

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

**ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL ENRIQUECIDO
CON SPIRULINA (*Arthrospira maxima*), PARA
CONSUMO HUMANO**

TESIS

Presentada por:

Bach. Frances Karolahy Ramirez Fitzcarrald

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

TACNA-PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

“ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL ENRIQUECIDO CON
SPIRULINA (*Arthrospira maxima*), PARA CONSUMO
HUMANO”

Tesis sustentada y aprobada el 05 de julio del 2024, estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:
MSc. Leonardo Sheron Ramírez

SECRETARIO:
MSc. Juan Chura Paucar

VOCAL:
MSc. Ederson Juan Montalico Pongo

ASESOR:
Dr. Lorenzo Walter Ibárcena Fernández

CO-ASESOR:
Dr. Mario Alberto Matos Peña

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **LORENZO WALTER IBÁRCENA FERNÁNDEZ**, en mi condición de Asesor acreditado con Resolución de Facultad N°7990-2023-FCAG de la tesis de investigación titulada: **"ELABORACIÓN DE PAN INTEGRAL ENRIQUECIDO CON SPIRULINA (*Arthrospira maxima*), PARA CONSUMO HUMANO"**

Presentado por la Bach. **FRANCES KAROLAHY RAMIREZ FITZCARRALD**, para optar el título profesional de Ingeniero Pesquero.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual **TURNITIN**, cuenta con el nivel de similitud permitido, lo cual a través del reporte de similitud: orcid:0000-0002-2714-5176, cuyo porcentaje es del **11%** por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis, que está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, y puede continuar con los trámites correspondientes.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título.

Tacna, 12 de julio del 2024



Dr. Lorenzo Walter Ibárcena Fernández
DNI: 00411907
Asesor



DEDICATORIA

El presente trabajo le dedico a Dios, a mis padres por darme la vida e impulsarme a seguir adelante, a mis hermanos menores Anngbye y Leyjhan.

A mí misma por no rendirme y seguir avanzando hasta culminar. Y a mi familia en general.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Meri y Carlos, por siempre estar ahí para mí y apoyarme en todo lo que necesite.

A mis hermanos menores Anngbye y Leyjhan, que siempre estuvieron ahí en el proceso indirectamente.

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann –Escuela de Ingeniería Pesquera y docentes por brindarme los conocimientos necesarios para formarme como profesional.

A mi asesor el Dr. Lorenzo Walter Ibárcena Fernández por haberme dedicado su tiempo y paciencia en el proceso de la tesis.

A mi co-asesor el Dr. Mario Alberto Matos Peña por dedicarme su tiempo enseñándome en el desarrollo de la tesis.

Al Dr. Freddy Delgado Cabrera por brindarme sus conocimientos y orientar en el desarrollo de la tesis.

A mis familiares en general por enseñarme a luchar por uno mismo y salir adelante.

A la secretaria Irma Ilaquita por apoyarme en la documentación de la tesis.

Y finalmente a mí misma por no rendirme, seguir adelante y se ejemplo de mis hermanos menores para que no se rindan y salgan adelante como profesionales.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Interrogante general	3
1.2.2. Interrogantes secundarias	3
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. HIPÓTESIS	5
1.5.1. Hipótesis General	5
1.5.2. Hipótesis Específicas	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	9
2.2. BASES TEÓRICAS	11
2.2.1. Spirulina	11
2.2.1.1. Clasificación Taxonómica.....	11
2.2.1.2. Distribución.....	12
2.2.1.3. Cultivo	13
2.2.1.4. Características Generales	13
2.2.1.5. Propiedades de la Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>)	13
2.2.1.6. Beneficios de la Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>).....	18

2.2.1.7. Efectos de la Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>) en las personas con buena salud.....	19
2.2.1.8. Como tomar la Spirulina	22
2.2.2. Pan Integral	23
2.2.2.1. Beneficios del Pan Integral.....	25
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	27
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	29
3.1. Lugar de Ejecución	29
3.2. Tipo de Investigación.....	29
3.3. Diseño de Investigación.....	29
3.4. Operacionalización de variables	30
3.4.1. Variable Dependiente	30
3.4.2. Variable Independiente.....	30
3.4.3. Variable Independiente: Indicadores	30
3.4.4. Variable Dependiente: Indicadores.....	30
3.4.5. Operacionalización de variables.....	31
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.5.1. Población.....	32
3.5.2. Muestra	32
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS	33
3.6.1. Composición química proximal de la Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>).....	33
3.6.2. Caracterización del pan integral enriquecido con Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>) para consumo humano.	33
3.6.2.1. Composición química	33
3.6.2.2. Características Sensoriales	34
3.6.2.3. Análisis Sensorial	34
3.6.2.4. Análisis de Datos.....	35
3.7. EQUIPOS, INSTRUMENTOS, MATERIALES Y REACTIVOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
3.7.1. Materia Prima	35
3.7.2. Insumos.....	35

3.7.3. Materiales	35
3.7.4. Equipos e instrumentos	36
3.8. MÉTODO EXPERIMENTAL	37
3.8.1. Descripción del proceso para la obtención de pan integral enriquecido con Spirulina	38
3.8.2. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS.....	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	50
4.1. Durante el Proceso	50
4.2. Análisis del Producto Final	63
4.3. Costos de Producción.....	67
DISCUSIÓN	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Aminoácidos de la Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>)	18
Tabla 2 Información nutricional de la Spirulina	21
Tabla 3 Principales Nutrientes del Pan Integral (100g).....	23
Tabla 4 Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función a la apariencia	50
Tabla 5 Prueba de Friedman para la apariencia de los cinco tratamientos	51
Tabla 6 Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos	52
Tabla 7 Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función al aroma.....	53
Tabla 8 Prueba de Friedman para el aroma de los cinco tratamientos....	54
Tabla 9 Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos	54
Tabla 10 Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función al color	55
Tabla 11 Prueba de Friedman para el color de los cinco tratamientos	56
Tabla 12 Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos	57
Tabla 13 Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función al sabor.....	58
Tabla 14 Prueba de Friedman para el sabor de los cinco tratamientos ...	59
Tabla 15 Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos	60
Tabla 16 Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función a la textura	61
Tabla 17 Prueba de Friedman para la textura de los cinco tratamientos .	62
Tabla 18 Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos	62
Tabla 19 Resultados de la aceptabilidad del producto final	64
Tabla 20 Resultado del análisis químico proximal al pan integral sin spirulina.....	65
Tabla 21 Resultados del análisis químico proximal al pan integral con spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>)	65
Tabla 22 Resultado del análisis microbiológico al pan integral enriquecido con spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>).....	66

Tabla 23 Costos de producción para la elaboración de pan integral enriquecido con spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>)	67
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Arthrospira maxima</i>	12
Figura 2 Diagrama de flujo para la obtención de pan Integral enriquecido.....	37
Figura 3 Pesado de harina integral	38
Figura 4 Pesado de salvado de trigo	39
Figura 5 Pesado de levadura	39
Figura 6 Pesado del agua	40
Figura 7 Pesado de la sal	40
Figura 8 Mezclado 1	41
Figura 9 Pesado de Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>)	42
Figura 10 Adición de la Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>).....	42
Figura 11 Adición del agua	43
Figura 12 Mezclado 2	44
Figura 13 Amasado.....	44
Figura 14 Tapado con paño húmedo	45
Figura 15 Masa hinchada	46
Figura 16 Pesado y Moldeo	46
Figura 17 Horneado	47
Figura 18 Enfriado	48
Figura 19 Empacado del producto final	48
Figura 20 Gráfico de barras de la apariencia en los diferentes tratamientos.....	52
Figura 21 Gráfico de barras del aroma en los diferentes tratamientos	55
Figura 22 Gráfico de barras del color en los diferentes tratamientos.....	58
Figura 23 Gráfico de barras del sabor en los diferentes tratamientos.....	60
Figura 24 Gráfico de barras de la textura en los diferentes tratamientos.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Operacionalización de variables.....	79
ANEXO 2 FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL TEST DE RANKING .	80
ANEXO 3 FICHA DE ACEPTABILIDAD PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA	81
ANEXO 4 Análisis proximal del pan integral	82
ANEXO 5 Análisis proximal al pan integral enriquecido con spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>).....	83
ANEXO 6 Análisis microbiológico al pan integral enriquecido con spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>)	84
ANEXO 7 Degustación del producto.....	87
ANEXO 8 Criterios físicos químicos.....	88

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue elaborar un pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*), con composición proximal y aceptabilidad sensorial para mejorar la calidad nutricional. Para determinar la formulación adecuada se presentó cinco tratamientos: T_0 siendo el testigo (Harina de trigo integral 42%- Spirulina 0%); T_1 (Harina integral de trigo 41,20% -Spirulina 0,84%); T_2 (Harina integral de trigo 40,61 –Spirulina 1,4%); T_3 (Harina integral de trigo 40,05% -Spirulina 1,96); T_4 (Harina de trigo integral 39,77- Spirulina 2,24). Luego de realizar las pruebas se determinó que el mejor tratamiento fue el T_2 quien obtuvo buena aceptabilidad en cuanto a los demás tratamientos. En los atributos el T_2 tuvo mayor aceptación en aroma (3,05 rango promedio); color (3,05 rango promedio); sabor (3,27 rango promedio); textura (3,30 rango promedio); sin embargo en apariencia ocupó el segundo lugar (2,90 rango promedio). En cuanto a la aceptabilidad del producto final del tratamiento ganador (T_2) tuvo un promedio de 7,26 realizado por 30 jueces semi-entrenados. Así mismo la composición química proximal fue humedad 40,10%; cenizas 1,64%; proteínas totales 13,24%; lípidos totales 0,37% y carbohidratos totales 44,65%. Además los análisis microbiológicos nos reportaron que es un producto inocuo y apto para consumo humano.

Palabras clave: Pan integral, harina de trigo integral, Spirulina (Arthrospira maxima)

ABSTRACT

The objective of this research was to prepare a whole wheat bread enriched with Spirulina (*Arthrospira maxima*), with proximal composition and sensory acceptability to improve nutritional quality. To determine the appropriate formulation, five treatments were presented: T_0 being the control (Whole wheat flour 42% - Spirulina 0%); T_1 (Whole wheat flour 41,20% -Spirulina 0,84%); T_2 (Whole wheat flour 40,61 – Spirulina 1,4%); T_3 (Whole wheat flour 40,05% - Spirulina 1,96); T_4 (Whole wheat flour 39,77- Spirulina 2,24). After carrying out the tests, it was determined that the best treatment was T_2 which obtained good acceptability compared to the other treatments. In the attributes, T_2 had greater acceptance in aroma (3,05 average rank); color (3,05 average rank); taste (3,27 average range); texture (3,30 average range); However, in appearance I am in second place (2,90 average rank). Regarding the acceptability of the final product of the winning treatment (T_2), it had an average of 7,26 performed by 30 semi-trained judges. Likewise, the proximal chemical composition was humidity 40,10%; ashes 1,64%; total proteins 13,24%; total lipids 0,37% and total carbohydrates 44,65%. Furthermore, microbiological analyzes informed us that it is a safe product and suitable for human consumption.

Keywords: Whole wheat bread, whole wheat flour, Spirulina (Arthrospira maxima).

INTRODUCCIÓN

La Spirulina es un alga que es fuente rica en proteínas, vitaminas, aminoácidos, minerales y otros nutrientes, por lo que su principal uso es como suplemento alimenticio.

Gracias al valor nutricional de la Spirulina, sirve para enriquecer otras recetas como: panadería, pastelería, cremas y caldo.

El pan integral posee una alta cantidad de fibra. Otros alimentos como el pan blanco poseen una menor cantidad: el 2,2% o un 0,2% en el caso del arroz. En la actualidad suele añadirse salvado en la elaboración con el objeto de aumentar su concentración de fibra. Este tipo de pan suele tener un contenido mayor de vitamina B que otros panes debido al empleo de harinas poco procesadas. Su ingrediente principal es la harina de trigo que no contiene un alto valor de proteínas.

Por ello, en el presente trabajo de investigación se propone como una alternativa la elaboración de pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*), un producto que junta dos alimentos muy buenos para la salud humana.

El objetivo de este trabajo es elaborar un pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) con su respectiva composición proximal y aceptabilidad para consumo humano, siendo el objetivo específico evaluar la composición proximal (humedad, cenizas, proteínas totales, lípidos totales y carbohidratos totales) y microbiológica; evaluar la aceptabilidad del producto (apariencia, aroma, color, sabor, textura) y determinar el mejor tratamiento (T_1 , T_2 , T_3 , T_4) siendo el T_0 (tratamiento testigo) mediante el test de ranking.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Alrededor de 360 millones de personas en Latinoamérica tienen un peso mayor al recomendado en función de la altura de la persona y otros indicadores. La Organización Mundial de la Salud describe el sobrepeso y la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. (Redaccion, 2017)

La obesidad es una enfermedad crónica que se presenta en todos los grupos poblacionales y tiende a empeorar con el tiempo. La mayor prevalencia se da en la población adulta, seguida de los grupos escolares, preescolares y juveniles.

En el país, la mayor cantidad de sobrepeso está en Tacna con un 40,9%, luego se ubica la Provincia Constitucional del Callao (39,2%), La Libertad y Piura (con 38,9% para cada caso), así como Moquegua y la Región Lima (con 38,8% para cada caso). (Andina, 2018)

Según los resultados de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2018 del Ministerio de Salud (Minsa), Tacna es la región con mayor población con sobrepeso del país. El consumo de alimentos altos en calorías, grasas saturadas y falta de actividad física provoca el sobrepeso y la obesidad, ambas enfermedades han aumentado significativamente en el Perú. (Perú21, 2019)

Es necesario concientizar a la población que la obesidad o sobrepeso es una enfermedad que causa graves complicaciones de salud.

Para ello es necesario seguir las recomendaciones que nos guían en la promoción de una alimentación saludable y el ejercicio.

Las preocupaciones de salud actuales y crecientes alientan en gran medida la innovación en el diseño de productos al complementarlos o enriquecerlos con nutrientes. Todos estos alimentos pueden en algunos casos complementar una dieta insuficiente o desequilibrada o ayudar a reducir el riesgo de padecer determinadas enfermedades.

En vista de estos problemas se trata dar a conocer aspectos relacionados con la elaboración de un pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*), para poner al alcance un producto de consumo regular a la población.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante general

- ¿Es factible elaborar pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*), para consumo humano?

1.2.2. Interrogantes secundarias

- ¿Es factible determinar diferentes concentraciones de Spirulina (*Arthrospira maxima*) en el pan integral enriquecido según la aceptabilidad de la población, mediante el Test de Ranking?
- ¿Es factible evaluar las características químicas y microbiológicas del pan integral enriquecido?
- ¿Es factible determinar la aceptabilidad del pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) mediante la Prueba de escala Hedónica?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Es cada vez mayor el desarrollo de alimentos nuevos y de bajo costo con un alto valor proteico que promuevan la salud y la reducción de precios para el alcance del consumidor.

Ha disminuido el consumo de preparaciones tradicionales que se realizaban con ingredientes frescos. Esto se ha sustituido con el consumo de productos extremadamente procesados, un problema que afecta.

El tema fue escogido para dar a conocer a los futuros consumidores de los nutrientes que poseen el alga verde (Spirulina) y sus beneficios por medio de esta tesis. Este proyecto se realizará para promover una buena alimentación basándose en el uso de la Spirulina y en base a esto ayudar a mejorar su nutrición y calidad de vida.

Algunos de los grandes problemas que la sociedad hoy en día enfrenta, es la mala alimentación. Problemas como el sobrepeso, obesidad, alto nivel de colesterol, problemas cardiacos. Son casos que nos encontramos diariamente.

Al conocer las bondades alimenticias que posee la Spirulina entre ellas su fácil digestión y asimilación además el alto contenido de proteínas, aminoácidos, minerales, vitaminas, ácidos grasos todos ellos en cantidades equilibrada, la Spirulina se presenta como la solución a los problemas de millones de personas; por esto esta tesis está enfocada hacia la Spirulina y los beneficios que puede tener la inclusión de la misma en la alimentación.

La importancia de este trabajo radica también en la diversificación de la producción de nuevos productos obtenidos a partir de recursos hidrobiológicos, que sean una alternativa nutricional para los habitantes, lo que consideramos de suma importancia en el diseño de nuevos productos y su puesta a disposición de los consumidores.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Elaborar un pan integral enriquecido a base de Spirulina (*Arthrospira maxima*) para consumo humano.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar diferentes concentraciones de Spirulina (*Arthrospira maxima*) en el pan integral enriquecido según la aceptabilidad de la población, mediante el Test de Ranking.
- Evaluar las características químicas y microbiológicas del pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*).
- Determinar la aceptabilidad del pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) mediante la Prueba de escala Hedónica.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis General

- Es posible elaborar pan integral enriquecido nutricionalmente a base de Spirulina (*Arthrospira maxima*), para consumo humano.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- Es posible determinar diferentes concentraciones de Spirulina (*Arthrospira maxima*) en el pan integral enriquecido según la aceptabilidad de la población.
- Es posible evaluar las características químicas y microbiológicas del pan integral enriquecido.
- Es posible determinar la aceptabilidad del pan integral enriquecido con un panel semi-entrenados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1. Antecedentes Internacionales

HARO 2018, en su trabajo de investigación titulado: “DESARROLLO DE UNA BEBIDA VEGETAL CON PROTEÍNA DE ESPIRULINA (*Arthrospira platensis*), APTA PARA EL PÚBLICO DIABÉTICO ECUATORIANO”.

La presente investigación tiene como finalidad la generación de una nueva alternativa de consumo desarrollando una bebida vegetal con jugo de mora, proteína de espirulina, stevia y sorbato de potasio. Esta bebida cumple con los requerimientos nutrimentales fundamentales, ya que posee proteínas y no contiene azúcar. Brinda muchos beneficios para quienes desean incluir en su dieta, una opción sana apta para las personas diabéticas y pre diabéticas. Para los datos físico químicos, se realizó un diseño factorial de 3 factores axbxc, con tres repeticiones, dando un total de 36 casos de estudio, mediante el cual se pudo determinar los tres mejores tratamientos que cumplen con la normativa técnica ecuatoriana: T1 (jugo de mora con 3 g de espirulina, stevia 0,1 g/kg y sorbato de potasio 0,75 g/kg), T3 (jugo de mora con 3 g de espirulina, stevia 0,16 g/kg y sorbato de potasio 0,75 g/kg) y T4 (jugo de mora con 3 g de espirulina, stevia 0,16 g/kg y sorbato de potasio 1 g/kg). Para la diferencia estadística entre factores y su interacción, se aplicó la Prueba de Tukey al 5 %. Para el análisis sensorial de los tres mejores tratamientos, se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (D.B.C.A), donde las condiciones de proceso (concentraciones de espirulina, edulcorante y conservante) son los tratamientos y los bloques son los catadores, dando un total de 360 casos.

La evaluación sensorial se realizó con el 56,6 % de personas diabéticas y las variables evaluadas fueron: olor, color, sabor, consistencia y aceptabilidad, donde se obtuvo el tratamiento con mayor aceptabilidad: T3 (jugo de mora con 3g de espirulina, 0,16 g/kg stevia y 0,75 g/kg de sorbato de potasio). La misma que revela que el jugo de mora tiene gran aceptación, a diferencia de la espirulina que no tuvo mayor acogida, los consumidores prefieren la bebida con mayor cantidad de edulcorante y como conservante sorbato de potasio 0,75 g/kg. Se determina con esta investigación que los consumidores buscan opciones de esta naturaleza, en función a que existen pocas.

FARINANGO 2014, en su trabajo de investigación titulado: "OBTENCIÓN DE LA ESPIRULINA EN POLVO POR SECADO AL VACÍO PARA EL ENRIQUECIMIENTO NUTRICIONAL DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS."

Se obtuvo espirulina en polvo con un alto porcentaje de proteína para su utilización en el enriquecimiento de alimentos, con el fin de disminuir la desnutrición de los niños. Las muestras de espirulina cultivadas en el Ecuador en un sistema de piscinas se sometieron a un secado al vacío, a nivel de laboratorio. Se trabajó a tres presiones de vacío: 110, 136, 160 mm Hg y a tres temperaturas: 52, 56, 58°C y un peso de 30 g de espirulina con dos réplicas en cada experimentación. Se determinó que las mejores condiciones del proceso corresponden a la temperatura de 52°C, presión de 110 mmHg, obteniéndose un polvo de color verde de apariencia agradable y olor semejante a una verdura cocinada. En el resultado de los análisis bromatológico y microbiológico de la mejor muestra, se observa la ausencia de microorganismos nocivos para la salud por lo que es un alimento apto para consumo humano. Finalmente el producto combinado

con leche, jugo y harina de maíz en forma de pasta se sometió a un análisis sensorial, encontrándose mayor aceptación de las mezclas de espirulina con jugo y con leche.

MARTINEZ 2020, en su trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE UN PAN INTEGRAL DE HARINA DE ZAPALLO (*Cucurbita maxima*) Y GANDUL (*Cajanus cajan*) EN REEMPLAZO PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO”

Actualmente existen personas que restringen el consumo de pan por el gluten, mediante esta investigación se plantea elaborar un pan con mayor aporte nutricional que el pan común, beneficios que pretende lograr mediante la inclusión de harinas de zapallo y gandul. El objetivo de esta investigación fue evaluar mediante análisis sensorial y bromatológico un pan integral a base de harina de zapallo (*Cucurbita maxima*) y gandul (*Cajanus cajan*) en reemplazo parcial de la harina de trigo. Se establecieron 3 tratamientos compuestos de 70 % de harina integral y el 30 % formado por la mezcla de harina de zapallo y gandul, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, la fuente de bloqueo la formaron 30 jueces no entrenados. Los resultados del tratamiento de mayor aceptación fue el T1 (70 % harina integral + 10 % harina de zapallo + 20 % harina de gandul) en todos los atributos, el mismo que se sometió a análisis fisicoquímico obteniendo los siguientes resultados: pH: 5,18 y acidez titulable: 0,36 %. Análisis bromatológico: proteína 9,76 %; lípidos 15,26 %, carbohidratos 35,91 % y fibra cruda 1,96 %. En lo microbiológico mostraron ausencia en aerobios mesófilos, coliformes totales y levaduras, a los 0, 8 y 15 días, en el caso de los mohos presentaron ausencia a los 0 días, sin embargo, a los 8 y 15 días mostraron un crecimiento microbiano.

CORNEJO et al. 2016, en su trabajo de investigación titulado: “SNACK A BASE DE HARINA DE AMARANTO CON EL AGREGADO DE SPIRULINA, LIBRE DE GLUTEN. VALORACIÓN NUTRICIONAL Y SENSORIAL”

En la actualidad, el ritmo de vida de las personas es más acelerado que en otros tiempos. Los hábitos alimentarios también se ven modificados por este dinamismo, en donde las personas pasan más tiempo fuera de sus casas e ingieren mayor cantidad de “comidas rápidas”. Además de la inadecuada elección en las comidas principales, se tiende a consumir alimentos “chatarra”, entre ellos, golosinas, gaseosas azucaradas y snacks poco saludables. El hábito de comer pequeños bocados de alimentos entre horas trae aparejado grandes ventajas, siempre y cuando se escoja un snack saludable que calme el apetito sanamente. Se recomienda que éstos contengan todos los macronutrientes: carbohidratos complejos, proteínas y grasas de buena calidad (AGI) y que cubran entre el 10 y el 20% de la ingesta calórica total diaria. El mercado actual ofrece una gran variedad de snacks, en su mayoría industrializados, tales como barras de cereal, galletas, alfajores, etc. Sin embargo, son limitadas las opciones de productos sin TACC a las que pueden acceder personas con enfermedad celíaca.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

MENDOZA 2017, en su trabajo de investigación titulado: “MUFFINS DE CHOCOLATE CON RELLENO DE MERMELADA DE KIWI ENRIQUECIDA CON SPIRULINA (*Arthrospira platensis*)”

La presente tesis de investigación se planteó para demostrar la factibilidad en la elaboración de muffins de chocolate con relleno de mermelada de kiwi enriquecido con Spirulina.

Esta investigación se realizó en laboratorio de Tecnología y Productos Curados de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de San Agustín. Lugar donde se realizaron tres experimentos, siendo los siguientes: En el primer experimento se buscó determinar el porcentaje de Spirulina necesario para el enriquecimiento de la mermelada de kiwi a utilizar en el relleno de los muffins de chocolate, aquí se manejó los porcentajes de Spirulina (0,5%, 1,0% y 1,5%), realizándose un análisis químico y sensorial a la mermelada elaborada; después de realizadas las pruebas experimentales se determinó que el mejor porcentaje fue de 1,0% de Spirulina ya que con la misma cantidad se obtuvieron buenas características organolépticas (sabor, textura, color y olor).

JIMENEZ et al. 2016, en su trabajo de investigación titulado: “ENRIQUECIMIENTO DEL PAN DE TRIGO (*Triticum vulgare*) POR SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Y SU FORTIFICACIÓN CON ACETATO DE LA CÁSCARA DE HUEVO”.

El propósito de esta investigación es desarrollar un producto con alto valor nutritivo como alternativa de solución a la desnutrición en Apurímac que reemplace parcialmente a la harina de trigo como elemento principal en los productos panarios y la inclusión del acetato de calcio de la cascara de huevo como fortificante. A fin de solucionar parcialmente la desnutrición en la región. El objetivo de este trabajo de investigación es enriquecer el pan de trigo (*Triticum vulgare*) con harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y fortificar con acetato de calcio de la cáscara de huevo en función a la aceptabilidad del pan. En la presente investigación se ha evaluado el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha y la fortificación con acetato de calcio en la elaboración del pan.

Para lo cual se planteó siete tratamientos que involucra tres niveles de sustitución (5%, 10% y 15%) harina de kiwicha, dos de fortificación (100 mg y 150 mg) calcio y el testigo sin sustitución ni fortificación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Spirulina

2.2.1.1. Clasificación Taxonómica

La Spirulina tiene la siguiente clasificación taxonómica (Turpin ex Gomont, 1892)

Dominio: Bacteria

Filo: Cyanobacteria

Clase: Cyanophyceae

Subclase: Oscillatoriophyceae

Orden: Oscillatoriales

Familia: Phormidiaceae

Subfamilia: Phormidioideae

Género: *Arthrospira*

Especie: *Arthrospira maxima*

Figura 1

Arthrospira maxima



Nota: (Algea-Lab.com, 2018)

2.2.1.2. Distribución

La Spirulina (*Arthrospira maxima*) se desarrolla en forma natural en numerosos lugares, siendo sus principales poblaciones encontradas en lagos de África, principalmente en Kenia, Etiopía, Egipto, Sudán, Argelia, Congo, Zaire y Zambia. Se la encuentra además en Asia tropical y subtropical (India, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, China, Tailandia y Rusia), en América (Perú, Uruguay, California) y en Europa (España, Francia, Hungría y Azerbaijón), que como el antiguo lago del Valle de México y las lagunas de Kanem y Chad, son cuerpos de agua poco profundos que están situados sobre depósitos de bicarbonato de sodio, con un pH alcalino y una salinidad elevada. (Naranjo, 2013)

En el pasado en Perú se encontró Spirulina en el Lago Huacachina, en Ica, el lago Orovilca, Lago Ventanillas sobre la costa de desaparición debido a la contaminación ambiental. (Pinto, 2013)

2.2.1.3. Cultivo

La Spirulina (*Arthrospira maxima*) se cultiva desde 1960s. En los 70s se reactivó el cultivo de Spirulina maxima en el Lago de Texcoco en el sistema Caracol en el estado de México (Belay, 2008), procesándola hasta inicios de los 90s. En la actualidad, la Spirulina maxima, se cultiva en diversos países como Israel, USA, Holanda, Japón, Cuba, Chile, Ecuador, ya sea en cuerpos de aguas naturales o artificiales, en sistemas tipo estanques abiertos en condiciones ambientales los que utilizan paletas giratorias. El medio de cultivo además de los nutrientes es alcalino y con moderada salinidad. La S. maxima se ha cultivado a temperaturas desde 15°C hasta 40°C. Las nuevas tecnologías de cultivo utilizan fotobiorreactores para el control de factores contaminantes con mayor aprovechamiento de nutrientes. (Quintero, 2016)

2.2.1.4. Características Generales

Es una Cyanobacteria azul-verde, fotosintética, autótrofa en forma de espiral, que mide entre 5 y 500 µm, del genero Arthrospira. (Pérez, 2023)

2.2.1.5. Propiedades de la Spirulina (*Arthrospira maxima*)

a) Proteínas

La Spirulina (*Arthrospira maxima*) es el alimento más rico en proteínas de calidad: entre un 50% y un 70%, cuando la carne contiene del 18 al 22%, o la soja con un 30%. Altamente digeribles con un coeficiente de digestibilidad del 94,7%, y se digieren 4 a 5 veces más rápido que las proteínas animales, al no ser fibrosas. Son proteínas de alta calidad por no contener lo que sí contienen la carne: colesterol, grasas saturadas, residuos de antibióticos, pesticidas y hormonas de síntesis de su alimentación. (ContagiatedeSalud, 2010)

Es a menudo considerado el, suplemento de alimentos nutricionalmente más completo, que contiene una fuente rica de muchos nutrientes importantes. (ContagiatedeSalud, 2010)

b) Vitaminas

- Contienen cianocobalamina y vitamina B12 (5 veces más que en el hígado crudo de vacuno). (ContagiatedeSalud, 2010)
- Vitamina E agente contra el envejecimiento celular y la arterioesclerosis. La Spirulina es el alimento natural más rico en *VITAMINA F* (Ácido Gama-Linolénico). (ContagiatedeSalud, 2010)
- Antienvjecimiento (Ácidos linoleico y alfa linoleicos): Protege la piel y mucosas contra los radicales libres sin crear hipervitaminosis. Los ácidos grasos poliinsaturados son los precursores obligados de las prostaglandinas, sustancias hormonales que regulan la agregación de las plaquetas en la sangre, reducen la hipertensión, y tienen un efecto antiinflamatorio y regulador del sistema inmunitario. (ContagiatedeSalud, 2010)
- El Ácido Gama-Linolénico (*AGL*) se sintetiza con más dificultad por el organismo a partir de los 35 años, lo cual reduce la síntesis de la Prostaglandina. La consecuencia directa es tener una probabilidad más alta presentar una trombosis, y estados inflamatorios más frecuentes. (ContagiatedeSalud, 2010)
- Provitamina A (betacarotenos) La Spirulina es uno de los alimentos más ricos en *Beta caroteno*, 15 veces más que las zanahorias. (ContagiatedeSalud, 2010)

c) Minerales

- Hierro

La Spirulina es un suplemento nutricional muy rico en Hierro de más fácil absorción que el que hay en otros suplementos dietéticos y además contiene más beta-caroteno y ácido gamma-linoleico que cualquier otro alimento. Como sabemos, el hierro es esencial para construir un sistema inmunitario fuerte y la falta del mismo es una de las deficiencias minerales más comunes en las personas. (KORU, 2015)

- Calcio

Además, la Spirulina contiene minerales como el Calcio, que va bien para los huesos y además está implicado en el buen funcionamiento de nuestras transmisiones neuronales. También tiene otros minerales como el Potasio, Zinc, Magnesio, Manganeso, Selenio y Fósforo. (Quintana, 2016)

- Zinc: Es indispensable para el sistema inmunitario. (Plus, 2023)
- Cobre: Nos ayuda contra los problemas cardiovasculares. (Health, 2022)
- Manganeso: Participan en muchos procesos metabólicos. (NIH, 2019)
- Cromo: Importante para los diabéticos ya que regula el metabolismo de los carbohidratos y activa la producción de insulina. (Plus, 2023)
- Selenio: Es un antioxidante y estimulante del sistema inmunológico. (Interporc, 2020)
- Potasio: Un mineral esencial que regula el equilibrio de electrolíticos del cuerpo. La deficiencia puede causar un paro cardíaco, hipertensión, agotamiento adrenal y el colapso muscular. (KORU, 2015)

d) Aminoácidos

- Estos 8 aminoácidos esenciales se encuentran en la Spirulina (*Arthrospira maxima*)

ISOLEUCINA: Necesario para un óptimo crecimiento, desarrollo de la inteligencia y el equilibrio de nitrógeno en el cuerpo utiliza para sintetizar otros aminoácidos no esenciales. (López, 2013)

LEUCINA: estimulador de la función cerebral, aumenta los niveles de energía musculares. (López, 2013)

LISINA: formación de los anticuerpos de la sangre, fortalece el sistema circulatorio y mantiene el crecimiento normal de las células. (López, 2013)

METIONINA: aminoácido que mantiene la salud del hígado. Un factor anti-estrés, calma los nervios, previene el envejecimiento, ayuda a eliminar metales pesados. (López, 2013)

FENILALANINA: Requerido por la glándula tiroides para la producción de tiroxina que estimula la tasa metabólica, mejora la memoria. (López, 2013)

TREONINA: Mejora la competencia intestinal y la asimilación digestiva. (López, 2013)

TRIPTOFANO: Mejora la salud de los nervios y la estabilidad de las emociones. Promueve la sensación de calma, alivia la migraña. (López, 2013)

VALINA: Estimula la capacidad mental, mejora la resistencia muscular y regenera los tejidos musculares. (López, 2013)

- Estos son los aminoácidos no esenciales

ALANINA: Fortalece las paredes celulares. (López, 2013)

ARGININA: Importante para la salud sexual masculina como líquido seminal es el 80 por ciento de arginina. También ayuda a desintoxicar la sangre. (López, 2013)

ASPÁRTICO: Aumenta la resistencia al cansancio, al estrés, protege el hígado. (López, 2013)

CISTINA: Ayuda a la salud pancreática, que estabiliza el azúcar en la sangre y el metabolismo de los hidratos de carbono. Se ha utilizado para aliviar algunos síntomas de la alergia a los alimentos y la intolerancia. (López, 2013)

ÁCIDO GLUTÁMICO: Uno de los principales combustibles para las células cerebrales. Se ha utilizado para reducir el ansia por el alcohol y estabilizar la salud mental. (López, 2013)

GLICINA: Retarda el desgaste muscular, ayuda a reparar tejidos dañados. (López, 2013)

HISTIDINA: fortalece el sistema nervioso y los órganos auditivos. Se ha utilizado para revertir algunos casos de sordera. (López, 2013)

PROLINA: Mejora la textura de la piel, fortalece las articulaciones. (López, 2013)

SERINA: Ayuda a formar la capa de grasa protectora que rodea las fibras nerviosas. (López, 2013)

TIROSINA: Retarda el envejecimiento de las células y suprime centros de hambre en el hipotálamo. Se puede sintetizar a partir de fenilalanina. Participa en la coloración adecuada del cabello y la piel, incluida la protección contra las quemaduras solares. (López, 2013)

Tabla 1*Aminoácidos de la Spirulina (Arthrospira maxima)*

Aminoácidos Esenciales (mg)	Por cada 100 g
Fenilalanina	2 750 mg
Isoleucina	3 500 mg
Leucina	5 380 mg
Lisina	2 960 mg
Metionina	1 170 mg
Triptófano	1 090 mg
Treonina	2 860 mg
Valina	3 940 mg
Aminoácidos No Esenciales (mg)	Por cada 100 g
Acido Aspártico	5 990 mg
Ácido Glutámico	9 130 mg
Alanina	4 590 mg
Arginina	4 310 mg
Cistina	590 mg
Glicina	3 130 mg
Histidina	1 000 mg
Prolina	2 830 mg
Tirosina	2 500 mg
Serina	2 760 mg

Nota: (Gutiérrez, 2015)

2.2.1.6. Beneficios de la Spirulina (*Arthrospira maxima*)

- Puede ayudar a adelgazar: Este alimento es bajo en grasas saturadas y en calorías, por lo que se convierte en una opción perfecta para aquellas personas que siguen algún régimen hipocalórico para adelgazar. También se tiene que la Spirulina puede regular el metabolismo y reducir el apetito de forma natural, sin recurrir a ningún químico de dudosa procedencia para el mismo fin. (Pharmacius, 2023)
- Colesterol: La Spirulina es reconocida por ayudar a reducir los niveles de colesterol "malo" y triglicéridos en sangre. Los investigadores coinciden en que los beneficios de la Spirulina sobre el perfil lipídico se deben a su rica composición en antioxidantes, especialmente ficocianina (su principal componente activo). (Vicente, 2019)

2.2.1.7. Efectos de la Spirulina (*Arthrospira maxima*) en las personas con buena salud

- Deportistas

Por su contenido de proteínas y minerales ayuda en la elaboración de la estructura muscular, también aumenta la hemoglobina en la sangre con lo que conseguimos una mayor resistencia para los deportistas. Por su alto contenido de hierro facilita la oxigenación de los tejidos con esto se evita los calambres este es el secreto de los atletas de china y cuba ya que las recuperaciones son más rápidas. (Vital Sport, 2023)

- Vegetarianos

La Spirulina mejora el metabolismo de las personas vegetarianas ya que contiene vitamina B12, hierro y otros aminoácidos los cuales no se encuentra en todas las plantas pero lo podemos encontrar en los pescados. (Arias, 2023)

- Personas con estrés

La Spirulina (*Arthrospira maxima*) es recomendada para personas que sufren de cansancio físico ya que contiene todos los nutrientes que mejora el sistema inmunológico por lo que les da más vitalidad. (Vital Sport, 2023)

- Embarazadas y periodo de lactancia

En la etapa del embarazo las mujeres pierden muchos nutrientes por esa razón es recomendable consumir Spirulina para que obtengan todos los nutrientes necesarios que necesita él bebe. (Organix Perú, 2017)

- Personas mayores

Muchas personas en edad avanzada no sintetizan la vitamina F esta vitamina ayuda a la producción de prostaglandinas la cual protege contra la trombosis, la hipertensión arterial y la arteriosclerosis por esta razón es necesario tomar Spirulina ya que contiene un alto contenido en vitamina F Además la Spirulina contiene antioxidantes que ayuda a mantener el buen estado de los órganos y tejidos del cuerpo. (Serna Spirulina, 2023)

- Personas que están a dieta

Si la Spirulina (*Arthrospira maxima*) es tomada media hora antes de la comida ayuda a reducir el apetito por su contenido en fenilalanina disminuyendo el apetito a nivel cerebral, Además esta alga es rica en vitaminas y minerales que ayuda a mantener un buen estado. La Spirulina contiene proteínas que permite adelgazar manteniendo la musculatura del cuerpo al perder grasa no musculo. (Palmero, 2022)

- Personas con problemas de riñones

La Spirulina (*Arthrospira maxima*) ayuda a eliminar metales pesados por la contaminación ambiental a la que estamos expuestos diariamente además suaviza los efectos secundarios producidos por algunos fármacos. (Naranjo, 2013)

Tabla 2

Información nutricional de la Spirulina (Arthrospira maxima)

	100g
Energía (kcal)	380
Proteínas (g)	65
Grasa total (g)	6
Grasa saturada (g)	0
Ácidos grasos trans (g)	0
Grasa monoinsaturada (g)	0
Grasa poliinsaturada (g)	6
Ácidos grasos esenciales (g)	1,8
Ácido gammalinoléico (mg)	1 000
Ácido alfa linoléico (mg)	800
Colesterol (mg)	0
Hidratos de carbono disponible (g)	16,4
Sodio (mg)	900
Potasio (mg)	1 400
Zinc (mg)	3
Hierro (mg)	150
Magnesio (mg)	400
Fósforo (mg)	51 905

Calcio (mg)	1 000
Betacaroteno (mg)	201
Vitamina E (Alfa- tocoferol) (mg)	10
Vit. B1/ Tiamina (mg)	3,5
Vit. B2/ Rivoftamina (mg)	4
Vit. B3/ Niacina (mg)	14
Vit. B5/ Ácido pantoténico (mg)	0,1
Vit. B6/ Piridoxina (mg)	0,8
Vit. B12/ Cianocobalamina (mg)	
Inositol (mg)	64
Ficcocianina (mg)	15
Clorofila (mg)	1,1
Carotenos (mg)	0,37

Nota: (Agroensancho S.R.L.)

2.2.1.8. Como tomar la Spirulina

La dosis recomendada de spirulina varía entre 1 a 8 gramos por día (1 000 mg a 8 000 mg/día), dependiendo de cuál sea el objetivo por el cual se quiera tomar, estas son:

- Para bajar de peso: 2 a 3 g por día.
- Ayudar a controlar el colesterol: 1 a 8 g por día.
- Mejorar el performance muscular: 2 a 7,5 g por día.
- Para el tratamiento de la grasa en el hígado y ayuda a controlar la presión arterial: 5 g por día. (Karla Leal, 2023)

2.2.2. Pan integral

El pan integral elaborado con verdadera harina integral aporta importantes vitaminas y minerales, ya que se emplea harina producida a partir del grano de cereal completo, a excepción de la cubierta más externa. Este pan aporta más fibra que el blanco, pero similar cantidad del resto de nutrientes. (El Tiempo, 2004)

Se denomina integral al pan que posee una gran cantidad de fibra dietética. Algunos panes considerados de elaboración tradicional son denominados integrales. (Benjavaleto, 2018)

Tabla 3

Principales Nutrientes del Pan Integral (100g).

NUTRIENTE	CANTIDAD	NUTRIENTE	CANTIDAD
Ácido fitico	0,33 g	Fosfocolina	23,90 mg
Grasas saturadas	0,54 g	Grasas monoinsaturadas	0,41 g
Adenina	0 mg	Grasas poliinsaturados	1,16 g
Agua	44,60 g	Guanina	0 mg
Alcohol	0 g	Licopeno	0 ug
Cafeína	0 mg	Grasa	2,90 g
Calorías	221 kcal	Luteína	75 ug
Carbohidratos	38 g	Proteínas	7,02 g
Colesterol	0 mg	Purinas	0 mg

Fibra insoluble	5,90 g	Quercetina	0mg
Fibra soluble	1,55 g	Teobromina	0 mg
Fibra	7,50 g	Zeaxantina	0 ug

Nota: (Alimentos, 2019)

- **Proteínas**

La cantidad de proteínas del pan integral, es de 7,02 g por cada 100 gramos. Las proteínas que tiene el pan integral, se usan en nuestro organismo para crear nuevas proteínas, responsables de construir tejidos, como los de nuestra masa muscular, y regular los fluidos del organismo entre otras funciones. (Alimentos, 2019)

Nuestro cuerpo usa las proteínas del pan integral para construir los tejidos que forman nuestros músculos. Estas proteínas también son útiles y necesarias para mantener nuestros músculos ya que sin un aporte adecuado de proteínas, como las que proporciona el consumo de pan integral, nuestra masa muscular se debilitaría y reduciría paulatinamente. (Alimentos, 2019)

Las proteínas del pan integral se descomponen en aminoácidos en nuestro organismo para su asimilación. Las proteínas que el cuerpo sintetiza, además de ser útiles para la creación de nueva masa muscular, también intervienen en funciones fisiológicas sin las cuales, nuestro organismo no podría subsistir. (Alimentos, 2019)

- **Calorías**

La cantidad de calorías del pan integral, es de 221 kcal por cada 100 gramos. El aporte energético de 100 gramos de pan integral es aproximadamente un 8% de la cantidad diaria recomendada de calorías

que necesita un adulto de mediana edad y de estatura media que realice una actividad física moderada. (Alimentos, 2019)

Nuestro cuerpo usa las calorías del pan integral como fuente de energía para realizar cualquier actividad física como correr o hacer deporte. Sin calorías como las que proporciona el pan integral, no tendríamos energía pero es importante tener en cuenta que un exceso de calorías puede producir sobrepeso. (Alimentos, 2019)

- Aminoácidos

El principal aminoácido se encuentra en la harina de trigo integral es la lisina (aminoácido escaso en las proteínas vegetales) y en otros aminoácidos esenciales (arginina, metionina, treonina y valina). (Zona Sin, 2020)

2.2.2.1. Beneficios del Pan Integral

- Combate el estreñimiento

El estreñimiento es la dificultad para evacuar, por culpa del endurecimiento de las heces. El pan integral es rico en fibra que, como todo el mundo sabe, mejora el estreñimiento ayudando en la regulación intestinal. (Mundopán, 2015)

- Controla el peso

El pan integral tiene casi el mismo número de calorías que el pan blanco, pero tres veces más fibra. La fibra del pan integral produce un efecto de saciedad (se necesita masticar más y eso “engaña” al cerebro haciéndole creer que estás más lleno), por lo que ayuda a comer menos y mantener la obesidad. (Mundopán, 2015)

- Reduce el riesgo de cáncer

Las propiedades anticancerígenas del pan integral son especialmente ciertas para el cáncer de colon y el de recto, ya que las sustancias cancerígenas en el intestino se expulsan junto con las heces. (Mundopán, 2015)

- Fortalece la inmunidad

Nuestro sistema inmune también aprecia el consumo de pan integral, ya que sus nutrientes fortalecen las defensas naturales de nuestro organismo. (Mundopán, 2015)

- Protege tu corazón

La fibra reduce los niveles del llamado colesterol malo (LDL) y aumenta los del colesterol bueno (HDL). El pan integral en la dieta ha demostrado reducir de forma significativa el riesgo de hipertensión y también disminuye las posibilidades de sufrir insuficiencia cardíaca. (Mundopán, 2015)

- Es bueno para la diabetes

En diabéticos, el pan integral ayuda a mantener los niveles de glucosa en límites aceptables y reduce la demanda de insulina. Esto se explica por las propiedades de la fibra para reducir la velocidad con la que se absorbe la glucosa. (Mundopán, 2015)

Además de todas estas propiedades, el pan integral aporta multitud de vitaminas y minerales esenciales para nuestra salud. La OMS recomienda consumir entre 25 y 30 gramos de fibra al día. Un consumo inferior a esta cantidad puede causar estreñimiento, hinchazón, molestias digestivas o cansancio. (Mundopán, 2015)

Los expertos coinciden en que es muy recomendable introducir alimentos integrales ya desde muy pequeños. (Mundopán, 2015)

2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

- Spirulina: Se obtiene a partir del género *Arthrospira*, concretamente de las dos especies *Arthrospira platensis* y *Arthrospira maxima*. Ambos géneros son cianobacterias, una clase de organismos unicelulares que era anteriormente conocido como "algas azules". En un principio estaban incluidas en el género *Spirulina* y es este nombre el que sigue usándose para designar el suplemento nutricional. (Wikipedia, 2019)
- Harina de trigo: Harina de trigo es un polvo hecho de la molienda del trigo y que se emplea para consumo humano. La harina de trigo es la que más se produce de entre todas las harinas. La harina de trigo es el principal ingrediente para la elaboración de pan, sus componentes son: almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %), además de polisacáridos no del almidón (2 - 3%) particularmente arabinoxilanos y lípidos (2%). (Hasley, 2019)
- Aminoácidos esenciales: Los aminoácidos esenciales son componentes proteicos necesarios para el correcto funcionamiento del organismo que se deben tomar necesariamente con la dieta. Los aminoácidos esenciales son aquellos que el propio organismo no puede sintetizar por sí mismo. Cuando un alimento contiene proteínas con todos los aminoácidos esenciales, se dice que son de alta o de buena calidad. (Wikipedia, 2019)
- Aminoácidos no esenciales: Se llama aminoácidos no esenciales a todos aminoácidos que el cuerpo los puede sintetizar, y que no necesita hacer la ingesta directa en una dieta. (SeroBot, 2019)
- Pan Integral: Es rico en hidratos de carbono complejos (almidón), fuente de fibra, bajo contenido graso (1 g por 100 g) y aporta proteínas procedentes del grano de trigo, vitaminas y minerales. En

el trigo, la proteína más representativa es el gluten, que confiere a la harina la característica de poder ser panificable. Es fuente de vitaminas del grupo B (tiamina y niacina) y de elementos minerales (selenio, fósforo, hierro, magnesio y zinc). (Baker, 2022)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación, se realizó en las siguientes instalaciones:

- Laboratorio de Análisis de Sensorial (Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera)
- Laboratorio de Tecnología Pesquera (Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera)
- Laboratorio de Microbiología (Escuela Profesional de Biología y Microbiología)

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicativo, porque está orientado a conocer los cambios que causara la variable independiente sobre la variable dependiente.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según Sampieri el diseño experimental es la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y el efecto que provoca.

El diseño de investigación de este trabajo de tesis será experimental ya que se realizará diferentes experimentaciones en relación con el porcentaje de la Spirulina (*Arthrospira maxima*).

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. Variable Dependiente

- Pan integral Enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*).

3.4.2. Variable Independiente

- Utilización de la Spirulina (*Arthrospira maxima*).

3.4.3. Variable Independiente: Indicadores

- Diferentes concentraciones de Spirulina en los tratamientos dados; Tratamiento 0 (0%), Tratamiento 1 (0,84%), Tratamiento 2 (1,4%), Tratamiento 3 (1,96%), Tratamiento 4 (2,24%).

3.4.4. Variable Dependiente: Indicadores

- Composición química
- Análisis microbiológicos
- Aceptabilidad del producto

3.4.5. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Método
V. Dependiente Pan integral Enriquecido con Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>).	Es un pan integral enriquecido con Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>) en el que incrementará el valor nutricional del producto.	Análisis químico proximal	*%Humedad *%Proteína *%Cenizas *%Carbohidratos (por diferencia) *%Grasa	Métodos A.O.A.C
		Análisis microbiológicos	*Recuento de Mohos y levaduras (U.F.C) *Enumeración de E. coli (U.F.C) *Enumeración de S. aureus (U.F.C.) *Enumeración de C. perfringens (U.F.C.) *Investigación de Salmonella sp.	Según la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem X.7: Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto del 2008.
		Aceptabilidad del producto	*Ficha de evaluación sensorial test de ranking. *Ficha de aceptabilidad	Encuesta a panel semi-entrenados
V. Independiente Utilización de la Spirulina.	Considerada un superalimento por su gran contenido en proteínas, vitaminas, minerales y aminoácidos; también por los beneficios que aporta a la salud.	*Tratamiento 0 *Tratamiento 1 *Tratamiento 2 *Tratamiento 3 *Tratamiento 4	*Concentraciones de Spirulina: 0% adición de Spirulina 0,84% adición de Spirulina 1,4% adición de Spirulina 1,96% adición de Spirulina 2,24% adición de Spirulina	Método experimental

Nota: elaboración propia

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población:

La población en este estudio será de 300 panes integrales enriquecidos con Spirulina (*Arthrospira maxima*) para consumo humano.

3.5.2. Muestra:

La obtención del tamaño de la muestra es seleccionada utilizando el muestreo para una población finita y estimado de acuerdo a la fórmula respectiva, El tamaño de muestra se determinó con la siguiente fórmula:

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{Npq}{B^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 pq}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

Z: Valor correspondiente a la distribución de Gauss 1,96 para $\alpha = 0,05$. Si el nivel de confianza es del 95%, $\alpha = 0,05$

B: Error que se espera cometer.

q: 1-p

p: Proporción esperada del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse, aplicar la opción más desfavorable ($p=0,5$), que hace mayor el tamaño muestral.

N: Tamaño total de la población: es de 300 panes integrales enriquecidos con Spirulina (*Arthrospira maxima*) para consumo humano.

$$\eta = 1,96^2 \frac{300 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{0,05^2 \times (300 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}$$

$$\eta = 169,38 = 170$$

La muestra será de 170 panes integrales enriquecidos con Spirulina (*Arthrospira maxima*) que serán divididos en los 5 tratamientos que se realizaron.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS

3.6.1. Composición química proximal de la Spirulina (*Arthrospira maxima*)

- Humedad: Mediante el método de estufa basado en la pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta peso constante, recomendado por NTP 205.037:1975.
- Grasa: Por el método soxhlet utilizando hexano como solvente mediante el método recomendado por AOAC (1984).
- Proteína total: Según el método kjeldahl, a fin de conocer la cantidad total de nitrógeno de la muestra, mediante el método recomendado por AOAC (2016).
- Cenizas: Por incineración del material orgánico a 600 °C en mufla, método recomendado por la AOAC (2016).
- Carbohidratos: Se obtuvo por diferencia después de haber completado los análisis de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza.

3.6.2. Caracterización del pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) para consumo humano.

3.6.2.1. Composición química

Grasa. Por el método soxhlet utilizando hexano como solvente mediante el método recomendado por AOAC (2017).

Proteína total. Según el método kjeldahl, a fin de conocer la cantidad total de nitrógeno de la muestra, método recomendado por la AOAC (2017).

Cenizas. Por incineración del material orgánico a 600 °C en mufla, método recomendado por la AOAC (2017).

Carbohidratos. Por diferencia después de haber completado los análisis de humedad, proteína, grasa y ceniza.

3.6.2.2. Características Sensoriales

- Color de miga: casi verde, verde claro, verde oscuro.
- Color de corteza: verde uniforme y brillante o verde mate, estará exenta de manchas.
- Olor: agradable y suave, exento de rancidez o de cualquier otro olor anormal
- Sabor: agradable característico, ni agrio ni amargo.
- Textura de corteza: será más o menos finos y no excesivamente dura, debiendo quebrarse y crujir ligeramente al hacer presión sobre la piel.
- Textura de miga: será suave al tacto y tendrá una textura de alveolos finos y gruesos, de paredes delgadas, distribuidos regularmente.

3.6.2.3. Análisis Sensorial

- Test de Ranking.

Consiste en presentar varias muestras a los panelistas, donde ellos indicaran el orden según su preferencia.

Para determinar el nivel óptimo de sustitución de Spirulina, se realizó el test de ranking, en el cual participaron panelistas semi-entrenados, que recibieron las 5 muestras: pan integral elaborado con 0%; 0,84%; 1,4%; 1,96%; 2,24%.(ver anexo 2)

- Prueba de aceptabilidad.

Determina las expectativas de aceptabilidad de un producto por el mercado consumidor. Se aplica a productos nuevos, elaborando una escala hedónica.

Para determinar el grado de aceptabilidad de producto final por parte del consumidor, se procedió a que degusten el pan ganador; los cuales emitieron su juicio en base a la siguiente ficha de prueba de aceptabilidad. (Ver anexo 3)

3.6.2.4. Análisis de Datos

Se aplicó la prueba de Friedman en los 5 tratamientos: T_0 , T_1 , T_2 , T_3 , T_4 ; para ver si las formulaciones planteadas tiene diferencia significativa. De existir diferencias significativas se determinó a través del ordenamiento mediante rango promedio.

3.7. EQUIPOS, INSTRUMENTOS, MATERIALES Y REACTIVOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. Materia Prima

La materia prima que se utilizo es la Spirulina

3.7.2. Insumos

- ✚ Spirulina
- ✚ Harina de trigo
- ✚ Salvado de trigo
- ✚ Agua
- ✚ Levadura
- ✚ Sal

3.7.3. Materiales

- ✚ 3 bandeja de aluminio de 500g
- ✚ 5 bol de acero inoxidable cap. 1000g
- ✚ 1 mesa

- ✚ Papel film 15mx30cm
- ✚ 5 bandejas de plástico 1000g
- ✚ Paños absorbentes marca pulex

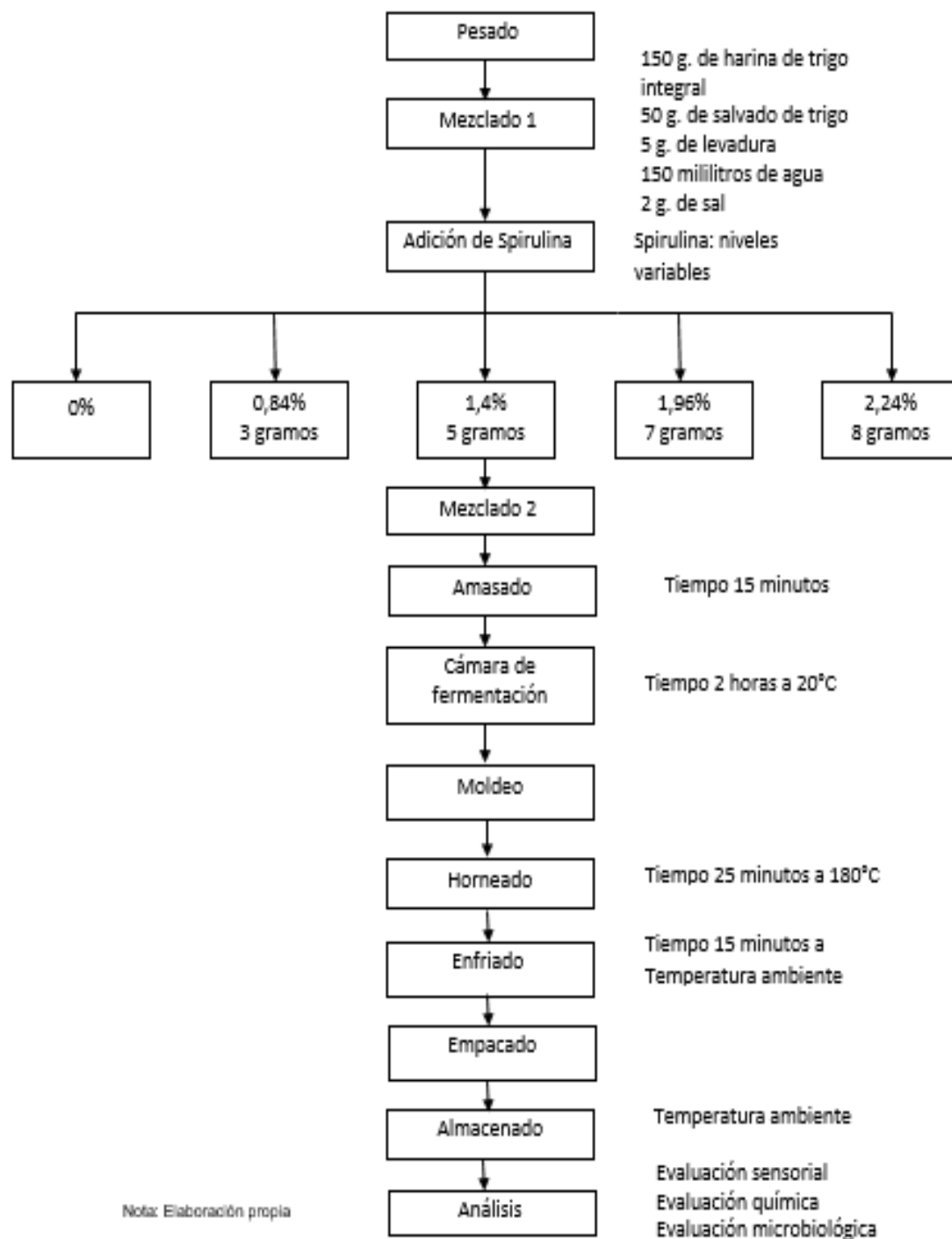
3.7.4. Equipos e instrumentos

- ✚ Horno marca premier T° -10 +300°C
- ✚ Balanza analítica marca Teraoka capacidad 10 kg
- ✚ Estufa eléctrica marca Memmert capacidad 100°C
- ✚ Equipo soxhlet marca Kessel
- ✚ Mufla marca Thermolyne capacidad 1600°C
- ✚ Balanza digital marca Electronic capacidad 10000 g
- ✚ Placa Petri de vidrio
- ✚ Vasos precipitados de 100 ml
- ✚ Balón de 250 ml y 500 ml
- ✚ Matraz de 250 ml
- ✚ Bagueta
- ✚ Espátula
- ✚ Crisol

3.8. MÉTODO EXPERIMENTAL

Figura 2

Diagrama de flujo para la obtención de pan Integral enriquecido



Nota: Elaboración propia

3.8.1. Descripción del proceso para la obtención de pan integral enriquecido con Spirulina

a) PESADO

De acuerdo al diagrama, pesamos todos los insumos que vamos a utilizar la harina de trigo integral 150 gramos, 50 gramos de salvado de trigo, 5 gramos de levadura, 150 mililitros de agua y 2 gramos de sal. Para un molde.

Figura 3

Pesado de harina integral



Figura 4

Pesado de salvado de trigo

**Figura 5**

Pesado de levadura



Figura 6

Pesado del agua

**Figura 7**

Pesado de la sal



b) MEZCLADO 1

En un recipiente colocamos la harina de trigo, el salvado de trigo, la levadura y la cucharada de sal.

Figura 8

Mezclado 1

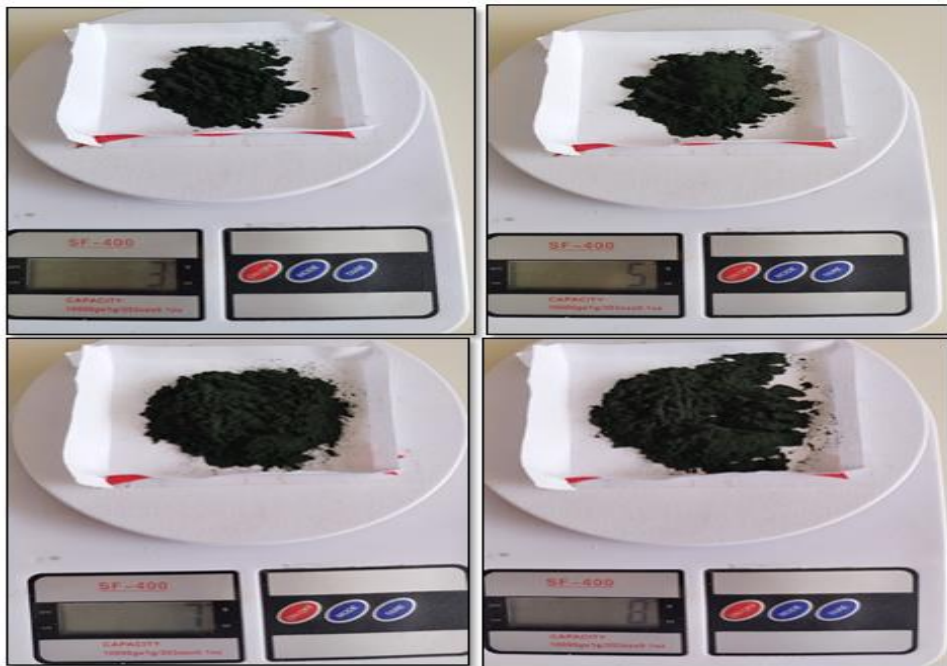


c) ADICIÓN DE SPIRULINA

Colocamos las proporciones tratamiento 0= 0%, tratamiento 1= 0,84%, tratamiento 2=1,4%, tratamiento 3=1,96% y tratamiento 4=2,24% de Spirulina. Que serían 0,84% le corresponde 3 gramos de Spirulina, para 1,4% le corresponde 5 gramos de Spirulina, para 1,96% le corresponde 7 gramos de Spirulina y para 2,24% le corresponde 8 gramos de Spirulina.

Figura 9

Pesado de Spirulina (Arthrospira maxima)

**Figura 10**

Adición de la Spirulina (Arthrospira maxima)



d) MEZCLADO 2

Añadimos el agua poco a poco, mezclamos todos los insumos hasta obtener una muestra homogénea.

Figura 11

Adición del agua



Figura 12

Mezclado 2



e) AMASADO

Amasamos la mezcla durante 15 minutos, en un área limpia para no contaminar nuestra masa.

Figura 13

Amasado



f) CÁMARA DE FERMENTACIÓN

Lo dejamos en la cámara de fermentación durante 2 horas a una temperatura de 20°C con un paño húmedo encima, para que la levadura reaccione y haga hinchar la masa.

Figura 14

Tapado con paño húmedo



Figura 15

Masa hinchada

**g) MOLDEO**

En nuestra mesa de trabajo lo moldeamos en forma circular y lo colocamos en el molde.

Figura 16

Pesado y Moldeo



h) HORNEADO

Pasado el tiempo pre calentamos el horno durante 10 minutos a 180°C. Colocamos la masa en el horno lo dejamos durante 25 minutos, pasado el tiempo se baja la temperatura a 150°C por unos 15 minutos más.

Figura 17

Horneado



i) ENFRIADO

Dejar enfriar 15 minutos a temperatura ambiente.

Figura 18

Enfriado



j) EMPACADO

Para el producto final lo empacamos de 7 petipanes con un peso de 45-47 gramos. Para una mejor presentación del producto.

Figura 19

Empacado del producto final



3.8.2. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Spirulina %
T_0	0%
T_1	0,84%
T_2	1,4%
T_3	1,96%
T_4	2,24%

Formulación / Insumos	T_0		T_1		T_2		T_3		T_4	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Harina de trigo integral	150	42	147	41,20	145	40,61	143	40,05	142	39,77
Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>)	0	0	3	0,84	5	1,4	7	1,96	8	2,24
Salvado de trigo	50	14	50	14	50	14	50	14	50	14
Levadura	5	1,4	5	1,4	5	1,4	5	1,4	5	1,4
Agua	150	42	150	42	150	42	150	42	150	42
Sal	2	0,60	2	0,60	2	0,60	2	0,60	2	0,60
Total	357	100	357	100	357	100	357	100	357	100

En la formulación se observa los 5 tratamientos [*Leyenda = Harina de trigo integral % : Spirulina (Arthrospira maxima)%*] el cual consta de $T_0= 42\%: 0\%$; $T_1= 41,20: 0,84$; $T_2= 40,61\%: 1,4\%$; $T_3= 40,5\%: 1,96$; $T_4= 39,77\%: 2,24\%$. El salvado de trigo, la levadura, el agua y la sal permanecerán constantes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. DURANTE EL PROCESO

Se realizó el experimento utilizando 5 tratamientos, las muestras fueron evaluadas sensorialmente por 30 panelistas semi-entrenados aplicando el test de Ranking (Ver Anexo 2), seguidamente se analizaron los resultados mediante la prueba de Friedman.

Tabla 4

Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función a la apariencia

Juez	T0	T1	T2	T3	T4
1	3	1	2	2	1
2	3	2	2	2	2
3	2	1	3	1	1
4	3	2	2	2	2
5	1	2	3	2	3
6	3	2	2	2	2
7	1	2	2	2	2
8	3	2	3	2	2
9	1	2	2	2	3
10	3	3	2	2	1
11	2	2	2	2	2
12	2	1	3	1	2
13	2	3	3	1	2
14	3	3	3	2	3
15	2	3	2	2	2
16	3	3	2	2	2
17	3	2	2	1	1
18	2	2	2	2	2
19	1	3	3	2	2
20	3	3	2	2	1
21	2	1	2	2	1
22	3	2	3	3	3
23	2	1	2	2	2

24	1	1	2	2	2
25	2	2	2	2	1
26	3	3	2	2	3
27	2	2	2	2	3
28	2	1	1	2	1
29	1	3	2	2	2
30	2	1	3	3	2
TOTAL	66	61	51	69	58

La tabla 4 indica los resultados de la apariencia en los cinco tratamientos realizados. Posteriormente se realizó la prueba de Friedman para saber si hay diferencia significativa entre los cinco tratamientos.

Tabla 5

Prueba de Friedman para la apariencia de los cinco tratamientos

N	30
Chi-cuadrado	8,810
Gl (grados de libertad)	4
Sig. asintótica	0,066

Analizando la tabla 5, se puede apreciar que la significancia encontrada de P valor es (0,066), lo cual es mayor que la significancia establecida para el experimento (0,05) por lo tanto, da a entender que no existe evidencia estadística para establecer que las tratamientos tienen efectos diferentes sobre el pan integral enriquecido.

Tabla 6*Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos*

Tratamientos	Códigos utilizados	Tamaño de muestra	Rango promedio
T_0	208	30	3,32
T_1	18	30	2,63
T_2	311	30	2,90
T_3	126	30	3,42
T_4	407	30	2,73

Como se observa en la tabla 6, se presenta cinco formulaciones con diferentes tratamientos (siendo el T_0 el Testigo), los mismos que fueron clasificados del menos agradable (1 punto) al más agradable (3 punto). Se seleccionó la formulación con el promedio más cercano al T_0 ; siendo el T_3 el de mayor aceptación con respecto a la apariencia.

Figura 20*Gráfico de barras de la apariencia en los diferentes tratamientos*

Nota: Datos de la tabla 6

Tabla 7

Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función al aroma

Juez	T0	T1	T2	T3	T4
1	2	1	2	2	2
2	3	2	2	2	2
3	3	2	2	3	2
4	2	2	2	2	3
5	3	2	2	2	3
6	2	2	2	3	1
7	3	3	2	2	2
8	2	2	3	2	2
9	3	3	3	3	3
10	2	1	2	2	1
11	2	2	2	2	1
12	2	2	2	1	2
13	2	2	2	1	2
14	2	2	3	2	2
15	2	2	3	2	2
16	2	3	2	2	2
17	2	2	2	2	2
18	2	2	2	2	2
19	3	2	2	2	3
20	2	1	1	2	2
21	2	1	2	1	2
22	2	3	2	2	3
23	2	2	2	2	2
24	2	1	2	2	2
25	2	1	2	1	2
26	2	3	2	3	3
27	1	2	2	2	2
28	2	2	2	2	1
29	2	2	2	2	2
30	3	3	1	2	1
TOTAL	66	60	62	60	61

Tabla 8*Prueba de Friedman para el aroma de los cinco tratamientos*

N	30
Chi-cuadrado	3,771
Gl (grados de libertad)	4
Sig. asintótica	0,438

Analizando la tabla 8, se puede apreciar que la significancia encontrada de P valor es (0,438), lo cual es mayor que la significancia establecida para el experimento (0,05) por lo tanto, da a entender que no existe evidencia estadística para establecer que las tratamientos tienen efectos diferentes sobre el pan integral enriquecido.

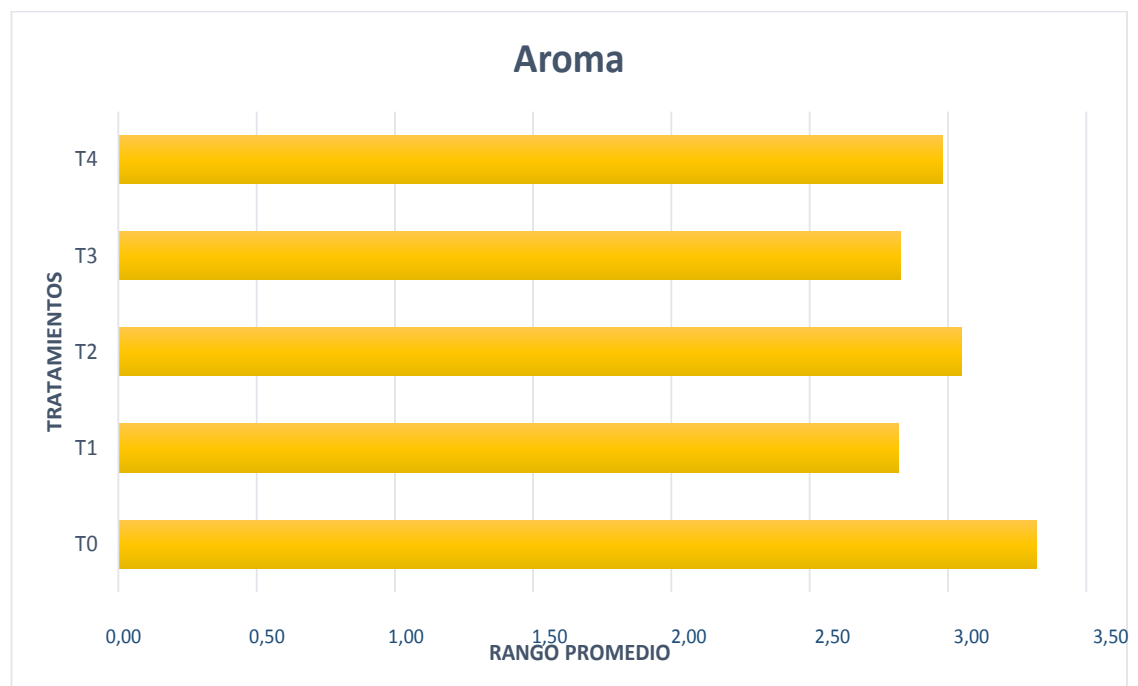
Tabla 9*Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos*

Tratamientos	Códigos utilizados	Tamaño de muestra	Rango promedio
T_0	208	30	3,32
T_1	18	30	2,82
T_2	311	30	3,05
T_3	126	30	2,83
T_4	407	30	2,98

Como se observa en la tabla 9, se presenta cinco formulaciones con diferentes tratamientos (siendo el T_0 el Testigo), los mismos que fueron clasificados del menos agradable (1 punto) al más agradable (3 punto). Se seleccionó la formulación con el promedio más cercano al T_0 ; siendo el T_2 el de mayor aceptación con respecto al aroma.

Figura 21

Gráfico de barras del aroma en los diferentes tratamientos



Nota: Datos de la Tabla 9

Tabla 10

Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función al color

Juez	T0	T1	T2	T3	T4
1	3	1	2	2	1
2	3	2	1	2	2
3	3	2	2	1	2
4	2	3	1	1	2
5	2	3	2	3	2
6	2	2	2	2	1
7	2	2	2	2	3
8	3	2	2	2	1
9	3	2	3	2	3
10	3	2	2	3	2

11	2	1	3	2	1
12	2	1	2	2	2
13	2	3	2	1	1
14	2	2	2	2	3
15	2	3	3	2	2
16	3	2	1	1	2
17	3	2	1	1	1
18	3	1	2	2	2
19	2	3	3	3	2
20	3	2	2	3	1
21	3	1	3	3	2
22	3	2	2	3	3
23	2	1	1	1	2
24	2	1	2	2	1
25	3	2	2	2	1
26	3	2	3	2	1
27	2	2	2	2	2
28	1	1	1	1	1
29	3	3	3	2	2
30	1	1	2	2	1
TOTAL	73	57	61	59	52

Tabla 11

Prueba de Friedman para el color de los cinco tratamientos

N	30
Chi-cuadrado	16,720
Gl (grados de libertad)	4
Sig. asintótica	0,002

Analizando la tabla 11, se puede apreciar que la significancia encontrada de P valor es (0,002), lo cual es menor que la significancia establecida para el experimento (0,05) por lo tanto, da a entender que existe evidencia estadística para establecer que las tratamientos tienen efectos diferentes sobre el pan integral enriquecido.

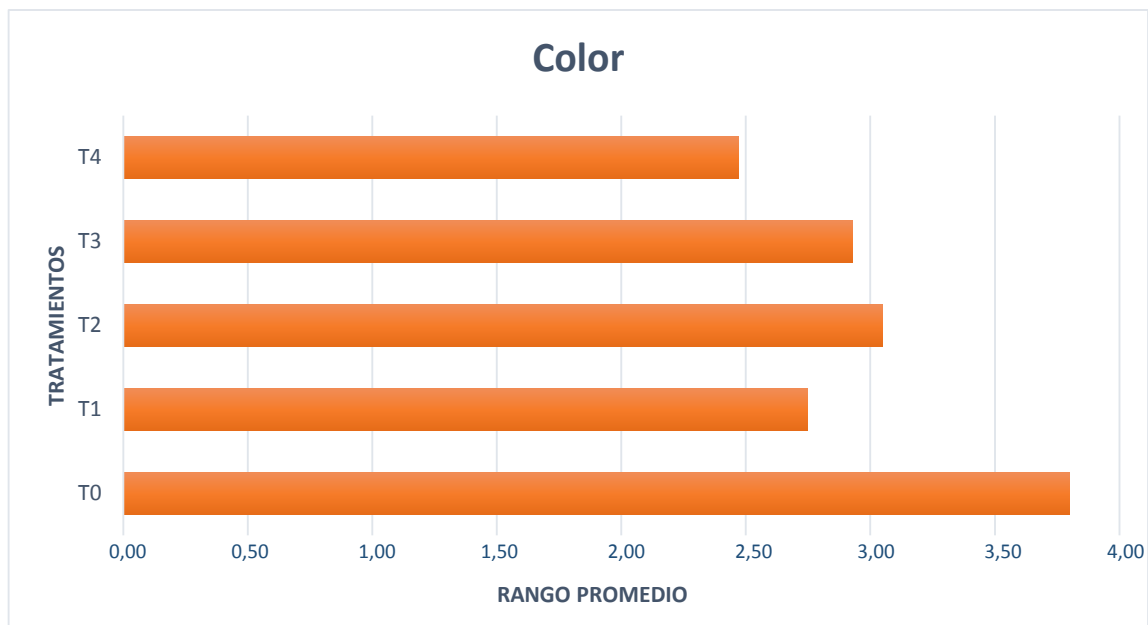
Tabla 12*Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos*

Tratamientos	Códigos utilizados	Tamaño de muestra	Rango promedio
T_0	208	30	3,80
T_1	18	30	2,75
T_2	311	30	3,05
T_3	126	30	2,93
T_4	407	30	2,47

Como se observa en la tabla 12, se presenta cinco formulaciones con diferentes tratamientos (siendo el T_0 el Testigo), los mismos que fueron clasificados del menos agradable (1 punto) al más agradable (3 punto). Siendo el T_2 el de mayor aceptación con respecto al color.

Figura 22

Gráfico de barras del color en los diferentes tratamientos



Nota: Datos de la Tabla 12

Tabla 13

Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función al sabor

Juez	T0	T1	T2	T3	T4
1	2	2	2	2	2
2	1	2	1	2	2
3	2	2	2	1	2
4	3	3	1	1	3
5	2	2	3	2	2
6	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2
8	2	2	2	1	2
9	2	2	2	2	2
10	2	1	2	2	1
11	3	2	3	2	1
12	2	3	2	2	2
13	2	3	1	1	2

14	3	2	3	2	2
15	2	2	2	2	1
16	2	2	1	2	1
17	1	3	1	1	1
18	2	1	3	3	2
19	3	2	3	2	2
20	2	1	2	2	1
21	2	1	2	2	3
22	2	3	2	1	2
23	2	2	2	2	2
24	2	2	2	1	1
25	2	1	2	2	1
26	2	1	2	2	2
27	2	1	1	1	2
28	2	2	2	1	2
29	2	3	2	1	1
30	1	2	2	2	1
TOTAL	61	59	59	51	52

Tabla 14

Prueba de Friedman para el sabor de los cinco tratamientos

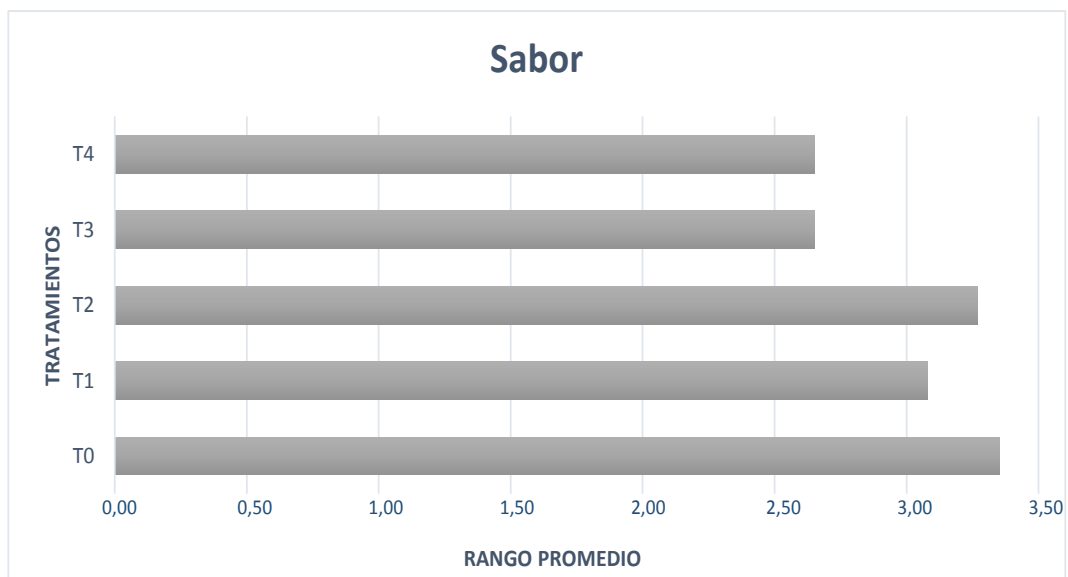
N	30
Chi-cuadrado	9,192
Gl (grados de libertad)	4
Sig. asintótica	0,056

Analizando la tabla 14, se puede apreciar que la significancia encontrada de P valor es (0,056), lo cual es mayor que la significancia establecida para el experimento (0,05) por lo tanto, da a entender que no existe evidencia estadística para establecer que los tratamientos tienen efectos diferentes sobre el pan integral enriquecido.

Tabla 15*Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos*

Tratamientos	Códigos utilizados	Tamaño de muestra	Rango promedio
T_0	208	30	3,35
T_1	18	30	3,08
T_2	311	30	3,27
T_3	126	30	2,65
T_4	407	30	2,65

Como se observa en la tabla 15, se presenta cinco formulaciones con diferentes tratamientos (siendo el T_0 el Testigo), los mismos que fueron clasificados del menos agradable (1 punto) al más agradable (3 punto). Se seleccionó la formulación con el promedio más cercano al T_0 ; siendo el T_2 el de mayor aceptación con respecto al sabor.

Figura 23*Gráfico de barras del sabor en los diferentes tratamientos*

Nota: Datos de la tabla 15

Tabla 16

Resultados del análisis sensorial de los tratamientos realizados en función a la textura

Juez	T0	T1	T2	T3	T4
1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2
3	2	2	2	2	1
4	3	3	2	2	2
5	3	2	3	2	3
6	2	2	2	2	1
7	3	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2
9	2	2	3	2	2
10	2	1	2	2	1
11	3	2	2	2	2
12	2	2	3	3	3
13	2	3	2	1	2
14	2	2	2	3	3
15	2	1	2	2	1
16	2	3	2	1	2
17	2	3	1	2	1
18	2	1	3	3	2
19	2	3	2	2	2
20	2	1	2	2	1
21	2	1	2	1	3
22	2	2	2	1	3
23	2	1	1	1	2
24	1	1	2	2	2
25	2	2	2	2	2
26	3	2	3	2	3
27	3	2	2	2	1
28	2	1	2	2	2
29	2	2	2	1	1
30	2	2	2	1	2
TOTAL	63	55	62	55	57

Tabla 17*Prueba de Friedman para la textura de los cinco tratamientos*

N	30
Chi-cuadrado	7,365
Gl (grados de libertad)	4
Sig. asintótica	0,118

Analizando la tabla 17, se puede apreciar que la significancia encontrada de P valor es (0,118), lo cual es mayor que la significancia establecida para el experimento (0,05) por lo tanto, da a entender que no existe evidencia estadística para establecer que los tratamientos tienen efectos diferentes sobre el pan integral enriquecido.

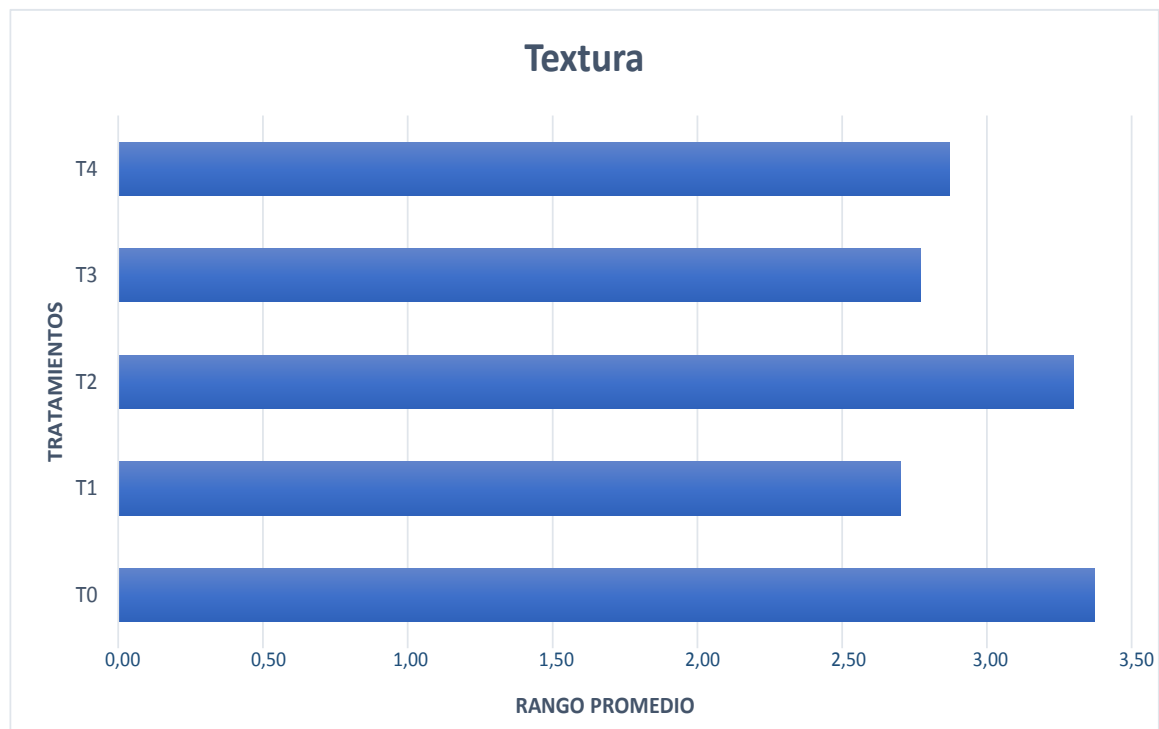
Tabla 18*Prueba de Friedman considerando cinco tratamientos*

Tratamientos	Códigos utilizados	Tamaño de muestra	Rango promedio
T_0	208	30	3,37
T_1	18	30	2,70
T_2	311	30	3,30
T_3	126	30	2,77
T_4	407	30	2,87

Como se observa en la tabla 18, se presenta cinco formulaciones con diferentes tratamientos (siendo el T_0 el Testigo), los mismos que fueron clasificados del menos agradable (1 punto) al más agradable (3 punto). Se seleccionó la formulación con el promedio más cercano al T_0 ; siendo el T_2 el de mayor aceptación con respecto a la textura.

Figura 24

Gráfico de barras de la textura en los diferentes tratamientos



Nota: Datos de la tabla 18

4.2. ANÁLISIS DEL PRODUCTO FINAL

Luego de realizar los experimentos y encontrar el mejor tratamiento, dicho producto fue evaluado por 30 panelista para su aceptabilidad (ver anexo 2).

Tabla 19*Resultados de la aceptabilidad del producto final*

Juez	Puntaje
1	8
2	8
3	7
4	7
5	7
6	7
7	7
8	8
9	7
10	6
11	6
12	6
13	6
14	8
15	8
16	8
17	8
18	7
19	6
20	5
21	4
22	8
23	8
24	9
25	9
26	8
27	8
28	8
29	8
30	8
Total	218
Media	7,266

Tabla 20

Resultado del análisis químico proximal al pan integral sin Spirulina (Arthrospira maxima)

Parámetros	Cantidad (%)
Humedad	38,56
Cenizas	1,85
Proteínas Totales	10,56
Lípidos Totales	0,30
Carbohidratos Totales	48,73

Tabla 21

Resultados del análisis químico proximal al pan integral con Spirulina (Arthrospira maxima)

Parámetros	Cantidad (%)
Humedad	40,10
Cenizas	1,64
Proteínas Totales	13,24
Lípidos Totales	0,37
Carbohidratos Totales	44,65

Tabla 22

Resultado del análisis microbiológico al pan integral enriquecido con Spirulina (Arthrospira maxima)

Análisis Microbiológico	Resultado	Requisito Microbiológico
Recuento de mohos y levaduras	<10 ¹ u.f.c./superficie muestreada (ausencia)	10 ³ ufc/g
Enumeración de E. coli	<10 ¹ u.f.c./superficie muestreada (ausencia)	20 ufc/g
Enumeración de S. aureus	<10 ¹ u.f.c./superficie muestreada (ausencia)	10 ² ufc/g
Enumeración de C. perfringens	<10 ¹ u.f.c./superficie muestreada (ausencia)	10 ² ufc/g
Investigación de Salmonella sp.	Ausencia en 25 gramos	Ausencia en 25 gramos

En la tabla 22, se muestran los resultados del análisis microbiológico al pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) donde se encuentra dentro de los límites permisibles según la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem X.7: Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto del 2008.

4.3. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Tabla 23

Costos de producción para la elaboración de pan integral enriquecido con Spirulina (Arthrospira maxima)

Ingredientes	Cantidad utilizada (Kg)	Costo x (Kg) (S/.)	Costo total (S/.)
Spirulina (Arthrospira maxima)	0,005	48	0,24
Harina de trigo integral	0,145	12,90	1,87
Salvado de trigo	0,05	5	0,25
Levadura	0,005	17,80	0,089
Agua	0,15	2,50	0,37
Sal	0,002	2,10	0,0042
TOTAL			2,823
Costos administrativos (10%)			0,282
Costos de Comercialización (20%)			0,564
IGV (19%)			0,536
Utilidad (20%)			0,564
TOTAL			4,769

En la tabla 23 se pueda apreciar que el costo por producción de 357 gramos que son 7 petipanes por bolsa es de S/.4,769.

DISCUSIÓN

Se realizó la evaluación sensorial al pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) donde se utilizó el Test de Ranking considerando cinco tratamientos que contenían diferentes concentraciones de Spirulina (*Arthrospira maxima*) siendo el T_0 el testigo. La prueba de Friedman para los cinco tratamientos reflejó un nivel de significancia ($P < 0,005$) en un solo atributo que es el color donde el T_2 obtuvo la mayor aceptación. Referente a los atributos que ha sido materia de evaluación: en cuanto a la apariencia el T_3 obtuvo la mayor aceptación con un promedio de 3,42. Sin embargo en cuanto al aroma el T_2 obtuvo la mayor aceptación con un promedio de 3,05. En el atributo en función al sabor el T_2 con un promedio de 3,27. Finalmente en la textura el T_2 obtuvo la mayor aceptación con un promedio de 3,30. Como se puede observar el T_2 ha obtenido mayor aceptación por los panelistas en cuanto los atributos apreciados.

Los valores del análisis proximal al pan integral son humedad 38,56%; cenizas 1,85%; proteínas totales 10,56%; lípidos totales 0,30% y carbohidratos totales 48,73. A comparación al pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) nos das humedad 40,10%; cenizas 1,64%; proteínas totales 13,24%; lípidos totales 0,37% y carbohidratos totales 44,65%. Las diferencias pueden deberse a la Spirulina.

El pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) tiene un total de 13,24% de proteínas lo cual es ligeramente superior al 6,7% reportado por Cornejo (2016).

En el trabajo reportado por Martínez (2020) que realizó Evaluación de un pan integral de harina de zapallo (*Cucurbita maxima*) y gandul (*Cajanus cajan*) en reemplazo parcial de la harina de trigo su producto final presento la siguiente composición química proximal: proteína (9,76%); lípidos (15,26%), carbohidratos (35,91%). En comparación con lo reportado en este trabajo los valores del análisis proximal al pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) son proteínas totales (10,56%); lípidos totales (0,30%), carbohidratos (44,65 %) siendo el pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*) un producto saludable y rico en proteínas.

Para la aceptabilidad se utilizó la ficha de aceptabilidad (Prueba de escala hedónica) la cartilla se presenta en el anexo 3, se contó con 30 panelistas. Los resultados analizados demostraron una aceptabilidad del 7,26 en total de 9 siendo bueno el producto. Dado que no se ha realizado un trabajo similar, se compara con trabajo que utilizó Spirulina para enriquecer algún producto así como; lo reportado por Haro (2018) que desarrollo una bebida vegetal con proteína de Spirulina teniendo buena aceptación por el público consumidor.

En el trabajo reportado Asero (2014) que realizó la obtención de la Spirulina en polvo por secado al vacío para el enriquecimiento de los productos alimenticios concluyo mayor aceptación de las mezclas de Spirulina con jugo y leche. Sin embargo la mezcla con la harina integral es una buena opción para el consumidor.

CONCLUSIONES

El mejor Tratamiento para el pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*), para consumo humano fue el Tratamiento 2 (T_2) siendo la formulación: 40,61% de harina integral; 1,4% de Spirulina (*Arthrospira maxima*); 14% de salvado de trigo; 1,4% de levadura; 42% de agua y 0,60% de sal.

Se determinó el análisis químico proximal obteniendo: humedad 40,10%; cenizas 1,64%; proteínas totales 13,24%; lípidos totales 0,37% y carbohidratos totales 44,65%. Los resultados del análisis microbiológico se encuentran dentro de los límites permisibles según como establece la norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem X.7: Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA, del 27 de agosto, 2008.

La aceptabilidad del pan integral enriquecido con Spirulina (*Arthrospira maxima*), para consumo humano; se determinó mediante un panel de degustación, en el cual la aceptabilidad fue buena con valor de 7,26 en total de 9.

RECOMENDACIONES

Se recomienda determinar el estudio de la vida útil del producto

Se recomienda realizar nuevos trabajos de investigación con harinas de centeno, avena, arroz, almendras, etc. Reemplazando la harina de trigo integral para obtener un pan integral libre de gluten.

Se recomienda en el producto final para disimular el color verdoso del pan darle una pincelada con yema de huevo antes de colocarlo al horno y le dé una coloración un poco amarillenta en la superficie y sea atractivo para la vista.

Se recomienda realizar una investigación de mercado para determinar si el producto analizado en este estudio puede fabricarse industrialmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, H. (2023). Obtenido de <https://www.hospitalaleman.org.ar/mujeres/anemia-tipos-causas-sintomas/#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20de%20la%20OMS,a%20trav%C3%A9s%20del%20per%C3%ADodo%20menstrual>.
- Algea-Lab.com. (2018). *Cultivo de algas vivas TBSSM-5, iniciador de cultivo de Spirulina Maxima*. Obtenido de Algea-Lab.com: <https://algae-lab.com/shop/living-algae/culture-starter/spirulina-maxima-live-algae-2/>
- Alimentos. (2019). Obtenido de <https://alimentos.org.es/aminoacidos-pan-integral>
- Alimentos. (2019). *Calorías del pan integral*. Obtenido de Alimentos: <https://alimentos.org.es/calorias-pan-molde-integral>
- Alimentos. (2019). *Proteínas del pan integral*. Obtenido de Alimentos: <https://alimentos.org.es/proteinas-pan-integral>
- Andina. (2018). *Minsa: Tacna es la región con más casos de personas con sobrepeso*. Obtenido de Andina : <https://andina.pe/agencia/noticia-minsa-tacna-es-region-mas-casos-personas-sobrepeso-755532.aspx>
- Arias, S. (2023). *MejorconSalud*. Obtenido de <https://mejorconsalud.as.com/beneficios-espirlulina-vegetarianos-veganos/>
- Asero, L. (2014). *Obtención de la espirulina en polvo por secado al vacío para el enriquecimiento nutricional de los productos alimenticios (Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador)*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2880>
- Baker, L. (2022). Obtenido de <https://leonthebaker.com/como-elegir-un-buen-pan-integral/#:~:text=El%20pan%20integral%2C%20tal%20como,de%20trigo%2C%20vitaminas%20y%20minerales>.
- BBC. (2017). *El impresionante aumento del sobrepeso y la obesidad en América Latina*. Obtenido de BBC mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-38693438>

- Benjavaleiro, O. (2018). *Pan Integral*. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Pan_integral&oldid=110209590
- ContagiadedeSalud*. (2010). Obtenido de <http://www.salutis.es/blog/algas.pdf>
- Cornejo, L. (2016). *Snack a base de harina de amaranto con el agregado de spirulina, libre de gluten. Valoración nutricional y sensorial (Tesis para la Licenciatura en Alimentación, Universidad Nacional de Córdoba)*. Obtenido de <https://docplayer.es/55744155-Snack-a-base-de-harina-de-amaranto-con-el-agregado-de-spirulina-libre-de-gluten-valoracion-nutricional-y-sensorial-alumnas-participantes.html>
- El Comercio, Tacna: obesidad en niños de la región casi triplica el promedio nacional*. (2018). Obtenido de ElComercio: <https://elcomercio.pe/peru/tacna/tacna-obesidad-ninos-region-triplica-promedio-nacional-noticia-567398>
- El Tiempo. (2004). *El pan un alimento indispensable*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1527374>
- Gómez, L., Barboza, J., Prado, M. y Cosser, C.(2019). *ESTADO NUTRICIONAL Y ANEMIA EN NIÑOS MENORES DE 3 y 5 años y gestantes atendidos en el establecimientos del ministeris de Salud-Sien*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/297/BOLETIN-2013set-oct-216-244.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutiérrez, G. (2015). *Nutricion Hospitalaria*. Obtenido de Aspectos nutricionales y toxicológicos de la Espirulina (Arthrospira): <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v32n1/06revision04.pdf>
- Haro, K. (2018). *Desarrollo de una bebida vegetal con proteína de espirulina (arthrospira platensis), apta para el público diabético ecuatoriano (Tesis de Maestria, Universidad de las Americas, Quito*. Repositori Institucional. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2795602>
- Hasley, M. (2019). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Harina_de_trigo&oldid=115312544

- Health, N. (2022). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Copper-DatosEnEspañol.pdf
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf
- Hernández, R. (2014). *Selección de la Muestra*.
- Interporc. (2020). Obtenido de <https://interporc.com/2020/07/05/selenio-micronutriente-para-inmunidad?cat=profesional-sanitario/noticias#:~:text=El%20selenio%20es%20primordial%20para,como%20en%20la%20funci%C3%B3n%20antioxidante>.
- Jimenez, A., Carvajal, L. (2016). *Enriquecimiento del pan de trigo (triticum vulgare) por sustitución parcial de harina de kiwicha (amaranthus caudatus) y su fortificación con acetato de calcio de la cáscara de huevo (Tesis de Grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac)*. Obtenido de <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/526>
- Karla, N. (2023). *Tua Saúde*. Obtenido de *Espirulina: para qué sirve, 15 beneficios y cómo tomar*: <https://www.tuasaude.com/es/espirlina/>
- KORU. (2015). Obtenido de <https://koruespirulina.com/la-espirlina-y-el-hierro-para-la-anemia/>
- López, E. (2013). *Superalimento para un mundo en crisis: Spirulina a bajo costo*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v31n1/art16.pdf>
- Martínez, A. (2020). *Evaluación de un pan integral de harina de zapallo (Cucurbita maxima) y gandul (Cajanus cajan) en reemplazo parcial de la harina de trigo (Tesis de Grado, Universidad Agraria del Ecuador)*. Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MARTINEZ%20RUIZ%20ANGEL%20EDUARDO.pdf>
- Mendoza, K. (2017). *Muffins de chocolate con relleno de mermelada de kiwi enriquecida con Spirulina (Arthrospira platensis)*, Tesis de Grado

- Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3164>
- Microgreen. (2019). *¿Es la espirulina segura para los niños?* Obtenido de Microgreen: <https://microgreenspirulina.com/es-la-espirulina-segura-para-los-ninos/>
- Mundopán. (2015). *LOS 5 BENEFICIOS DEL PAN INTEGRAL PARA TU SALUD*. Obtenido de Mundopán: <https://mundopan.es/beneficios-del-pan-integral-para-la-salud-propiedades/>
- Naranjo, O. (2013). *Estudio nutricional de la spirulina y su aplicación en la gastronomía en la ciudad de Quito(Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial)*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11826/1/53685_1.pdf
- NIH. (2019). Obtenido de <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Manganese-DatosEnEspañol/#:~:text=El%20manganeso%20es%20un%20mineral,mantener%20un%20sistema%20inmunitario%20sano.>
- Organix Perú. (2017). *Salud en el Embarazo*. Obtenido de Organix Perú: <https://organix.pe/blogs/noticias/beneficios-de-la-espirulina-durante-el-embarazo#:~:text=La%20Spirulina%20durante%20el%20embarazo%20es%20fuente%20de%20Hierro&text=La%20Spirulina%20tambi%C3%A9n%20es%20recomendable,alimentos%20que%20se%20consumen%20diariam>
- Palmero, M. (2022). *Cómo tomar espirulina para adelgazar entre otros beneficios de este superalimento*. Obtenido de TheObjective: <https://theobjective.com/lifestyle/2022-10-17/espirulina-adelgazar-como/>
- Pérez, E. (2023). *Segundo avance de la especie (Instituto Politécnico Nacional)*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/biologia-celular/arthrospira-maxima/13890351>
- Perú21. (2019). *Tacna es la región con más casos de personas con sobrepeso, según Minsa*. Obtenido de Perú21: https://peru21.pe/peru/tacna-region-casos-personas-sobrepeso-minsa-484494-noticia/#google_vignette

- Pharmacius. (2023). *Espirulina: qué es, para qué sirve y propiedades*. Obtenido de Pharmacius 2012: <https://www.pharmacius.com/blog/dietetica-y-nutricion/espirlina-que-es-para-que-sirve-y-propiedades/>
- Pinto, G. (2013). *Efecto de la Spirulina platensis en las úlceras gástricas inducidas por inmovilización en Rattus norvegicus variedad SpragueDawley (Tesis de Grado, Universidad Católica de Santa María)*. Repositoria Instuticional. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/3848/65.1464.FB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Plus, M. (2023). Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002416.htm#:~:text=Es%20necesario%20para%20que%20el,del%20olfato%20y%20del%20gusto.>
- Quintana, B. (2016). Obtenido de https://networkgear.mercadoshops.com.mx/MLM-795552413-alga-espirlina-organica-3-bolsas-con-500-tab-cu-spirulina-_JM
- Quintero, E. (2016). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/4/91.pdf>
- Redaccion. (2017). *El impresionante aumento del sobrepeso y la obesidad en America Latina*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-38693438>
- Santos, D. (2014). *Enriquecimiento de pan con harinas de Tef de diferentes variedades. Evaluación de su calidad física y sensorial (Tesis Máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos; Universidad de Valladolid Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias)*. Reporisotio Institucional. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6519>
- Serna Spirulina. (2023). *Espirulina y Tercera edad*. Obtenido de Serna Spirulina: <https://www.sernaspirulina.es/aplicaciones/espirlina-y-tercera-edad/#:~:text=Es%20un%20gran%20aliado%20que,vitaminas%20y%20antioxidantes%2C%20y%20adem%C3%A1s%2C>
- SeroBot. (2019). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Amino%C3%A1cido_no_esencial&oldid=114656365

- UTE, (s.f.). Obtenido de https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11826/1/53685_1.pdf
- Valentini, G. (2023). *El 25% de la humanidad tiene anemia, ¿estás en la lista?* Obtenido de Cultura Colectiva: <https://culturacolectiva.com/noticias/ciencia/oms-advierte-sobre-aumento-de-anemia-en-el-mundo/>
- Vicente, T. (2019). *¿Sirve la espirulina para bajar el colesterol?* Obtenido de Hola Doctor: <https://holadoctor.com/es/hierbas-y-suplementos-a-z/sirve-la-espirulina-para-bajar-el-colesterol>
- Vital Sport. (2023). *La Espirulina, El Complemento del Deportista*. Obtenido de Vital Sport : <https://pe.aptavs.com/articulos/espirulina-complemento-deportistas#:~:text=Beneficios%20de%20la%20espirulina%20para%20el%20deportista&text=Ayuda%20a%20tener%20m%C3%A1s%20energ%C3%ADa,que%20producen%20fatigas%20y%20agotamiento.>
- Vonshak, A. (1997). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.bashanfoundation.org/contributions/Vonshak-A/1997-.Vonshak-S.pdf
- Wikipedia. (2019). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Espirulina&oldid=117049764>
- Wikipedia. (2019). Obtenido de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Amino%C3%A1cido_eseencial&oldid=115662723
- Zona Sin. (2020). *Harina integral de trigo*. Obtenido de Bionsan: [https://www.zonasin.es/producto/harina-integral-de-trigo-sarraceno-eco-500-g-bionsan-a34046#:~:text=Alto%20contenido%20en%20prote%C3%ADnas%20\(entre,\(prevenci%C3%B3n%20de%20la%20anemia\).](https://www.zonasin.es/producto/harina-integral-de-trigo-sarraceno-eco-500-g-bionsan-a34046#:~:text=Alto%20contenido%20en%20prote%C3%ADnas%20(entre,(prevenci%C3%B3n%20de%20la%20anemia).)

ANEXOS

ANEXO 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Método
V. Dependiente Pan integral Enriquecido con Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>).	Es un pan integral enriquecido con Spirulina (<i>Arthrospira maxima</i>) en el que incrementará el valor nutricional del producto.	Análisis químico proximal	*%Humedad *%Proteína *%Cenizas *%Carbohidratos (por diferencia) *%Grasa	Métodos A.O.A.C
		Análisis microbiológicos	*Recuento de Mohos y levaduras (U.F.C) *Enumeración de E. coli (U.F.C) *Enumeración de S. aureus (U.F.C.) *Enumeración de C. perfringens (U.F.C.) *Investigación de Salmonella sp.	Según la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem X.7: Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto del 2008.
		Aceptabilidad del producto	*Ficha de evaluación sensorial test de ranking. *Ficha de aceptabilidad	Encuesta a panel semi-entrenados
V. Independiente Utilización de la Spirulina.	Considerada un superalimento por su gran contenido en proteínas, vitaminas, minerales y aminoácidos; también por los beneficios que aporta a la salud.	*Tratamiento 0 *Tratamiento 1 *Tratamiento 2 *Tratamiento 3 *Tratamiento 4	*Concentraciones de Spirulina: 0% adición de Spirulina 0,84% adición de Spirulina 1,4% adición de Spirulina 1,96% adición de Spirulina 2,24% adición de Spirulina	Método experimental

ANEXO 2*FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL
TEST DE RANKING*

Fecha:

Hora:

Pruebe y evalúe al pan integral enriquecido; de cada uno de las cinco muestras e indique el número, de acuerdo al siguiente puntaje:

- 3 punto Adecuado
- 2 puntos Regular
- 1 puntos Inadecuado

Código de la muestra	Apariencia	Aroma	Color	Sabor	Textura
T ₀					
T ₁					
T ₂					
T ₃					
T ₄					

Comentarios:

.....

Gracias

ANEXO 3*FICHA DE ACEPTABILIDAD**PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA*

Producto : Pan integral enriquecido

Fecha:

Hora:

Pruebe y evalúe la aceptabilidad general del producto e indique con una "X" su nivel de agrado, de acuerdo con la escala que se presenta a continuación:

- 9 Me gusta muchísimo
- 8 Me gusta mucho
- 7 Me gusta moderadamente
- 6 Me gusta poco
- 5 Ni me gusta ni me disgusta
- 4 Me disgusta
- 3 Me disgusta moderadamente
- 2 Me disgusta mucho
- 1 Me disgusta muchísimo

Comentarios:

.....

.....

.....

Gracias

ANEXO 4*Análisis proximal del pan integral*

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
 LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA




CERTIFICADO DE ANÁLISIS
ANÁLISIS PROXIMAL

SOLICITANTE : Frances Karolahy Ramírez Fitzcarrald
 Proyecto de Tesis "Elaboración de pan integral enriquecido con spirulina (*Arthospira maxima*), para consumo humano"
 MUESTRA: Pan integral sin spirulina
 FECHA DEL ANÁLISIS: 14 de marzo del 2024
 METODOLOGÍA : Según Normas de la AOAC 2017

PARÁMETROS	RESULTADOS
Humedad %	38,56
Cenizas %	1,85
Proteínas Totales%	10,56
Lípidos Totales %	0,30
Carbohidratos Totales %	48,73




 MSc. Leonardo Sheron Ramírez
 Jefe del Laboratorio

ANEXO 5

Análisis proximal al pan integral enriquecido con Spirulina (Arthrospira maxima)



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
 LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
ANÁLISIS PROXIMAL

SOLICITANTE : Frances Karolahy Ramírez Fitzcarrald
 Proyecto de Tesis “Elaboración de pan integral enriquecido con spirulina (*Arthrospira maxima*), para consumo humano”


MUESTRA: Pan integral con spirulina

FECHA DEL ANÁLISIS: 16 de marzo del 2024

METODOLOGÍA : Según Normas de la AOAC 2017

PARÁMETROS	RESULTADOS
Humedad %	40,10
Cenizas %	1,64
Proteínas Totales%	13,24
Lípidos Totales %	0,37
Carbohidratos Totales %	44,65




 MSc. Leonardo Sheron Ramirez
 Jefe del Laboratorio

ANEXO 6

Análisis microbiológico al pan integral enriquecido con Spirulina (Arthrospira maxima)




UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA

INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO DE PAN INTEGRAL – ENRIQUECIDO CON SPIRULINA (*Arthrospira maxima*)

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Usuario / Emp. : FRANCES KAROLAHY RAMIREZ FITZCARRALD
Dirección : Asociación de Vivienda Millard Fuller Mz K – Lote 24

II. DATOS DEL MUESTREO

Distrito : Tacna
Provincia / Dpto. : Tacna/ Tacna
Fecha y Hora : Martes, 05 de marzo del 2024 – 8:30 a. m.
Lugar de muestreo : La muestra fue traída al laboratorio de Microbiología, aproximadamente 100 gramos, en una bolsa plástica de primer uso.
Trabajo de Investigación : "Elaboración de pan integral enriquecido con spirulina (*Arthrospira maxima*), para consumo humano"

III. PERSONA QUE REALIZÓ LOS ANÁLISIS

Dr. Mblgo. César Julio Cáceda Quiroz
Jefe del laboratorio de Microbiología – U.N.J.B.G., Facultad de Ciencias – Tacna

IV. DATOS DE LA MUESTRA

Muestra:

El día 05 de marzo del presente año trajeron al Laboratorio de Microbiología, de la Facultad de Ciencias, de la UNJBG una muestra de "pan integral, enriquecido con spirulina (*Arthrospira maxima*), aproximadamente 100 gramos, en una bolsa plástica de primer uso.

PAN INTEGRAL ENRIQUECIDO CON SPIRULINA (*Arthrospira maxima*) (M1)

- 100 gramos, aproximadamente




DR. CESAR JULIO CÁCEDA QUIROZ
BIÓLOGO - MICROBIÓLOGO
C.B.P. 1990

Ciudad Universitaria Av. Miraflores s/n – Tacna. Apartado 316 Teléfono (052)-58 3000 Anexo: 2102 e-mail: esbi@unjbg.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA



ANÁLISIS SOLICITADO:

PAN INTEGRAL ENRIQUECIDO CON SPIRULINA (*Athospira maxima*) (M1)

- Recuento de mohos y levaduras
- Enumeración de *Escherichia coli*
- Enumeración de *Staphylococcus aureus*
- Enumeración de *Clostridium perfringens*
- Investigación de *Salmonella* sp.

Los procedimientos del análisis microbiológico se realizaron según El Manual Analítico Bacteriológico (FDA/BAM: Food and Drug Administration/Bacteriological Analytical Manual, año 2008)

V. RESULTADO SEGÚN MÉTODO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PAN INTEGRAL ENRIQUECIDO CON ESPIRULINA (<i>Athospira máxima</i>)	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	RESULTADO	REQUISITO* MICROBIOLÓGICO
M1	Recuento de mohos y levaduras	< 10 ¹ u.f.c./ superficie muestreada (ausencia)	10 ³ ufc/g.
	Enumeración de <i>E. coli</i>	< 10 ¹ u.f.c./ superficie muestreada (ausencia)	20 ufc/g.
	Enumeración de <i>S. aureus</i>	< 10 ¹ u.f.c./ superficie muestreada (ausencia)	10 ² ufc/g.
	Enumeración de <i>C. perfringens</i>	< 10 ¹ u.f.c./ superficie muestreada (ausencia)	10 ² ufc/g.
	Investigación de <i>Salmonella</i> sp.	Ausencia en 25 gramos	Ausencia en 25 gramos

*: Los requisitos microbiológicos se obtuvieron de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem X.7: Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto, 2008.


 DR. CESAR JULIO CÁCEDA QUIROZ
 MICROBIOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA



VII. CONCLUSIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PAN INTEGRAL ENRIQUECIDO CON SPIRULINA (*Athospira máxima*) (M1)

La muestra analizada - pan integral enriquecido con spirulina (*Athospira maxima*) (M1) - si **cumple** con los requisitos microbiológicos de la Norma Sanitaria sobre: "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01, Lima-Perú), según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA del 27 de agosto del 2008. En consecuencia, es **APTO** para el consumo humano.

Tacna, 12 de marzo del 2024



DR. CESAR ALIJO CÁCEDA QUIROZ
BIOLOGO - MICROBIOLOGO
C.B.P. 1990

ANEXO 7

Degustación del producto



ANEXO 8

Crterios físico químicos

PRODUCTO	PARÁMETRO	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
Pan de molde (blanco, integral y sus productos tostados)	Humedad	40% - Pan de molde
		6% - Pan tostado
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	0.5% (Base seca)
	Cenizas	4.0% (Base seca)
Pan común o de labranza (francés, baguette, y similares)	Humedad	23% (mín.) – 35% (máx.)
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	No más del 0.25% calculada sobre la base de 30% de agua
Galletas	Humedad	12%
	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.10%
Bizcochos y similares con y sin relleno (panetón , chancay, panes de dulce, pan de pasas, pan de camote, pan de papa, tortas, tartas, pasteles y otros similares)	Humedad	40%
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.70%
	Cenizas	3%
Obleas	Humedad	4% (Obleas)
		5% (Obleas rellenas)
		9% (Obleas tipo barquillo)
	Acidez (exp. en ácido oleico)	0.20%
	Índice de peróxido	5 mg/kg

Nota:(Ministerio de salud, 2010)