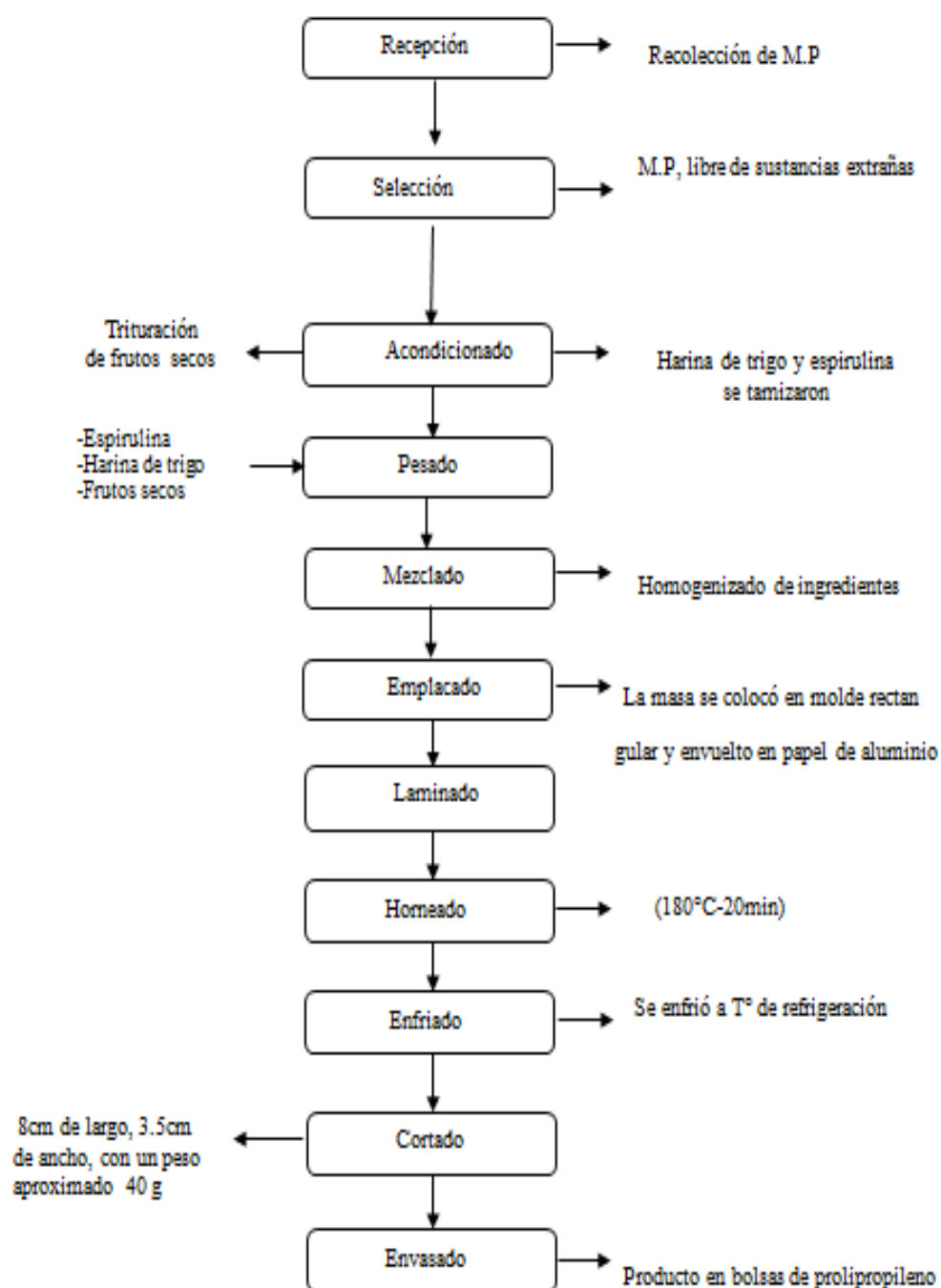
4.1 Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de una barra alimenticia a base de microalga espirulina, harina de trigo y frutos secos.

El presente estudio partió desde el proceso de elaboración, donde se tuvieron las siguientes consideraciones durante las etapas del proceso.

En la recepción se tuvo en cuenta que la materia prima esté libre de cualquier sustancia extraña para continuar con su acondicionamiento. La harina de trigo y espirulina se tamizaron, los frutos secos (pasas, nueces y almendras) se trituraron, se realizó el pesado de todas las materias primas según al planteamiento (Tabla 8). Se mezcló la harina de trigo y espirulina, en esta mezcla se añadió el jarabe de yacón, miel de abeja, una mínima cantidad de agua, frutos secos, canela y esencia de vainilla, se homogenizó todos los ingredientes hasta obtener una masa suave la cual fue colocada en un molde rectangular, envuelto con papel antiadherente, para el correcto desmoldeado, ejerciendo presión para formar una lámina de espesor uniforme. El molde con la masa se llevó al horno precalentado a 180°C por 20 minutos, logrando que la masa pierda humedad, lo cual favoreció su firmeza y su conservación. Al retirarlo del horno, se enfrió a temperatura de refrigeración. Para realizar el corte se utiliza un cuchillo de acero inoxidable, enfriada la masa es cortada en forma rectangular de 8 cm de largo por 3.5 cm de ancho y con un peso aproximado de 40 g. Se colocó el producto dentro de bolsas de polipropileno, para no permitir el ingreso de humedad o cualquier otra materia. Como resultado se logró obtener barras alimenticias enriquecidas con microalga espirulina con las concentraciones correctas de acuerdo a los 3 tratamientos establecidos.

Figura 3

Flujograma de proceso para la obtención de barras alimenticias enriquecidas con microalga espirulina.



4.2 Evaluación organoléptica de los tratamientos para determinar las características sensoriales.

Con base en los resultados de la evaluación sensorial de las barras alimenticias, se concluyó que las muestras del tratamiento 1 y 3 fueron estadísticamente significativamente diferentes del tratamiento 2 en todas las características de sabor evaluadas. Por esta razón y con el deseo de obtener una muestra estadísticamente probada como más aceptable para los panelistas, se seleccionó el tratamiento 2 como producto final del estudio, como se muestra en la Figura 8, con una media global de 4.267. Los datos de evaluación sensorial luego se evalúan mediante un análisis de varianza (ANOVA) de confianza del 95% y la prueba de Tukey.

4.2.1 Evaluación sensorial de “color”

La hipótesis que se probaron fue:

“ H_0 : No existe diferencia entre tratamientos.”

“ H_1 : Existe diferencia entre algunos tratamientos.”

Nivel de significancia de $\alpha=0.05$ Comprobación de homogeneidad de varianza Donde:

“ H_0 : No existe diferencia entre las varianzas.”

“ H_1 : Existe diferencia entre las varianzas.”

Análisis de varianza de un factor

- Hipótesis “nula”: los valores medios de los tres grupos son iguales con 95% de confianza.
- Hipótesis “alternativa”: los valores medios de los atributos de color difieren en al menos un grupo con un 95 % de confianza.

En la Tabla 12, donde se muestran los resultados de ANOVA, dan un valor de p que es 0.22978 mayor que alfa, por lo que la hipótesis nula es válida. Sin diferencia estadísticamente significativa.

El nivel de significación alfa se fijó en 0,05.

La interpretación de la Tabla 14, que incluye los resultados del análisis de la prueba de Tukey para encontrar el valor p- value, muestra que son indistinguibles entre los 3 tratamientos, es decir, no hay diferencia significativa entre los tratamientos, al 95% de confianza obtenemos que el tratamiento no afecta a la variable dependiente (color).

Tabla 11

Homogeneidad de varianza para el atributo de “color”

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T 1	15	51	3,4	1,4
T 2	15	59	3,933333333	0,923809524
T 3	15	49	3,266666667	1,352380952

Tabla 12

Análisis de varianza de un factor del atributo de “color”

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
		Grados de				
Entre grupos	3,733333333	2	1,866666667	1,523316062	0,229787412	3,21994229
Dentro de los grupos	51,46666667	42	1,225396825			
Total	55,2	44				

Tabla 13

Prueba de tukey para el atributo de “color”

Group	Mean	N	Ss	Df	q-crit
T1	3,4	15	19,6		
T2	393,333,333	15	129,333,333		
T3	326,666,667	15	189,333,333		
		45	514,666,667	42	343,571,429

Tabla 14

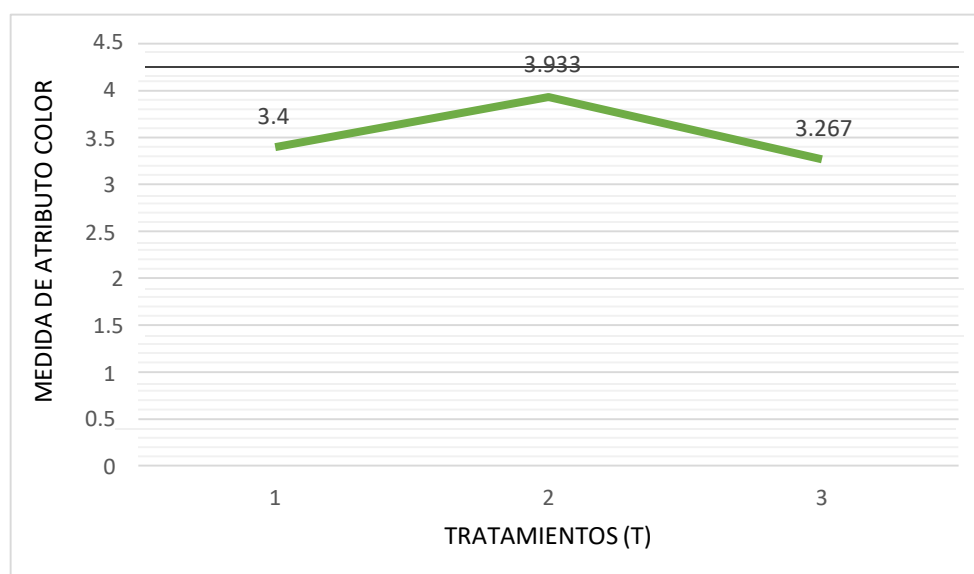
Prueba de tukey para hallar el p- value

Q TEST

group 1	group 2	Mean	std err	q-stat	lower	Upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
T1	T2	0,53333	0,28582	1,86597	-0,44866	1,51532	0,392495	0,981996	0,481792	No hay diferencia significativa
T1	T3	0,13333	0,28582	0,46649	-0,84866	1,11532	0,941868	0,981996	0,120448	No hay diferencia significativa
T2	T3	0,66666	0,28582	2,332469	-0,31532	1,648662	0,2366908	0,9819961	0,602241	No hay diferencia significativa

Figura 4

Medidas del atributo de color



4.2.2 Evaluación sensorial de “sabor”

La hipótesis que se probaron fue:

“ H_0 : No existe diferencia entre tratamientos.”

“ H_1 : Existe diferencia entre algunos tratamientos.”

Nivel de significancia de $\alpha=0.05$

Comprobación de homogeneidad de varianza, donde:

“ H_0 : No existe diferencia entre las varianzas.”

“ H_1 : Existe diferencia entre las varianzas.”

Análisis de varianza de un factor

- Hipótesis “nula”: el promedio de los tres grupos es igual con 95 % de confiabilidad.
- Hipótesis “alterna”: en al menos un grupo el promedio del atributo sabor es distinto con 95% de confiabilidad.

En la Tabla 16, que contiene los resultados de ANOVA, el valor p es 0,0017 menor que alfa, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Sí, hay una diferencia estadísticamente significativa.

El nivel de significación alfa se fijó en 0,05.

Interprete la Tabla 18, que contiene los resultados del análisis de la prueba de Tukey, para encontrar el valor p que muestre que existe una diferencia estadísticamente significativa entre T1 y T2, es decir, los jueces diferenciaron (saborear), mientras que entre T1 y T3 T2 y T3 no hubo diferencias, 95% de confianza, y se concluyó que T2 influyó en la variable dependiente (sabor) con un valor promedio de 4.26 (muy bueno).

Tabla 15

Homogeneidad de varianza para el atributo de “sabor”

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T 1	15	50	3,33333333	0,95238095
T 2	15	64	4,26666667	0,4952381
T 3	15	48	3,2	0,6

Tabla 16

Análisis de varianza de un factor del atributo de “sabor”

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	10,1333333	2	5,06666667	7,42325581	0,00173562	3,21994229
Dentro de los grupos	28,6666667	42	0,68253968			
Total	38,8	44				

Tabla 17

Prueba de tukey para el atributo de “sabor”

Group	Mean	N	Ss	Df	q-crit
T1	3,33333333	15	13,3333333		
T2	4,26666667	15	6,93333333		
T3	3,2	15	8,4		
		45	28,6666667	42	3,43571429

Tabla 18

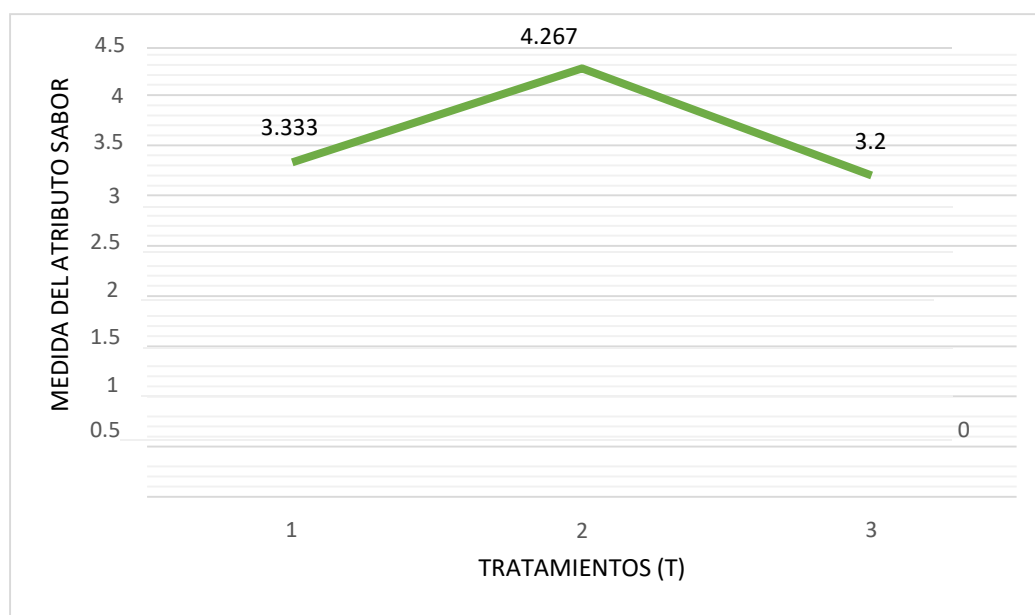
Prueba de tukey para hallar el p-value

Q TEST

<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>Mean</i>	<i>std err</i>	<i>q-stat</i>	<i>lower</i>	<i>Upper</i>	<i>p-value</i>	<i>mean-crit</i>	<i>Cohen d</i>	
T1	T2	0,933333	0,213313	4,375406	0,200449	1,666217	0,009620	0,732884	1,129725	Si hay diferencia significativa
T1	T3	0,133333	0,213313	0,625058	-0,599550	0,866217	0,898184	0,732884	0,161389	No hay diferencia significativa
T2	T3	1,066666	0,213313	5,000465	0,333782	1,799550	0,762833	0,732884	1,291114	No hay diferencia significativa

Figura 5

Medidas del atributo de sabor



4.2.3 Evaluación sensorial de olor

La hipótesis que se probaron fue:

“ H_0 : No existe diferencia entre tratamientos.”

“ H_1 : Existe diferencia entre algunos tratamientos.”

Nivel de significancia de $\alpha=0.05$ Comprobación de homogeneidad de varianzas Donde:

“ H_0 : No existe diferencia entre las varianzas.”

“ H_1 : Existe diferencia entre las varianzas.”

Análisis de varianzas de un factor

- Hipótesis “nula”: el promedio de los tres grupos es igual con 95 % de confiabilidad.
- Hipótesis “alterna”: en al menos un grupo el promedio del atributo olor es distinto con 95% de confiabilidad.

En la Tabla 20, que contiene los resultados de ANOVA, el valor p es 0,2287 mayor que alfa, por lo que la hipótesis nula es válida. Sin diferencia estadísticamente significativa.

El nivel de significación alfa se fijó en 0,05.

La interpretación de la Tabla 22, que incluye los resultados del análisis de la prueba de Tukey para encontrar el valor p, muestra que son indistinguibles entre los 3 tratamientos, es decir, no hay diferencia significativa entre los tratamientos, y concluimos con un 95% de confianza que el tratamiento no afectó la variable dependiente (olor).

Tabla 19

Homogeneidad de varianza para el atributo de “olor”

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	15	56	3,73333333	0,4952381
Columna 2	15	57	3,8	0,6
Columna 3	15	51	3,4	0,25714286

Tabla 20

Análisis de varianza de un factor del atributo de “olor”

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,37777778	2	0,68888889	1,52816901	0,22875015	3,21994229
Dentro de los grupos	18,9333333	42	0,45079365			
Total	20,3111111	44				

Tabla 21

Prueba de tukey para el atributo de “olor”

TUKEY HSD/KRAMER			Alpha 0,05		
Group	Mean	N	Ss	Df	q-crit
T1	3,73333333	15	6,93333333		
T2	3,8	15	8,4		
T3	3,4	15	3,6		
		45	18,9333333	42	3,43571429

Tabla 22

Prueba de tukey para hallar el p-value

Q TEST									
group 1	group 2	Mean	std err	q-stat	Lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
T1	T2	0,066666	0,173357	0,384561	-0,528941	0,662274	0,960096	0,59560	0,099293
T1	T3	0,333333	0,173357	1,922806	-0,262274	0,928941	0,371012	0,59560	0,496466
T2	T3	0,4	0,173357	2,307367	-0,195607	0,995602	0,243824	0,59560	0,595759

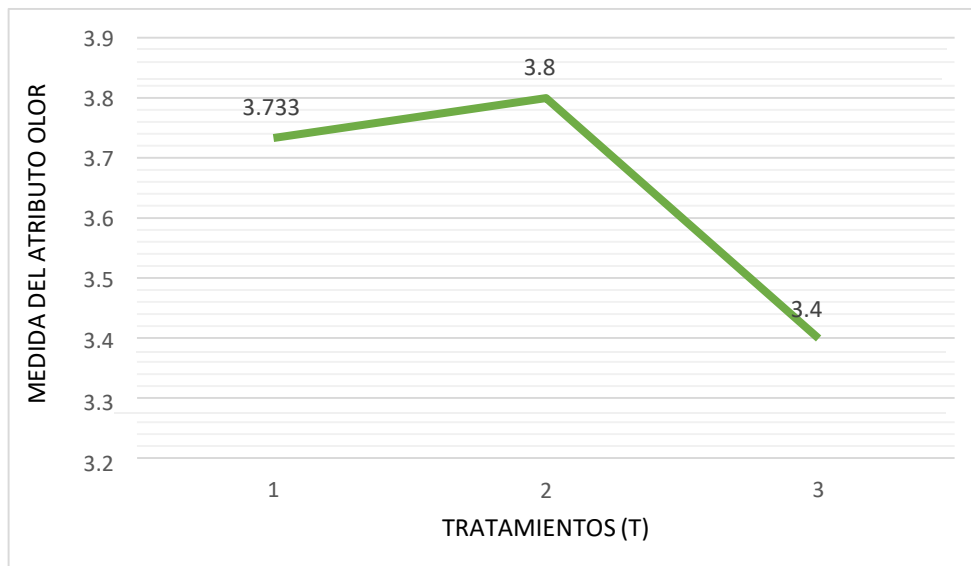
No hay diferencia significativa

No hay diferencia significativa

No hay diferencia significativa

Figura 6

Medidas del atributo de “olor”



4.2.4 Evaluación de textura

La hipótesis que se probaron fue:

“ H_0 : No existe diferencia entre tratamientos.”

“ H_1 : Existe diferencia entre algunos tratamientos.”

Nivel de significancia de $\alpha=0.05$ Comprobación de homogeneidad de varianza Donde:

“ H_0 : No existe diferencia entre las varianzas.”

“ H_1 : Existe diferencia entre las varianzas.”

Análisis de varianza de un factor

- Hipótesis “nula”: el promedio de los tres grupos es igual con 95 % de confiabilidad.
- Hipótesis “alterna”: en al menos un grupo el promedio del atributo textura es distinto con 95% de confiabilidad.

En la Tabla 23, que contiene los resultados de ANOVA, el valor p es mayor que alfa 0.2183, por lo que la hipótesis nula es válida.

Sin diferencia estadísticamente significativa.

La interpretación de la Tabla 26, que incluye los resultados del análisis de la prueba de Tukey para encontrar el valor de p, muestra que son indistinguibles entre los 3 tratamientos, es decir, no hay una diferencia significativa entre los tratamientos al 95 % de confianza. obtenemos La conclusión es que el procesamiento no afecta la variable dependiente (textura).

Tabla 23

Homogeneidad de varianza para el atributo de “textura”

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	15	55	3,66666667	0,38095238
Columna 2	15	60	4	0,42857143
Columna 3	15	53	3,53333333	0,83809524

Tabla 24

Análisis de varianza de un factor del atributo de “textura”

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,73333333	2	0,86666667	1,5780348	0,21837169	3,21994229
Dentro de los Grupos	23,0666667	42	0,54920635			
Total	24,8	44				

Tabla 25

Prueba de tukey para el atributo de “textura”

TUKEY HSD/KRAMER			Alpha 0,05		
Group	Mean	N	Ss	Df	q-crit
T1	3,66666667	15	5,33333333		
T2	4	15	6		
T3	3,53333333	15	11,7333333		
		45	23,0666667	42	3,43571429

Tabla 26

Prueba de tukey para hallar el p-value

Q TEST

group 1	group 2	Mean	std err	q-stat	Lower	Upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
T1	T2	0,333333	0,191347	1,742033	-0,324081	0,990747	0,441413	0,657414	0,449791	No hay diferencia significativa
T1	T3	0,133333	0,191347	0,696813	-0,524081	0,790747	0,875156	0,657414	0,179916	No hay diferencia significativa
T2	T3	0,466666	0,191347	2,438847	-0,190747	1,124081	0,208077	0,657414	0,629707	No hay diferencia significativa

Figura 7

Medidas del atributo de textura

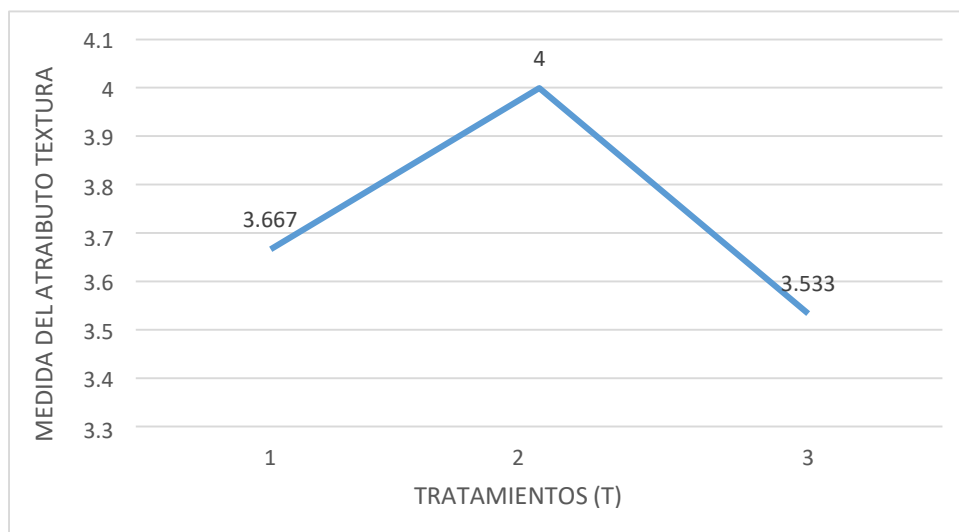
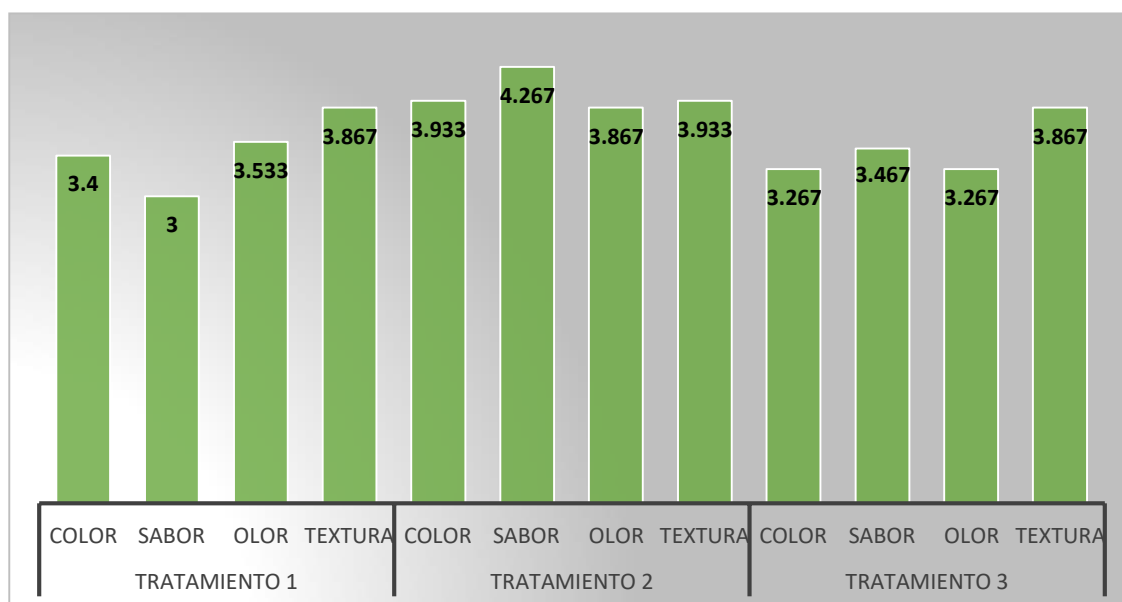


Figura 8

Promedio de la evaluación sensorial de cada tratamiento



4.3 Evaluación químico proximal de la barra alimenticia enriquecida con espirulina para determinar las características nutricionales.

Se puede observar en la tabla 27 los resultados de las características nutricionales mediante análisis químico proximal de la barra alimenticia a base de harina de trigo enriquecida con espirulina, correspondiente al mejor tratamiento (T2) seleccionado por los 15 panelistas; los resultados se compararon con los datos de la investigación de Malaga (2018) en su proyecto titulado, elaboración y evaluación del producto instantáneo a base de la mezcla de harina de cebada y espirulina obtenida en la prueba de satisfacción, de preferencia muestra #3 a base de harina de cebada y espirulina; 90% harina de cebada y 10% alga espirulina; aporta 14,25 g de proteína; grasa 1,34 gramos; carbohidratos 70,55 gramos. y 351,26 kcal, por lo que al comparar los dos resultados se observa una diferencia en el contenido proteico de 0,81 gramos,

lo cual hace resaltar que el aporte de proteínas que alcanza niveles de 22.18g/100g en la barra alimenticia T2, demostrando que se encuentra en altas concentraciones, lo que confirma que *S. platensis* utilizado en el presente estudio es importante por este macronutriente en términos de nitrógeno y aminoácidos, porque el cuerpo los utiliza para la síntesis de proteínas y otras sustancias nitrogenadas.

Los resultados obtenidos también fueron comparados con los datos de la investigación de Salous (2018), titulada “Elaboración de chocolate enriquecida con espirulina (spirulina máxima) endulzado con stevia y frutas deshidratadas”; en la cual se realizaron 12 tratamientos con concentraciones de licor de cacao, frutas deshidratadas y espirulina, teniendo como producto de mayor aceptación sensorial al tratamiento con 5% de espirulina. En los resultados revelaron que por cada 100 g de porción contenía 15.47 g de proteína y 11.91 g en fibra dietética, en comparación con nuestros resultados, donde el producto de mayor aceptación fue el T2 (10% de espirulina) existe una diferencia de 24.23 g en proteína, el cual duplica nuestro resultado posiblemente por el complemento (cacao).

Así mismo, Gutierrez & Tello (2018), en su investigación de nombre “Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha”, la muestra CS-5 (5 % de espirulina) tuvo el mayor contenido de cenizas y proteínas con 2,09 g y 10 g, respectivamente, y se observó que a menor contenido de espirulina, menor contenido de estos nutrientes, comparado con nuestros resultados que fueron 22.18 g en la muestra ganadora (15% de espirulina) se concluye que el contenido de proteína es elevado y proporcional a nuestros resultados de la barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina.

Tabla 27

Composición de las características nutricionales de la barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina de mayor aceptación (T2).

Composición	Producto final
Humedad (%)	25.91
Ceniza (%)	35.70
Fibra (%)	0.255
Carbohidratos (%)	39.57
Proteína (%)	22.18
Grasas (%)	2.30
Energía (kcal)	165.02

Nota. Elaborado en base al informe de laboratorio de la FIQIA, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (2022)

4.3 Evaluación para determinar las características microbiológicas.

Se analizó según los métodos mencionados de la tabla 9.

A través de la tabla 28, se muestran los resultados del análisis microbiológico de las barras alimenticias a base de harina de trigo enriquecidas con la concentración óptima de microalga espirulina (mejor tratamiento); donde no se detectaron unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de bacterias bacillus, mohos, levaduras, así mismo tuvimos como resultado la ausencia en 25 g (Ausencia/25g) de salmonella; comparando con la Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a base de granos y otros, con destino a programas sociales de alimentación (Resolución Ministerial N° 451 – 2006/ MINSA), está permitido un límite de 1×10^{-3} hasta 1×10^{-4} de Bacillus, Mohos y Levaduras, ausencia de salmonella; se deduce que el producto ha sido cuidadosamente preparado con las medidas de higiene adecuadas, dando como resultado un alimento seguro.

Tabla 28*Evaluación microbiológica de producto final*

Análisis microbiológico	T2 (15% espirulina en polvo) (UFC/gr)
Mohos	0
Levaduras	0
Bacillus cereus	0
Salmonella	Ausencia/25g

Nota. Elaborado en base al informe de laboratorio Microservilab (2022)

V. CONCLUSIONES

- Se determinó los parámetros para la elaboración de una barra alimenticia a base de harina de trigo enriquecida con microalga espirulina.
- Se logró obtener por análisis sensorial y nutricional a la formulación óptima (15% de espirulina).
- Se evaluó sensorialmente las tres formulaciones a través de la prueba estadística de Tukey con un análisis de varianza con el 95% de confiabilidad, concluyendo y seleccionando al mejor tratamiento a la formulación 2, la cual estuvo compuesta por 15% espirulina y 45% de harina de trigo, el promedio de la mayor aceptabilidad por los panelistas fue de 4.26.
- En la determinación de las características nutricionales de la barra alimenticia a base de harina de trigo con la concentración óptima de microalga espirulina, se obtuvieron los siguientes resultados en los análisis químico proximales: proteínas (22.18%), carbohidratos (39.57%), humedad (25.91%), cenizas (35.70%), fibra (0.255%), grasas (2.30%), demostrando que el contenido proteico es alto.
- En los análisis microbiológico del mejor tratamiento de la barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina, se consiguieron los siguientes resultados: mohos y levaduras (0 UFC/g), bacillus cereus (0 UFC/g) y salmonella (ausencia/25g), por lo cual cumplen con los criterios microbiológicos de norma sanitaria para la Fabricación de Alimentos a base de granos y otros, con destino a programas sociales de alimentación (Resolución Ministerial N° 451 – 2006/ MINSA).

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar perfiles de aminoácidos.
- Intentar sustituir parcialmente otras harinas con Espirulina pulverizada.
- Adaptar la preparación de barras alimenticias para el consumo vegano.
- Llevar a cabo investigaciones para usar la espirulina como aditivo alimentario ya sea como antioxidante, para reforzar sabores o como colorante natural.

VII. REFERENCIAS

- Ardila, J., Saavedra, J., (2020). Validación por jueces expertos de instrumento sensorial organoléptico orientado al consumidor para la comparación de carne de cerdo criollo Congo santandereano y comercial. <https://todocarne.es/wp-content/uploads/2020ArdilaJuan.pdf>
- Ayuque, R. (2018). *Efecto de la proporción de miel de abeja y jarabe de yacón sobre las características sensoriales y fisicoquímicas del turrón de quinua (chenopodium quinoa) y chia (salvia hispánica)*. <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2579/TESIS-2018-ING-AGROINDUSTRIAL-AYUQUE%20SANCHEZ.pdf>
- BEDCA (2022). *Frutos secos*. <http://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/frutos-secos.pdf>
- Benites, C., y Muñoz, E. (2020). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum spp) por harina de lentejas (Cajanus cajan) en la elaboración de galletas para aumentar su valor nutritivo*. Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9020>
- Blog Ecoandino (2022). *El endulzante sin azúcar, Yacón*. <https://ecoandino.com/es/products/yacon-esp/>
- Cárdenas, N., Cevallos-Hermida, C. Salazar, J., Romero, E., Gallegos, P., Cáceres, M. (2018). *Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo VALIDACIÓN POR JUECES EXPERTOS DE INSTRUMENTO*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6560198.pdf>

- Centro de Extensión Universitaria CEUC (2017). *Desarrollo tecnológico en la producción de spirulina como negocio sostenible*. Universidad Católica de Santa María (UCSM). <http://www.ucsm.edu.pe/desarrollo-tecnologico-en-la-produccion-despirulina-como-negocio-sostenible/>
- Costas, G. (2018). *Espirulina: propiedades, beneficios, contraindicaciones, efectos secundarios y dónde comprarla*. Obtenido de *Ciencia y Biología*. Recuperado de: <https://cienciaybiologia.com/los-beneficios-y-efectos-secundarios-de-laespirulina/>
- Cox, L. (2018). *Spirulina: Nutrition Facts & Health Benefits*. Live Science. <https://www.livescience.com/48853-spirulina-supplement-facts.html>.
- Editorial María Orsini (2021). *Yacón endulzante sano*. <https://revistamariaorsini.com/yacon-el-endulzante-sano/>
- El Salous, Martinez y Mosquera. (2018). “*Elaboración de chocolate con espirulina (spirulina máxima) endulzado con stevia y frutas deshidratadas*”. Engineering, pp. 28–37.
- Estévez, R. (2017). *Espirulina, ¿vitaminarse y supermineralizarse?* <https://www.ecointeligencia.com/2017/04/espirulina-superalimento/>
- Exposito, H., González, O. (2020). *Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente*. https://cdn.pediatruiintegral.es/wp-content/uploads/2020/xxiv02/04/n2-098-107_OlgaGlez.pdf
- FAO (2020). *Miel de abeja*. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA4657ES/>
- Guerrero, T. (2017). “*La espirulina ¿Por qué este alga es considerado un superalimento y debería estar en nuestra despensa?*”.

<https://www.cadenadial.com/2017/la-espirulina-beneficios-119243.html> alga-superalimento-

Gutiérrez, K., Tello, L (2018). “*Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha*”.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624916/Guti%C3%A9rrez_VK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Henao Montoya, Y. (2018). *Formulación de una barra energética con alta capacidad antioxidante dirigida a ciclistas recreativos*.

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2273/1/Formulacion_barra_energetica_ciclistas_recreativos.pdf

Instituto Tomás Pascual Sanz (2022). *Origen y propiedades de los frutos secos*.

<https://www.institutotomaspascualsanz.com/tag/frutos-secos/>

Instituto Nacional de Salud, Ministerio de salud (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*.

<https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Islam, M. R.; T. Pervin; H. Hossain; B. Saha & S. J. Hossain (2017). *Physicochemical and antioxidant properties of honeys from the Sundarbans Mangrove Forest of Bangladesh*. <https://doi.org/10.3746/pnf.2017.22.4.335>.

Liaño, N. (2022). *¿Qué es el jarabe de yacón, el nuevo sustituto del azúcar que está siendo popular?*. <https://www.tododisca.com/jarabe-yacon-sustituto-azucar/>

- Malaga, R. I. (2018). *“Elaboración y evaluación de un producto instantáneo a base de la mezcla de harina de cebada y espirulina en niños menores de diez años”*. NUmarioi.pdf (unsa.edu.pe).
- Marful, R. P. (2019). *Aplicación de técnicas estadísticas al análisis sensorial inteligente*. Universidad de Santiago de Compostela, Pag. 2.
- MINSA (2017). *"Norma sanitaria para la fabricacion de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentacion"*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM_451_2006_modificacion.pdf
- MINSA (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Monckeberg, F. (2019). *Desnutrición infantil y daño del capital humano*. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182014000200008.
- Montebío (2018). *Ficha técnica de producto. Sirope de yacón*. <https://b2bmarketplace.procolombia.co/sites/default/files/products/ficha-tecnica-sirope-de-yacon-2020.pdf>
- Morales, L. (2017). *Producción y consumo de miel de abeja en Costa Rica*. https://www.researchgate.net/publication/318710115_e-Agronegocios_Production_and_demand_of_honey_bee_in_Costa_Rica_PRODUCION_Y_CONSUMO_DE_MIEL_DE_ABEJA_EN_COSTA_RICA

Organización de las Naciones Unidas - ONU (2019). *Desnutrición y obesidad, dos caras de la mala alimentación que afectan a un tercio de los países pobres.*

<https://news.un.org/es/story/2019/12/1466721>

Osorio, M. A. (2018). *Técnicas modernas en el análisis sensorial de los alimentos.* UNALM.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3230/Q04-O7-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Osorio-Oviedo, A. (2019). *Pruebas de análisis sensorial para el desarrollo de productos de cereales infantiles en Venezuela. Publicaciones en Ciencias y Tecnología.* Vol.13, No 2, pag. 27- 37.

Oyola, M., & Padilla, R. (2020). *Enriquecimiento de galleta con sustitución parcial de harina de tocosh de papa (Solanum Tuberosum L.) y harina de kiwicha (Amaranthus Caudatus).*

<https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/97/TESIS%20Melissa%20Alisson%20Oyola%20Coral.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruiz, A. (2019). *Nutricion Deportiva: Barras energéticas.* (P. plus, Ed.) Salud y bienestar. Obtenido de <https://www.webconsultas.com/ejercicioy-deporte/nutricion-deportiva/composicion-y-tipos-de-barritas-energeticas-12145>

Sanchez, C., et al. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

Sifre, M., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., Tosca, P. (2018). *La harina.* Universitat per a Majors Seu del nord - Sant Mateu.

<https://bibliotecavirtualesenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LA-HARINA.pdf>.

Soni RA, Sudhakar K, Rana RS. (2017). *Spirulina-from growth to nutritional product: A Review. Trends in Food Science & Technology.*

https://www.researchgate.net/publication/320093017_Spirulina_From_growth_to_nutritional_product_A_review

Vega, Ysela (2022). *Anemia supera el 97% en menores de 5 años en distrito altoandino de Lambayeque.* Diario La República.

<https://larepublica.pe/sociedad/2022/10/25/anemia-supera-el-97-en-menores-de-5-anos-en-distrito-altoandino-de-lambayeque-lrnd>

Zanin, T. (2021). *Espirulina: para qué sirve, beneficios y cómo tomar.* <https://www.tuasaude.com/es/espirlina/>

Zuluaga N. (2017). *El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos.* Trabajo final de Maestría presentado como requisito para optar al título de: Magister en Ciencia y Tecnología de alimentos – Línea de Profundización. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. <http://bdigital.unal.edu.co/61962/1/1128280679.2018.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: TEST DE ACEPTABILIDAD

“BARRA ALIMENTICIA ENRIQUECIDA CON ESPIRULINA”

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones

A continuación, se presentan 3 muestras, de las cuales se pide evaluar color, sabor, olor y textura a nivel general, calificando con nota del 1 al 5, en donde:

- 1 = Me disgusta mucho
- 2 = Me disgusta moderadamente
- 3 = Ni me gusta ni me disgusta
- 4 = Me gusta moderadamente
- 5 = Me gusta mucho

Escriba sobre la línea la calificación que usted estime correcta para cada muestra.

CÓDIGO	CALIFICACIÓN PARA CADA ATRIBUTO			
	COLOR	SABOR	OLOR	TEXTURA
M1				
M2				
M3				

CALIFICACIÓN M1: _____

CALIFICACIÓN M2: _____

CALIFICACIÓN M3: _____

DESCRIPCIÓN: esta barra alimenticia enriquecida con espirulina se elaboró en base de harina de trigo, miel de abeja, jarabe de yacón, frutos secos y espirulina en polvo, su elaboración se dio gracias a sus múltiples beneficios que tiene la espirulina para la salud del consumidor, por ello este producto es dirigido a todas las personas de diferentes edades por su aporte de energía y nutrientes para la actividad diaria, además es una gran suplemento dietario debido a su alto contenido de fibra.

ANEXO B: RESULTADOS DE LA ENCUESTA

	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3			
	Color	Sabor	Olor	Textura	Color	Sabor	Olor	Textura	Color	Sabor	Olor	Textura
Jurado 1	3	5	4	4	4	5	5	3	2	4	2	2
Jurado 2	1	2	3	3	5	4	4	4	3	3	4	4
Jurado 3	3	3	5	4	3	4	5	4	4	4	5	4
Jurado 4	5	1	4	5	5	5	2	4	5	3	2	4
Jurado 5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	3	4	4
Jurado 6	5	3	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5
Jurado 7	2	3	2	3	5	4	4	3	2	4	3	4
Jurado 8	3	3	5	5	4	4	5	5	3	3	4	4
Jurado 9	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	3	4
Jurado 10	2	2	2	3	3	5	3	5	3	3	3	5
Jurado 11	3	1	4	4	3	3	3	4	2	5	4	4
Jurado 12	4	2	3	5	4	5	4	3	4	4	3	4
Jurado 13	3	3	3	4	2	2	5	4	3	2	4	4
Jurado 14	5	4	5	2	4	5	4	3	4	4	2	4
Jurado 15	4	4	2	4	3	3	1	4	1	2	2	2
Promedio	3.4	3	3.33333333	3.86666667	3.93333333	4.26666667	3.86666667	3.93333333	3.26666667	3.46666667	3.26666667	3.86666667

ANEXO C: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Valoración nutricional y sensorial de una barra alimenticia enriquecida con Espirulina (*Spirulina platensis*)”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO
<p>“¿Cuál es el valor nutricional y sensorial de una barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina (<i>Spirulina platensis</i>)?”</p>	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Evaluar el valor nutricional y sensorial de una barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina (<i>Spirulina platensis</i>)” <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la concentración óptima de la microalga espirulina en la elaboración y formulación de la barra alimenticia. • Determinar los parámetros óptimos para la elaboración de una barra alimenticia a base de microalga espirulina y harina de trigo. • Evaluar las características sensoriales (olor, sabor, color y textura) en la barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina. • Analizar las características nutricionales como el contenido proteico, grasas, carbohidratos, fibra y aporte de energía en la barra alimenticia con la concentración óptima de microalga espirulina. • Evaluar las características microbiológicas en la barra alimenticia con la concentración óptima de microalga espirulina. 	<p>La adición del 15% de microalga espirulina a la barra alimenticia producirá un incremento en su valor nutricional así como un alto valor de aceptabilidad.</p>	<p>Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporciones de harina de trigo y espirulina pulverizada. <p>Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características nutricionales (proteínas, grasas, carbohidratos, ceniza, fibra, humedad, energía). • Características sensoriales (textura, color, sabor y olor). • Características microbiológicas (bacillus cereus, salmonella, mohos y levaduras). 	<p>Escala hedónica</p> <p>(1-5)</p> <p>g/kg</p> <p>g/kg</p> <p>g/Kg</p>	<p>Diseño de Bloques Completamente al Azar.</p>

ANEXO D: GALERÍA DE FOTOS DE PROCESO PRODUCTIVO

Miel de abeja



Espirulina en polvo



Frutos secos



Papel aluminio



Cucharón



Bowl



Moldes



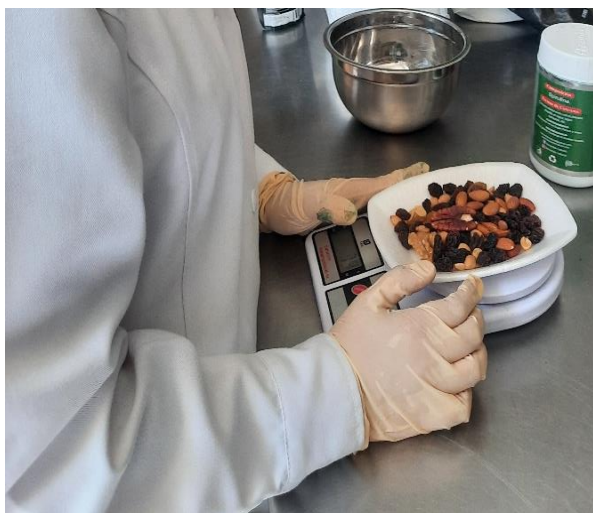
Pesado de la espirulina



Pesado de la harina



Pesado de los frutos secos



Tamizado de la espirulina



Tamizado de la harina



Adición de la harina y frutos secos



Moldeado de la primera formulación



Moldeado de la segunda formulación



Moldeado de la tercera formulación



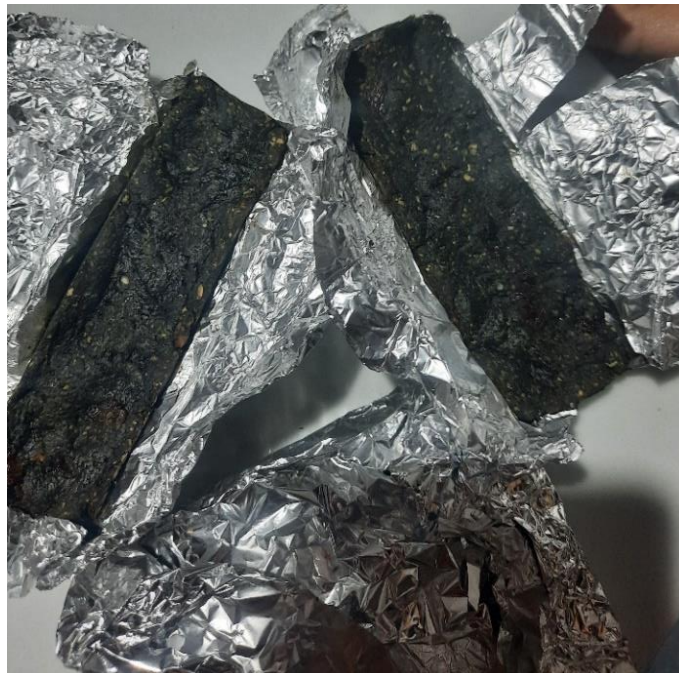
Producto ingresando al horno



Supervisando el producto en el horno



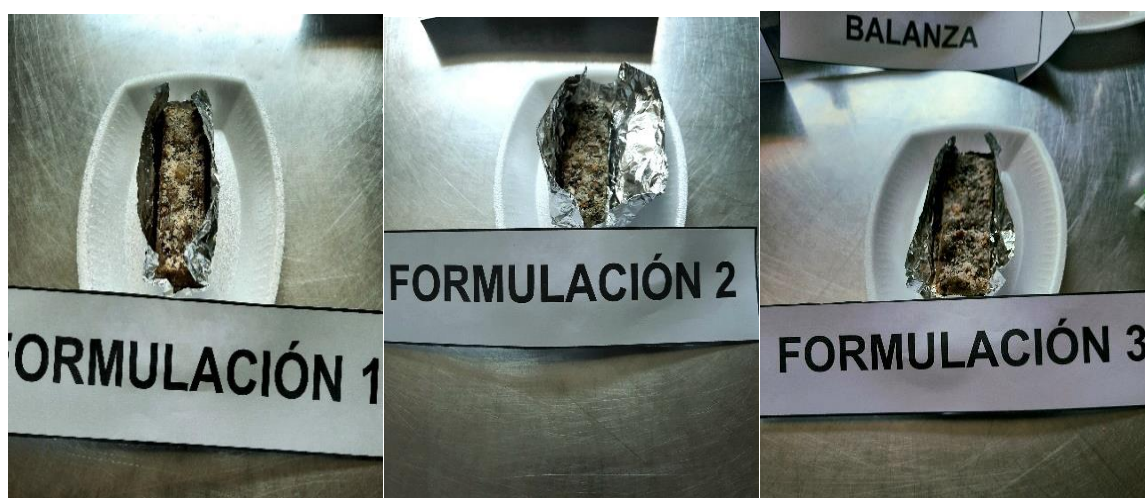
Secado y desmoldeado de las
barras alimenticias



Barra alimenticia enriquecida con
espirulina



Tratamientos para los análisis sensoriales



Panelistas llenando la encuesta de los análisis sensoriales



ANEXO E: INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE ESPIRULINA EN POLVO

Información Nutricional		
Tamaño por porción: 20g		
Porciones por empaque: 12		
Contenido Energético:	Cada porción contiene:	Cada 100g contienen:
	37 Cal (155 kJ)	186 Cal (778 kJ)
Proteínas	12g	57g
Grasas	0g	0g
Grasa saturada	0,6g	2,7g
Carbohidratos (hidratos de carbono)	6g	29g
Azúcares	0g	0g
Fibra dietética	0,6g	2,9g
Sodio	208mg	1042mg

INGREDIENTES: Alga espirulina en polvo

ANEXO F: RESULTADOS DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 492

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Bach. Falla Nuñez Mercedes Isabel
- Bach. Meño Granados Lily Fiorella

II. TITULO DE PROYECTO:
"Valoración nutricional y sensorial de una barra alimenticia enriquecida con microalga espi-
rulina (*Spirulina platensis*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA:

Nombre	: Barra alimenticia
Código	: M2
Forma de presentación	: Bolsa de polipropileno
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Plástico
Procedencia	: Chiclayo-Lambayeque
Fecha de recolección	: 07-03-2022
Llegada al laboratorio	: 07-03-2022
Fecha de análisis	: 07-03-2022

IV. TIPO DE ANALISIS
Microbiológico

V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS N° 007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiológicos

• Mohos	(UFC/g) :	0 UFC/ g	Metodo ICMSF
• Levaduras	(UFC/g) :	0 UFC/ g	Metodo ICMSF
• Bacillus cereus	(UFC/g) :	0 UFC/ g	Metodo ICMSF
• Salmonella sp	(Ausencia/25g) :	Ausencia /25 g	Metodo ICMSF



Dr. Fernando Cruzado Cordero
Microbiología Clínica III

Lambayeque, Marzo del 2022

Correo: administracion@microservilab.com

Cel: 949019545



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DECANATO



Calle Juan XXIII N° 391 LAMBAYEQUE - PERÚ

Ciudad Universitaria Teléf. 074 283633

REPORTE DE ANALISIS N° 029 -FIQIA

1. DATOS DE CLIENTE:

- Mercedes Isabel Falla Nuñez
- Lily Fiorella Meoño Granados

2. DATOS DE LA MUESTRA

Número de Muestras	Fecha de Toma de Muestra	Tipo
01	18/04/2022	Barra Alimenticia

3. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Tipo de Análisis	Resultados	Métodos
Humedad (%)	25.91	Método directo, uso de balanza KERN, modelo DAB 100-3.
Cenizas (%)	35.70	Método gravimétrico a 550 °C por 16 horas.
Fibra (%)	0.2545	Método gravimétrico.
Proteínas (%)	22.18	Método de kjeldahl (digestión, destilación y titulación con HCL)
Grasas (%)	2.30	Método gravimétrico.

4. CONCLUSIONES

- El porcentaje de proteínas se determinó, usando el método Kjeldahl, como control de calidad se analizaron dos blancos, los cuales estuvieron dentro de lo establecido.

Firma		Firma	
Analista	Marilyn Catherine Quinteros Vilchez	V°B°	Dr. César Augusto Monteza Arbulú
Fecha del Análisis		28/29 de abril del 2022	

ANEXO G: PORCENTAJE DE SIMILITUD (APLICATIVO TURNITIN)



P. y. g. m. o. c. i. s.

9	repositorio.unaj.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
10	s385925d490d3a601.jimcontent.com Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
12	dspace.udla.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	news.un.org Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1 %
18	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

P. y g. naci

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía Activo

Pygmalion

H: RECIBO DIGITAL (APLICATIVO TURNITIN)



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de sus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Falla Núñez, Mercedes Isabel Meoño Granados, Lily Floreña
Título del ejercicio:	VALORACIÓN NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE UNA BARRA ALL...
Título de la entrega:	VALORACIÓN NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE UNA BARRA ALL...
Nombre del archivo:	TESIS_FINAL2_21.02_MEO_O_FALLA_2023.docx
Tamaño del archivo:	7.73M
Total páginas:	80
Total de palabras:	10,656
Total de caracteres:	64,931
Fecha de entrega:	21-feb.-2023 05:19p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2019936238




ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
"FUNDADO 1924"
INSTITUTO VICE-RECTORAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
INSTITUTO VICE-RECTORAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Escuela Politécnica Nacional de Ingeniería y Tecnología

TESIS

Trabajo de grado de Ingeniería de Alimentos de la Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería y Tecnología, Escuela Politécnica Nacional de Ingeniería y Tecnología, Escuela Politécnica Nacional de Ingeniería y Tecnología.

FECHA DE ENTREGA: 21-feb.-2023 05:19p. m. (UTC-0500)

IDENTIFICADOR DE LA ENTREGA: 2019936238

AUTORES:
 Falla Núñez, Mercedes Isabel Meoño Granados, Lily Floreña

COAUTORES:
 Dr. Mercedes Núñez, Dr. Lily Floreña

COAUTORES:
 Dr. Mercedes Núñez, Dr. Lily Floreña

COAUTORES:
 Dr. Mercedes Núñez, Dr. Lily Floreña

Derechos de autor 2023 Turnitin. Todos los derechos reservados.

P. yanoor

ANEXO I: CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

INFORME DE SIMILITUD REPORTADO POR EL TURNITIN

Por el presente documento se deja constancia, que se ha revisado el Informe de Tesis, titulado:

Valoración nutricional y sensorial de una barraalimenticia enriquecida con microalga espirulina (*Spirulina platensis*), elaborado por las autoras:

Bach. Falla Núñez, Mercedes Isabel

Bach. Meoño Granados, Lily Fiorella

La revisión se realizó con el programa anti plagio TURNITIN, registrado con el identificador N° 2019936238, de fecha 21 de febrero del 2023, dando el siguiente resultado:

PORCENTAJE DE SIMILITUD: 7 %

Se adjunta copia del resumen de coincidencias, y se firma dando constancia del porcentaje de similitud, y pueda ser utilizado para los fines que considere conveniente.

Lambayeque, 21 de febrero del 2023


Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz
Asesor

ANEXO J: ACTA DE SUSTENTACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N°086-2023-UIINV-FIQIA



Siendo las 13.00 horas del día 09 de marzo del 2023, se reunieron vía plataforma virtual, <https://meet.google.com/goq-idsx-nde> los miembros de jurado evaluador de la Tesis Titulada: **“Valoración nutricional y sensorial de una barra alimenticia enriquecida con microalga espirulina (*Spirulina platensis*).”**; designados por Resolución N°041-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 07/02/23 con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- Dra. Tarcila Amelia Cabrera Salazar...Presidente
- MSc. Rodolfo Pastor Tineo Huancas...Secretario
- Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca....Vocal

La tesis fue asesorada por el Dr. Abraham Ygnacio Guillermo Santa Cruz nombrado por Decreto N°090-2019-UIINV-FIQIA de fecha 29/04/19. El acto de sustentación fue autorizado por Resolución N° 056-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 28 de febrero 2023. La Tesis fue presentada y sustentada por las Bachilleres: Falla Núñez Mercedes Isabel y Meoño Granados Lily Fiorella de la escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias y tuvo una duración de 70 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de (17) (Diecisiete) **en la escala vigesimal, mención BUENO Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de Ingeniera de Industrias Alimentarias de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.**

Siendo las 14: 10 pm se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

Presidente

Dra. Tarcila A. Cabrera Salazar

Secretario

MSc. Rodolfo Pastor Tineo Huancas

Vocal

Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca

Asesor

Dr. Abraham G. Ygnacio Santa Cruz