



Uso de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en turrone procesados para el consumo humano y su impacto en la química sanguínea de estudiantes del IASA I

Caiza Quintuña, Jessica Maribel

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, Ph.D

22 de febrero del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Uso de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en turrone procesados para el consumo humano y su impacto en la química sanguínea de estudiantes del IASA I**, fue realizado por la señorita: **Caiza Quintuña, Jessica Maribel**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 22 de febrero del 2023



Firmado electrónicamente por:
JUAN CRISTÓBAL
ORTIZ TIRADO

.....
Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, Ph.D

C. C. 1709998163

Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos

22 de febrero del 2023

22/2/23, 22:03

JESSICA MARIBEL CAIZA QUINTU◆A - Documento sin título

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO
Titulación UIC 202251

NOMBRE DEL ALUMNO
JESSICA MARIBEL CAIZA QUINTU◆A

NOMBRE DEL ARCHIVO
JESSICA MARIBEL CAIZA QUINTU◆A - Documento sin título

SE HA CREADO EL INFORME
22 feb 2023

Resumen

Fragmentos marcados	5	0,7 %
Fragmentos citados o entrecomillados	4	0,5 %

Coincidencias de la Web

bce.fin.ec	1	0,3 %
pdfcoffee.com	2	0,2 %
bio-rad.com	2	0,2 %
probiotek.com	1	0,1 %
ute.edu.ec	1	0,1 %
britannialab.com	1	0,1 %
almacenesmarriott.com	1	0,1 %



Firmado electrónicamente por:
JUAN CRISTOBAL
ORTIZ TIRADO

.....
Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, Ph.D

C. C.: 1709998163



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Yo, **Caiza Quintuña, Jessica Maribel**, con cédula de ciudadanía No 1724530504, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Uso de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en turrone procesados para el consumo humano y su impacto en la química sanguínea de estudiantes del IASA I**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 22 de febrero del 2023



Firmado electrónicamente por:
**JESSICA
MARIBEL CAIZA
QUINTUNA**

.....
Caiza Quintuña, Jessica Maribel

C.C.: 1724530504



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Yo, **Caiza Quintuña, Jessica Maribel**, con cédula de ciudadanía No.1724530504, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Uso de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en turrone procesados para el consumo humano y su impacto en la química sanguínea de estudiantes del IASA I**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 22 de febrero del 2023



Firmado electrónicamente por:
**JESSICA
MARIBEL CAIZA
QUINTUNA**

.....
Caiza Quintuña, Jessica Maribel

C.C.:1724530504

Dedicatoria

Este trabajo de investigación se lo dedico a mis padres Juan Caiza y María Quintuña que con su infinito amor y cariño me permitieron culminar esta etapa, que muchas veces reímos y lloramos juntos, pero siempre estuvieron a mi lado cuando estaba a punto de desmayar, que con sus consejos y sabiduría me han hecho tomar la mejor decisión. ¡¡¡¡Por ellos llegue a esta meta, aunque el camino fue largo, lo logramos!!!!

Jessica Caiza Quintuña

Agradecimiento

A Dios por ser mi guía durante este tiempo. Por darme su bendición en este largo camino con altos y bajos, pero con la frente en alto ante cualquier situación.

A mis abuelos, tíos y primos que me acompañaron en cada etapa, en especial a ese ser tan importante que está en el cielo Manuel Quintuña.

A mis amigos Cristian Parra, Freddy Albiño, Lorena Loaiza, Wendy Vargas, Marisela Sinailin, Alejandra Curipallo, Mayra Marcalla y Carolina Gavidia, con los cuales compartí muchas alegrías y tristezas además de ser mis cómplices en cada situación.

A esa persona que me apoyado sin ningún interés Cristóbal.

A mi tutor Dr. Juan Ortiz por su apoyo, tiempo y colaboración en cada fase de la investigación.

Al igual que la Ing. Daysi Muñoz.

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación:	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría:	3
Autorización de Publicación:	4
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de Tablas.....	12
Índice de figuras.....	13
Resumen.....	16
Abstract.....	17
CAPÍTULO I.....	18
INTRODUCCIÓN	18
Justificación.....	19
Objetivos.....	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	21
Hipótesis.....	21
Hipótesis alternativa	21
Hipótesis nula	21
CAPÍTULO II.....	22
REVISIÓN DE LITERATURA	22
Alimentos procesados.....	22
Tipos de alimentos procesados	22

Turrón	23
Tipo de turrónes	24
Valoración nutricional.....	24
Espirulina.....	26
Ciclo de vida de la espirulina	26
Fases de crecimiento	27
Factores climáticos.....	27
Composición Nutricional	28
Análisis proximal de la espirulina	30
Usos y beneficios de la espirulina.....	31
Química sanguínea	32
Proteína	33
Glucosa.....	33
Glóbulos blancos	33
Glóbulos rojos.....	34
Hematocrito	34
CAPÍTULO III.....	35
MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
Ubicación del lugar de estudio.....	35
Ubicación política	35
Ubicación geográfica.....	35
Materiales y equipos	36
Métodos.....	38
Obtención de la espirulina.....	39
Masificación de <i>A. plantensis</i>	40
Cosecha	40

Procesamiento.....	41
Elaboración del alimento procesado.....	42
Recepción y mezcla de la materia prima.....	43
Cocción.....	44
Toma de muestras de sangre.....	44
Técnicas.....	44
Análisis proximal.....	44
Análisis microbiológico.....	46
Análisis organoléptico.....	47
Diseño experimental.....	47
Modelo matemático.....	48
Características de la Unidad Observacional.....	49
Análisis estadístico.....	50
CAPÍTULO IV.....	51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
Formulación y contenido nutricional de Turrónes con diferentes dosis de espirulina.....	51
Análisis proximal de la espirulina.....	57
Análisis proximal del turrón.....	57
Análisis microbiológico del Turrón.....	58
Análisis organoléptico del turrón.....	58
Olor.....	58
Color.....	59
Textura.....	60
Sabor.....	61
Aceptabilidad.....	62
Análisis Químico Sanguíneo.....	63

Proteína.....	63
Glucosa.....	64
Glóbulos rojos.....	65
Glóbulos blancos.....	66
Hematocrito	67
Discusión	68
CAPÍTULO V	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
Conclusiones	72
Recomendaciones.....	73
Bibliografía	74

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Clasificación de procesamiento por el sistema NOVA</i>	23
Tabla 2	<i>Composición nutricional del turrón</i>	25
Tabla 3	<i>Aminoácidos esenciales presentes en la espirulina</i>	28
Tabla 4	<i>Aminoácidos no esenciales en la espirulina</i>	29
Tabla 5	<i>Vitaminas presentes en la espirulina</i>	29
Tabla 6	<i>Minerales presentes en la espirulina</i>	29
Tabla 7	<i>Ácidos grasos presentes en la espirulina</i>	30
Tabla 8	<i>Composición proximal de la espirulina</i>	31
Tabla 9	<i>Rendimientos de la espirulina (A. platensis)</i>	43
Tabla 10	<i>Medios-análisis microbiológico</i>	47
Tabla 11	<i>Escala Hedónica</i>	47
Tabla 12	<i>Formulación de los Tratamiento</i>	48
Tabla 13	<i>Descripción de los tratamientos y sus repeticiones</i>	48
Tabla 14	<i>Receta (Espirulina 0g)</i>	51
Tabla 15	<i>Cálculo de los nutrientes para cada materia prima</i>	51
Tabla 16	<i>Cálculo de los nutrientes por porción</i>	52
Tabla 17	<i>Etiquetado nutricional</i>	52
Tabla 18	<i>Receta (Espirulina 1g)</i>	53
Tabla 19	<i>Cálculo de los nutrientes para cada materia prima (Espirulina 1g)</i>	53
Tabla 20	<i>Cálculo de los nutrientes por porción (Espirulina 1g)</i>	54
Tabla 21	<i>Etiquetado nutricional (Espirulina 1g)</i>	54
Tabla 22	<i>Receta (Espirulina 5g)</i>	55
Tabla 23	<i>Cálculo de los nutrientes para cada materia prima (Espirulina 5g)</i>	55
Tabla 24	<i>Cálculo de los nutrientes por porción (Espirulina 5g)</i>	56
Tabla 25	<i>Etiquetado nutricional (Espirulina 5g)</i>	56

Tabla 26 <i>Análisis proximal espirulina</i>	57
Tabla 27 <i>Análisis proximal Turrón</i>	58
Tabla 28 <i>Análisis microbiológico del Turrón</i>	58

Índice de figuras

Figura 1	<i>Laboratorio de Acuicultura de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I</i>	35
Figura 2	<i>Diagrama de flujo de la obtención de la espirulina</i>	39
Figura 3	<i>Toma de Ph y Absorbancia - Espirulina</i>	40
Figura 4	<i>Cosecha del cultivo de A. platensis</i>	41
Figura 5	<i>Diagrama de flujo elaboración de Turrón</i>	42
Figura 6	<i>Materia prima y mezcla</i>	43
Figura 7	<i>Distribución de los tratamientos</i>	49
Figura 8	<i>Análisis organoléptico del olor de turrónes enriquecidos con dos dosis de espirulina T₁ (1g) y T₂ (5g)</i>	59
Figura 9	<i>Análisis organoléptico del color de turrónes enriquecidos con dos dosis de espirulina T₁ (1g) y T₂ (5g)</i>	60
Figura 10	<i>Análisis organoléptico de la textura de turrónes enriquecidos con dos dosis de espirulina T₁ (1g) y T₂ (5g)</i>	61
Figura 11	<i>Análisis organoléptico del sabor de turrónes enriquecidos con dos dosis de espirulina T₁ (1g) y T₂ (5g)</i>	62
Figura 12	<i>Análisis organoléptico de la aceptación general de turrónes enriquecidos con dos dosis de espirulina T₁ (1g) y T₂ (5g)</i>	63
Figura 13	<i>Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes durante 60 días – Proteína (g/dL)</i>	64
Figura 14	<i>Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes durante 60 días – Glucosa(mg/dL)</i>	65
Figura 15	<i>Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes 60 días – Glóbulos rojos 10⁶ cel/mL</i>	66
Figura 16	<i>Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes 60 días – Glóbulos blancos 10³ cel/L</i>	67

Figura 17 *Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes 60 días – Hematocrito %.... 68*

Resumen

La Espirulina (*A. platensis*) es una cianobacteria filamentosa sin membrana nuclear ni mitocondrias, posee un alto contenido nutricional, por lo que es utilizada en la salud, para contrarrestar el cáncer, diabetes, obesidad, daño renal y dificultades cardiovasculares. En la actualidad un alto porcentaje de niños y personas adultas posee al menos una de las enfermedades antes mencionadas, debido a esto es importante crear productos altamente nutritivos. La producción de biomasa de la cepa de espirulina es cultivada en piscinas en la Hacienda. El Prado perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Una vez cosechada fue sometida a un proceso de liofilización, obteniendo espirulina en polvo con un alto contenido de proteína (50.33%). Se formuló tres turrónes isoprotéicos e isocalóricos con diferentes porcentajes de inclusión de espirulina (Turrón, Turrón +1g de espirulina, Turrón +5g de espirulina). El análisis bromatológico evidenció que los productos procesados tienen un porcentaje óptimo de proteína, grasa, fibra vegetal, humedad y ceniza. El análisis microbiológico determinó la ausencia de microorganismos como: *Stafilococos*, Coliformes totales, Coliformes fecales, Mohos, Levaduras y *Salmonella*, siendo un producto apto para el consumo de siete estudiantes de género femenino entre 25 y 28 años de edad. Los productos procesados fueron sometidos a un análisis organoléptico, existiendo una varianza en los tres tratamientos, sin embargo, tuvieron una aceptación de 92%. Los análisis de sangre se realizaron en el Club de Leones "Quito Carita de Dios", durante un periodo de 60 días, evidenciándose diferencias significativas e indicando que el tratamiento turrón +5g de espirulina fue el que más nutrientes aportó en la sangre. Proteína ($7,29 \pm 0,06$ g/dL) con un $p = <0,0001$, glucosa ($90,58 \pm 1,75$ mg/dL) con un $p = <0,0001$, glóbulos rojos ($4,94 \pm 0,08 \cdot 10^{12/L}$) con un $p = <0,005$ y glóbulos blancos ($6,13 \pm 0,43 \cdot 10^9/L$) con un $p = <0,007$.

Palabras clave: Espirulina/ *Arthrospira platensis*/ Cianobacteria/ Cepa/ Liofilización/ Composición sanguínea.

Abstract

Spirulina (*A. platensis*) is a filamentous cyanobacterium without nuclear membrane or mitochondria, it has a high nutritional content, which is why it is used in health, to counteract cancer, diabetes, obesity, kidney damage and cardiovascular difficulties. Currently, a high percentage of children and adults have at least one of the aforementioned diseases, so it is important to create highly nutritious products. The production of biomass of the spirulina strain is cultivated in pools at the Hacienda. El Prado belonging to the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Once harvested, it was subjected to a freeze-drying process, obtaining spirulina powder with a high protein content (50.33%). Three isoproteic and isocaloric nougats were formulated with different percentages of spirulina inclusion (Nougat, Nougat +1g of spirulina, Nougat +5g of spirulina). The bromatological analysis showed that the processed products have an optimal percentage of protein, fat, vegetable fiber, moisture and ash. The microbiological analysis determined the absence of microorganisms such as: Staphylococcus, total coliforms, fecal coliforms, molds, yeasts and Salmonella, making the product suitable for consumption by seven female students between 25 and 28 years of age. The processed products were subjected to an organoleptic analysis, with a variance in the three treatments, however, they had an acceptance of 92%. Blood analysis was carried out at the Lions Club "Quito Carita de Dios", during a period of 60 days, showing significant differences and indicating that the nougat +5g of spirulina treatment was the one that provided the most nutrients in the blood. Protein (7.29 ± 0.06 g/dL) with a $p = <0.0001$, glucose (90.58 ± 1.75 mg/dL) with a $p = <0.0001$, red blood cells (4.94 ± 0.08 10¹²L) with a $p = <0.005$ and white blood cells (6.13 ± 0.43 10⁹L) with a $p = <0.007$.

Keywords: Spirulina/ *Arthrospira platensis*/ Cyanobacteria/ Strain/ Lyophilization/ Blood composition.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La *Espirulina* pertenece al género *Arthrospira* el cual se clasifica en dos especies que se desarrollan en diferentes lugares dependiendo de factores bióticos y abióticos, *Arthrospira máxima* se cultiva mayoritariamente en África y *Arthrospira platensis* en América del principalmente en México y Chile, Ferreyros (2022). En la actualidad la *Espirulina* es clasificada como una cianobacteria fotosintética sin membrana nuclear y mitocondrias, Chamorro (2022) en donde su estructura filamentosa crece y se desarrolla en aguas de medio alcalino y salino, Ramírez & Olvera (2016).

Su crecimiento se caracteriza por varias fases de desarrollo las mismas que podrían clasificarse de la siguiente manera, (1) adaptación, donde crece lentamente en el medio donde se encuentra; (2), crecimiento, en la cual se multiplica rápidamente por división celular; (3) crecimiento lineal, la misma que está relacionada con la cantidad de nutrientes, factores bióticos y abióticos para el incremento de la población; (4), estacionaria, donde se cosecha los filamentos sobrenadantes (tricomas), ya que el porcentaje de células se mantiene constante; (5) muerte celular, donde hay bajo ritmo celular por la deficiencia de nutrientes en el medio, Sandoval (2017).

Esta Cianobacteria posee un color característico azul-verdoso, debido a la presencia de clorofila, ficocianina y carotenoides, cabe destacar que la clorofila se encuentra en pequeñas cantidades clasificada en clorofila-a en 1,1% y clorofila-b en 2% siendo importante para los procesos fotosintéticos.

Por otro lado, la ficocianina es el pigmento que participa en la transferencia de energía de la fotosíntesis llegando al 50% de captación, además de poseer β carotenos, xantófilas, luteína y zeaxantina, y que son foto receptores con una concentración 10 veces más de otros organismos como algas y bacterias, Biasotti (2014).

Teniendo estas referencias se puede considerar que la Espirulina tiene un alto porcentaje de proteína (50-70%), carbohidratos (15% a 25%), lípidos (5.6% a 7%), grasas (4-7%), ácidos grasos esenciales que presentan funciones antioxidantes como Omega 3 y 6, Gutiérrez (2015). Debido a esta composición tiene una alta demanda mundial en la salud, cosmetología, alimentación e industria en general.

Es así como, Asero (2014) indica que la producción mundial de espirulina es de 2000Tn/año, existe alrededor de 500 plantaciones y cada una produce 6 mil Ton/año a nivel mundial, siendo Estados Unidos y Japón los principales productores con los cultivos más grandes y tecnificados como Earthrise Farms (EU) y Cyanotech, ubicada en Hawái, utilizando métodos de secado como pulverización y liofilización, para poder conservarlo y aplicar en productos de consumo humanos. En Ecuador la producción es baja por el desconocimiento de su manejo, beneficios y por los altos costos de producción, a pesar de estos aspectos existe una empresa ubicada en Pintag llamada Andes Espirulina que realiza los procesos producción de biomasa, cosecha y procesamiento.

Existen varios estudios donde se ha demostrado que el consumo de la espirulina a través de productos procesados es beneficioso, por lo que, Bustamante (2011) en su investigación “Elaboración de una barra energética con Cereales como: avena, cebada y trigo, adicionando espirulina y ciruela pasa” prueba caracterizar el producto final, por medio de análisis físicos, químicos y microbiológicos además de evaluar la aceptabilidad del producto final, concluyendo que la barra energética con adición de espirulina ciruela pasa, contiene un aporte energético de 165 kcal en una cantidad individual de 50 g que representa un 77 % más, de valor energético. Mientras que la evaluación de aceptabilidad se la realizó a 50 personas de diferentes edades, obteniendo una aceptación del 56%.

Justificación

Según, (Fondo de las Naciones Unidas para los Niños [UNICEF], 2022, p. 32) el mal hábito de alimentación en la ciudadanía ecuatoriana inicia desde edades tempranas, es así

como el 23% de niños menores de 5 años tienen desnutrición y esto aumenta en personas adultas. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del año 2022, señala que 6 de cada 10 personas mayores de 18 años sufren de sobrepeso u obesidad. Además, se debe mencionar que las enfermedades no transmisibles relacionadas con la alimentación no solo se relacionan con la obesidad, sino que también incluyen enfermedades cardiovasculares (como el infarto de miocardio y los accidentes cerebrovasculares, a menudo asociados a la hipertensión arterial), cáncer, y la diabetes, Ipiates (2022). Ecuador en el año 2022 incrementó las cifras de personas adultas que padecen al menos una de las enfermedades antes mencionadas, una de las principales causas es la disminución de la economía por la pandemia mundial (COVID-19) que afectó directamente a los países subdesarrollados. Los resultados de las Cuentas Nacionales presentadas por el Banco Central del Ecuador (BCE) muestran que la economía ecuatoriana se desaceleró en 1,7% en el segundo trimestre de 2022 respecto al período de 2021, y 0,1% con relación al trimestre anterior, aumentando el índice de pobreza, desnutrición y delincuencia.

Si bien es cierto que el gobierno ha intentado contrarrestar este problema mediante la implementación de programas de alimentación escolar y el semáforo en los alimentos, no se ha logrado disminuir el porcentaje de personas enfermas, recordar que una buena alimentación no solo depende de los programas si no de la cultura y la economía del hogar. Es así que la inclusión de espirulina en el turrón aportara mayor cantidad de hidratos de carbono, proteínas, calcio, magnesio, fósforo, entre otros, mejorando la dieta de la población infantil y adulta, Gómez (2022).

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar el efecto de turrónes con inclusión de espirulina (*A. platensis*) en la química sanguínea de siete estudiantes de género femenino de la Carrera Agropecuaria IASA I.

Objetivos Específicos

- Formular turronec isoprotéicos e isocalóricos con diferentes porcentajes de inclusión de espirulina.
- Caracterizar el contenido nutricional, proximal, microbiológico y organoléptico de los turronec con espirulina y su control.
- Evaluar cada veinte días por un periodo de dos meses la química sanguínea de siete estudiantes del género femenino de la Carrera Agropecuaria IASA I.

Hipótesis

Hipótesis alternativa (Ha): El consumo de turronec con inclusión de espirulina en diferentes porcentajes genera cambios en la química sanguínea de siete estudiantes de la Carrera Agropecuaria IASA I.

Hipótesis nula (Ho): El consumo de turronec con inclusión de espirulina en diferentes porcentajes no genera cambios en la química sanguínea de siete estudiantes de la Carrera Agropecuaria IASA I.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Alimentos procesados

Los alimentos procesados es toda aquella materia de origen natural o artificial que, por medio de operaciones tecnológicas, físicas o químicas, sufren transformaciones, modificaciones, para mejorar sus cualidades, aumentar su tiempo de vida útil, mejorar la calidad, este abarca desde aditivos alimenticios, sopas instantáneas, gaseosas, licores, etc. , (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria [ARCOSA], 2022, p. 30).

Según, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2004, p. 25) estipula que el procesamiento de alimentos es cualquier cambio realizado en un alimento con el objetivo de transformar sus características o su vida útil. Mediante la aplicación de la ciencia y tecnología se han aportado nuevas cualidades a los alimentos para preservar o inhibir la descomposición, mantener o mejorar la alimentación y la calidad de los alimentos, proporcionar una gama de productos para consumidores de diferentes etnias y necesidades nutricionales y reducir el desperdicio a lo largo de la cadena alimentaria.

Todas las definiciones de “alimentos procesados” estipulan que, mediante la aplicación de procesos mecánicos, físico-químicos y microbiológicos, se puede generar o producir alimentos con una mayor vida útil, garantizar la seguridad alimentaria, mejorar la calidad de los nutrientes (incorporación de aditivos), abordar los requisitos nutricionales específicos (alimentos funcionales), desarrollar nuevos productos, Babio (2020).

Tipos de alimentos procesados

Los alimentos procesados han sido clasificados a nivel mundial, por diferentes sistemas entre los más relevantes podemos citar el sistema NOVA, creado en Brasil, IFIC el sistema desarrollado por el Consejo Internacional de Información Alimentaria, Babio (2020). Se divide en cuatro categorías que se detallan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1*Clasificación de procesamiento por el sistema NOVA*

Sistema	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV
NOVA	Sin procesar o mínimamente procesados: alimentos naturales, puede presentar procesos físicos, como corte, molienda, etc.	Ingredientes culinarios procesados: alimentos que han sufrido procesos físicos y químicos básicos.	Alimentos procesados: adicción de aditivos para el sabor y la presentación.	Alimentos ultraprocesados: formulados en su mayoría por procesos físicos, químicos y mecánicos complejos (hidrolización, homogenización, etc.)
	Ejemplos: Carnes, frutos secos, frutas, vegetales	Ejemplos: Pastas, harinas, grasas vegetales, aceites vegetales.	Ejemplos: Atún, salsas, conservas, embutidos, carnes procesadas, etc.	Ejemplos: Galletas, dulces, comida congelada, turrónes, barras energéticas, etc.

Nota. Clasificación de los alimentos procesados según el sistema NOVA. Autoría propia

Turrón

El turrón es un postre de tradición española, se cree que lo introdujeron los árabes al occidente, este se lo prepara a base de miel de abeja, azúcar, frutos secos, es aquí donde radica la diferencia entre los diferentes tipos de turrónes debido que los hacen de nuez, maní, piñones, siendo el turrón tradicional mediterráneo el de avellana. El origen de la palabra debe a las diferentes lenguas que se hablaban en aquellas épocas en España, “torrere”, que en castellano podría equivaler a turrar (tostar), en catalán (turró), valenciano (torró) y en Jijona (terró), Murcia (2012).

En Latinoamérica la elaboración del turrón es algo distinta, está se hace de miel de abeja y en vez de avellanas se usa maní, pero tienen parecido el sabor y el aspecto, ya que también la forma de presentación es rectangular, Méndez (2015).

Tipo de turrone

- Turrón blando: en este se debe tener cuidado con el tiempo de batido, temperatura y tiempo de cocción, ya que en esto radica la diferencia del turrón blando con el duro, debido que los ingredientes de ambos son iguales, se mezcla el azúcar, miel, clara de huevo, una vez obtenida la masa se añade la avellana, Canazas (2015).
- Turrón duro: la mezcla de miel de abeja, azúcar y clara de huevos, debe de cocerse mínimo 45 min, esto se realiza mientras se sigue batiendo, cuando se llega a la consistencia deseada se añade la almendra tostada previamente, siempre manteniendo una distribución uniforme, para obtener una buena presentación del producto, Canazas (2015).
- Turrone

Valoración nutricional

El turrón es un alimento muy rico en grasas, aminoácidos, hidratos de carbonos y calorías, se debe limitar su consumo en personas que sufren de diabetes, obesidad. El azúcar y miel presentes generan hidratos de carbono simples. Las almendras aportan grasas monosaturadas, las mismas han demostrado grandes beneficios en las enfermedades cardiovascular, además es ricos en vitaminas, aminoácidos, proteínas e hidratos de carbono, Méndez (2015).

Tabla 2*Composición nutricional del turrón*

Componentes	Por 100 g de porción comestible	Recomendación día- mujeres 18-30 años
Energía (Kcal)	499	2 300
Proteínas (g)	10	41
Lípidos totales (g)	23.90	77 – 89
Colesterol (mg/1000kcal)	35	<230
Hidratos de carbono (g)	57.4	288 – 316
Fibra (g)	7.1	>25
Agua (g)	1.6	2 000
Calcio (mg)	127	1 000
Hierro (mg)	2.1	18
Magnesio (mg)	129	330
Vitamina B ₆ (mg)	0.06	1.6
Vitamina B ₁₂ (µg)	0	2
Vitamina C (mg)	0	60
Vitamina A:Eq. Retinol (µg)	0	800
Vitamina D (µg)	0	15
Vitamina E (mg)	9.1	12

Nota. Composición nutricional del turrón. Autoría propia

- **Proteína.** El turrón no es una fuente de proteína o está es relativamente baja, debido que en su composición solo las almendras son fuente de proteína. En la normativa BOE -A-1982-19736, se estipula que el turrón máximo tendrá un 11% de proteína, Rodríguez (2013).
- **Fibra.** El turrón no es una fuente de fibra, debido que en su composición solo las almendras son fuente de fibra, la normativa BOE –A-1982-19736, se estipula que el turrón máximo tendrá un 10% de fibra, Rodríguez (2013).
- **Grasa.** El turrón es un alimento rico en grasas, en especial en las monosaturadas, es por esta razón que se lo considera un alimento de consumo moderado ya que se puede dar un aumento de peso. En la normativa BOE –A-1982-19736, se estipula que el turrón mínimo tendrá un 32.5% de grasa, Rodríguez (2013).
- **Humedad.** El porcentaje de humedad en el turrón es relativamente bajo en la normativa BOE –A-1982-19736 se estipula una humedad máxima del 5%, Rodríguez (2013).

- Ceniza. El porcentaje de ceniza estipulado en la normativa BOE –A-1982-19736, se estima que el turrón máximo tendrá un 2.20 % de ceniza, en el Ecuador la normativa INEN 2217:2012, estipula un porcentaje de ceniza máximo del 12%, Rodríguez (2013).

Espirulina

La espirulina (*Arthrospira*) es una cianobacteria filamentosa que se desarrollan en ríos, lagos, lagunas, etc., en la actualidad se las están empleando como suplementos alimenticios debido a su riqueza en micro y macro nutrientes (proteínas, vitaminas, aminoácidos, minerales, etc), Chamorro (2022).

En la antigüedad entre los años 1800 – 1900, se usaba el término espirulina para referirse a la vez a dos géneros de *Arthrospira* (*S. platensis* Geitler y *S. maxima* Geitler) y a dos especies de cianobacterias en el año de (*S. platensis* Geitler y *S. maxima* Geitler), las dos últimas en la actualidad han ganado gran relevancia, son cultivadas y vendidas, debido a sus propiedades terapéuticas, en países como Estados Unidos y Japón tienen gran importancia económica. En el año de 1989 se reconoció que eran dos géneros distintos, Ramírez & Olvera (2006).. *Arthrospira Platensis* es una cianobacteria que tiene una forma espiral, filamentosa, presenta tricomas a lo largo de su cuerpo separados de 10 a 70 μm , diámetro entre 0.5 a 5 μm , ancho entre 8 y 10 μm y se diferencian por su color verde azulado, Fuenmayor (2009).

Ciclo de vida de la espirulina

Las cianobacterias (*Arthrospira platensis*), responde rápidamente a cualquier variable que hay en su medio (condiciones ambientales), registra una alta tasa de crecimiento y posee un metabolismo variable, cada vez se realizan más investigaciones sobre sus propiedades terapéuticas, Fuenmayor (2009). El ciclo de vida de la espirulina se sintetiza en 4 fases: a) descomposición de tricomas, b) incremento de los filamentos móviles de la célula, c) proceso de maduración y d) extensión de la tricomona. Los tricomas maduros se dividen en pequeños filamentos, en base al desarrollo celular el material vuelve a absorberse y se genera la fragmentación, Malpartida (2022).

Fases de crecimiento

- Fase de adaptación: el inóculo debe adaptarse al medio y a las condiciones metabólicas para reproducirse y crecer, si no se genera un retraso en crecimiento, Arredondo & Voltolina (2014).
- Fase de aceleramiento: los componentes estructurales de la célula del inóculo se activan, partiendo desde ARN, proteínas, siendo la concentración celular la última en activarse, Arredondo & Voltolina (2014).
- Fase exponencial: en esta fase el crecimiento ha alcanzado su velocidad máxima por lo consecuente su ritmo de crecimiento se mantiene constante, generando que la concentración celular aumente, Arredondo & Voltolina (2014).
- Fase de desaceleración: en esta fase se presenta un déficit de nutrientes, por este motivo, la división de las células tiende a disminuirse, más no la concentración celular debido al alto número de células, la composición de la biomasa tiende a cambiar, Arredondo & Voltolina (2014).
- Fase estacionaria: con el paso del tiempo las células van acabando con los nutrientes en el medio, en esta fase la tasa de mortalidad iguala a la de natalidad, el alto número de células obstruyen el paso de la luz, Arredondo & Voltolina (2014).
- Fase de muerte: la falta de nutrientes casi en su totalidad, acompañado del poco ingreso de luz, la tasa de mortalidad es mayor a la tasa de natalidad, por lo cual la concentración disminuye., hasta llegar a la muerte de las células, Arredondo & Voltolina (2014).

Factores climáticos

- Temperatura: Se debe mantener una temperatura mayor a los 20°C, para un desarrollo óptimo o de la espirulina, siendo la más adecuada entre 37°C a 42°C, por encima de este puede producir la muerte, Ibarra (2018).

- Iluminación: este factor es fundamental para que se lleve a cabo la fotosíntesis de la espirulina, más no se aconseja su exposición las 24 horas del día, de noche sigue las reacciones de síntesis de proteínas y la reparación, se debe asegurar por lo menos 6 horas de oscuridad cada noche, se recomienda que el rango de intensidad de luz se encuentre entre 2 000 a 4 000 LUX, Ibarra (2018).
- pH: el más adecuado para el desarrollo de la espirulina es de 10.5, aunque puede resistir hasta 11.5, Ibarra (2018).
- Aireación: mediante un aireador, se va a estimular la formación de nuevos filamentos por un tiempo de 6 a 9 horas, Ibarra (2018).
- Nutrientes: la espirulina debe alimentarse y lo hace a través de materia orgánica, materiales básicos como el bicarbonato de sodio, calcio, sulfatos, sal en grano, hierro, urea, nitratos, etc., ayudan a su crecimiento, Ibarra (2018).

Composición Nutricional

La espirulina es rica en carbohidratos, lípidos, proteínas, aminoácidos, vitaminas, etc., y por su alto valor nutricional ha despertado el interés para su cultivo y procesamiento, Malpartida (2022).

Tabla 3

Aminoácidos esenciales presentes en la espirulina

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Histidina	0,13 mg	0.132 mg
Isoleucina	6,8 mg	7 mg
Leucina	6,1 mg	6.5 mg
Lisina	0,29 mg	0.28 mg
Metionina	0,14 mg	0.14 mg
Fenilalanina	0,27 mg	0.27 mg
Treonina	0,30 mg	0.28 mg
Triptófano	1.5 mg	1.2 mg
Valina	7,5 mg	7,5 mg

Nota. Composición nutricional de la espirulina. Elaboración propia

Tabla 4*Aminoácidos no esenciales en la espirulina*

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Alanina	0.47 mg	0.46 mg
Arginina	0.45 mg	0.40 mg
Ac. Aspartámico	0.67 mg	0.65 mg
Cisteína	0.5 mg	1 mg
Ac. Glutámico	8,8 mg	8.5 mg
Glicina	3.2 mg	3.1 mg
Prolina	0.26 mg	0.25 mg
Serina	2.9 mg	2.9 mg
Tirosina	0.27 mg	0.25 mg

Nota. Composición nutricional de la espirulina. Autoría propia

Tabla 5*Vitaminas presentes en la espirulina*

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Vitaminas		
Vitamina A	0.11 -0.2mg	352 000 mg
Vitamina B6	05 -0.7 mg	0.96 mg
Vitamina B12	0.15 – 0.25mg	162 mg
Vitamina K	2.2 mg	1090 mg
Riboflavina B2	2.5 – 3.5 mg	4.53 mg
Niacina B3	0.014 mg	4.9 mg

Nota. Composición nutricional de la espirulina. Autoría propia

Tabla 6*Minerales presentes en la espirulina*

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Potasio	1 -14 mg	1 660 mg
Sodio	0.45 – 0.50 mg	641 mg
Fósforo	0.3 -0.7 mg	961 mg
Calcio	0.1 – 0.4 mg	468 mg
Magnesio	0.005 mg	319 mg
Zinc	0.003 mg	1.45 mg

Nota. Composición nutricional de la espirulina. Autoría propia

Tabla 7*Ácidos grasos presentes en la espirulina*

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Ácidos grasos		
Ac. Mirístico	0.23 mg	0.075 mg
Ac. Palmítico	44.6 – 54.1 mg	2.496 mg
Ac. Palmitoleico	1.26 mg	0.328 mg
Ac. Linoleico	8 – 32 mg	0.823 mg
Ac. oleico	1 – 15.5 mg	0.347 mg

Nota. Composición nutricional del turón. Autoría propia

Análisis proximal de la espirulina

- **Proteína:** la espirulina tiene un alto contenido proteico (70%) y mejor digestibilidad que otras proteínas porque carece de la celulosa dura en su pared celular, que está formada por mucopolisacáridos blandos, proporcionando una mejor digestibilidad, más del 85% de la proteína se digiere y absorbe después de 18 horas, FAO (2004)
- **Fibra vegetal:** la espirulina no es una fuente de fibra, debido que en su composición presenta más carbohidratos y proteínas, la normativa NMX-F-508-1988, se estipula que la espirulina presenta máximo 0.9 % de fibra, siendo este su parámetro más bajo, Saez (1998).
- **Ceniza vegetal:** el porcentaje de ceniza estipulado en la normativa NMX-F-508-1988, se estima en 9%, Saez (1998).
- **Grasa:** La espirulina contiene ácidos grasos insaturados (grasas buenas), es por esta razón que se lo considera un alimento con un alto valor nutricional e ideal para la pérdida de peso. En la normativa NMX-F-508-1998, se estipula que tendrá un mínimo de 6%, Saez (1998).

- **Humedad:** El porcentaje de humedad en la espirulina es relativamente bajo en la normativa NMX-F-508-1998, se estipula una humedad máxima del 10%, Saez (1998).

Tabla 8

Composición proximal de la espirulina

Componente	Composición por 100 g	Referencia
Agua	4,68g	FAO, 2004
Proteína	70%	
Total lípidos	7,72g	
Carbohidratos	23,90g	
Fibra dietética	3,6g	
Azúcares totales	3,10 g.	

Nota. Composición proximal de la espirulina. Autoría propia

Usos y beneficios de la espirulina

- **Acciones sobre la dislipidemia y la diabetes:** los efectos hipolipemiantes de la espirulina se atribuyen a una proteína llamada ficocianina C, que tiene propiedades antioxidantes. Es una importante ficobiliproteína y es rica en cisteína, se evaluaron los efectos hipolipemiantes de la espirulina (4,5 g al día durante 6 semanas) en 36 personas. Los resultados mostraron que la espirulina redujo directamente los niveles de triglicéridos (TAG) y lipoproteínas de baja densidad (LDL). El colesterol total disminuyó y las concentraciones de lipoproteínas de alta densidad (HDL) aumentaron en relación con los niveles de TAG. El azúcar en la sangre no cambió, pero la presión arterial sistólica y diastólica disminuyó después del consumo de *S. máxima*, Cemal (2011).
- **Actividad inmunomoduladora y antiviral:** los efectos de la espirulina en el sistema inmunitario incluyen la estimulación de las respuestas y los efectos inmunosupresores que posee la espirulina, este efecto antiviral, antitumoral se debe al calcio presente en

ella y a un polisacárido sulfatado aislado de las algas. El ingrediente actúa como un potente inhibidor de ciertos virus encapsulados, como el virus del herpes simple tipo 1 y 2, el citomegalovirus humano, el VIH-1 y los virus del sarampión, las paperas y la influenza A. Las primeras ciclo viral (absorción y penetración) no son afectados, más inhibe las posteriores fases (replicación), , Cemal (2011).

- **Antitóxico:** la administración de espirulina a ratones albinos suizos a una dosis de 800 mg/kg antes y después del tratamiento con acetato de plomo aumentó su tiempo de supervivencia y los protegió de los efectos de los metales sobre el peso de los testículos, el peso corporal y el diámetro del tubo seminal. Se ha observado que, en presencia de intoxicación por este metal, el ácido 5-aminolevulínico genera radicales libres de oxígeno, lo que lleva a la muerte celular y, por otro lado, disminuye la síntesis de ADN, Cemal (2011).

Química sanguínea

Los estudios de la química sanguínea son pruebas de rutina ampliamente solicitadas por el clínico y proveen información presuntiva sobre el estado fisiológico del organismo, como es la evaluación de: 1) el adecuado metabolismo de carbohidratos mediante la determinación de glucemia; 2) el diagnóstico de dislipidemias al evaluar el perfil de lípidos (colesterol total, triglicéridos, lipoproteína de alta densidad [HDL], lipoproteína de baja densidad [LDL] e índice aterogénico); 3) la función pancreática a través de la amilasa y lipasa; 4) la función hepática con la determinación de enzimas como aspartato aminotransferasa (AST), alanina aminotransferasa (ALT), fosfatasa alcalina (ALP) y gamma glutamil transpeptidasa (GGT), y metabolitos como las bilirrubinas, y 5) también permite evaluar la función renal al cuantificar metabolitos como la creatinina y urea, y el equilibrio agua-electrolitos mediante la cuantificación de sodio, potasio y cloro, entre otros, Olay (2012).

Proteína

Las proteínas son moléculas de elevado peso molecular, constituidas principalmente por aminoácidos, son las estructuras básicas de nuestro cuerpo y células, éstas suelen dividirse en albúmina y globulinas, Olay (2012).

Albúmina: representan el 60% de las proteínas presente en la sangre, se originan en el hígado, son las encargadas de retener la sangre en los vasos sanguíneos y que estas no se filtren en los tejidos, es la responsable de la cicatrización, Olay (2012).

Globulinas: se estima que son el 40 % del total de las proteínas, estas presentan mayores tamaños frente a las albuminas, se originan en el hígado y en el sistema inmunológico, se subdividen en alfa, beta y gammaglobulinas, Olay (2012).

Glucosa

La glucosa, es un tipo de azúcar simple, que proviene del metabolismo de los alimentos y es la principal fuente de energía. Se desplaza por todo el cuerpo humano a través del torrente sanguíneo. Los niveles de glucosa normal oscilan entre 70-100 mg/dL, para determinar la cantidad de mg/dL de sangre se prescribe un examen de glucosa que identifica la hipoglucemia e hiperglucemia, Olay (2012).

Glóbulos blancos

Los glóbulos blancos son los denominados anticuerpos, estos se originan en la médula ósea, y se encargan de patógenos como virus y bacterias. Se los considera soldados del cuerpo humano, la producción normal de glóbulos blancos es de 4,500 a 11,000 células/mL (4.5 y 11.0 x 10⁹ células/L), existen cinco tipos de glóbulos blancos: basófilos, eosinófilos linfocitos, monocitos y neutrófilos, Olay (2012).

Glóbulos rojos

Llamados también eritrocitos, son células de la sangre que se producen en la médula ósea. Las mujeres tienen una cantidad de 4 a 5.5 millones de células/mcL, lo cual se relaciona con la producción de hemoglobina (12.1 g/dL – 15.1 g/dL) que es la encargada de transportar oxígeno al cuerpo, si una persona presenta niveles bajos a lo antes mencionado puede presentar anemia, Olay (2012).

Hematocrito

El análisis de hematocrito sirve para identificar enfermedades como deshidratación, desnutrición, leucemia y anemia, en este se analiza la cantidad de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. Se conoce como hemograma completo, ya que mide varios componentes de la sangre, Olay (2012).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del lugar de estudio

Ubicación política

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura y en el proyecto de producción Pailones, además de considerar el laboratorio de Pos cosecha; así como el Laboratorio de suelos, aguas y foliares perteneciente a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ubicado en la parroquia San Fernando, Cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha.

Figura 1

Laboratorio de Acuicultura de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I



Nota. Tomado de Google Maps, (2023)

Ubicación geográfica

El laboratorio de Acuicultura y Recurso Acuático se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas: Longitud 78°24'44''O, Latitud 0°23'20''S.

Materiales y equipos

Se describen los recursos tecnológicos, la movilización, equipos y materiales, implementos y herramientas, materia prima e insumos utilizados en la presente investigación.

Materiales de laboratorio

Laboratorio de Acuicultura

- Tubos de ensayo de 10 ml.
- Cubre y porta objetos.
- Cajas Petri de plástico.
- Matraces Erlenmeyer de 500 ml
- Frascos de vidrio de 1L
- Botellón plástico de 8 L
- Recipiente plástico de 20 L
- Manguera plástica para aireación.
- Aireadores
- Tubo LED T8 vidrio opal 10W luz fina
- Picaporte
- Papel aluminio
- Papel toalla

Laboratorio de Suelos, agua y foliares

- Mangueras
- Soporte universal
- Esferas de vidrio
- Papel filtro
- Embudos de vidrio
- Matraz de Erlenmeyer de 250 ml y 500 ml

- Crisoles
- Pinza de crisoles

Laboratorio Club de Leones “Quito Carita de Dios”

- Guantes
- Agujas
- Porta-agujas
- Tubos de recolección de sangre
- Esparadrapos y curas.
- Almohadillas con alcohol
- Torniquetes

Equipos

Laboratorio de Acuicultura

- Microscopio óptico
- Cámara de siembra
- Centrifugadora MX 8624
- Plancha de calentamiento
- Luxómetro
- pH metro
- Espectrofotómetro de absorbancia atómica.

Laboratorio de suelos, agua y foliares

- Balanza analítica
- Estufa Ecocell
- Sifón y sistema para procesamiento Soxhlet
- Mufla y desecador
- Molino de laboratorio

Proyecto de Poscosecha

- Liofilizador

Reactivos

- 100 ml de Ácido sulfúrico.
- 100 ml de Ácido bórico al 4%.
- 300 ml de Hidróxido de sodio.
- 100 ml de cetona.
- 400 ml Ácido clorhídrico.
- 2.025 g de Chapman Stone Agar
- 5 g de MacConkey
- 3.6 g de Agar eosina-azul de metileno
- 8.9 de Agar de dextrosa y papa
- 4.53 g de Cetrimida Agar Base
- 3.74 g de CHROMagar Salmonella

Materia Prima o Insumos

- 250 g de miel
- 450 g de maní
- 400 g de azúcar
- 2 huevos
- esencia de vainilla

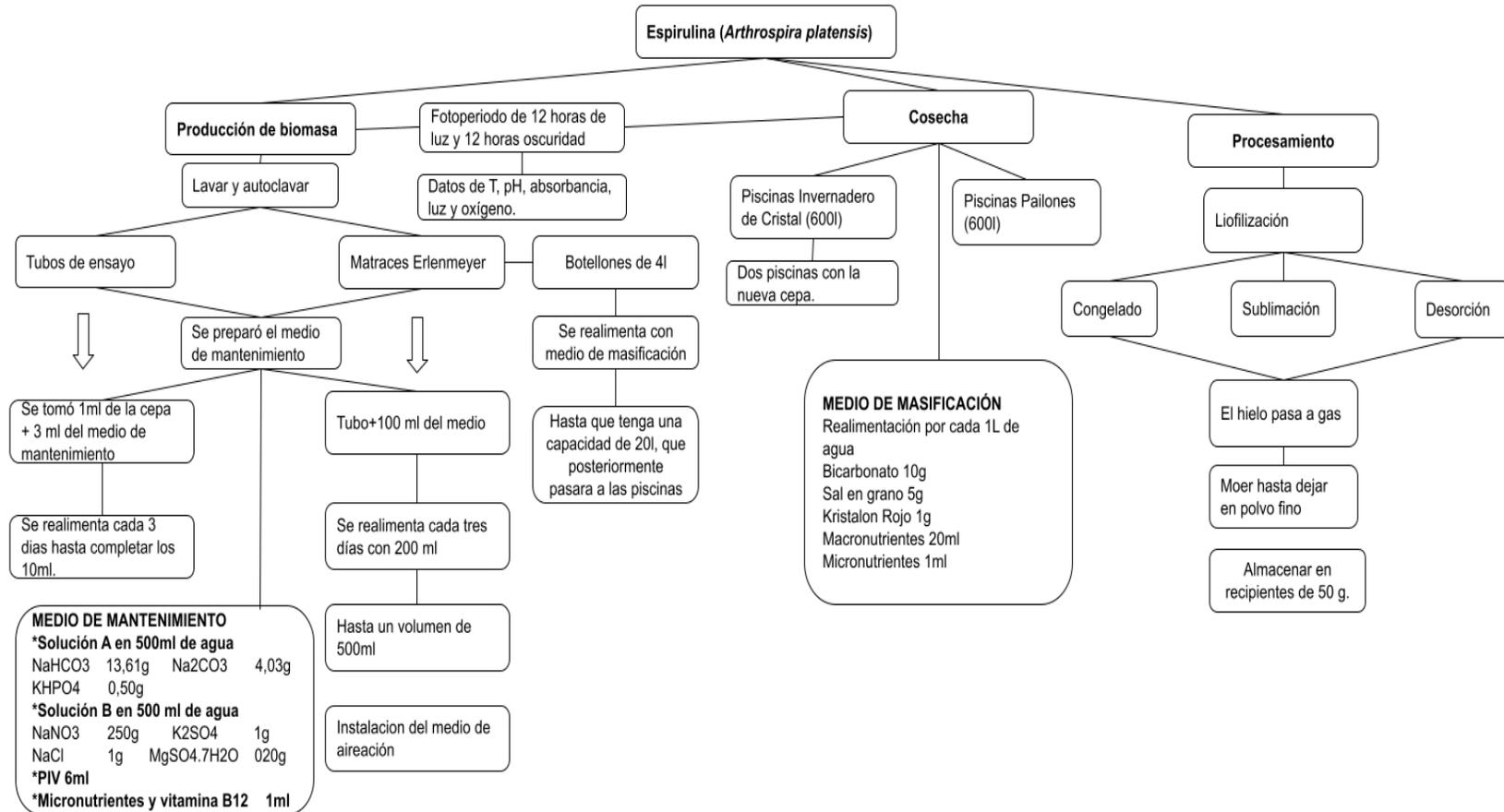
Métodos

La presente investigación es de tipo experimental ya que se realizó análisis cualitativos y cuantitativos como: la elaboración y composición nutricional del producto elaborado, análisis organoléptico, análisis microbiológico, análisis proximal y análisis sanguíneos.

Obtención de la espirulina

Figura 2

Diagrama de flujo de la obtención de la espirulina



Nota: Diagrama de flujo obtención espirulina. Autoría propia

Masificación de *A. platensis*

Para iniciar con la producción a nivel de laboratorio, lavar, desinfectar y autoclavar los materiales (tubos de ensayo, matraces Erlenmeyer y envases de vidrio). Para la siembra tomar 1 mL de la cepa de *A. platensis* y 3 mL del medio de mantenimiento como se describe en el Gráfico 1. Los tubos fueron expuestos a iluminación artificial con fotoperiodo de 12:12 horas (luz & oscuridad) hasta alcanzar un volumen de 10mL. Después de 8 días colocar el contenido en matraces Erlenmeyer con 100 ml de medio de mantenimiento, implementar aireación permanente con un motor de acuario (2W). Realimentar la cepa con 100 mL hasta alcanzar un volumen de 500 mL, Consecutivamente pasar el volumen a botellones de 4L y baldes de 20L, los mismos que fueron realimentados con medio de masificación como se describe en la Figura 2. Finalmente, el contenido fue puesto en las piscinas con capacidad de 600L.

Figura 3

Toma de Ph y Absorbancia - Espirulina



Nota: Toma de pH y absorbancia de la biomasa. Autoría propia

Cosecha

Al alcanzar la densidad deseada en el cultivo de *A. platensis*, se recomienda colocar el precipitado en fundas ziplock, y etiquetar datos de peso, volumen y fecha. La biomasa se debe almacenar bajo refrigeración (4 °C).

Figura 4

Cosecha del cultivo de A. platensis



Nota: Cosecha de A. platensis. Autoría propia

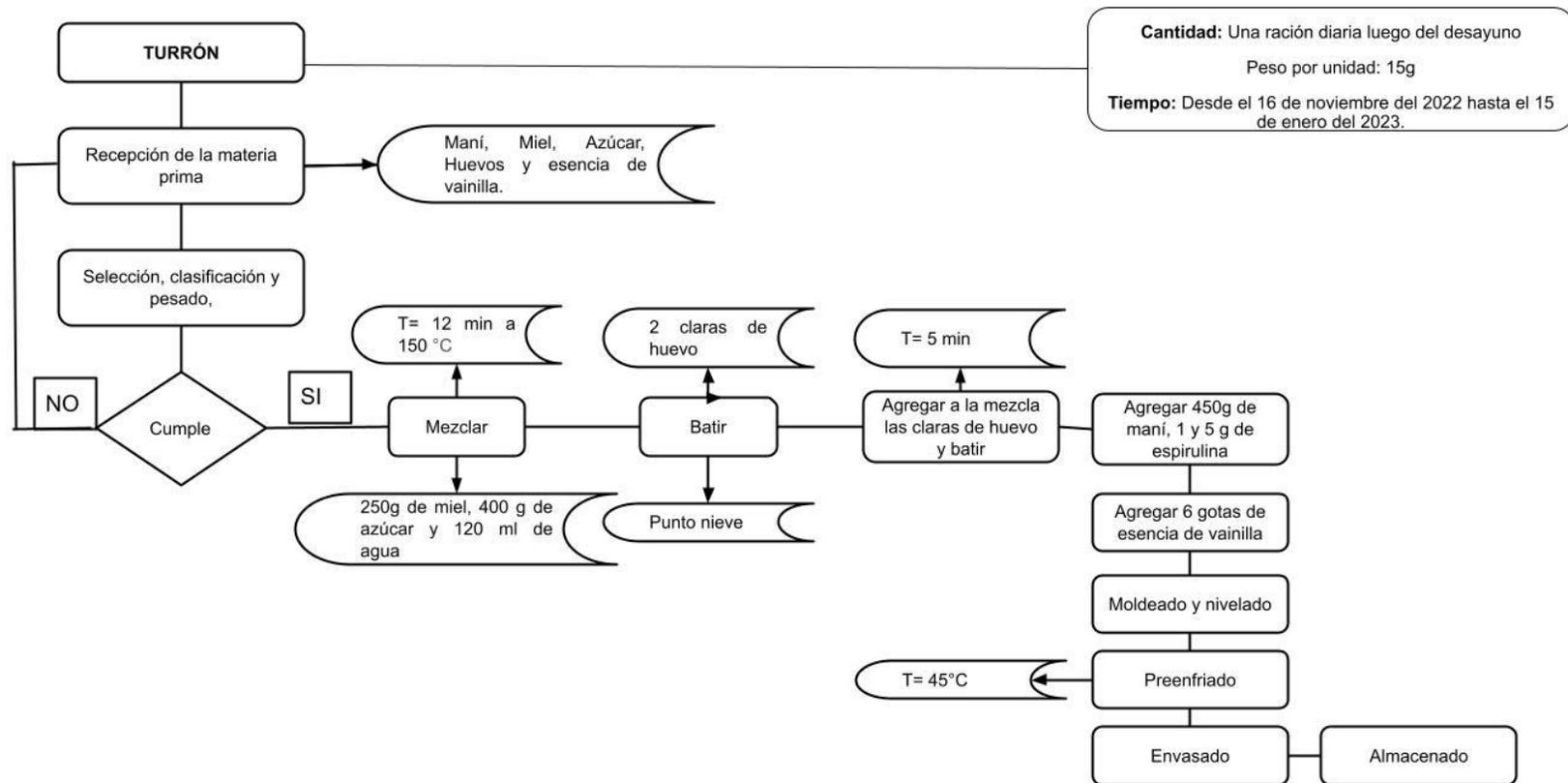
Procesamiento

El desecado de la espirulina se realizó por medio de la liofilización (Equipo LABCONCO), se inicia congelando la espirulina, para remover el hielo aplicamos calor en condiciones de vacío, a este proceso se lo conoce como sublimación, así se evita el paso por la parte líquida, esta técnica es conocida por preservar los elementos biológicos de las algas, no altera la estructura fisicoquímica de la espirulina, después se procede al molido de la espirulina, hasta dejar un polvo fino y finalmente se guarda en frascos o recipientes de 50 gramos.

Elaboración del alimento procesado

Figura 5

Diagrama de flujo elaboración de Turrón



Nota: Diagrama de flujo de elaboración del turrón. Autoría propia

Tabla 9

Rendimientos de la espirulina (A. platensis)

Tiempo y frecuencia de cosecha:		1h cada 7 días	
Concentración	Etapas	Filamentos/mL	Absorbancia (nm)
	Tubos de ensayo	4.4×10^4	0.75
	Matraces	1.6×10^5	0.96
	Botellones	4.7×10^5	1.22
	Baldes	6.2×10^5	1.31
	Piscinas	7.1×10^5	1.40
Volumen cosechado	300-400 mL		
Volumen liofilizado	70 – 80g		
Rendimiento por litro	2500 L para producir 1 kg de proteína		

Nota. Autoría propia

Recepción y mezcla de la materia prima

Seleccionar cuidadosamente la materia prima (maní, miel, azúcar, huevos y esencia de vainilla). Pesar cada de los insumos, sin contaminar con ningún cuerpo extraño. Mezclar la miel de abeja, el azúcar, agua hasta que se disuelva por completo hasta obtener un jarabe, a esto se le añade 2 claras de huevo a punto de nieve y se bate está mezcla por 5 minutos.

Figura 6

Materia prima y mezcla



Nota: Materia prima. Autoría propia

Cocción

Llevar la mezcla anterior a fuego bajo ($T= 5^{\circ}\text{C}$), añadir el maní y 3 gotas de esencia de vainilla, mezclar. Por cada 100 g de mezcla agregar 1 g y 5 g de espirulina. Finalmente moldear, empacar y almacenar.

Toma de muestras de sangre

Se hizo firmar una carta de compromiso y llenar una encuesta para conocer el estado de salud de las siete estudiantes. Se recomendó acudir con un ayuno de doce horas, lo más temprano posible, para evitar resultados superiores e inferiores de las variables. En total se tomaron 28 muestras divididas en 4 fechas (16-11-2022), (06-12-2022), (26-12-2022) y (15-01-2022).

Técnicas

Análisis proximal

Proteína - método MO-LSAIA-01.04: se analizó en el laboratorio de nutrición del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) – Santa Catalina. Ubicado en la Panamericana Sur Km1, Sector Cutulagua, Cantón Mejía, Provincia Pichincha.

Grasa - método de Soxhlet: colocar 3g de muestra seca en un dedal de papel filtro, colocar 150 ml de acetona y esperar hasta que realice cuatro sifonadas (caída del balón), retirar el dedal y recuperar la mayor cantidad de acetona ya clarificada, el contenido de grasa presente en el balón, almacenar en la estufa a 80°C por 24 horas. Registrar el peso final.

Cálculos:

$$\text{Contenido de grasa (\%)} = ((B_2 - B_1) / m) * 100$$

Dónde:

B_1 = Peso del balón inicial

B_2 = Peso del balón con muestra final

m = Masa de la muestra en gramos

Fibra - método gravimétrico: pesar 3g de muestra en un matraz de 250 mL, adicionar 100 mL de ácido clorhídrico y colocar en la placa de calentamiento hasta que llegue a ebullición por dos horas, filtrar por primera utilizando un embudo y papel filtro, lavar los residuos del matraz con 200 mL de agua destilada y el papel filtro con 100 ml de hidróxido de sodio. Ubicar nuevamente el matraz en la placa de calentamiento por dos horas, filtrar por segunda vez. Finalmente poner el papel filtro en la estufa a 80°C por 24 horas. Registrar el peso final.

Cálculos:

$$\text{Contenido de fibra (\%)} = ((A - B) / C) * 100$$

Dónde:

A= Peso papel + muestra

B= Peso papel

C= Peso de la muestra

Ceniza - método gravimétrico: pesar un crisol vacío y añadir 3 g de muestra, quemar en la cámara extractora de gases en una placa de calentamiento hasta que deje de salir humo, llevar a la mufla (500°C) por cuatro horas. Registrar el peso final.

Cálculos:

$$\text{Contenido de ceniza (\%)} = ((Pf - C) / M) * 100$$

Dónde:

Pf= Peso final

C= Peso crisol

M= Peso de la muestra

Húmedad - método de calentamiento en la estufa: pesar una capsula vacía, añadir 3 g de muestra y colocar en la estufa (100°C) por 24 horas. Registrar el peso final.

Cálculos

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = ((M_1 - M_2) / M) * 100$$

Dónde:

M= Peso de la muestra

M₁= peso de la capsula más muestra húmeda

M₂= Peso de la capsula más muestra seca.

Análisis microbiológico

CHA (Chapman Stone Agar): es un medio selectivo para el aislamiento y la enumeración de estafilococos. Se usa también para diferenciar las especies que fermentan manitol de las que no lo fermentan, Rad (2014). MK (MacConkey), es un medio selectivo y diferencial para el aislamiento de organismos coliformes, *Salmonella* y *Shigella* a partir de diversas muestras, Dibico (2012). EMB (Agar eosina-azul de metileno), es un medio utilizado para el aislamiento de bacilos entéricos y microorganismos coliformes, Dibico (2012). Se utiliza con frecuencia para el aislamiento de *Escherichia coli*, Britania (2021). PDA (Agar de dextrosa y papa): es un medio utilizado para el cultivo y recuento de hongos y levaduras en productos lácteos, bebidas embotelladas y alimentos. Como medio preparado para la cuenta de hongos y levaduras en líquidos, Britania (2021). CET (Cetrimida Agar Base): es medio utilizado para el aislamiento selectivo de *Pseudomonas aeruginosa* y de otras especies del género, Britania (2021).

Procedimiento: pesar los medios según la Tabla 10 y colocar en 100 mL de agua destilada estéril, mezclar hasta obtener una suspensión homogénea, calentar suavemente hasta conseguir una disolución completa. Enfriar y se dispensar en las cajas Petri, sembrar utilizando la técnica rayado en estrías, finalmente almacenar en la estufa a 36°C por 24 horas y observar.

Tabla 10*Medios-análisis microbiológico*

Medios	g/100mL de agua destilada
Chapman Stone Agar	2,025
MacConkey	5
Eosina Methylene Blue Agar	33,6
Potato Dextrose Agar	8,9
Cetrimide Agar Base	4,53
CHROMagar Salmonella	3,74

Nota. Medios por cada 100 mL. Autoría propia

Análisis organoléptico

Se utilizó encuestas para el análisis organoléptico del turrón enriquecido con espirulina, las pruebas se realizaron en 10 personas, utilizando 5 paneles sensoriales: olor, color, textura, sabor y aceptabilidad total, las puntuaciones en un rango de 1 a 5 como lo indica la Tabla 11.

Tabla 11*Escala Hedónica*

Escala hedónica	Valor
Me gusta muchísimo	5
Me gusta moderadamente	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta muchísimo	1

Nota. Valoración hedónica. Autoría propia

Diseño experimental

Se realizó un análisis estadístico para evaluar los cambios en la composición sanguínea de siete estudiantes, al consumir un producto procesado (turrón) con diferentes porcentajes de inclusión de espirulina. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones, como se detalla en la Tabla 12.

Tabla 12*Formulación de los Tratamiento*

Tratamiento	Código	Factor
T ₀	T0S0	Turrón
T ₁	T1S1	Turrón + 1 g de espirulina
T ₂	T2S2	Turrón + 5 de espirulina

Nota: Formulación de tratamientos. Autoría propia**Tabla 13***Descripción de los tratamientos y sus repeticiones*

Tratamiento	Repeticion	Descripción
T ₀	R1	Turrón- Testigo
T ₁	R1	Turrón + 1 g de espirulina
	R2	
	R3	
T ₂	R1	Turrón + 5 g de espirulina
	R2	
	R3	

Nota: Tratamientos y repeticiones. Autoría propia**Modelo matemático**

Se estableció un Diseño completamente al azar (DCA), el mismo que permite comparar dos o más tratamientos, se considera tres fuentes de variabilidad: tratamientos T₀, T₁ y T₂.

Además del error aleatorio, Castillo (2014).

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

Dónde:

y_{ij}= variable respuesta de la ij-esima unidad experimental

μ = media poblacional

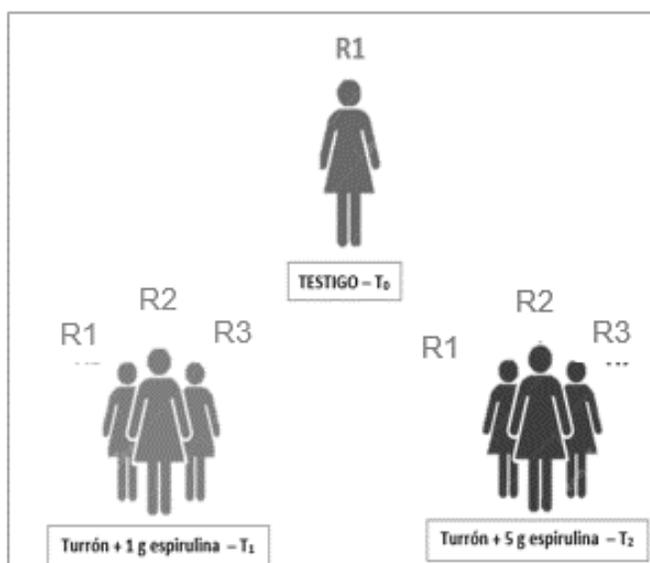
T_i= efecto del i-esimo tratamiento

ε_{ij}= error experimental asociado a la i-esima unidad experimental

Para esta investigación, la variable respuesta es la química sanguínea (proteína, glucosa, glóbulos rojos, glóbulos blancos, hematocrito), para la unidad experimental fueron consideradas 7 estudiantes de la carrera Agropecuaria del IASA I, en donde los tratamientos fueron los turrónes isoprotéicos e isocalóricos con diferentes contenidos de espirulina. En este caso se planteó un diseño desbalanceado, ya que se ha realizado un número diferente de repeticiones para cada tratamiento.

Figura 7

Distribución de los tratamientos



Nota: Tratamientos y repeticiones. Autoría propia

Para evaluar el efecto de turrónes con diferentes inclusiones de espirulina sobre la química sanguínea se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para encontrar o no diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey a un nivel de confianza del 95%.

Características de la Unidad Observacional

Estudiantes de la Carrera Agropecuaria IASA I, género femenino entre los 25 y 28 años de edad.

Análisis estadístico

- Los resultados obtenidos se tabularon con el programa InfoStat 2020.
- Análisis de pruebas no paramétricas, para la valoración de las características organolépticas en función de Prueba Rating Test.
- Análisis de varianza (ANOVA) para la diferencia de medias en las variables (organolépticas del turrón).
- Análisis de medias de acuerdo con la prueba de Tukey al nivel de significancia de $p \leq 0.05$
- Estadísticas descriptivas para los resultados del análisis proximal químico de la espirulina frente a la norma mexicana NMX-F-508.
- Estadística descriptiva para los resultados del análisis proximal químico del turrón frente a la norma española BOE-A-1982-19736 y la normativa ecuatoriana para dulces, turrones y golosinas Norma INEN 2217.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación y contenido nutricional de Turrónes con diferentes dosis de espirulina

En la Tabla 14 se presenta los pesos de las materias primas e insumos necesarios para la elaboración del turrón sin espirulina (Testigo).

Tabla 14

Receta (Espirulina 0g)

Ingredientes	Cantidad (g)
Agua	84
Azúcar blanca	400
Clara de huevo	136
Espirulina	0
Jugo de limón	1
Miel de abeja	450
Maní	250
Vainilla extracto	0,15
Total	1321,15

Nota: Cantidades de la materia prima. Autoría propia

En la Tabla 15 se presenta las kilocalorías del turrón sin espirulina (testigo), su aporte calórico en kilocalorías, al igual que sus porcentajes de valores de proteínas, carbohidratos, grasa total, grasa saturada y sodio.

Tabla 15

Cálculo de los nutrientes para cada materia prima

Nutriente	Azúcar blanca	Clara de huevo	Jugo de limón	Miel de abeja	Maní	Vainilla extracto	Receta
Energía (Kcal)	1536	70,72	0,25	1368	1357,5	0,432	4332,90
Proteína (g)	0	14,82	0,003	1,35	63,75	0,009	79,92
Carbohidratos (g)	396,4	0,99	0,008	370,8	53,25	0,018	821,47
Grasa total (g)	0	0,23	0	0	110	0	110,22
Sodio (mg)	0	225,76	0,01	18	0	0,01	243,78

Nota: Materias primas en Kcal y nutrientes. Autoría propia

En la Tabla 16 se presenta las kilocalorías del turrón sin espirulina (testigo), su aporte por porción de kilocalorías, al igual que sus porcentajes de proteínas, carbohidratos, grasa total, grasa saturada y sodio.

Tabla 16

Cálculo de los nutrientes por porción

Nutriente	Cantidad por porción
Energía (Kcal)	49,19
Proteína (g)	0,90
Carbohidratos (g)	9,32
Grasa total (g)	1,25
Grasa saturada (g)	1,70
Sodio (mg)	2,76

Nota: Cantidades por porción en Kcal. Elaboración propia

Una vez calculados los valores de aportes de kilocalorías (energía), así como de nutrientes que aporta el turrón sin espirulina, procedemos a establecer la información nutricional como lo indica la Tabla 17.

Tabla 17

Etiquetado nutricional

Información nutricional	
Tamaño de la porción / Serving size: 15 g (1 turrón)	
Porciones por envase / Serving per container: 60	
Cantidad por porción / Amount per serving	
Energía / Energy	206 kj 49 Kcal
Grasa total / Total fat	1 g
Grasa saturada / Saturated fat	0 g
Carbohidratos totales / Total carbohydrates	9 g
Proteína / Protein	Menos de 1 g
Sodio / Sodium	Menos de 5 mg

Nota: Etiqueta información nutricional. Autoría propia

En la Tabla 18 se presenta los pesos de las materias primas e insumos necesarios para la elaboración del turrón enriquecido con 1g de espirulina.

Tabla 18

Receta (Espirulina 1g)

Ingredientes	Cantidad (g)
Agua	84
Azúcar blanca	400
Clara de huevo	136
Espirulina	1
Jugo de limón	1
Miel de abeja	450
Maní	250
Vainilla extracto	0,15
Total	1322,15

Nota: Cantidades de la materia prima turrón + 1g espirulina. Autoría propia

En la Tabla 19 se presenta las calorías del turrón con 1 g de espirulina, su aporte calórico en kilocalorías, al igual que sus porcentajes de valores de proteínas, carbohidratos, grasa total, grasa saturada y sodio.

Tabla 19

Cálculo de los nutrientes para cada materia prima (Espirulina 1g)

Nutriente	Azúcar blanca	Clara de huevo	Espirulina	Jugo de limón	Miel de abeja	Maní	Vainilla extracto	Receta
Energía (Kcal)	1536	70,72	0	0,25	1368	1357,5	0,43	4332,90
Proteína (g)	0	14,82	0.5	0,003	1,35	63,75	0,00009	80,43
Carbohidrato (g)	396,4	0,99	0	0,008	370,8	53,25	0,01	821,47
Grasa total (g)	0	0,23	0,05	0	0	110	0	110,28
Grasa saturada (g)	0	0	0	0	0	0	0,000015	0,000015
Sodio (mg)	0	225,76	0	0,01	18	0	0,013	243,78

Nota. Materias primas en Kcal y nutrientes del turrón + 1g de espirulina. Autoría propia

En la Tabla 20 se presenta las kilocalorías del turrón con 1 g de espirulina, su aporte por porción de kilocalorías, al igual que sus porcentajes de proteínas, carbohidratos, grasa total, grasa saturada y sodio.

Tabla 20

Cálculo de los nutrientes por porción (Espirulina 1g)

Nutriente	Cantidad por porción
Energía (Kcal)	49,15
Proteína (g)	0,91
Carbohidratos (g)	9,31
Grasa total (g)	1,25
Grasa saturada (g)	1,70
Sodio (mg)	2,76

Nota. Cantidades por porción en Kcal y nutrientes del turrón + 1g de espirulina. Autoría propia

Una vez calculados los valores de aportes de kilocalorías (energía), así como de nutrientes que aporta el turrón con 1 g de espirulina, se procedió a establecer la información nutricional como lo indica la Tabla 21.

Tabla 21

Etiquetado nutricional (Espirulina 1g)

Información nutricional	
Tamaño de la porción / Serving size: 15 g (1 turrón)	
Porciones por envase / Serving per container: 60	
Cantidad por porción / Amount per serving	
Energía / Energy	206 kJ 49 Kcal
Grasa total / Total fat	1 g
Grasa saturada / Saturated fat	0 g
Carbohidratos totales / Total carbohydrates	9 g
Proteína / Protein	Menos de 1 g
Sodio / Sodium	Menos de 5 mg

Nota: Etiqueta información nutricional. Autoría propia.

En la Tabla 22 se presenta los pesos de las materias primas e insumos necesarios para la elaboración del turrón enriquecido con 5g de espirulina.

Tabla 22

Receta (Espirulina 5g)

Ingredientes	Cantidad (g)
Agua	84
Azúcar blanca	400
Clara de huevo	136
Espirulina	5
Jugo de limón	1
Miel de abeja	450
Maní	250
Vainilla extracto	0,15
Total	1326,15

Nota: Cantidades de la materia prima turrón + 5g de espirulina. Autoría Propia.

En la Tabla 23 se presenta las kilocalorías del turrón con 5 g de espirulina, su aporte calórico en kilocalorías, al igual que sus porcentajes de valores de proteínas, carbohidratos, grasa total, grasa saturada y sodio.

Tabla 23

Cálculo de los nutrientes para cada materia prima (Espirulina 5g)

Nutriente	Azúcar blanca	Clara de huevo	Espirulina	Jugo de limón	Miel de abeja	Maní	Vainilla extracto	Receta
Energía (Kcal)	1536	70,72	0	0,25	1368	1357,5	0,43	4332,90
Proteína (g)	0	14,82	2.51	0,0038	1,35	63,75	0,00009	82,44
Carbohidratos (g)	396,4	0,99	0	0,0083	370,8	53,25	0,01	821,47
Grasa total (g)	0	0,23	0,29	0	0	110	0	110,52
Grasa saturada (g)	0	0	0	0	0	0	0,000015	0,000015
Sodio (mg)	0	225,76	0	0,01	18	0	0,01	243,78

Nota Materias primas en Kcal y nutrientes del turrón + 5 g espirulina. Autoría propia.

En la Tabla 24 se presenta las kilocalorías del turrón con 5 g de espirulina su aporte por porción en kilocalorías, al igual que sus porcentajes de proteínas, carbohidratos, grasa total, grasa saturada y sodio.

Tabla 24

Cálculo de los nutrientes por porción (Espirulina 5g)

Nutriente	Cantidad por porción
Energía (Kcal)	49,00
Proteína (g)	0,93
Carbohidratos (g)	9,29
Grasa total (g)	1,25
Grasa saturada (g)	1,69
Sodio (mg)	2,75

Nota. Cantidades por porción en Kcal y nutrientes del turrón + 5 g espirulina. Autoría propia

Una vez calculados los valores de aportes de kilocalorías (energía), así como de nutrientes que aporta el turrón con 5 g de espirulina, procedemos a establecer la información nutricional como lo indica la Tabla 25.

Tabla 25

Etiquetado nutricional (Espirulina 5g)

Información nutricional	
Tamaño de la porción / Serving size: 15 g (1 turrón)	
Porciones por envase / Serving per container: 60	
Cantidad por porción / Amount per serving	
Energía / Energy	206 KJ 49 Kcal
Grasa total / Total fat	1 g
Grasa saturada / Saturated fat	0 g
Carbohidratos totales / Total carbohydrates	9 g
Proteína / Protein	Menos de 1 g
Sodio / Sodium	Menos de 5 mg

Nota: Etiqueta información nutricional. Autoría propia

Análisis proximal de la espirulina

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal de la espirulina en base seca, se presentan en la Tabla 26. Se evidencia que es un producto altamente nutritivo que al contrastar con la norma mexicana NMX-F-508-1988, el porcentaje de fibra fue de 5.06%, valor que se encuentra por encima del valor reportado por la norma técnica donde indica que máximo debe contener el 0.9%. La proteína registra un valor de 50.33% en la norma estipula que debe ser mayor al 60%. La grasa se encuentra por debajo de lo estipulado 5.87%, lo adecuado es que sea mayor al 6%, los demás parámetros como la ceniza (0.9%) y humedad (7.45%) cumplen con lo establecido en la normativa (19% y 10%) respectivamente.

Tabla 26

Análisis proximal espirulina

Parámetros	LOTE 1
Proteína	50,33%
Grasa	5,87%
Fibra	5,06%
Humedad	5,87%
Ceniza	7,45%

Nota: Análisis proximal espirulina.

Autoría propia

Análisis proximal del turrón

Los resultados obtenidos en el análisis proximal del turrón, se presentan en la Tabla 27. La muestra con mayor contenido nutricional es el turrón+5g de espirulina, seguido del turrón +1g de espirulina y finalmente el testigo. Los valores de proteína (13.60%), grasa (26.28%), fibra (14.04%), ceniza (1.52%) y humedad (6.73%), están dentro de los rangos establecidos por el decreto BOE-A-1982-1973 y la Norma INEN 2217.

Tabla 27*Análisis proximal Turrón*

Parámetros	Testigo	T ₀	T ₁	BOE-A-1982-19736	Norma INEN 2217
Proteína	10.12 %	10.96 %	13.60 %	Min 11.0 %	-
Grasa	14.36 %	20.59 %	26.28 %	Min 32.5 %	-
Fibra	3.37 %	5.06 %	14.04 %	Max 10%	-
Ceniza	1.05 %	1.16 %	1.52 %	Max 2.20 %	-
Humedad	1.52 %	3.96 %	6.73 %	Max 5.0 %	Max 12.0 %

Nota: Análisis proximal espirulina. Autoría propia

Análisis microbiológico del Turrón

Se evidenció que no hubo crecimiento de *Stafilococos*, Coliformes totales, Coliformes fecales, Mohos, Levaduras y *Salmonela* en los productos elaborados. Como se representa en la Tabla 28. Es decir que su preparación fue de manera inocua y siguiendo todas las BPM, siendo idóneo para el consumo humano.

Tabla 28*Análisis microbiológico del Turrón*

Análisis	Testigo	T ₁	T ₂
<i>Stafilococos</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Coliformes totales	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mohos y levaduras	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonela</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia

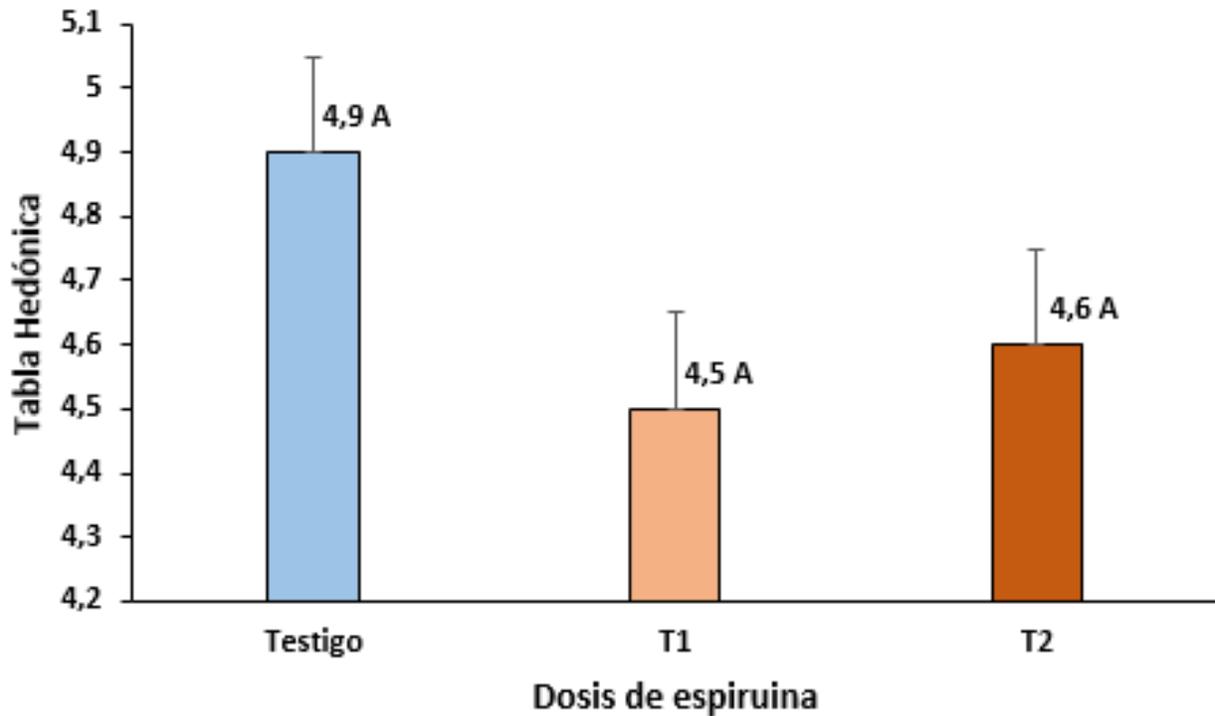
Nota: Análisis microbiológico del Turrón. Autoría propia

Análisis organoléptico del turrón**Olor**

De acuerdo a la Figura 8 no existe diferencias significativas ($p=0.15$) entre el testigo y los turrónes enriquecidos con espirulina (T₁ y T₂), el T₀ tuvo mayor aceptación, registrando la media más alta (4.90), seguido del T₂ (4.60) y T₁ (4.50). Es decir que el 94% de los catadores les gusto el olor del turrón registrando calificaciones entre 4 y 5, siendo las mejores puntuaciones como se indica en la Tabla 9. Las letras iguales (A) indican que no son significativamente diferentes $p<0.05$.

Figura 8

Análisis organoléptico del olor de turronec enriquecidos con dos dosis de espirulina T₁ (1g) y T₂ (5g)



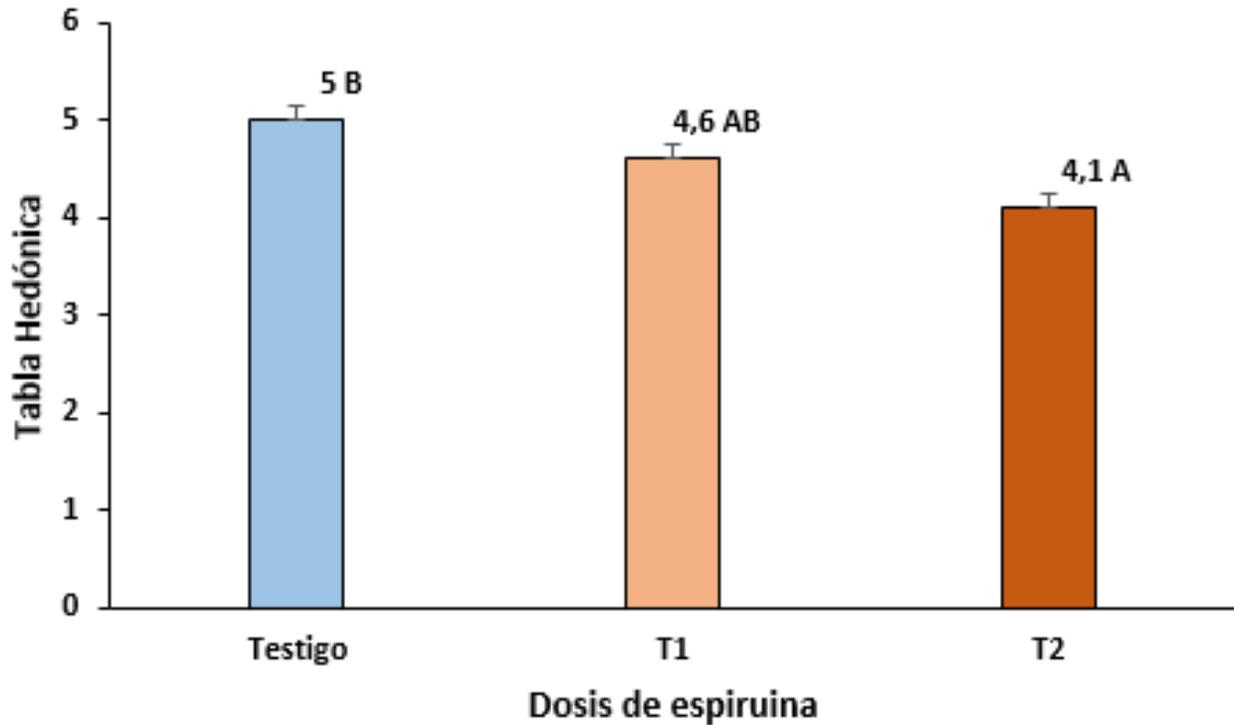
Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Color

De acuerdo a la Figura 9 existe diferencia significativa ($p=0.033$) entre el testigo y los turronec enriquecidos con espirulina (T₁ y T₂), el testigo tuvo mayor aceptación, registrando la media más alta (5.00), es decir que el 100% de los catadores registraron puntuaciones de 5. Seguido del T₁ (4.60) y T₂ (4.10), con puntuaciones de 2,3 y 4. Es decir que el 50% de los catadores no les agradó el color verde del turrón. Las letras diferentes (A y B) indican que son significativamente diferentes $p<0.05$.

Figura 9

Análisis organoléptico del color de turrone enriquecidos con dos dosis de espirulina T₁ (1g) y T₂ (5g)



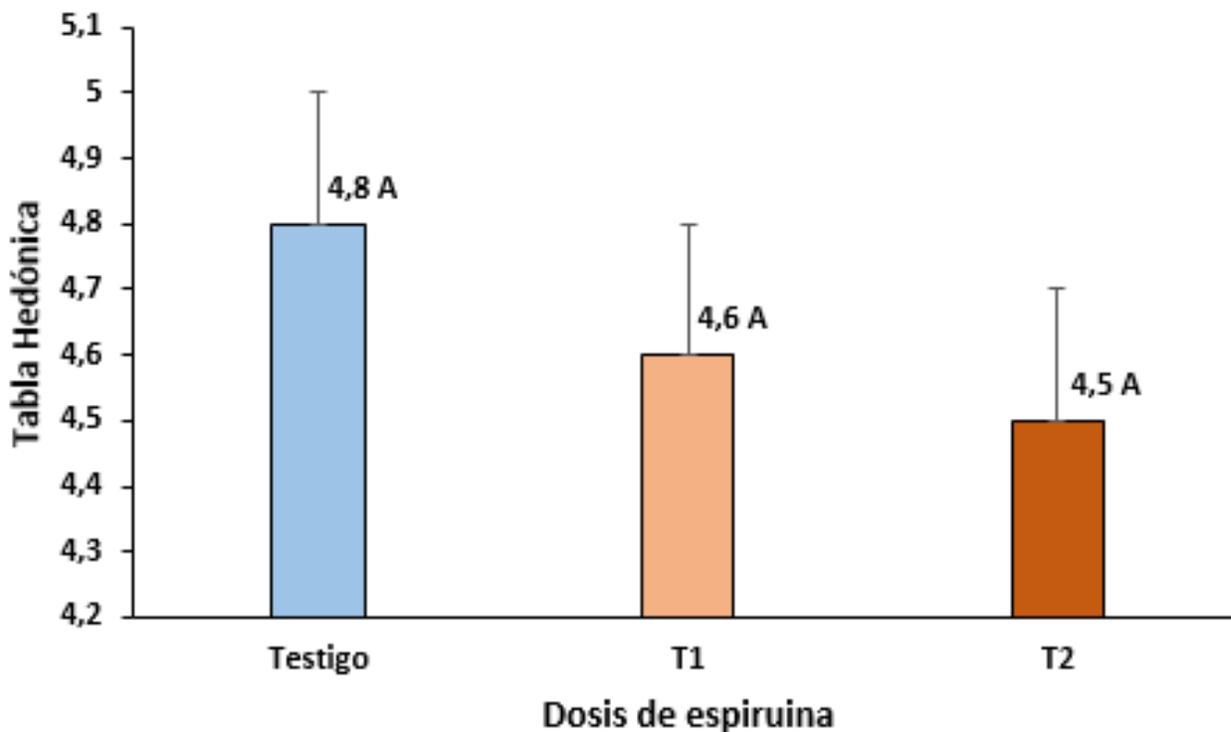
Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Textura

De acuerdo a la Figura 10 no existe diferencias significativas ($p=0.55$) entre el testigo y los turrone enriquecidos con espirulina (T₁ y T₂), el testigo tuvo mayor aceptación respecto a la textura, registrando la media más alta (4.80), seguido del T₁ (4.60) y T₂ (4.50). Es decir que el 94% de los catadores les gusto la textura del turrón por lo que registraron calificaciones entre 4 y 5, siendo las mejores puntuaciones como se indica en la Tabla 9. Las letras iguales (A) indican que no son significativamente diferentes $p<0.05$.

Figura 10

Análisis organoléptico de la textura de turronec enriquecidos con dos dosis de espirulina T_1 (1g) y T_2 (5g)



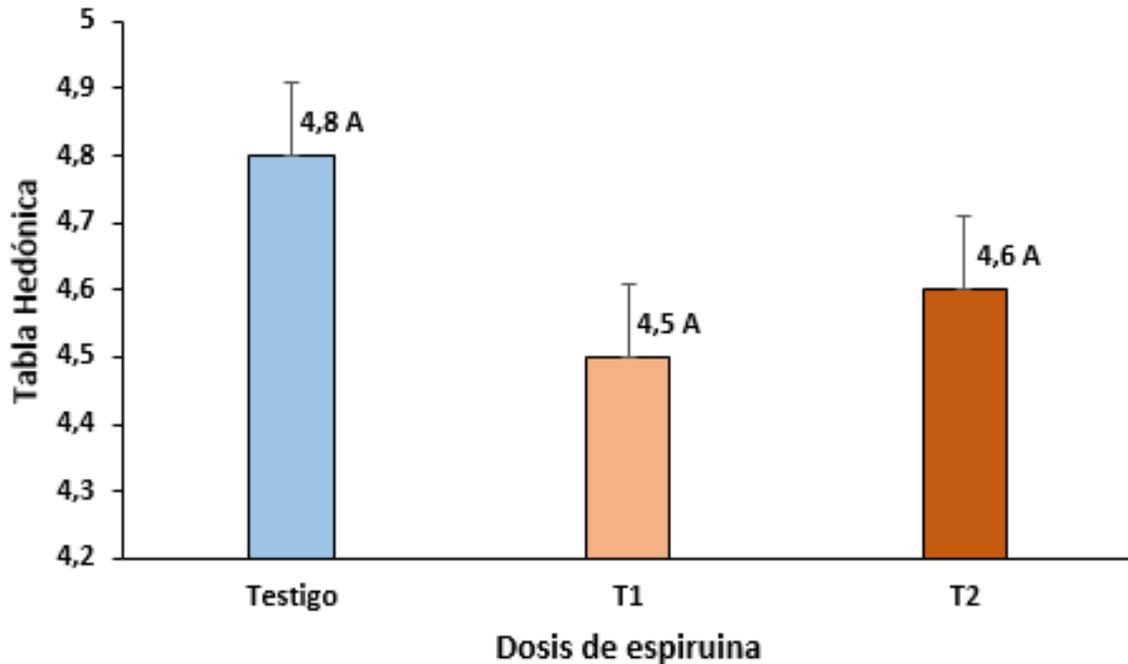
Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Sabor

De acuerdo a la Figura 11 no existe diferencias significativas ($p= 0.68$) entre el testigo y los turronec enriquecidos con espirulina (T_1 y T_2), el testigo tuvo mayor aceptación, registrando la media más alta (4.80), seguido del T_2 (4.60) y T_1 (4.50). Es decir que el 94% de los catadores les gusto el sabor del turrón por lo que registraron calificaciones entre 4 y 5, siendo las mejores puntuaciones como se indica en la Tabla 9. Las letras iguales (A) indican que no son significativamente diferentes $p<0.05$.

Figura 11

Análisis organoléptico del sabor de turrónes enriquecidos con dos dosis de espirulina T_1 (1g) y T_2 (5g)



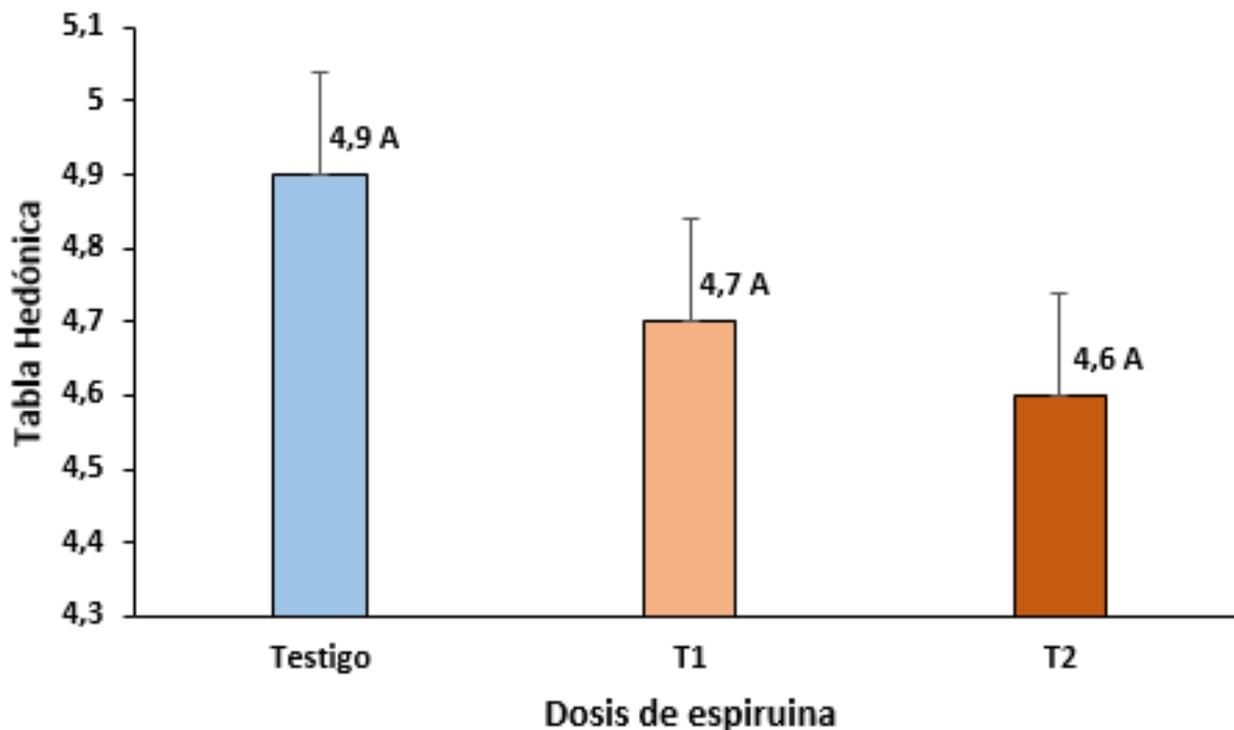
Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Aceptabilidad

De acuerdo a la Figura 12 no existe diferencias significativas ($p= 0.32$) entre el testigo y los turrónes enriquecidos con espirulina (T_1 y T_2), el testigo tuvo mayor aceptación del turrón en general, registrando la media más alta 4.90, seguido del T_1 (4.71) y T_2 (4.60). Es decir que el 92% de los catadores les gusto el producto en general por lo que registraron calificaciones entre 4 y 5, siendo las mejores puntuaciones como se indica en la Tabla 9. Las letras iguales (A) indican que no son significativamente diferentes $p<0.05$.

Figura 12

Análisis organoléptico de la aceptación general de turronec enriquecidos con dos dosis de espirulina T_1 (1g) y T_2 (5g)



Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

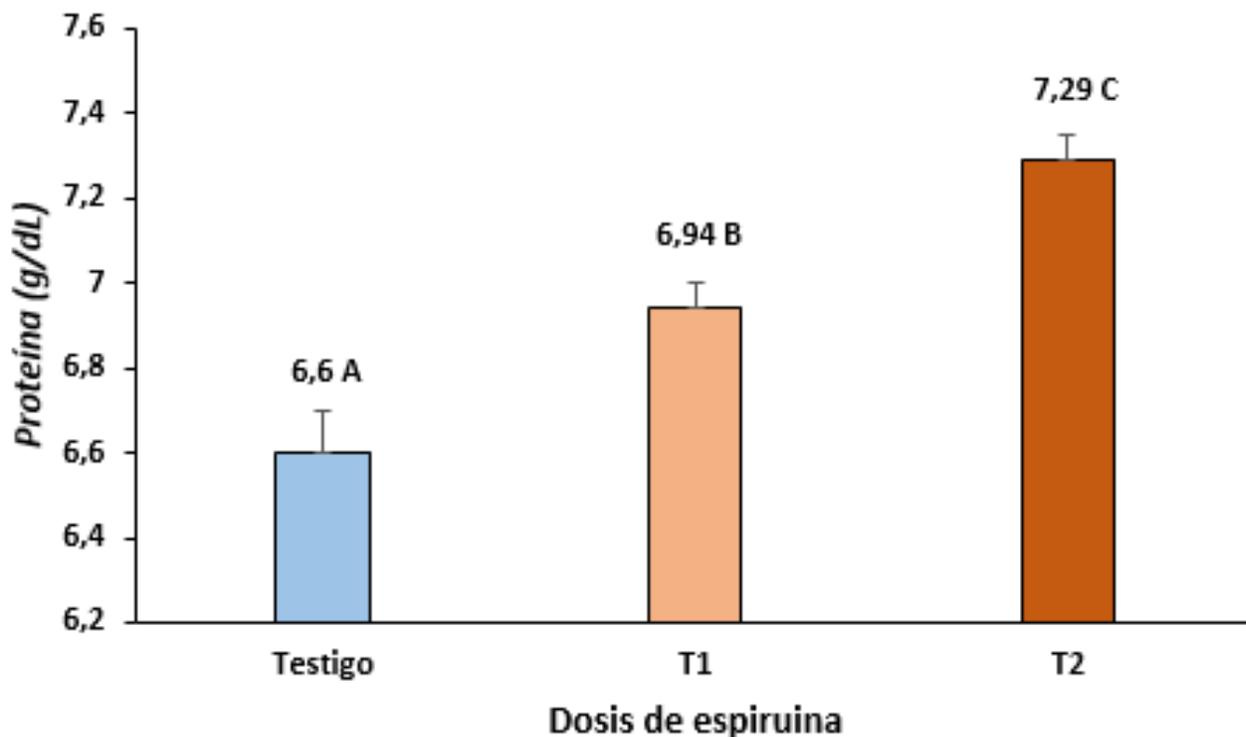
Análisis Químico Sanguíneo

Proteína

De acuerdo a la Figura 13, mediante el análisis estadístico, se comprobó que hay diferencias significativas ($p = <0.0001$); es decir que hay un aumento de proteína, siendo el tratamiento T_2 (5 g de espirulina) el que aporta más contenido de proteína con una media de 7.29 g/dL, seguido del T_1 (1 g de espirulina) que registra una media de 6.94 g/dL y finalmente el testigo con una media de 6.60g/dL. Las medias obtenidas en los tres tratamientos se mantienen dentro del rango establecido como normal 6.2 a 8.0 g/dL. Las letras diferentes (A, B y C) indican que son significativamente diferentes $p < 0.05$.

Figura 13

Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes durante 60 días – Proteína (g/dL)



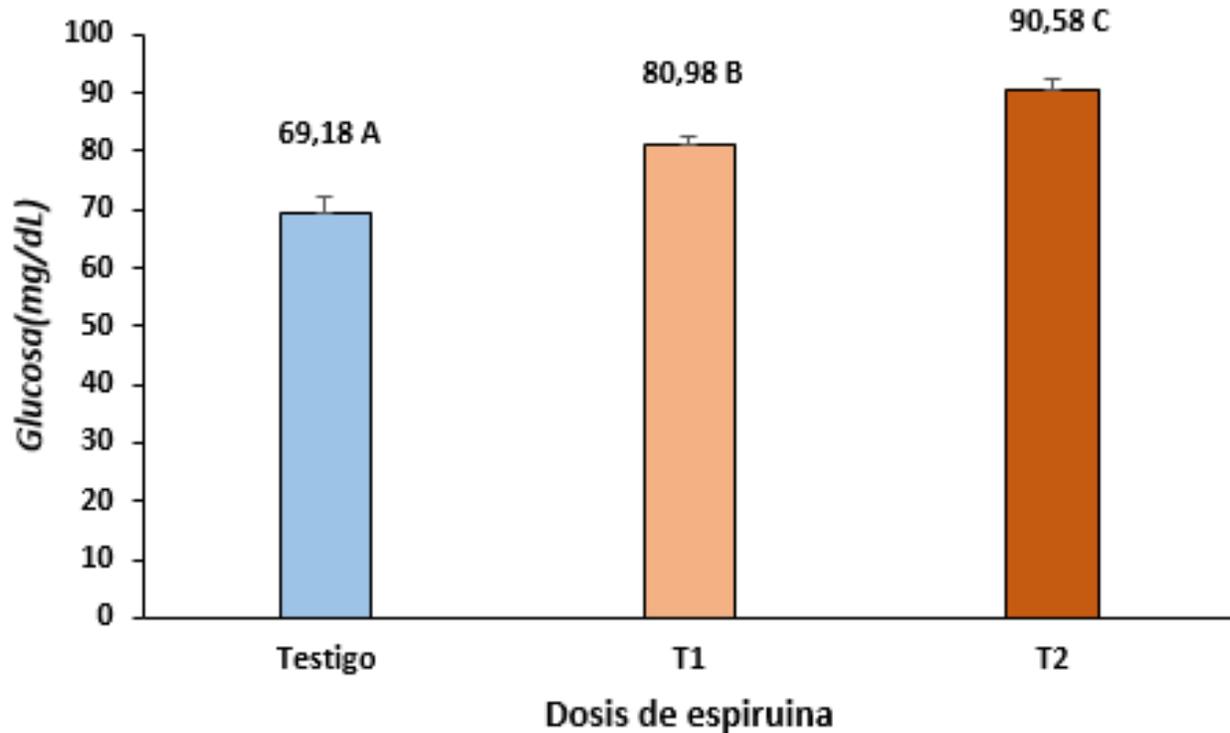
Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Glucosa

De acuerdo a la Figura 14, mediante el análisis estadístico, se comprobó que hay diferencias significativas ($p = <0.0001$); es decir que hay un aumento de glucosa, el tratamiento T₂ (5 g de espirulina) es el que presenta mayor aporte de glucosa, con una media de 90.58 mg/dL seguido del tratamiento T₁ (1 g de espirulina) que registra una media de 80.98 mg/dL y finalmente el testigo con una media de 69.18 mg/dL. Las medias obtenidas en los tres tratamientos se mantienen dentro del rango establecido como normal 60 a 110 mg / dL. Las letras diferentes (A, B y C) indican que son significativamente diferentes $p < 0.05$.

Figura 14

Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes durante 60 días – Glucosa(mg/dL)



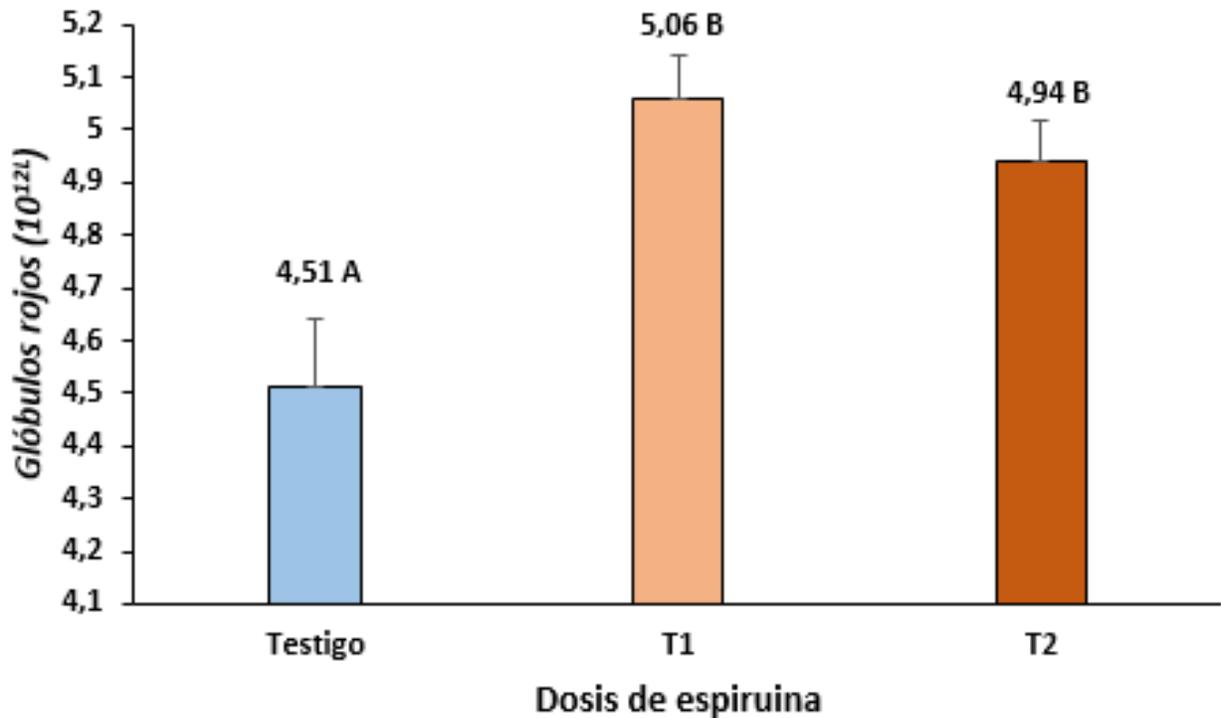
Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Glóbulos rojos

De acuerdo a la Figura 15, mediante el análisis estadístico, se comprobó que hay diferencias significativas ($p= 0.005$); es decir una mayor producción de glóbulos rojos, el tratamiento T₁ (1 g de espirulina) es el que aporta mayor producción de glóbulos rojos con una media de 5.06×10^6 cel/mL, superando los niveles normales, seguido del tratamiento T₂ (5 g de espirulina) que registra una media de 4.94×10^6 cel/mL y finalmente el testigo con una media de 4.51×10^6 cel/mL, manteniéndose dentro del rango establecido como normal 4.0 a 5.0×10^6 cel/mL Las letras diferentes (A y B) indican que son significativamente diferentes $p<0.05$.

Figura 15

Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes 60 días – Glóbulos rojos 10^6 cel/mL



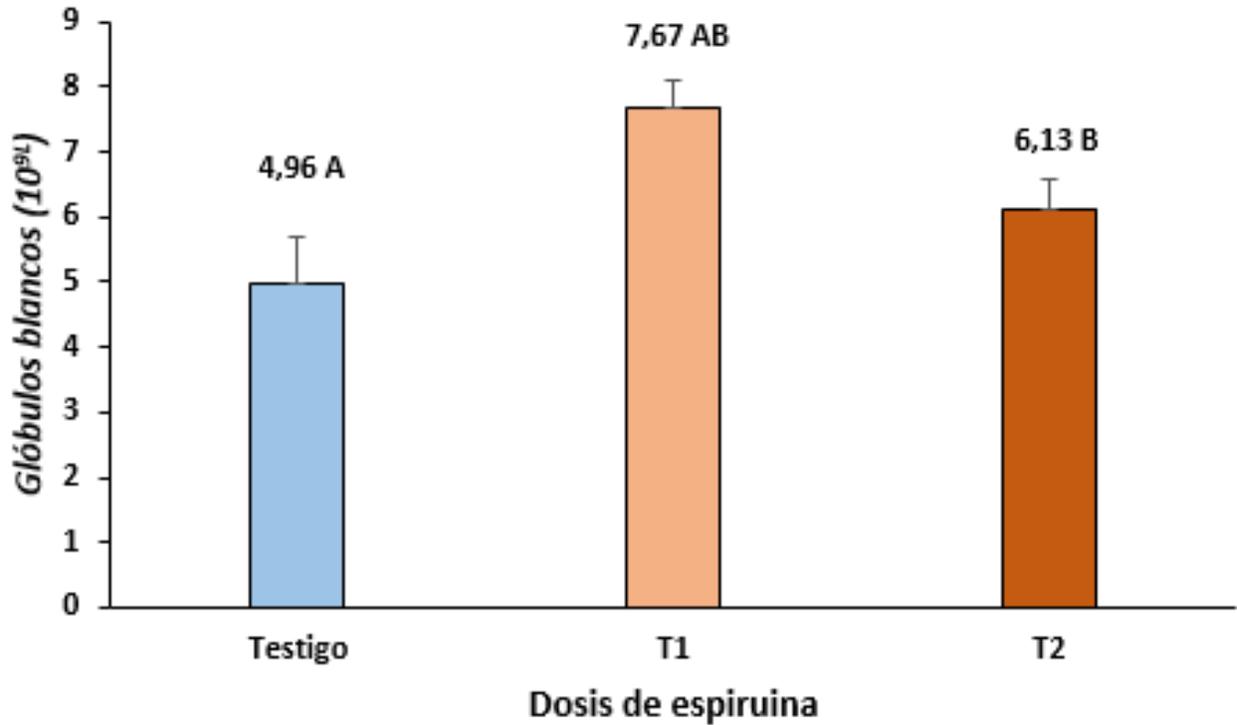
Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Glóbulos blancos

De acuerdo a la Figura 16, mediante el análisis estadístico, se comprobó que hay diferencias significativas ($p= 0.007$); es decir una mayor producción de glóbulos blancos por litro de sangre, el tratamiento T₁ (1 g de espirulina) presenta mayor producción de glóbulos blancos por litro de sangre con una media de 7.67×10^3 cel/mL, seguido del tratamiento T₂ (5 g de espirulina) que registra una media de 6.13×10^3 cel/mL y finalmente el testigo con una media de 4.96×10^3 cel/mL. Las medias obtenidas en los tres tratamientos se mantienen dentro del rango establecido como normal 5.0 a 10.0×10^3 cel/mL. Las letras diferentes (A y B) indican que son significativamente diferentes $p<0.05$.

Figura 16

Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes 60 días – Glóbulos blancos 10^3 cel/L



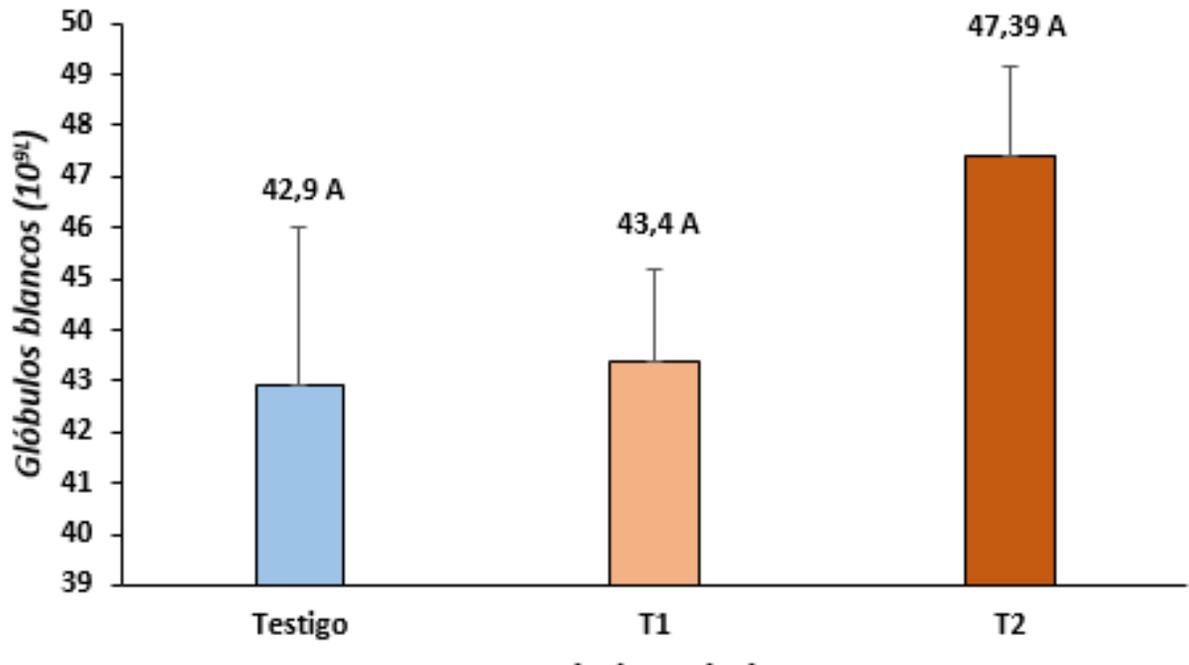
Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Hematocrito

De acuerdo a la Figura 17, mediante el análisis estadístico, se observa un aumento del hematocrito, aunque no de manera significativa ($p= 0.23$); el tratamiento T_2 (5 g de espirulina) presenta mayor porcentaje de hematocrito con una media de 47.39 %, seguido del tratamiento T_1 (1 g de espirulina) que registra una media de 43.40 % y finalmente el testigo con una media de 42.90 %. Las medias obtenidas por los tres tratamientos se mantienen dentro del rango establecido como normal 37% a 48 %. La letra (A) indican que no son significativamente diferentes $p<0.05$.

Figura 17

Análisis de la química sanguínea de siete estudiantes 60 días – Hematocrito %



Nota: Análisis de la varianza. Autoría propia

Discusión

Según, Blazques, Orzaez & Diaz (1997) el turrón de Jijona tiene 12% de proteína, para la elaboración de este producto, utilizan almendras, miel y clara de huevo, siendo las almendras el ingrediente que más porcentaje de proteína aporta al turrón y así lo demuestra, Castrillon & Campo (1999) en su investigación concluyendo que la almendra tiene 25% de proteína. Así mismo, Rodríguez (2013) menciona cuatro tipos de turrónes y el rango óptimo de proteína, turrón supremo (11%), turrón extra (9%), turrón standard (7.5%) y turrón popular (6.5%), los resultados de esta investigación T₁(10.12%), T₂(10.96%) y T₃(13.60%), se encuentran dentro de los porcentajes antes mencionados, demostrando que es un producto altamente nutritivo y al ser ingerido ayuda a mantener y reparar los tejidos, músculos y la piel; así como a fortalecer los huesos, Carbajal (2013).

Caicedo (2018), formula dos recetas de turrone con diferentes tipos de endulzantes (miel de abeja y miel de caña de azúcar), siendo el mejor tratamiento el turrón elaborado con 75% de miel de caña de azúcar – 25% de sacarosa, al realizar el análisis proximal, obtiene 27.9% de grasa que comparado con el turrón tradicional 8%, es tres veces mayor. El porcentaje de grasa del testigo de esta investigación es de 14.36% siendo mayor, mientras que el T₂ tiene un porcentaje similar 26.28%.

Ayuque (2018), menciona que el turrón tiene un alto contenido de calorías, ocasionando daños en la salud, motivo por el cual propone elaborar turrone con miel de abeja, jarabe de yacón, chía y quinua, materias primas e insumos que aportan beneficios a la alimentación, como el caso de la quinua que es un producto libre de gluten , siendo un excelente alimento para los pacientes celíacos, además es una fuente baja en colesterol, rico en fibra y tiene un índice glucémico bajo, Castro (2019). Lo cual concuerda con esta investigación ya que al agregar espirulina en los turrone, se convierten en productos altamente nutritivos, ayudando a prevenir y contrarrestar enfermedades como la obesidad, diabetes, daño renal, entre otras, Ferreira & Ariseto (2022).

Ayuque (2018), en su análisis proximal obtiene 2.99% de fibra, 1.37% de ceniza y 8.02% de humedad, porcentajes bajos frente al T₂ de esta investigación, 14.04% de fibra, 1.52% de ceniza y 6.73% de humedad.

Según la ficha técnica de la espirulina comercial, ECOSPIRULINE (2014), presenta 65% de proteína, 7% de grasa, 2% de fibra, <10% de ceniza y 5% de humedad, valores que se obtuvieron de un cultivo extensivo de alto pH 10.5 y bajo invernadero, porcentajes que se asemejan a esta investigación, proteína 50.33%, grasa 5.87%, fibra 5.06%, humedad 5.87% y ceniza 7.45%.

Según, Torres (2018) el análisis microbiológico mide el grado de contaminación por microorganismos durante la fabricación de un producto hasta que llega al consumidor, es así que, (Canazas, 2015) en su investigación elaboración de turrone, tiene ausencia de coliformes

totales, coliformes fecales y *Etafilococos aureus* y presencia de 340 ufc/g de microorganismos aeróbios mesófilos y 10 UP/g de mohos y levaduras, mientras que en esta investigación no se detectó la presencia de *Stafilococos*, Coliformes totales, Coliformes fecales, *Salmonela*, Mohos y levaduras, lo que evidencia que los turrone fueron elaborados con medidas de higiene y con BPM.

El análisis organoléptico registra valores de 2,3,4 y 5 por parte de los catadores demostrando una calificación desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta moderadamente”, siendo el T₂ el tratamiento que tuvo menor aceptación, por el color verde que presentaba. Yopez & Martinez (2015) mencionan que el color es importante al momento de la presentación de un producto, por lo que la cubierta total del turrón con ostias o chocolate es una buena opción para mejorar la apariencia, obteniendo el 75% de aceptación de esta variable. Shahbazizadeh (2021) concluye que la inclusión de altas dosis de *A. platensis* afecta negativamente el aspecto de los productos alimenticios.

La inclusión de espirulina en los turrone causó el aumento del hematocrito en las estudiantes que consumieron el T₂, teniendo una media de $47.39 \pm 1.79\%$, media que se mantienen dentro del rango establecido como normal 37% a 48 %, lo cual concuerda con, Sachdeva & Kaur (2017) ya que su estudio refleja el aumento del hematocrito de $40,9 \pm 2,8$ a $44,4 \pm 2,4\%$, en niños de 7 a 9 años que consumieron 2 capsulas de 1g de espirulina. En el mismo estudio la producción de glóbulos rojos tuvo una media de $4,09 \pm 0,3 \times 10^6$ cel/mL, mientras que en esta investigación la media más alta fue la del T₁ ($5.06 \pm 0.08 \times 10^6$ cel/mL), valores que se mantienen dentro del rango establecido como normal 5.0 a 10.0×10^6 cel/mL.

La cantidad de glucosa en la sangre presenta diferencias significativas en los tres tratamientos testigo 69.18 ± 3.03 mg/dL, T₁ 80.98 ± 1.75 mg/dL, T₂ 90.58 ± 1.75 mg/dL, valores que se mantiene dentro del rango establecido como normal 60 a 110 mg / dL. Esto se debe a que la espirulina sirve como modulador del metabolismo de la glucosa, es así que, Hernandez (2021) menciona que el consumo de espirulina ayuda a contrarrestar los síntomas de la

diabetes, debido a la presencia de ficocianina, la misma que impulsa la producción de la insulina en el páncreas e hígado, facilitando el aumento del glucógeno hepático.

Gutiérrez (2015), menciona que la espirulina es un producto con alto índice de proteína, aminoácidos y ácidos grasos (el gamma linoleico), siendo usada para contrarrestar la desnutrición en varios países, a través del consumo de alimentos enriquecidos con espirulina que junto con compuestos como el zinc y selenio aporta beneficios en la salud humana (mejora la digestión, fortalece el sistema inmunológico, reduce el riesgo de la diabetes y disminuye la hipertensión). Así mismo, Amha & Hindenori (1993) indican que la producción de yogur con 0.25% de espirulina aumenta el proceso de fermentación, mejora su textura y sus propiedades nutricionales. Contiene proteínas que ayuda en la digestión de la leche, además de ser una fuente de vitaminas y minerales, siendo seguro para el consumo humano.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se elaboró turrónes isoproteicos e isocalóricos de manera artesanal con materias primas de uso diario; 400g de azúcar blanca, 136g de claras de huevos, 450g de miel de abeja, 250g de maní, 0,15g de esencia de vainilla y 0.10g de jugo de limón. Una vez obtenida la mezcla se incorporó 1 y 5 gramos de espirulina por cada 100g de mezcla.
- Se calculó el valor energético del turrón en base a su composición proximal: porcentaje de proteínas, grasas, fibra, ceniza y humedad, utilizando la Tabla de Composición de Centro América y el Reglamento Técnico Centroamericano de Etiquetado Nutricional Productos Alimenticios Pre envasados para Consumo Humano para la población a partir de los tres años. El mismo, resultó ser de 49 Kcal / 206 KJ por porción en los tres tratamientos.
- En el análisis proximal de la espirulina y del Turrón, se determinó que la espirulina tiene un alto valor nutritivo 50.33%, grasa 5.87%, fibra 5.06%, ceniza 7.45% y humedad 5.87%. Al igual que el T₂ (5g de espirulina) presentando los mejores parámetros 13.60% proteína, 26.28% grasa, 14.04% fibra, 1.52% ceniza y 6.76% humedad.
- Se realizó pruebas de preparación, partiendo de 3 formulaciones, hasta obtener la más agradable en sus características organolépticas. Con la formulación seleccionada, se evaluó a 10 estudiantes que expresaron su agrado o desagrado al perfil organoléptico (olor, color, textura, sabor y aceptabilidad general del producto), mediante una escala hedónica. El resultado de dicha evaluación fue positivo, ya que el 96% de los catadores mencionaron una posible compra.
- El análisis organoléptico se realizó mediante el Test de Tukey con un $P > 0.05$. El tratamiento que tuvo mayor aceptación es el testigo, seguido por el T₁ (1 g de espirulina) y finalmente el T₂ (5g de espirulina), debido a la coloración que presentan.

- Se concluye que los tratamientos enriquecidos con espirulina generó cambios en la química sanguínea, durante un tiempo de 60 días en 7 estudiantes. El T₂ (5g de espirulina) aumentó el contenido de proteína en 7.29 ± 0.06 g/dL, glucosa 90.58 ± 1.75 mg/dL y el hematocrito $47.39 \pm 1.79\%$. Mientras que el T₁(1g de espirulina) incrementó la producción de glóbulos rojos en $5.06 \pm 0,08 \times 10^{12}/L$ y los glóbulos blancos en $7.67 \pm 0,43 \times 10^9/L$.

Recomendaciones

- Realizar repeticiones en los análisis microbiológicos, organolépticos y proximales del turrón y sus tratamientos; así como el de la espirulina para poder establecer diferencias entre estos.
- Profundizar el estudio de la valoración nutricional y energética, debido que en Ecuador no se cuenta con una normativa clara y aplicable para este tipo de productos.
- Emplear menor cantidad de azúcar o sustituirla con otros endulzantes como stevia, azúcar morena, panela, sacarosa, entre otros. De igual manera adicionar cereales como almendras, nuez y semillas de girasol para mantener o incrementar su valor nutritivo.
- Incentivar la realización de este tipo de proyectos en escuelas y colegios. Así mismo por medio del grupo de vinculación de la universidad, en zonas con problemas de desnutrición y bajos de recursos económicos.
- Impulsar el consumo de alimentos nutritivos, en especial en niños y personas de la tercera edad, que son el mayor porcentaje de la población que prefiere la comida chatarra.

Bibliografía

- Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria (2017). *Alimentos procesados*.
https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/07/ARCSA-DE-016-2017-JCGO_ESTATUTO-ORGANICO-ARCSA.pdf
- Arredondo Vega, B. y Voltolina Lobina, D. (2014). *Métodos y Herramientas analíticas en la Evolución de la Biomasa Microalgal / Capítulo 2 Concentración, Recuento Celular y Tasa de Crecimiento*. Universidad de la Coruña.
- Asero Farinando, L. y Machado Campoverde, A. (2014). *Obtención de la Espirulina en polvo por secado al vacío para el enriquecimiento nutricional de los productos alimenticios*. [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2880>
- Ayuque Sanchez,R.(2018). *Efecto de la proporción de miel de abeja y jarabe de yacón sobre las características sensoriales y fisicoquímicas del Turrón de quinua y chia*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelina].
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/15be24a2-e1ea-486d-91a5-2290c964c0c0/content>
- Babio,N., Casas, P. y Salas, J. (2020). *Alimentos Ultraprocesados/ Revisión crítica, limitaciones del concepto y posible uso en salud pública/ Unidad de Nutrición Humana*. [Tesis de Pregrado, Universidad Rovira i Virgili].
https://www.nutricio.urv.cat/media/upload/domain_1498/imatges/lIibres/ULTRAPROCESADOS%2021-06.pdf
- Biasotti A. (2014). *Elaboración de un alimento funcional con espirulina*. [Tesis de Pregrado, Universidad Isalud].
<http://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/1/424/TFN641.563%20B471.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Blazques, G., Orzaez, T., y Diaz, A. (1997). *Variaciones del valor nutritivo del turrón de jijona en las calidades suprema extra y popular*. *Revista Research Gate*, 159-165.
https://www.researchgate.net/publication/41653510_Variaciones_del_valor_nutritivo_del_turrón_de_Jijona_en_las_calidades_suprema_extra_y_popular/fulltext/0ffc51bd0cf255165fc7c10a/Variaciones-del-valor-nutritivo-del-turrón-de-Jijona-en-las-calidades-suprema-extra-y-popular.pdf
- Britania, P. (2021). *Cetrimida Agar Base, eosina y azul de metileno* [Archivo PDF].
https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6070668da829e.pdf
- Bustamante, M. (2011). *Elaboración de una barra energética con cereales como: avena, cebada y trigo, adicionando espirulina y ciruela pasa*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial]. <https://1library.co/document/q76r5eny-elaboracion-barra-energetica-cereales-cebada-adicionando-espirulina-ciruela.html>
- Caicedo, M. (2018). *Elaboracion del turrón a base de miel de caña (Saccharum officinarum)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27788/1/AL%20675.pdf>
- Canazas, K. (2015). *Formulacion y Elaboración de turrón con características funcionales, a partir de Chia, nuez de brasil y nuez de pecana fortificado, utilizando el diseño de mezclas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/119/B2-M-18184.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carbajal, A. (2013). *Manual de nutrición y dietética*. [Archivo PDF].
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>
- Castrillon, D., y Campo, E. (1999). *Elaboración, preparación y almacenamiento de proteína de almendras*. [Archivo PDF]. de [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050\(04\)299-312.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(04)299-312.pdf)

- Castro, N. (9 de enero de 2019). La quínoa podría ser un grano seguro para las personas que sufren de enfermedad celíaca. InfoMED. <http://articulos.sld.cu/gastroenterologia/archives/4174>
- Cemal, C. (2011). *Evalúan las probables propiedades terapéuticas de la espirulina*. *Revista Salud y Ciencia*, 18(6), 535–537. <https://www.siicsalud.com/des/expertoimpreso.php/113156#:~:text=DESTACAN%20LA%20PROBABLES%20PROPIEDADES%20TERAP%20UTICAS%20DE%20LA%20ESPIRULINA&text=Se%20presentan%20los%20probables%20efectos,antiviral%20en%20los%20seres%20humanos>.
- Chamorro, G., Salazar, M., Gómez, L., Araujo, K., Pereira, C., Ceballos, G., y Castillo, L. (2022). *Actualización en la farmacología de Spirulina (Arthrospira), un alimento no convencional*. *Revista Scielo*, 52(3), 232–240. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222002000300002&lng=es&nrm=iso. ISSN 0004-0622.
- Dibico, P. (2012). *Agar de Mac Conkey y Agar de Dextrosa papa*. [Archivo PDF]. https://www.probiotek.com/wp-content/uploads/2014/01/1059-E_AGAR-DEXTROSA-Y-PAPA.pdf
- ECOSPIRULINE. (2014). *Ficha técnica*. [Archivo PDF]. <http://www.riberdiet.com/files/ECOSP1.pdf>
- Ferrera, A., y Ariseto, A. (2022). *Efecto de la suplementación con Arthrospira maxima en la hipertensión arterial: una revisión sistemática exploratoria*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/660453>
- Fuentemayor, G., Jonte, L., Rosales, N., y Morales, E. (2009). *Crecimiento de la cianobacteria marina Oscillatoria sp.MOF-06 en relación al pH en cultivos discontinuos*. *Sociedad Venezolana de Microbiología. Revista Scielo*, 29(1), 2–6.

- http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562009000100005#:~:text=Estos%20resultados%20demuestran%20que%20la,afectar%20el%20contenido%20de%20carotenoides.
- Gutiérrez, G., Castillo, L., y Chamorro, G. (2015). *Nutritional and toxicological aspects of Spirulina (Arthrospira)*. [Archivo PDF]. <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/9001.pdf>
- Hernandez, J. (2021). *Espirulina como producto natural con potencialidades para su empleo en pacientes con diabetes mellitus*. *Revista Scielo*, 32(1), 34-40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-29532021000100009&script=sci_arttext&tlng=en
- Ibarra, M. (2018). *Espirulina Guía para la producción*. [Archivo PDF]. <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Producci%C3%B3n%20de%20Alimentos/Gu%C3%ADa%20para%20la%20producci%C3%B3n%20Espirulina,%20nutrici%C3%B3n%20verde.pdf>
- Ipiates, M. (2021). *Guía para la producción de Espirulina*. [Archivo PDF]. <https://www.technap-spiruline.fr/images/pdf/CULTIVO.pdf>
- Malpartida, Y., Aldana, F., Sánchez, S., Gómez H., y Lobo P. (2022). *El valor nutricional y compuestos bioactivos de la Espirulina: Potencial suplemento alimenticio*. *Revista Ecuadorian Science Journal*, 6(1), 42–51. <https://doi.org/10.46480/esj.6.1.133>
- Méndez. (2015). *Turrón*. [Archivo PDF]. https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/turron_tcm30-102351.pdfhttps://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/turron_tcm30-102351.pdf
- Murcia, J. (2012). *Turrones y sus ordenanzas*. [Archivo PDF]. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5918194.pdf>

- Olay, G., Díaz, P., Hernández, R. y Cervantes, D. (2012). *Determinación de intervalos de referencia para química clínica en población mexicana*. *Revista Medigraphic*, (1), 43-51.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2013/pt131e.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (30 de enero de 2004). *Processed foods for improved livelihoods*.
<https://www.fao.org/3/y5113e/y5113e00.htm#Contents>
- Rad, B. (2014). *Chapman - mannitol salt agar*. [Archivo PDF]. https://commerce.bio-rad.com/webroot/web/pdf/inserts/CDG/es/53647_2014_04_ES.pdf
- Ramírez, L., y Olvera, R. (2006). *Uso tradicional y actual de spirulina sp. (arthrospira sp.)*. *Revista Interciencia*, 31(9), 657–663. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33912009.pdf>
- Sachdeva, R., Kaur, R., y Kaur, J. (2017). *Effect of Supplementation of Spirulina on the Haematological Profile and Intellectual Status of School Girls (7-9 years)*. *Revista Taylor y Francis Online*, 15(4), 105-108.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09709274.2004.11905674>
- Saez, C. (1998). *Norma de Alimentos y Espirulina*. [Archivo PDF].
<https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNMX.xhtml?pidn=aFZMT2FPc0QwemMwNm1hR0hXbjU0UT09>
- Shahbazizadeh, E. (2021). *Análisis sensorial de barras naturales*. *Revista Scielo*, 34(2), 15-158.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372016000400007
- Sandoval, D. (2017). *Evaluación del crecimiento de espirulina (Arthrospira platensis) mediante alternativas de fertilización orgánica e inorgánica y su masificación en condiciones de campo en la Hda. El Prado*. [Tesis de Pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/14508>
- Tarazona Díaz, M. P. (2018). *La Espirulina una oportunidad como Alimento Funcional*. [Tesis de Pregrado, Universidad Jorge Tadeo Lozano]

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8816/10439.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, E. (2018). *Análisis de la calidad microbiológica de los alimentos procedentes de cadenas de productora alimenticios*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Coruña] https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/21542/GonzalezRodriguez_Cristina_TFG_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y

UNICEF,(2022). *Desnutricion Cronica Infantil*. <https://www.unicef.org/ecuador/desnutrici%C3%B3n-cr%C3%B3nica-infantil>

Yepez, X., y Martinez, E. (2005). *Análisis y mejoramiento del proceso de fabricación de turrón de miel de abeja bañado en chocolate*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral] <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2250/1/4470.pdf>