

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**INFLUENCIA DE LA MICROFILTRACIÓN POR**  
**MEMBRANA DEL ALGA ESPIRULINA (*Arthrospira jenneri*) EN**  
**LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE UNA BEBIDA**  
**REHIDRATANTE**

**Tesis para optar el Título Profesional de**  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Presentado por:**  
**Bach: Brito Bayona Zaida Diana**

**Asesor:**  
**Dr. Julio Inti Barreto**

**HUARAZ – PERÚ**  
**2023**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

**MODALIDAD: TESIS**

Los miembros del Jurado que suscriben, se reunieron en Acto Público para calificar la Sustentación de Tesis, presentada por la bachiller:

**ZAIDA DIANA BRITO BAYONA**

**TITULADA**

**"INFLUENCIA DE LA MICROFILTRACIÓN POR MEMBRANA DEL ALGA ESPIRULINA (*Arthrospira Jenneri*) EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE UNA BEBIDA REHIDRATANTE"**

Después de haber escuchado el Informe y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declararon APTO para optar el TÍTULO PROFESIONAL con el calificativo de:

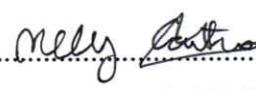
APROBADO CON LA NOTA DE : Quince (15)

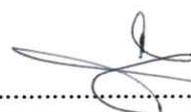
En consecuencia, la sustentante de acuerdo a la Ley Universitaria y las normas estatutarias, queda en condición de recibir el Título Profesional de:

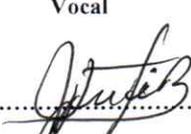
**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Huaraz, 26 de Octubre del 2022

  
.....  
Dr. RAFAL JAIME CASTRO RAMÍREZ  
Presidente

  
.....  
Dra. NELLY RAQUEL CASTRO VICENTE  
Secretario

  
.....  
Mag. ROSARIO ESTHER TARAZONA MINAYA  
Vocal

  
.....  
Dr. JULIO CONSTANTINO INTI BARRETO  
Asesor

**INFORME DE ORIGINALIDAD.**  
**(R.C.U N°126-2022-UNASAM)**

El que suscribe, asesor del trabajo de investigación titulado INFLUENCIA DE LA MICROFILTRACIÓN POR MEMBRANA DEL ALGA ESPIRULINA (*Arthrospira jenneri*) EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE UNA BEBIDA REHIDRATANTE

Presentado por Zaida Diana Brito Bayona, Código de estudiante 121.0204.504 para el trámite del proyecto de tesis/Informe final.

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de: **17%** de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pregrado (Art.11, inc.1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Marque con una X
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	X
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software antiplagio.

Huaraz, 15 de Mayo de 2023

  
FIRMA

Apellidos y Nombres: Julio Constantino Inti Barreto

DNI: 31673966

Se adjunta:

1.Reporte Generado por la plataforma de evaluación de similitud.

NOMBRE DEL TRABAJO

**Infome\_de\_Tesis\_corregido\_ZBRITOB.docx**

AUTOR

**Zaida Brito**

RECUENTO DE PALABRAS

**17907 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**96486 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**165 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 13, 2023 8:47 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 13, 2023 8:49 PM GMT-5****● 17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Fuentes excluidas manualmente
- Bloques de texto excluidos manualmente

## DEDICATORIA

Dedicó esta tesis a Dios, por darme la vida y haber forjado mi camino; por permitirme alcanzar mis metas y darme salud para conseguir mis objetivos, también por su bondad y amor.

A mis padres por el apoyo en cada etapa, por sus consejos, sus enseñanzas, por la motivación de perseverancia que me ha permitido ser una persona de bien, sobre todo por los ejemplos de constancia y persistencia que los caracteriza y me ha influenciado para salir adelante.

A mi familia, en especial a mi hija, quien es fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

## AGRADECIMIENTO

A mi asesor Dr. Inti Barreto Julio, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis.

A la ingeniera Silvia Melgarejo, encargada de los laboratorios de especialización de la UNALM, por compartir su experiencia y su conocimiento, que logró orientarme correctamente para la realización de esta Tesis.

A mis maestros, quienes han realizado el arduo trabajo de transmitirnos sus conocimientos y experiencias para alcanzar nuestros objetivos profesionales.

A todos ellos, muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	IX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
I. INTRODUCCIÓN .....	1
2.1. ANTECEDENTES.....	3
2.2. BASES TEÓRICAS.....	6
2.2.1. <i>Algas Botánicas</i> .....	6
2.2.2. <i>Algas marinas</i> .....	6
2.2.3. <i>Espirulina (Arthrospira)</i> .....	6
2.2.3.1. Descripción original del género y de la especie:.....	7
2.2.4. <i>Espirulina (Arthrospira jenneri)</i> .....	8
2.2.4.1. Cosecha de la <i>Espirulina (Arthrospira jenneri)</i> .....	9
2.2.4.2. Conservación de la <i>Espirulina (Arthrospira jenneri)</i> .....	9
2.2.4.3. Alga <i>Espirulina</i> Deshidratada .....	10
A. Composición Química.....	11
B. Contenido nutricional .....	14
C. Legislación alimentaria sobre el alga <i>Espirulina</i> Deshidratada.....	16
D. Efectos en las personas con buena salud .....	17
2.2.5. <i>Bebidas Hidratantes</i> .....	18
2.2.5.1. Definición.....	18
2.2.5.2. Origen.....	18
2.2.5.3. Clasificación de las bebidas Hidratantes.....	19
2.2.6. <i>Bebidas Rehidratantes</i> .....	19
2.2.6.1. Composición de las bebidas isotónicas.....	21
2.2.6.2. Legislación .....	24
2.2.6.3. Producción de las bebidas isotónicas en el mercado peruano .....	25
2.2.7. <i>Efectos del Óxido Nítrico en la fisiología Muscular</i> .....	25

2.2.7.1.	Óxido Nítrico.....	25
2.2.7.2.	Conversión de Arginina en Óxido Nítrico .....	26
2.2.8.	<i>Tecnología de microfiltración por membrana</i> .....	28
2.2.8.1.	Definición de Membranas.....	28
2.2.8.2.	Tecnología de Membranas.....	29
2.2.8.3.	Membranas de matrices mixtas.....	30
2.2.8.4.	Clasificación de las membranas.....	30
2.2.8.5.	Microfiltración.....	31
2.2.8.6.	Eliminación de microorganismo por microfiltración de membrana .....	32
2.2.8.7.	Microfiltración por membranas en la Industria alimentaria .....	33
2.2.9.	<i>Calidad Microbiológica de la bebida rehidratante de alga Spirulina.</i> .....	36
2.2.9.1.	Microorganismos indicadores presentes en bebidas no carbonatadas: .....	36
2.3.	Marco conceptual .....	38
3.1.1.	<i>Lugar de ejecución:</i> .....	41
3.1.2.	<i>Materiales y Equipos</i> .....	41
3.2.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	46
3.2.	MÉTODOS .....	47
3.2.1.	<i>Técnica de recolección de datos</i> .....	47
a)	<i>Datos primarios</i> .....	47
b)	<i>Datos secundarios</i> .....	47
3.2.2.	<i>Metodología experimental</i> .....	47
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	72
4.1.	Caracterización de la Alga Spirulina.....	72
4.1.1.	<i>Análisis Químico proximal</i> .....	72
4.1.2.	<i>Análisis físico químico</i> .....	73
4.1.3.	<i>Análisis Microbiológico</i> .....	74
4.2.	Elaboración de la bebida rehidratante.....	75
4.2.1.	<i>Análisis Físicos</i> .....	75
4.2.2.	<i>Diagrama de flujo</i> .....	77
4.3.	Análisis microbiológico y sensorial a los tratamientos:.....	81

4.3.1. <i>Análisis microbiológicos</i> .....	82
4.3.2. <i>Análisis sensorial:</i> .....	83
4.3.3. <i>Diseño Estadístico:</i> .....	97
4.4. <i>Caracterización del tratamiento optimo</i> .....	114
V. CONCLUSIONES .....	120
VI. RECOMENDACIONES .....	122
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	123
VIII. ANEXOS .....	126
IX. HOJA DE VIDA .....	152

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Composición nutricional del alga <i>Espirulina</i> ( <i>Arthrospira jenneri</i> ).....	15
2. Parámetros microbiológicos para productos deshidratados.....	17
3. Componentes de las bebidas hidratantes más comunes en el mercado .....	20
4. Composición de las principales marcas de bebidas deportivas incluyendo jugos de frutas. .....	21
5. Composición de bebida rehidratantes por 100 ml de porción. ....	23
6. Límites de minerales en bebidas rehidratantes .....	24
7. Eliminación de indicadores mediante Microfiltración por membranas.....	33
8. Límites microbiológicos de aceptación de bebidas no Carbonatadas.....	36
9. Tratamientos .....	46
10. Parámetros del equipo de microfiltración por membrana.....	60
11. Composición químico proximal del alga <i>Espirulina</i> .....	72
12. Análisis fisicoquímico del alga <i>Espirulina</i> . ....	73
13. Análisis Microbiológico del alga <i>Espirulina</i> . ....	74
14. Concentración de Alga <i>Espirulina</i> . ....	76
15. Microfiltradores. ....	76
16. Rendimiento en la Alga Deshidratada. ....	80
17. Rendimiento de la bebida Rehidratante. ....	81
18. Resultados de Coliformes Totales en las muestras.....	82
19. Resultado de Coliformes fecales en las muestras. ....	82
20. Resultado de Mohos y Levaduras en las muestras. ....	83
21. Codificado de los Tratamientos. ....	84
22. Aceptabilidad de tratamientos. ....	91
23. Prueba de normalidad aceptabilidad de los tratamientos.....	92
24. Agrupación de los tratamientos. ....	95
25. Resultados Coliformes totales. ....	98

26. Resultados Coliformes fecales.....	103
27. Pruebas de normalidad (Coliformes fecales). .....	104
28. Resultados mohos y Levaduras.....	108
29. Medias de los tratamientos .....	112
30. Agrupación de los tratamientos por el método de Tukey. ....	113
31. Resultado de los análisis físico- químico.....	115
32. Resultados de los análisis bromatológicos.....	116
33. Resultados de la Determinación de Minerales.....	118
34. Metodología del trabajo de investigación.....	127
35. Resultados del Análisis Sensorial.....	129

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

1. Diagrama de Flujo para la obtención de Alga Deshidratada. ....	11
2. Mecanismos acción de la Arginina en la vasodilatación .....	25
3. Efectos vasculares de la arginina y mecanismo de acción de la dimetilarginina asimétrica. ....	26
4. Producción de óxido nítrico a partir de L- Arginina.....	27
5. Flujograma de sistema de filtración con flujo cruzado.....	28
6. Rangos de Filtración .....	30
7. Esquema de Microfiltración.....	32
8. Diagrama de botellas de vidrio .....	34
9. Equipo de microfiltración por membrana.....	60
10. Diagrama de flujo de la bebida rehidratante de alga Espirulina .....	62
11. Diagrama de flujo de la bebida rehidratante.....	77
12. Diagrama d flujo operativo de la bebida rehidratante.....	78
13. Diagrama de flujo cuantitativo de la bebida rehidratante de alga Espirulina. ....	79
14. Comparación del color según prueba de Tukey.....	86
15. Prueba Tukey comparación de sabor .....	87
16. Prueba Tukey comparación olor. ....	88
17. Prueba Tukey comparación apariencia general. ....	89
18. Test de igualdad de varianza de los tratamientos .....	93
19. Distribución de aceptación o rechazo. ....	94
20. Diferencia de las medidas. ....	96
21. Intervalo de tratamientos .....	96
22. Prueba de igualdad de varianza (Coliformes totales). ....	100
23. Distribución de aceptación o rechazo (Coliformes totales). ....	101
24. Prueba de igualdad de varianza (Coliformes fecales).....	105
25. Distribución de aceptación o rechazo (Coliformes fecales). ....	106

<b>26.</b> Prueba de igualdad de varianza (Moho y Levaduras).....	110
<b>27.</b> Distribución de aceptación o rechazo (Moho y Levaduras). .....	111
<b>28.</b> Diferencias de las medias para moho y Levaduras. ....	113
<b>29.</b> Intervalos de Moho y Levaduras VS tratamiento. ....	114
<b>30.</b> Comparación de análisis físico químico de la bebida rehidratante frente a una bebida industrial GATORADE .....	115
<b>31.</b> Comparación del análisis bromatológico de la bebida rehidratante frente a una bebida industrial GATORADE. ....	117
<b>32.</b> Comparación de minerales de la bebida rehidratante frente a una bebida industrial GATORADE. ....	118

## ÍNDICE DE ANEXOS

1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	126
2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	127
3. ESCALA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS .....	128
4. RESULTADO DEL ANÁLISIS.....	129
5. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE VARIACIÓN DE COLOR.....	130
6. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE VARIACIÓN DE OLOR.....	131
7. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE VARIACIÓN DE SABOR .....	132
8. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE APARIENCIA GENERAL.....	133
9. FICHA TECNICA BEBIDA INDUSTRIAL “SPORADE” .....	134
10. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA BEBIDA REHIDRANTATE DE ESPIRULINA .....	136
11. “OBTENCIÓN DEL ALGA ESPIRULINA DESHIDRATADA” .....	137
12. “ELABORACIÓN DE LA BEBIDA REHIDRATANTE DE ALGA ESPIRULINA” .....	141
13. ANÁLISIS SENSORIAL .....	149



## RESUMEN

En esta investigación se evaluó la influencia de la microfiltración por membrana del alga *Espirulina (Arthrospira jenneri)* en la calidad microbiológica de una bebida rehidratante de carácter natural; se obtuvo alga deshidratada que posee 6.41% de humedad, 8.31% ceniza, 0.79% grasa, 2.24% fibra, 74.5% proteína y 11.87% de carbohidrato. El poco aprovechamiento del alga y el desconocimiento de sus propiedades nutritivas, me incentivó a elaborar nuevos productos para fomentar el consumo de este alimento. Se realizó 6 tratamientos para determinar la formulación de bebida óptima con concentraciones del alga (0.1, 0.5 y 1.0%) y diámetros de los microfiltradores (0.2 y 0.45  $\mu\text{m}$ ). En el análisis microbiológico se determinó que todos los tratamientos cumplen con los estándares microbiológicos (<3 UFC/100 g) y en análisis sensorial se estableció que el tratamiento óptimo fue el T1 (0.1% de alga y 0.2  $\mu\text{m}$  de diámetro del microfiltrador). Se ejecutó un análisis físico-químico comparativo de la bebida óptima con una bebida industrial, obteniéndose valores muy cercanos a 12 °Brix y pH 5.2; se ejecutó el análisis bromatológico para determinar la composición de nutrientes y fuente de energía, posee 148.11 g de glucosa en 315 ml de bebida, no contiene grasa, pero si es fuente de minerales como Sodio 458 mg/L, Potasio 143mg/L y Magnesio 34 mg/L.

**Palabras claves:** *Espirulina*, bebida rehidratante, microfiltración, microbiológico, bromatológico.



## ABSTRACT

In this research, the influence of membrane microfiltration of Spirulina algae (*Arthrospira jenniferi*) on the microbiological quality of a natural rehydrating drink was evaluated; dehydrated algae with 6.41% moisture, 8.31% ash, 0.79% fat, 2.24% fibre, 74.5% protein and 11.87% carbohydrate were obtained. The poor use of seaweed and the lack of knowledge of its nutritional properties encouraged me to develop new products to promote the consumption of this food. Six treatments were carried out to determine the optimal beverage formulation with seaweed concentrations (0.1, 0.5 and 1.0%) and microfilter diameters (0.2 and 0.45  $\mu\text{m}$ ). In the microbiological analysis it was determined that all treatments met the microbiological standards ( $<3$  CFU/100 g) and in the sensory analysis it was established that the optimal treatment was T1 (0.1% algae and 0.2  $\mu\text{m}$  microfilter diameter). A comparative physical-chemical analysis of the optimal drink with an industrial drink was carried out, obtaining values very close to 12 °Brix and pH 5.2; the bromatological analysis was carried out to determine the composition of nutrients and energy source, it has 148.11 g of glucose in 315 ml of drink, it does not contain fat, but it is a source of minerals such as sodium 458 mg/L, potassium 143 mg/L and magnesium 34 mg/L.

**Keywords:** Spirulina, rehydration drink, microfiltration, microbiological, bromatological.



## I. INTRODUCCIÓN

Las bebidas isotónicas, conocidas en el mercado como bebidas rehidratantes, han adquirido en los últimos años gran popularidad en jóvenes atletas que las consideran una forma rápida y fácil de maximizar su actividad deportiva, estas bebidas han generado inconvenientes a nivel de la salud, ya que no solo son una mezcla de sales minerales y agua, sino que en su composición se les añade edulcorantes, colorantes y conservantes resultando a mediano y corto plazo un peligro para la salud.

La elaboración de bebidas rehidratantes industriales se realiza aplicando la esterilización térmica sometiendo a altas temperaturas con el propósito de obtener productos libres de microorganismos, pero la desventaja de este método es que las vitaminas solubles en agua como la riboflavina y el niacina pueden desaparecer cuando son expuestos a altas temperaturas.

Esta investigación tiene como finalidad determinar la influencia de la microfiltración por membrana en la calidad microbiológica de la bebida rehidratante de alga *Espirulina* que nos permita garantizar la baja tasa de microorganismos o su total retención también se busca la conservación de las características fisicoquímicas y sensoriales.

Se realizó un diseño experimental con concentraciones de (0.1, 0.5 y 1.0) % de alga *Espirulina* y diámetro de microfiltración de (0.20 y 0.45)  $\mu\text{m}$ , obteniendo seis tratamientos que fueron sometidos a análisis microbiológicos y sensoriales; así mismo,



los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza, la formulación optima es con concentración de 0.1 gr en 100 ml de agua, y diámetro de 0.2  $\mu\text{m}$ , cuyos análisis microbiológicos de Coliformes totales fueron de  $0.08 \times 10^2$  UFC/ml, análisis de Coliformes fecales negativo/ 100 ml y mohos y Levaduras de  $0.001 \times 10^2$  UFC/ml, cumpliendo las exigencias de DIGESA/MINSA, siendo apta para consumo humano, la bebida presenta valores semejantes en comparación con una bebida industrial teniendo  $12^\circ\text{Brix}$ , pH 5.2, contiene 148.11 g de glucosa en 315 ml, 0.1762 g de grasa, la bebida es fuente de minerales contiene 420 mg/l de potasio, 143 mg/l de sodio y 34 mg/l de magnesio.

El objetivo general es evaluar la influencia de la microfiltración por membrana del alga *Espirulina (Arthrospira jenneri)* en la calidad microbiológica de una bebida rehidratante.

Los objetivos específicos son:

- Realizar análisis químicos, fisicoquímicos y microbiológicos del *Espirulina (Arthrospira jenneri)*.
- Elaborar la bebida rehidratante con alga *Espirulina (Arthrospira jenneri)*, empleado latecnología de microfiltración por membranas.
- Caracterizar las muestras en estudio mediante análisis microbiológicos y sensoriales.
- Realizar el análisis comparativo de la bebida optima con otras bebidas presentes en el mercado.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Naranjo (2017), “Estudio nutricional de la Espirulina y su aplicación en la gastronomía en la ciudad de Quito”. El autor obtuvo una Espirulina deshidratada en polvo con alto contenido en proteínas para ser utilizada en el enriquecimiento de los alimentos, con la finalidad de ser incluida en la gastronomía. Cultivó Espirulina de forma artesanal, para la obtención de este recurso se aplicó un secado al vacío con 3 tipos de presiones 110, 160 y 136 milímetros de mercurio (mmHg), aplicando 3 temperaturas 52, 56 y 58°C, la muestra es de 30gr de Espirulina, realizando dos repeticiones por cada experimento. La investigación concluye que el tratamiento óptimo para la obtención de Espirulina en polvo es al vacío con una presión mínima de 110 mmHg a 52°C, obtuvo un polvo fino, agradable, color y olor característico, se realizó los análisis bromatológicos y microbiológicos, determinando que el producto obtenido es libre de microorganismo y apto para el consumo y su aplicación e incorporación en la dieta diaria.

Rodriguez (2020), “Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*”. El autor realizó la investigación para dar una alternativa nueva para el consumo del lactosuero, para ello empleo la tecnología de microfiltración por membranas en donde las sustancias de mayor tamaño son retenidas totalmente, y las partículas de

diámetro menor son parcialmente retenidas, en la investigación se realizaron pruebas y se estableció que el diámetro de las membranas debe de estar en 0.1 – 10  $\mu\text{m}$  para garantizar la retención total y parcial de microorganismos patógenos.

Martelo (2017), “Elaboración de una bebida hidratante a base de carambola (*Averrhoa Carambola L.*) y mora (*Rubus Glaucus*)”. El autor diseño la fórmula de la bebida realizando un balance de 18.1 g de carambola (*Averrhoacarambola L.*), 267g de mora (*Rubus glaucus*) con 714.9 g de agua, a la mezcla le adiciono cloruro de sodio, sacarosa y 2 g de L – Arginina (aminoácido que tiene un marcado efecto sobre la producción directo del óxido nítrico, posteriormente la bebida fue pasteurizada a 60°C por 30 minutos y envasado en caliente en envases PET para sus posteriores análisis.

Rojas (2021), “Calidad Microbiológica de Bebidas Refrescantes a Base de Soya Elaboradas Artesanalmente, Comercializadas en la Ciudad de Jaén”. El autor planteó como objetivo determinar la calidad microbiológica de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y coliformes totales, para ello se utilizó placa Petri film 3M y para el recuento de estos microorganismos se utilizó el método AOAC 990.12. El AFNOR método validado (3M-01/19 – 04/03) y la Norma sanitaria que estable los criterios microbiológicos de la calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. De la evaluación, obtuvo que solo el 7% y el 14% de los puestos de venta ambulancia de la primera y segunda semana respetivamente, cumplen con la calidad microbiológica para los tres tipos de microorganismos evaluados. Concluyó que la calidad microbiológica de la bebida objeto de

estudio es variable en el tiempo, ya que el 100% de los puestos de venta ambulatoria presento al menos uno de los tres microorganismos estudiados por encima de los límites microbiológicos mínimos “m” y máximos “M” establecidos en la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V.01 vigente en nuestro país.

Fernandez (2017), “Elaboración de una bebida de lactosuero, chocho (*lupinus mutabilis sweet*), caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial”. El autor diseño una bebida a partir de lactosuero y chocho, evaluando sus características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y reológicas, se obtuvo un producto final alimenticio aceptable para consumo; la formulación de la bebida fue: pulpa de chocho 16,53%; lactosuero 78,52%; esteviósido 0,1%; lecitina 0,21%; estabilizante 0,73%; los parámetros tecnológicos de procesamiento para obtener la bebida: pesado; diluido (16,53% de pulpa de chocho con 78,52% de lactosuero); formulado; licuado (5 minutos a 10000 rpm); pasteurizado (72 °C en 10 minutos); filtración; tamizado; envasado (envases de vidrio pírex de 475 mL. con tapa rosca); esterilizado (118°C durante 5 minutos y con una presión de 15 lb/pulg<sup>2</sup>); enfriado y almacenado, obteniéndose un rendimiento de 76,17%. La caracterización de la bebida a base de lactosuero y chocho fueron: características fisicoquímicas: proteína 2,84±0,01%; grasa 0,36±0,02%; ceniza 0,55±0,01%; carbohidratos 17,13±0,03%; fibra 0,20±0,10%; pH 6,55±0,01; acidez 0,19±0,01; humedad 78,92±0,13%. Características sensoriales: aceptables. Características microbiológicas: mohos y Levaduras ausencia, aerobios mesófilos 3,5 x 10<sup>2</sup> UFC/g, coliformes totales.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Algas Botánicas

Microorganismos minúsculos, unicelular con clorofila, tienen la capacidad de llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis, sirven como refugio para otras especies. Incorpora a todos los microorganismos eucariotas de acuerdo con la pigmentación fotosintética en dinofiyas, prvmnesiofitas, rodofitas clorofitas, dinofitas (García 2014).

### 2.2.2. Algas marinas

Las algas marinas son organismos microscópicos presentan dos membranas (pigmentos y la clorofila) viven en un medio acuático, es decir habitan perfectamente en aguas salinas, son unicelulares o también pluricelulares dependiendo de la especie (Robledo 1997).

### 2.2.3. Espirulina (*Arthrospira*)

La *Arthrospira* es una cianobacterias considerada una excelente fuente de aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, alto valor proteico y su crecimiento se ve favorecido en medio alcalino (Vicente 2013).

La *Arthrospira* es potencialmente una microalga capaz de producir biomasa y contribuir, así como fuente de energía renovable, lo que podría ayudar a disminuir los efectos del calentamiento global del planeta. Pero también puede ser utilizada para la depuración de aguas contaminadas, captación y uso de CO<sub>2</sub> o para la producción de biofertilizantes y bioplásticos (Gómez 2017)

### 2.2.3.1. Descripción original del género y de la especie:

#### A. Tipo: *A. Jenneri*

Crecen de forma natural en diversos lugares, su principal población se detectó en África en los lagos en Egipto, Kenia, Zaire, Kenia, Sudán, Zambia, Etiopía, Argelia y Congo. Además, se localizan en Asia tropical (Sri Lanka, India, Pakistán, Tailandia, Myanmar y Rusia) y en Europa (Azerbaiyán, Hungría, España y Francia) el primitivo lago del Valle de la ciudad de México, son aguas profundas localizadas con pH alcalino (Vicente 2013).

#### B. Tipo: *A. Platensis*

*Arthrospira platensis* fue descubierta por primera vez por el científico español Hernán Cortez y los conquistadores en 1519. Cortez observó que las algas se consumían en las mesas de los aztecas durante su visita al lago de Texcoco en el valle de México, descubrió los beneficios para la salud, ya que observó que los flamencos sobrevivían consumiendo algas verdeazuladas, sus tricomas (filamentos) tienen un patrón de arreglo en forma de hélice abierta y llegan a medir 100-200  $\mu\text{m}$  y hasta 500  $\mu\text{m}$ ; la inclinación de una vuelta de la hélice generalmente varía de 10 a 70  $\mu\text{m}$ , y el diámetro de esta mide de 20 a 100  $\mu\text{m}$ . Si bien la forma helicoidal del tricoma es característica del género, los parámetros helicoidales varían con la especie, e incluso dentro de la misma especie se han observado diferencias en estos parámetros o pueden ser modificados cambiando las condiciones ambientales, como la temperatura de crecimiento y la luz (Álvarez 2018).

La diferencia de género *A. Platensis* del género *A. Jenneri* son por el tipo de hélice que presentan los tricomas, carecen de septos celulares visibles al microscopio óptico y el patrón que producen los poros de la pared celular, las especies de género *Jenneri* son de menor tamaño que las del género *Platensis* (Vicente 2013).

#### **2.2.4. Espirulina (*Arthrospira jeneri*)**

La Espirulina es un alga fotosintética pluricelular, minúscula, de color verde azulosa (*Cyanophyceae*), de apenas medio milímetro de longitud, habita el planeta desde hace tres mil millones de años, crece y se incrementan en aguas saladas y alcalinas. Además, el término Espirulina significa “espiral” esto debido a la forma en su estructura es pequeña y de forma espiralada, el color verde característico se debe al proceso de la clorofila y el color azul es por la ficocianina (Herdoíza 2014).

La Espirulina es una cianobacteria multicelular asexual filamentosa conocida como *Arthrospira jeneri* verde azulada de fácil absorción en el organismo y que no produce ningún tipo de alergias, tiene un ancho de 6- 12  $\mu\text{m}$  y en ciertas ocasiones mide 16  $\mu\text{m}$  crece en lagos alcalinos, con una salinidad elevada y poco profundos; en su composición bioquímica existe una gran variedad de macro y micronutrientes en diferentes porcentajes, proteínas del 55 al 70%, carbohidratos del 15 al 20%, 7% de minerales, 3 a 6.5 de grasas esenciales y el 5% de vitaminas y minerales (Ardila 2021).

#### 2.2.4.1. Cosecha de la Espirulina (*Arthrospira jenneri*)

De acuerdo con Naranajo (2013), el momento oportuno para la cosecha del alga es por la mañana, ya que facilita el recojo por tener baja temperatura y están expuestas más horas al sol facilitando secado del alga, se sabe también que el porcentaje de proteína es superior, el proceso de cosecha consta de dos etapas (filtrado y el prensado)

- a) **Filtración:** El cultivo es filtrado mediante un colador para eliminar cualquier desecho como insectos o trozos de vegetales, esta etapa se puede acelerar moviendo la malla cuando la mayor parte del agua se haya eliminado la Espirulina se junta formando una bola compacta.
- b) **Prensado:** La masa compacta de Espirulina se coloca en una prensa o malla fina por unos minutos para eliminar el agua restante, pero es preferible un poco más de tiempo para obtener una masa prensada consistente.

#### 2.2.4.2. Conservación de la Espirulina (*Arthrospira jenneri*)

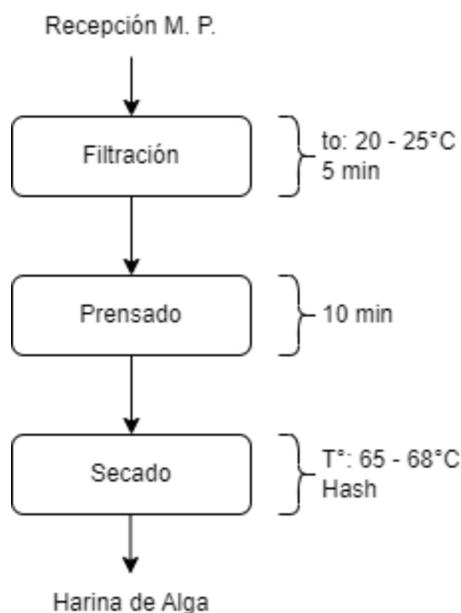
Conservación de esta alga se puede conservar dos días en refrigerador a 7°C o diez días a 1°C ya que se puede congelar fácilmente. Es otra forma de conservación que puede ser el salado con una concentración 10% de sal fina a la masa y se adiciona una ligera capa de aceite con este procedimiento se conserva aproximadamente un mes el salado cambia la consistencia de la Espirulina, por lo que, se vuelve más fluida y su color es más oscuro pero la mejor conservación comercial es el secado pues con este procedimiento la Espirulina se conserva hasta cinco años (Naranajo 2013).

### 2.2.4.3. Alga Espirulina Deshidratada

Para facilitar el almacenamiento poder distribuir y comercializar la Espirulina el secado y envasado es la única manera, este proceso prolonga la vida útil para el consumo de hasta cinco años. Si bien, el secado es un proceso costoso, el producto presenta una especie de desagradable sabor y olor (Ardila 2021).

Secado en la industria la Espirulina es secada por atomización y liofilización en aire a muy alta temperatura durante un tiempo muy corto con este procedimiento conseguimos un producto de extrema firmeza; además, los productores artesanales utilizan el método natural (secado solar) con corta duración en la exposición directa al sol ya que la clorofila será destruida y tendrá un color azulado. El método que se utiliza para el secado debe ser rápido antes de que se empiece a fermentar, la temperatura de secado debe ser limitada a 65°C y el tiempo de secado a 6 horas, pero es preferible terminar en 15 minutos a 65 °C (Naranjo 2017).

Una vez la Espirulina crezca, se recolecta en cernidores, luego se deja secar en bastidores, cuando concluya el tiempo de secado se coloca en máquinas pulidoras donde se convertirá en polvo. El proceso explicado anteriormente puede llevarse a cabo en dos sistemas de cultivo: estanques abiertos, con los fotobiorreactores y sistemas cerrados con baja concentración de oxígeno diseñado específicamente para: a) controlar los parámetros de producción, b) impedir intercambio de gases y c) impedir ingreso de contaminantes; y todo ello es llevado a cabo en un espacio pequeño en comparación con el sistema abierto (Gutierrez 2018).



**Gráfico 1:** Diagrama de Flujo para la obtención de Alga Deshidratada.

Fuente: Naranjo (2017)

### A. Composición Química

La composición de la Espirulina deshidratada varía según la procedencia y las condiciones de producción (Gutierrez 2018).

En su composición hay un alto porcentaje de proteína (65 a 70%), todos los aminoácidos esenciales y nueve no esenciales, minerales como potasio, calcio, zinc, magnesio, manganeso, selenio, hierro y fósforo; vitaminas como piridoxina (B6), biotina, ácido pantoténico, ácido fólico, inositol, niacina o ácido nicotínico, riboflavina (B2), tiamina (B1), tocoferol (E), cianocobalamina (B12). También contiene azúcares complejos naturales, carotenoides, enzimas y 7% de grasas (Herdoíza 2014).

- a) **Vitaminas.** Es uno de los alimentos más ricos en betacarotenos (Provit A), constituyente que, junto con la vitamina E, protege a las células contra deterioro causado por los radicales libres (antioxidante). La vitamina A es esencial para las células epiteliales y para un crecimiento normal. Se conoce que esta vitamina es esencial para proteger la integridad y estabilidad de la membrana axonal. Las vitaminas del complejo B tienen funciones relacionadas, por lo que el déficit de cualquiera de ellas afecta el metabolismo de las otras excepto el niacina, sintetizada a partir del triptófano en el organismo humano, estas vitaminas deben obtenerse de fuentes exógenas o a partir de los microorganismos de la flora intestinal, como es el caso de la B12. El factor más importante en el metabolismo es B1 encargado del sistema nervios – central, no es solo aportada directamente por la Espirulina, sino su absorción es eficiente por el incremento que produce de los lactobacilos (Herdoíza 2014).
- b) **Minerales.** Las algas obtienen del ambiente marino en el que viven una gran riqueza de elementos minerales, siendo conocidas por su elevado contenido mineral (8-14% del peso seco del alga), incluyen macronutrientes como sodio, calcio, magnesio, potasio, cloruro, sulfato, fósforo, y micronutrientes como yodo, hierro, zinc, cobre, selenio, molibdeno, fluoruro, manganeso, boro, níquel y cobalto, entre otros (Gómez 2017).

Según Naranajo (2013), los minerales presentes en la Espirulina son:

- **Calcio:** Este mineral es importante para mantener los dientes y huesos saludables ayuda a la coagulación de la sangre.

- Potasio: El 98% de todo el potasio se encuentra en el interior de las células es necesario para el equilibrio de los electrolitos.
- Hierro: El hierro es importante para la formación de hemoglobina la cual transporta el oxígeno en nuestra sangre.
- Zinc: Es indispensable para el sistema inmunitario.
- Cobre: Nos ayuda contra los problemas cardiovasculares.
- Manganeso: Participan en muchos procesos metabólicos
- Cromo: Regula el metabolismo de los carbohidratos y activa la insulina.
- Selenio: Es un antioxidante y estimulante del sistema inmunológico.

Los minerales inorgánicos son necesarios para la reconstrucción estructural de los tejidos corporales, y participan en procesos como la acción de los sistemas enzimáticos, la contracción muscular, reacciones nerviosas y la coagulación de la sangre (Herdoíza 2014).

- c) Polisacáridos. La Espirulina contienen polisacáridos específicos, tanto estructurales como de reserva, que no están presentes en otros vegetales terrestres. Estos polisacáridos son polímeros de azúcares unidos por enlaces glicosídicos y que poseen numerosas aplicaciones comerciales como estabilizantes, emulsionantes, espesantes, gelificantes, etc. (Gómez 2017).

- d) **Proteínas.** La Espirulina contiene gran cantidad de proteínas y su valor biológico, oscila entre 10 – 30% (Gómez 2017). La Espirulina es un superalimento que ofrece proteínas más digeribles que las de la carne de vacuno y contiene una sorprendente variedad de elementos nutritivos: vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales, proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN), clorofila, y una amplia gama de fitoquímicos (Vargas 2013).
- e) **Polifenoles.** Los polifenoles constituyen un componente minoritario de las algas. Las algas verdes, la Espirulina contienen bajas concentraciones de polifenoles (< 1% peso seco) en comparación con las algas pardas, pudiendo llegar hasta el 14% peso seco, en especies de *Ascophyllum* y *Fucus* (Gómez 2017).
- f) **Lípidos.** El contenido lipídico en la Espirulina es también minoritario (< 5% peso seco) permitiendo a las algas ser un alimento potencial de bajo contenido calórico, el contenido en ácidos grasos varía de acuerdo con la estación y otros factores medio ambientales (Gómez 2017).

## B. Contenido nutricional

El aporte proteico de la Espirulina es muy superior al de otras fuentes tradicionales (pescado 10%; soya 30-35%; leche 3%; maní 25%; huevos 12%; granos 8%; y carne 20-22%). Como carece de celulosa dura en la pared celular, proporciona mejor digestibilidad de la proteína (95%), por lo que favorece a los individuos con mala absorción intestinal. Los ácidos grasos esenciales se encuentran en proporción mayoritaria dentro de los lípidos constituyentes (Herdoíza 2014). En la tabla 1 se muestra el valor nutricional del alga Espirulina.

**Tabla 1. Composición nutricional del alga *Espirulina (Arthrospira jenneri)***

Proteínas	53 – 68%	Minerales	8 – 13%
Carbohidratos	12 – 22%	Humedad	3 – 17%
Grasas	4 – 6%		
<b>VITAMINAS</b>	<b>0 mg/kg</b>	<b>AMINOÁCIDOS ESENCIALES</b>	<b>g/kg</b>
Betacaroteno (Provit A)	2250	Fenilalanina	26
Vitamina E (Tocoferol)	15	Histidina	15
Vitamina B1 (Tiamina)	25	Isoleucina	33
Vitamina B2 (Riboflavina)	37	Leucina	49
Vitamina B3 (Niacina)	150	Lisina	26
Vitamina B5 (Ácido Pant.)	2	Metionina	13
Vitamina B6 (Piridoxina)	5	Treonina	28
Vitamina B12 activo (Cobalamina)	0,7	Triptófano	9
		Valina	37
<b>MINERALES</b>	<b>mg/kg</b>	<b>AMINOÁCIDOS ESENCIALES</b>	
Potasio	19000	<b>g/kg</b>	
Sodio	14000	Ácido aspártico	73
Fosforo	10000	Ácido glutámico	84
Magnesio	7670	Alamina	47
Calcio	4670	Arginina	48
Hierro	500	Cistina	6
Maganeso	32	Glicina	32
Zinc	27	Prolina	25
Cobre	7	Serina	27
Selenio	0,3	Tirosina	24
<b>PIGMENTOS</b>	<b>g/kg</b>		
Carotenoides	4		

Fuente: Naranjo (2013)

### C. Legislación alimentaria sobre el alga *Espirulina* Deshidratada

Las algas como alimento cada vez tienen más consumidores en Europa, a pesar de ser un alimento relativamente nuevo, las algas no se consideran un nuevo alimento a nivel de legislación, ya que en otras partes del mundo sobre todo en Asia ya se consumían algas desde hace miles de años (Aecosan, 2016). Por lo tanto, las algas no se incluyen en el reglamento de la UE N. ° 258/1997 sobre de nuevos alimentos, y no están sujetas a regulaciones particulares en la Unión Europea (Fleitas 2019).

En la norma francesa regula también los valores máximos permitidos para los microorganismos patógenos presentes en algas comestibles. Los valores máximos están indicados en unidades formadoras de colonias (UFC) de los diferentes microorganismos patógenos, por gramo de producto seco. Estos valores máximos son: 10<sup>5</sup> para bacterias aerobias mesófilas totales, 10 para Coliformes fecales, 10<sup>2</sup> para *Staphylococcus aureus*, 1 para *Clostridium perfringens*, y la ausencia de *Salmonella* en 25 gramos de muestra seca, con las 24 algas alimentarias cuyo uso está permitido (Fleitas 2019).

En Perú no se cuenta con una legislación sobre algas deshidratadas, actualmente los valores se basan en las especificaciones de productos deshidratados (harinas), estas son descritas en la norma sanitaria de alimentos del Perú NTS 071 – MINSA) (2008), en la norma detalla los criterios microbiológicos e inocuidad para alimentos de consumo humano (Fleitas 2019).

**Tabla 2. Parámetros microbiológicos para productos deshidratados**

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					<b>m</b>	<b>M</b>
<i>Mohos</i>	5	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----

Fuente: MINSA (2008)

**D. Efectos en las personas con buena salud**

La organización mundial de la Salud (OMS), introduce a la Espirulina como el producto sano del siglo XXI (Vargas 2013).

Según Naranjo (2017), por su alto contenido de nutrientes retrasa el envejecimiento del organismo además ayuda en el rendimiento físico del ser humano e incluso de los animales.

A continuación, se presenta las características que la Espirulina produce en las personas:

- **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.
- **Vegetarianos:** 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.

- Personas que están a dieta: Si 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.

## **2.2.5. Bebidas Hidratantes**

### **2.2.5.1. Definición**

Las bebidas hidratantes están destinadas a suministrar energía y reponer las pérdidas de agua y sales minerales, tras esfuerzos físicos de más de una hora de duración, para mantener así el equilibrio metabólico. Las bebidas presentan una composición específica para conseguir una rápida absorción de agua y electrolitos y prevenir la fatiga, y retrasar el agotamiento de los depósitos de glucógeno, la reposición de los electrolitos, especialmente de sodio, y la reposición hídrica para evitar la deshidratación (Navarro 2015).

### **2.2.5.2. Origen**

Un equipo de investigación de la Universidad de Florida encabezado por el Doctor Robert Cade comenzó a desarrollar una bebida que pudiera reponer los líquidos del cuerpo y ayudar a evitar deshidratación debido al esfuerzo físico. En 1965 comenzaron a hacer pruebas con una formula especial en algunos miembros del equipo de futbol americano de la Universidad de Florida. “Los Gators” que padecía fuertes pérdidas de líquidos durante los partidos y entrenamientos. La bebida de prueba que bebieron los jugadores se llegó a conocer como “Gatorade” debido al nombre del equipo Gator y al creador de la bebida (Martelo 2011).

### 2.2.5.3. Clasificación de las bebidas Hidratantes

Según Martelo (2011), las bebidas hidratantes contienen componentes comunes como el agua, hidratos de carbono simple o los complejos, algunas marcas adicionan vitaminas y aditivos como colorantes, la diferencia entre unas y otras es principalmente el grado de concentración de su componente y se clasifican de la siguiente manera:

#### a) Bebidas Isotónica (Rehidratantes)

Tomar una bebida isotónica ayuda a reponer líquidos, electrolitos (sobre todo sodio y cloro) y energía (glucosa), perdidos durante el esfuerzo. Ayuda a retrasar la fatiga, mejorar el rendimiento y acelerar la recuperación en deportes de larga duración.

#### b) Bebidas Hipotónicas

La concentración de partículas por unidad de volumen es inferior a la del plasma sanguíneo (menor presión osmótica). El agua es el mejor ejemplo.

### 2.2.6. Bebidas Rehidratantes

Incluyen en su composición baja dosis de sodio, normalmente en forma de cloruro de sodio, bicarbonato sódico, azúcar, o glucosa, y habitualmente, potasio y otros minerales. Estos componentes ayudan a la absorción del agua (Nieves 2021).

Según Navarro (2015), las bebidas rehidratantes deben de aportar electrolitos necesarios para reponer los perdidos, también debe proporcionar hidrato de carbono como fuente de energía y debe cumplir con los siguiente:

- Energía aportada 80 a 350 Kcal/L.
- 75% de carbohidrato (maltodextrina o glucosa).
- Contenido sódico 460 a 1550 mg/L
- Osmolaridad de 300 a 330 mosmol/L

En las tablas 3 y 4, se reportan los componentes, la composición de las bebidas.

**Tabla 3. Componentes de las bebidas hidratantes más comunes en el mercado**

COMPONENTE	GATORA DE 240 mL	SQUASH 237 mL	ÉXITO 100 mL	POWERAD E 240 mL	ACTIVA DE (POLVO) 100 mL
<b>CARBOHIDRATOS</b>	7,9 g	14 g	6 g	18 g	6 g
<b>CALORÍAS</b>	56	58	24	7	2
<b>SODIO</b>	110 mg	108 mg	45 mg	15,61 mg	42 mg
<b>CLORURO</b>	100 mg	101 mg	40 mg	36 mg	41 mg
<b>POTASIO</b>	30 mg	30 mg	10 mg	43 mg	13 mg
<b>ACIDULANTES</b>	Ácido	Ácido	Ácido	NaCl,	Ácido
<b>CONSERVANTES</b>	cítrico,	cítrico,	cítrico,	acidulante	cítrico,
<b>ESTABILIZANTES</b>	NaCl, fosfato	NaCl, Fosfato	NaCl, Ácido ascórbico, Benzonato de sodio.	330 Concerva. 212 y 202, Estabiliza 322ii y 425i	NaCl Fosfato.
<b>SABORIZANTE</b>	Frutas Naturales	Emulsionado de frutas	Naturales y artificiales	Naturales	Naturales
<b>OTROS</b>	Sacarosa y cítrico de sodio.	Sacarosa glucosa y fructuosa	Citrato de sodio glucosa y fructuosa		Sacarosa, citrato de sodio y glucosa.

Fuente: Morales et al. (2009)

**Tabla 4. Composición de las principales marcas de bebidas deportivas incluyendo jugos de frutas.**

Bebidas	Carbohidrato (%)	Sodio (mmol/L)	Potasio (mmol/L)	Osmolaridad (mosmol/Kg)
<b>Gatorade ®</b>	8	20	3	310
<b>Isotar ®</b>	7	30	5	290
<b>Lucosade Sport ®</b>	6.4	22	3	285
<b>Powerade ® (UK)</b>	6	23	2	280/290
<b>Jugo de naranja</b>	10	4	45	660
<b>Jugo de manzana</b>	13	1	26	-
<b>Jugo de Tomate</b>	3	140	7	-
<b>Bebida de coca</b>	11	3	1	700

Fuente: Pizarro (2009).

#### 2.2.6.1. Composición de las bebidas isotónicas

De acuerdo a Navarro (2015), las bebidas isotónicas tienen una composición básica formada por agua, hidratos de carbono y minerales:

**a) Agua.** El contenido de agua de este tipo de bebidas se encuentra alrededor de un 90%.

Principal componente para evitar y prolongar la deshidratación en sudoración que se deriva de cualquier práctica intensa de deporte.

- b) **Hidratos de carbono.** Estas proporcionan energía necesaria para los ejercicios, ayudando a mantener estables los niveles de glucosa en la sangre. Se han estudiado otros carbohidratos para mejorar la absorción del agua (que no incrementen la osmolaridad), como, por ejemplo, la maltodextrina (baja osmolaridad), o incluso aminoácidos como glicina, glutamina y alanina.
- c) **Minerales.** Estas bebidas contienen iones sodio, cloruro, magnesio, calcio y potasio que mejoran su sabor, y en el caso del sodio favorece la retención de agua impidiendo que ésta se elimine por vía renal.

Según Martelo (2011), indica que los minerales esenciales en la bebida isotónica son:

- ✓ **Sodio:** Principal componente de la bebida ya que regula la osmosis del cuerpo, la concentración de sodio es de 20 – 5000 mmol/L equivalente a 460 a 1,150 mg por litro.
- ✓ **Potasio:** Electrolito importante en ese tipo de bebidas, ya que este mineral se pierde en el cuerpo a través del sudor.
- ✓ **Magnesio:** Es necesario para la restauración del sistema nervioso, el ion perdido es menor a 8 mmol/L, es importante incluir en estas bebidas ya que regula la función del musculo y del sistema nervioso.
- ✓ **Calcio:** Incluye baja dosis en forma de calcio, este componente ayuda para la absorción del agua.

- d) **Aditivos:** Es la adición de saborizantes o colorantes como el azul brillante FCF entre otras sustancias, tienen funciones organolépticas (Navarro 2015).

A continuación, en la tabla 5 se muestra la composición de la bebida rehidratante.

**Tabla 5. Composición de bebida rehidratantes por 100 ml de porción.**

<b>Componente</b>	<b>Bebida Deportiva</b>
<b>Generales</b>	
	<b>Valor</b>
Alcohol (etanol)	0 g
Energía, total	134 kJ (32 kcal)
Grasa, total (lípidos totales)	0 g
Proteína, total	0 g
Agua	92,1 g
<b>Hidratos de Carbono</b>	
Fibra, dietética total	0 g
Carbohidratos	7,9 g
<b>Vitaminas</b>	
Vitamina A equivalentes de retinol de actividades de retinos y carotenoides	0 µg
Vitamina D	0 µg
Vitamina E equivalentes de alfa tocoferol de actividades de vitámeros E	0,5 mg
Folato, total	0 µg
Equivalentes de niacina, totales	0,9 mg
Riboflavina	0 mg
Tiamina	0 mg
Vitamina B-12	0 µg
Vitamina B-6, Total	0,1 mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	0 mg
<b>Minerales</b>	
Calcio	0,8 mg
Hierro, total	Trazas (mg)
Potasio	2,2 mg
Magnesio	5 mg
Sodio	24 mg
Fósforo	1 mg
Ioduro	1 µg
Selenio, total	Trazas (µg)
Zinc (cinc)	Trazas (mg)

Fuente: Greenfield (2006)

### 2.2.6.2. Legislación

Según Navarro (2015), la legislación vigente para este tipo de bebidas en la actualidad está regulada por las siguientes disposiciones:

**2.2.6.2.1.** El Real Decreto 1444/2000, de 31 de julio indica que las bebidas rehidratantes están consideradas dentro de los preparados alimenticios para regímenes dietéticos o especiales en su descripción de alimentos indicando alimento adaptados a un intenso desgaste muscular, sobre todo para deportistas.

**2.2.6.2.2.** Reglamento XVI.2 “Bebidas no carbonatadas” establecidos en la RM N°591 – MINSA – 2008.

**Tabla 6. Límites de minerales en bebidas rehidratantes**

Componente	Símbolo	Límite mínimo	Límite máximo
<b>Sodio</b>	Na +	10	20 meq/l
<b>Cloruro</b>	Cl -	10	12 meq/l
<b>Potasio</b>	K +	2,5	5 MEQ/L
<b>Calcio</b>	Ca ++	-	3 meq/l
<b>Magnesio</b>	Mg ++	-	1,2 meq/l

Fuente: MINSA (2008).

### 2.2.6.3. Producción de las bebidas isotónicas en el mercado peruano

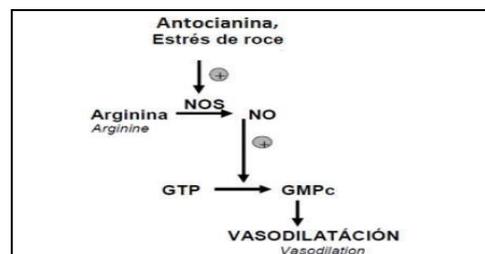
En el Perú se tiene que 3 lideran el mercado: *Sporade*®, *Gatorade*® y *Powerade*®, el consumo “per cápita” del año 2008 fue de 2.1 litros por persona; además, se experimentó un crecimiento en el mercado peruano de 15%, a pesar del freno económico mundial (Ramos 2014).

### 2.2.7. Efectos del Óxido Nítrico en la fisiología Muscular

#### 2.2.7.1. Óxido Nítrico

Es de gran importancia por la relación en la fisiología muscular ya que influye tanto en el metabolismo funcional y otras actividades que produce dilatación e incrementa el aporte del oxígeno y nutrientes al musculo (Martelo 2011).

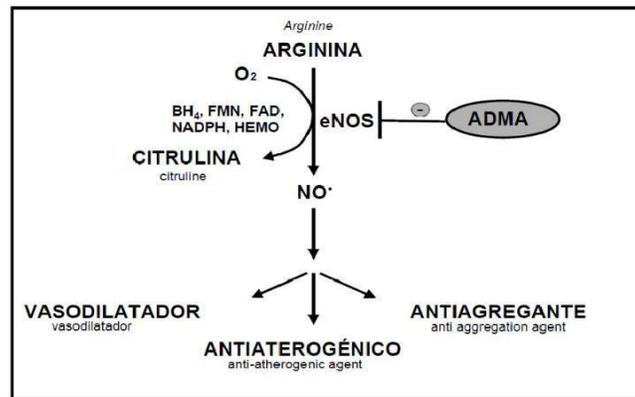
El óxido nítrico regula también el flujo sanguíneo como respuesta del “estrés de rose”, tal como se muestra en el gráfico 2.



**Gráfico 2.** Mecanismos acción de la Arginina en la vasodilatación

Fuente: Muñiz (2011)

A partir de la arginina se produce la síntesis del NO por acción del complejo enzimático (NOS). A continuación, se indica en el gráfico 3.

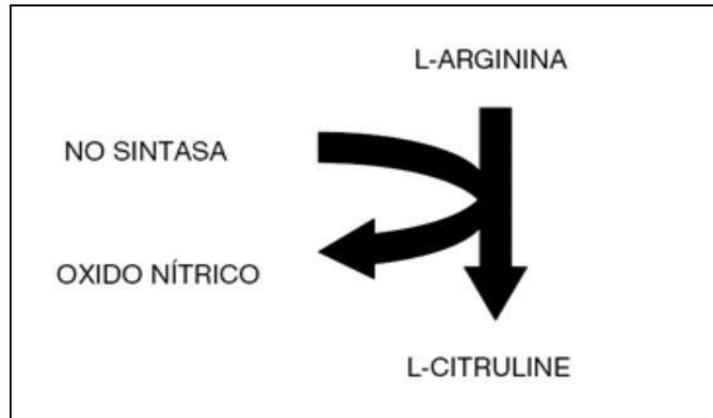


**Gráfico 3.** Efectos vasculares de la arginina y mecanismo de acción de la dimetilarginina asimétrica.

Fuente: Muñiz (2011).

### 2.2.7.2. Conversión de Arginina en Óxido Nítrico

La arginina es un aminoácido esencial, además de las funciones relacionadas directamente con su metabolismo (formación de péptidos y proteínas, funcionamiento del ciclo de la urea, síntesis de creatina, síntesis de prolina, síntesis de poliaminas, etc.), la arginina parece desempeñar otras funciones fisiológicas importantes, existe una tensión creciente sobre el posible papel protector de la arginina sobre la salud cardiovascular, que tiene su base científica en el hecho de que este aminoácido es el recurso metabólico del óxido nítrico (Gráfico 4), una molécula producida en el endotelio vascular con acción vasodilatadora, antiaterogénica y antiagregante Plaquetaria (Martelo 2011).



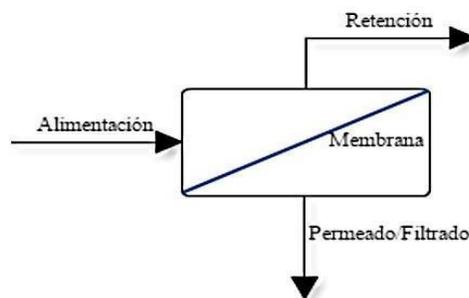
**Gráfico 4.** Producción de óxido nítrico a partir de L- Arginina

Fuente: Martelo (2011)

Las células endoteliales cultivadas sintetizan NO del átomo del nitrógeno terminal del grupo guanido del aminoácido L arginina. Por lo tanto, un estímulo fisiológico, como, por ejemplo, los niveles extracelulares de calcio, desencadena una serie de reacciones que conducen a la formación de NO a partir de la L-arginina que proviene de las proteínas séricas, El NO difunde a la célula diana produciendo la elevación de los niveles de GMPC. El enzima que sintetiza NO desde la L-arginina en estas células, denominada NO sintetasa, es citosolica y NADPH, Ca y calmodulina dependiente (Martelo 2011).

### 2.2.8. Tecnología de microfiltración por membrana

La microfiltración se utiliza para separar partículas con un tamaño entre 0.05 y 10  $\mu\text{m}$ . Las presiones de trabajo utilizadas oscilan 0.5 y 3 bar. Las partículas se retienen en función de sus dimensiones (tamaño y forma) siendo el proceso de membrana que se parece más a la filtración convencional (Fleitas 2019).



**Gráfico 5.** Flujograma de sistema de filtración con flujo cruzado.

Fuente: Bazán (2017).

En la mayoría de las industrias las membranas son de tipo material metálico, polímeros o de cerámicas. Las ventajas que tiene la membrana de cerámica es que aporta soluciones como ácidos, bases, son de larga vida útil (Bazán, 2017).

#### 2.2.8.1. Definición de Membranas

La membrana no se define como un material “pasivo”, sino como un material funcional. En otras palabras, el rendimiento de las membranas en términos de caudales y selectividades depende principalmente de la naturaleza de los elementos contenidos en las dos fases y de la fuerza directora que se aplica (Fleitas 2019).

### 2.2.8.2. Tecnología de Membranas

Según Naranjo (2017), la principal función de una membrana es actuar como barrera selectiva. En otra palabra, deja pasar componentes de la mezcla (permeado) y evitar el paso de otros (retenido). De esta forma la membrana puede ser definida como una región discontinua interpuesta entre dos corrientes. Por esta definición, una membrana puede ser gaseosa, líquida o sólida, o combinación de estas. Según su morfología, las membranas se agrupan en tres categorías:

- Membranas homogéneas: Tienen espesores comprendidos entre 10 y 200  $\mu\text{m}$ . Este material de membranas es resistente a la transferencia proporcional del espesor de la membrana.
- Membranas asimétricas: constituida por una película fina y densa (capa activa), con entre 0,1 y 0,15  $\mu\text{m}$  de espesor, soportada por una subcapa porosa (soporte), con espesor entre 50 y 150  $\mu\text{m}$ , que permite un elevado flujo de solvente.
- Membranas compuestas: Se desarrollaron con el fin de aumentar la permeabilidad de las membranas asimétricas, mediante una disminución del espesor de la capa activa. Se formula colocando una ligera película de (10 a 100 nm) sobre un soporte polimérico poroso.

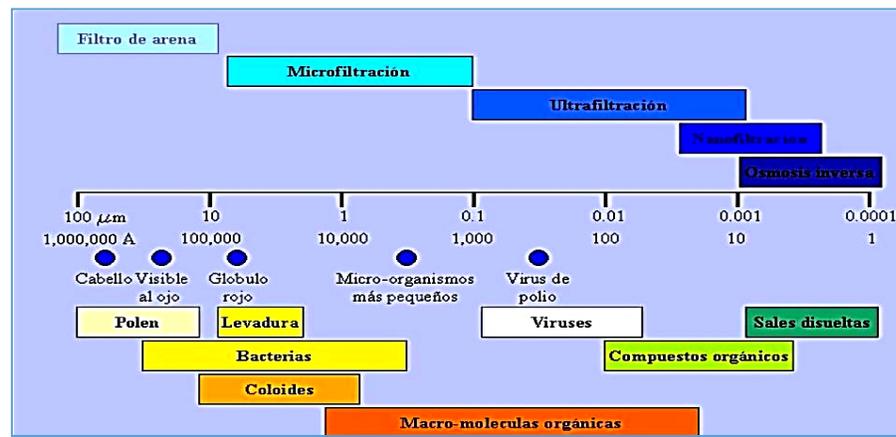
### 2.2.8.3. Membranas de matrices mixtas

Estos tamices moleculares poseen mejores propiedades de transporte de gases, pero tienen mayores problemas de fabricación. Al unir tamices y membranas moleculares se aprovecha la facilidad de fabricación de los polímeros y la alta selectividad de los tamices moleculares. Actualmente se han dirigido muchos estudios hacia membranas mixtas de este tipo. Se sabe que la permeabilidad de un gas a través de una membrana polimérica rellena, como por ejemplo de algún tipo de zeolita, depende de las propiedades intrínsecas de la zeolita y del polímero (Ramírez 2013).

### 2.2.8.4. Clasificación de las membranas

Las membranas selectivas semipermeables pueden clasificarse de acuerdo a diferentes criterios tales como mecanismo de separación, morfología física y naturaleza química (Lara 2002). En el Gráfico 6 se muestra la clasificación de membranas.

**Gráfico 6. Rangos de Filtración**



Fuente: Lara (2002).

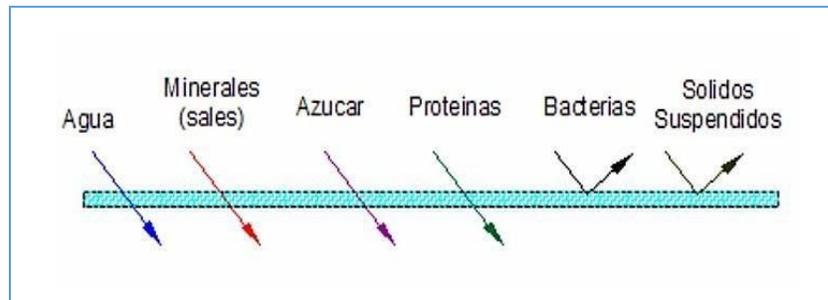
Una mezcla de componentes químicos llega a la superficie de una membrana y bajo la acción de un gradiente de presión, algunas especies atraviesan, mientras que otras son retenidas. La aplicación primaria es la clarificación (Lara 2002).

Las principales variables considerar en un proceso de filtración con membranas y flujo cruzado son; la presión transmembrana (TMP) y velocidad lineal del flujo cruzado (CFV). Algunos autores, como Badan-Ribiero et al (2008) recomiendan un proceso de acondicionamiento de la membrana para reducir los efectos de polarización e hidrofobicidad, así como una adecuada limpieza de la membrana cuando se presenta una caída del 70% en el flujo de permeado (Rodríguez 2017).

#### **2.2.8.5. Microfiltración**

Es una forma de filtración que tiene dos maneras más comunes. Una es la separación por flujo tangencial, en esta separación una corriente de fluido circula paralelamente a la superficie de la membrana hay una diferencial de presión a través de las membranas que ocasionan fluidos para que pase a través de la membrana a la vez que el resto elimina la segunda forma es la separación longitudinal (Naranjo 2017).

En el Grafico 7 se muestra el esquema de las sustancias en un microfiltrador de membranas



**Gráfico 7.** Esquema de Microfiltración

Fuente: Lara (2002).

Una diferencia fundamental entre la ultrafiltración y la microfiltración es el diámetro del, pero de la membrana, los microfiltradores son de mayor  $0.1 \mu\text{m}$  (Lara 2002).

#### 2.2.8.6. Eliminación de microorganismo por microfiltración de membrana

La eficiencia en la eliminación de indicadores microbianos está ahora bien establecida y documentada. Se han demostrado eliminaciones logarítmicas tan elevadas como las resumidas en la tabla 8 que se presenta a continuación para varios microorganismos, con experimentos de sedimentación y con organismos microbianos encontrados en el medio natural (Lara 2002).

**Tabla 7. Eliminación de indicadores mediante Microfiltración por membranas.**

Microorganismos	Tamaño $\mu\text{m}$	Eliminación logarítmica reportada
<b>Giardia quistes</b>	7-14	>5
<b>Criptosporidium ovoquistes</b>	3-7	>4.8
<b>Escherichia coli</b>	1-3	>8.3
<b>Pseudomonas diminutas</b>	0.2-0.5	>7
<b>Bacteriofago MS2</b>	0.025	>6.5
<b>Virus entéricos (organismos que se da en la naturaleza)</b>	0.025	>4
<b>Virus de polto</b>	0.025	>8.9

Fuente: Lara (2002).

Como es lógico la eliminación de microorganismos (sin pretratamiento o agregación de partículas) es específico de cada membrana en particular (tamaño de poro) y de la distribución de los poros, cuando se considera a la membrana como una barrera física, como una barrera absoluta para los quistes y ovoquistes, ya que estos organismos son más grandes que el orden de magnitud mayor del tamaño de poro de la membrana (Lara 2002).

#### 2.2.8.7. Microfiltración por membranas en la Industria alimentaria

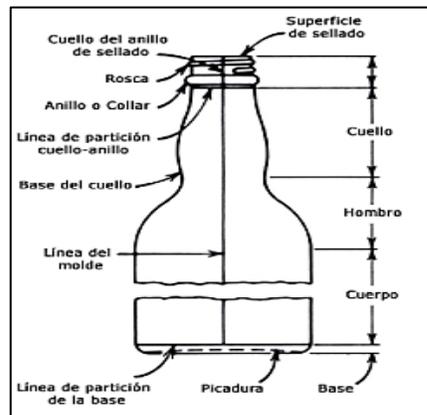
Las membranas de más aplicación en la industria alimentaria son las de microfiltración y ultrafiltración ya que pueden trabajar a bajas temperaturas y garantizan una desinfección y esterilización perfecta de los sistemas en que se manipulan alimentos, la vez que se mantienen sus cualidades organolépticas (Navés 2017).

### a) Procesamiento en bebidas

La tecnología de esterilización en frío permite conservar las características organolépticas, microbiológicas y fisicoquímicas de la materia original, además de la composición nutricional como vitaminas por ser no resistentes a altas temperaturas. La microfiltración tiene un tamaño de poro de 0.1 - 10  $\mu\text{m}$ . Estas membranas de microfiltración retienen todas las bacterias. Parte de la contaminación viral es atrapada en el proceso, a pesar de que los virus son más pequeños que los poros de la membrana de microfiltración, esto es porque los virus se pueden acoplar a las bacterias. Podemos distinguir tres tipos de membranas: membranas celulósicas, membranas de polímero orgánico y membranas minerales (Sandoval 2017).

### b) Material de envase: Envase de vidrio

En la industria alimentaria lo más usado para envasar líquidos son las botellas de vidrio, siendo su mayor característica que este material no influye en las características del producto que lo contiene (Vicente 2013).



**Gráfico 8.** Diagrama de botellas de vidrio

Fuente: Balarezo (2012)

El material de vidrio se utiliza en la industria alimentaria, ya que conserva las características del producto, no interfiere en la calidad de la bebida, es higiénico el cierre es fundamental ya que caracteriza un producto hermético (Sandoval 2017).

**c) Otras aplicaciones del microfiltrador por membrana:**

Según Palatnik (2019), se tiene las siguientes aplicaciones de microfiltración por membrana:

- Separación de caseinatos ácidos: El proceso involucra una acidificación hidrolítica de la leche hasta alcanzar valores de pH cercanos a 4,9, y una recirculación de esta en un sistema de electrodiálisis que separa los caseinatos ácidos a temperaturas por debajo de los 10°C, para evitar problemas microbiológicos.
- Eliminación de antibióticos en la leche: Contaminantes tales como la sulfametazina pueden ser eliminados de la leche por medio de un proceso combinado de microfiltración y diafiltración con recirculado, empleando membranas de polisulfona de fibra hueca con un corte de 10000 daltons y temperaturas de 50°C.

### 2.2.9. Calidad Microbiológica de la bebida rehidratante de alga *Espirulina*.

Según MINSA (2008), De acuerdo con Métodos Normalizados ó métodos descritos por Organizaciones con credibilidad internacional tales como la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC), ó Asociación Americana de Salud Pública (APHA) sobre Prueba de Esterilidad Comercial, considerando las temperaturas, tiempos de incubación e indicadores microbiológicos del mencionado método, los cuales deben especificarse en el Informe de Ensayo. Los límites microbiológicos en la categoría de bebidas no carbonatadas (zumos, néctares, extractos, bebidas rehidratantes, bebidas energizante y productos concentrados) corresponde en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Límites microbiológicos de aceptación de bebidas no Carbonatadas.**

Agente microbiano	n	m
Aerobios mesófilos (UFC/ml)	1	10
Mohos (UFC/ml)	1	1
Levaduras (UFC/ml)	1	1
Coliformes (UFC/ml)	1	<1

Fuente: MINSA (2008).

#### 2.2.9.1. Microorganismos indicadores presentes en bebidas no carbonatadas:

##### a) Coliformes totales

Bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos, fermentan la lactosa a 35°C +/- 2°C con la producción de ácido y gas, catalasa positiva, móviles en su gran mayoría por medio de flagelos peritricos. Tienen una importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. Las bacterias de este género se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales (Pascual, 2000).

### b) Coliformes Fecales

Bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la  $\beta$  Galactosidasa y  $\beta$  Glucuronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano siendo este un ingrediente importante en las bebidas no carbonatadas (Res 2115, 2007).

### c) Mohos y Levaduras

La mayoría son aeróbicos, aunque hay algunas especies facultativas. Su nutrición es heterótrofa, adquieren su energía de compuestos orgánicos del suelo y del agua. Las Levaduras son hongos unicelulares de forma esférica, alargada u ovalada, presentan diferentes colores: blanco, rosado, beige o rojo. Su tamaño oscila entre 2,5 – 10 micrómetros de ancho y 4,5 - 21 micrómetros de largo (Lozada 2007).

Los mohos producen compuestos tóxicos, conocidos como micotoxinas y se encuentran presentes como contaminantes de alimentos de consumo humano y animal. Los efectos adversos de las micotoxinas incluyen problemas en el crecimiento infantil, defectos en el desarrollo del tubo neuronal, daños al sistema inmunológico, enfermedades renales, y mayores probabilidades de desarrollar cáncer de hígado y esófago (Santillan, 2017).

### 2.3. Marco conceptual

- **Algas marinas:** Plantas unicelulares, formadas por muchas células contienen clorofilas y otros pigmentos fotosintéticos, están en contacto con el mar y son fuente de nutrientes.
- **Espirulina:** Organismos unicelulares de color verde, es fuente de proteínas, vitaminas y minerales.
- **Recursos hidrobiológicos:** Contemplan a todo organismo que pasa todo su desarrollo en un ambiente acuático.
- **Biomasa:** Es energía renovable, producida a partir de la combustión orgánica originada en diferentes procesos (materia orgánica y sus restos no vivos), se identifica por tener elevado contenido de oxígeno y bajo contenido en carbono.
- **Bebidas Isotónicas:** Es una bebida deportiva es fuente de sales minerales ayuda a reponer los electrolitos perdidos por una actividad física asegurando así buen nivel de hidratación.
- **Minerales:** Sustancia inorgánica y sólida su origen es natural, poseen organización química definida (es el anión de un metal en el grupo dominante) y de acuerdo con ello se clasifican los minerales.
- **Piridoxina:** Nutriente del complejo de la vitamina B, la piridoxina ayuda a mantener sanos los nervios y la piel, elabora glóbulos rojos, lucha contra las infecciones y hace que algunas enzimas funcionen correctamente.

- **Sulfato ferroso:** Suplemento alimentario indispensable para formar hemoglobina.
- **Pigmentos:** Son sustancias que dan color al tejido, captan la energía luminaria y la transforman en energía química mediante la fotosíntesis.
- **Bebidas Isotópicas:** Bebidas que tienen que favorecer la absorción de líquidos.
- **Hidratos de carbono:** Son moléculas del azúcar, es uno de los tres nutrientes principal que se encuentran en todo alimento, el cuerpo descompone a los carbohidratos en glucosa.
- **Aditivos:** Es aquellas sustancias que se añaden para modificar sus atributos organolépticos.
- **Legislación:** Son leyes que han sido originadas o creadas para legislar a un organismo del gobierno, se refiere a una sola ley que ya ha sido promulgada.
- **Osmolaridad:** Concentración molecular de partículas osmóticamente activas en un litro de plasmas se expresa en osmoles/ litro.
- **Antioxidantes:** Son compuestos químicos que interactúan con radicales libres y los bloquean, por ello les impide causar daño (neutraliza radicales libres y previene o retrasa daños a las células)
- **Oligofructanos:** Es fibra formada de cadenas de moléculas de fructuosa, también se conocen con el nombre de oligofructosa y suelen utilizarse como sustituto del azúcar.

- **Microfiltración:** Es un proceso de separación, esta filtración se realiza dentro de una zona de porosidad con un diámetro de 0.1 a 10  $\mu\text{m}$ , permitiendo así la eliminación de partículas suspendidas.
- **Ultrafiltración:** Mantiene macronutrientes con peso molecular (1000 y 200,000 Da), el diámetro de las membranas es de 0.01  $\mu\text{m}$ , por lo general se usa en el tratamiento de agua, utilizando la presión hidrostática.
- **Ficocoloides:** Sustancia coloidal obtenida de las paredes celulares de las algas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales y lugar de ejecución:

##### 3.1.1. Lugar de ejecución:

Esta investigación se desarrolló en los ambientes de la facultad de ingeniería de Industrias Alimentarias de la UNALM: la caracterización de la materia prima se llevó en los laboratorios de análisis de alimentos, la preparación de la bebida rehidratante en los laboratorios de agitación y separación, los análisis microbiológicos en los laboratorios de microbiología, los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de agua y suelo y el análisis sensorial en el gimnasio de la UNALM.

##### 3.1.2. Materiales y Equipos

Alga Espirulina (*Arthrospira jenneri*) producido en el instituto de FONDEPES Casma – Ancash – Perú.

##### Equipos

- Equipo de Filtración (Jet PreScreen Filter).
- Estufa Memmer 1300 w
- Bomba de Filtrado 330 GL
- Cromatógrafo de líquidos de alta resolución HPLC (Agilent).

- Mufla
- Balanza analítica Sartorius peso máximo 1500 g.
- Termómetro
- Refractómetro (Mettler Toledo)
- Destilador Kjeldah
- pH-metro, marca: EUTECH INSTRUMENTS.
- Extractor de Soxhlet - SISATOM
- Microscopio
- Contador electrónico de microorganismos; marca Hellize – Usa.
- Incubadora, marca: Selecta.
- Equipo de absorción atómica. Serie AA - Agilent Technologies.

### **Materiales**

- Filtros de membranas: 08, 045 y 0.2  $\mu\text{m}$
- Papel de filtro (de paso rápido)
- Resina (Polivinilpolipirrolidona)
- Kitasato 250 ml
- Vasos Beaker pp 50 ml, 250 ml, 600 ml.

- Agua destilada
- Buretas de 25 ml
- Termómetro.
- Cápsulas de porcelana
- Probeta 100 ml
- Bagueta
- Varilla de Vidrio
- Asa y aguja Koller
- Material de tinción gram.
- Papel toalla
- Embudo hirsch
- Matraz (1 L, 2 L)
- Fiolas (10 ml, 25 ml)
- Espátula
- Piseta
- Tubos de ensayo.
- Trípode #2.

- Pinzas de metal #2.
- Botellas de vidrio 315 ml.

### **Reactivos**

- Indicador de pH
- Solución NaOH 0.1 N estandarizado.
- Solución buffer pH 4 y 7.
- Fenolftaleína al 1%
- Ácido ascórbico.
- Benzoato de sodio
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Ácido Bórico
- Ácido sulfúrico
- Ácido Clorhídrico 1%
- Etanol
- Acetona
- Sulfato de potasio

**Insumos**

- Azúcar
- NaCl
- L-Arginina

**Médios de cultivo**

- Agar Mackonkey
- Agar Endo/ VRBA
- Caldo E. Coli.
- Agar nutritivo.
- Caldo Brilla.
- Caldo triptona.
- Caldo lactosa, marca: Merc.

### 3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el diseño experimental se aplicó un diseño que es al azar que consistió en dos factores representados por porcentajes de alga *Espirulina* y diámetro de los microfiltradores. El máximo aceptable adición de *Espirulina* según Naranjo (2013) es 10 g por 100 ml ya que a concentraciones mayores se ve afectado su calidad organoléptica.

**A = Concentración de Alga *Espirulina* (*Arthospira jenneri*).**

A1 = 0.1%

A2 = 0.5%

A3 = 1.0 %

**B = Microfiltradores**

B1 = 0.2  $\mu\text{m}$

B2 = 0.45  $\mu\text{m}$

**Tabla 9. Tratamientos**

TRATAMIENTOS	NIVEL DE COMBINACIÓN
T <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>
T <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>
T <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
T <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>
T <sub>5</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>
T <sub>6</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>

## **3.2. MÉTODOS**

### **3.2.1. Técnica de recolección de datos**

#### **a) Datos primarios**

De forma directa es obtenida de la ejecución de los análisis.

#### **b) Datos secundarios**

Es conseguida de fuentes bibliográficas en este caso se tuvo como referencia las investigaciones ya realizadas, normas y datos estadísticos.

### **3.2.2. Metodología experimental**

La metodología experimental se encuentra en el Anexo N° 2, donde detalla las etapas que se realizó para ejecutar la investigación.

## **Etapa I. Caracterización a la materia prima Alga Espirulina:**

**Análisis químico proximal del alga Espirulina:** Se tomó como referencia la metodología (Silva y Karen 2020).

### **a) Composición químico proximal:**

**Humedad:** Se aplicó por estufa de la A.O.A.C 950.46: (2005)

Cantidad de agua presente en el alimento, se expresa en porcentaje, se realizó por el método de estufa a 105°C hasta obtener peso constante.

- Se pesó la placa seca y se enfrió en el desecador.
- Se pesó 5g de la muestra y se colocó en la placa.
- Se llevó la muestra a la estufa a una temperatura de 100 – 105°C por un tiempo máximo de 6 horas.
- Se retiró la placa de la estufa, y se colocó en el desecador, y se dejó enfriar por 20 minutos, y luego se tomó el peso final. Este proceso se realizó por triplicado.

Se calcula el contenido, utilizando la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{W1 - W2}{WM} \times 100$$

Donde:

W1 = Peso placa con muestra seca.

W2 = Peso de la placa vacío.

WM = Peso de la muestra.

- **Ceniza:** Para determinar la ceniza se utilizó el método de NTP.2006.012 (INDECOPI, 2012)

La ceniza es el residuo inorgánico de una muestra incinerada a temperatura 550°C, el valor obtenido determina los macro y micro minerales de los alimentos, los cuales en el organismo actúan como activadores enzimáticos, equilibrio de ácido base, estructurales de los huesos, dientes y componentes de hormonas y vitaminas.

Procedimiento:

- Se colocó el crisol en el desecador la estufa a una temperatura 100°C durante una hora.
- Se colocó el crisol en el desecador, se enfrió y se pesó.

- Se pesó 1.5 a 2.0 g de la muestra y se colocó en el crisol de porcelana.
- Se colocó en la mufla a una temperatura de 550°C por 5 horas.
- Luego de incinerado, se retiró el crisol de la mufla cuando la temperatura desciende a 100°C; se colocó en un desecador para que se enfríe.
- Se pesó el crisol con las cenizas.

Calculo

$$\%Ceniza = \frac{(w1 - w2)}{WM} \times 100$$

**Donde:**

W1 = Peso de crisol más muestra (g).

W<sub>2</sub> = Peso de crisol (g).

WM = Peso de muestra (g).

- **Grasa:** Para la determinación de grasa se usó el método AOAC.960.39 (1998)

Las muestras se extraen con n solvente Soxhlet y la extracción se da en caliente, posteriormente del extracto secado a un peso constante, se determina la grasa por gravimetría.

- Se pesó, se secó y se enfrió un balón limpio, se anotó el peso (g) del balón.
- Con papel de filtro si hizo el cartucho, se pesó 3 – 5 g de muestra seca.

- Se colocó el cuerpo del equipo Soxhlet
- Se agregó hexano al calentarse a 69°C se evaporó y ascendió a la parte superior de la cámara de extracción. Ahí se condensó por refrigeración con agua y desciende sobre la muestra, retornando al balón por sifón, arrastrando consigo la grasa por un tiempo de 3 horas.
- Se retiró el cartucho que contienen la muestra desengrasada. El balón se retira del aparato cuando este contiene una estufa poco hexano.
- Se esperó a que termine de evaporar el hexano remanente en una estufa a 100°C.
- Se retiró de la estufa y se colocó en el desecador.
- Se pesó el balón que contenía la grasa.

El resultado se calcula según la fórmula:

$$\%G = \frac{P1 - P2}{PM} \times 100$$

Donde:

$P_1$  = Peso del balón más muestra grasa.

$P_2$  = Peso del balón vacío.

PM = Peso de la muestra,

- **Fibra:** En la determinación de fibra se empleó como referencia técnica AOAC. 920.39,

(1998).

Para determinar la fibra se utilizó una muestra seca y desengrasada, la cual primero es una digestión ácida con una solución de ácido sulfúrico al 1.25% luego residuo es sometido a digestión alcalina con una solución de hidróxido de sodio 1.25%

- Se pesó 2 g de muestra y se coloca en el equipo de Erlenmeyer de 1 L.
- Se añadió a la muestra 200 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 1.25%.
- Se añadió un agente antiespumante.
- Se hirvió ligeramente por 30 minutos bajo condensador de reflujo, agitando periódicamente el matraz Erlenmeyer para homogenizar la mezcla (evitando que las partículas se adhieran a la pared del matraz).
- Se filtró la mezcla con el embudo de Buchner que se preparó con papel de filtro mojado.
- De nuevo se arrastró por lavado dirigiéndose al matraz con 200 ml de NaOH al 1.25% y se llevó a ebullición.
- Se hizo hervir por media hora a ebullición
- Se transfirió toda la materia insoluble a un crisol empleando agua hirviendo.
- Se lavó sucesivamente con agua hirviendo, ácido clorhídrico al 1% y finalizamos otra vez con agua hirviendo, hasta que el agua del filtrado quede exenta de ácido.
- Se lavó 2 veces con etanol.

- Se lavó 3 veces con acetona.
- Se deseco a 100°C hasta que llego a peso constante.
- Se incinero en el horno de mufla a 550°C durante una hora.
- Se enfrió el crisol en desecador y se volvió a pesar.

El porcentaje de fibra se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$\%de\ Fibra = \frac{P2 - P3}{PM} \times 100$$

Donde:

P2 = Peso de la materia insoluble.

P3 = Peso de las cenizas.

PM = Peso de la muestra.

- **Proteína:** Se usó como referencia el método Kjeldahl del INTEC – NTP.201.021 (INDECOPI, 2012)

Las proteínas son polímeros cuya unidad básica son los aminoácidos. En la molécula de una proteína existen cientos de aminoácidos que están unidos para formar enlaces peptídicos, en los alimentos por lo general se tiene 20 aminoácidos.

Procedimiento:

Primera etapa. - Digestión

- Se pesó 0.2 g de muestra seca y se adicionó el catalizador (1.5 g de sulfúrico de potasio + 0.005 g de sulfato de cobre) y se colocó en el balón de Kjeldahl.
- Se adicionó 3.5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrada.
- Se calentó el balón ligeramente hasta que cese la formación de espuma.
- Se procedió a digerir por ebullición vigorosa hasta que el contenido del balón muestra transparencia y de color ligeramente azul – verdoso, se continuo la digestión por 45 minutos. La digestión terminó cuando el contenido del balón está completamente cristalino.

Segunda etapa: Destilación:

- Se dejó enfriar la muestra digerida, luego se adiciono 50 ml de agua destilada y se colocó en el equipo de destilación. Se agregó 15 ml de hidróxido de sodio NaOH al 50%.
- Se colocó en un Erlenmeyer 20 ml de ácido bórico contenido en el Erlenmeyer para atrapar el destilado producido. Se destilo la muestra hasta obtener 40 ml de volumen final.
- Se tituló con HCL a 0.1N el destilado obtenido y se anotó el gasto.

El porcentaje de nitrógeno se calculó:

$$\%N_2 = \frac{V \times N \times \text{Factor } N_2}{PM} \times 100$$

Donde:

V = ml ácido sulfúrico 0.1

N = Normalidad corregida solución de ácido

PM = peso de la muestra.

Factor N2 = 0.014

El porcentaje de proteína se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\%Proteína = \%N \times \text{Factor de proteína}$$

%N = Porcentaje de nitrógeno

Factor de proteína = 6.25

- Carbohidrato: Para determinar carbohidratos se realizó por diferencia de porcentaje de  
MINSA, 2009.

Se obtuvo por diferencia de porcentaje

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\%H + \%C + \%G + \%P)$$

%H = Porcentaje de humedad.

%C = Porcentaje de Ceniza.

%G = Porcentaje de Grasa.

%P = Porcentaje de Proteína.

### Análisis fisicoquímico del alga *Espirulina*

- **pH:** Para determinar el pH se usó como referencia técnica la NTP 201.040 (INDECOPI, 2012)

Este método se realizó por potenciómetro, utilizando un pH metro con electrodos digitales.

Procedimiento:

- Se pesó 5 g de muestra y se diluyó en 45 ml de agua destilada, luego se dejó reposar por un espacio de tiempo de 30 minutos.
- Previamente se calibró el potenciómetro con soluciones buffer de pH 7.0, seguidamente se realiza las lecturas y se anota.

- **%Acidez:** Para determinar la acidez titulable se utilizó como referencia técnica NTP 206.13 (1981) (INDECOPI, 2012)

Se obtuvo el extracto alcohólico de la muestra y se tituló con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína.

- Se pesó 5 g de muestra y se le añadió 45 ml de agua destilada, se agitó con una baguete y se filtró, seguidamente se tomó 10 ml de filtrado y se tituló con NaOH usando 3 gotas de fenolftaleína como indicador.
- El resultado se expresó en grado de acidez, que son los ml de 0.1N de NaOH hasta que cambie de color a rosa pálido. Este paso se realiza por triplicado.

$$\%A. T (H_2SO_4) = A \times F \times 0.1N \times 100$$

Donde:

A = Normalidad NaOH 0.1N (gastado)

F = Factor del ácido (0.049)

C = NaOH (0.1N)

## Análisis microbiológico del alga *Espirulina*

- **Recuento Mesófilos Anaerobios.** Método APHA, Decreto N2229-04-12-1994.

Método: ICMSF (1991)

Procedimiento:

- Se pesó 25 g de muestra representativa dentro de una bolsa estéril.
  - Se agregó 225 ml de caldo peptona do
  - Se agitó la muestra por un minuto, a partir de la dilución y se tomó 1 ml que fue colocada en un pequeño tubo con caldo peptona do y se agitó de 4 a 5 veces.
  - Se colocó la placa petrifilm en una superficie plana y luego se levantó el film superior y con una pipeta estéril y de forma perpendicular a la placa se colocó 1 ml de solución en el centro del film interior.
  - Bajo el film sobre el inoculó y con un poco de presión por 8 segundos, de forma tal, que se repartió el sembrado en el área circular del cultivo.
  - Se levantó el aplicador y se esperó por 1 minuto a que modifique el gel.
  - Se incubó a 35°C por 48 horas las placas caras arriba en forma horizontal.
  - Se reporta el número de colonias encontradas en la placa. Se informó como UFC/g
- **Hongos y Levaduras:** Se determinó usando como referencia el método Recuento de moho y Levaduras (FDA,1992)

**Procedimiento:**

- Se pipeteó por duplicado a las placas estériles alícuotas de 1 ml a partir de las diluciones.
- Se mezcló las alícuotas con el agar papa dextrosa mediante movimiento de vaivén y rotación de placas.
- Como control de esterilidad se adicionó a placas Petri Agar sin inocular y agar inoculado.
- Una vez que se solidificó el agar se invirtió las placas y se incubó a 25°C durante 3 días.
- Después de la incubación se contó las colonias de las placas que contengan entre 20 a 200 colonias.
- Se siguió el mismo ejemplo para el cómputo de mesófilos aerobios viables, se hizo lo mismo para reportar el número de hongos y Levaduras por g de alimento.

**Etapa II. Elaboración de la bebida rehidratante del alga Espirulina:**

**A. Equipo**

En el proceso de microfiltrado para eliminar la contaminación microbiana, se utilizó el equipo de microfiltración por membrana “Jet PreScreen Filter”.

**a) Especificaciones técnicas:**

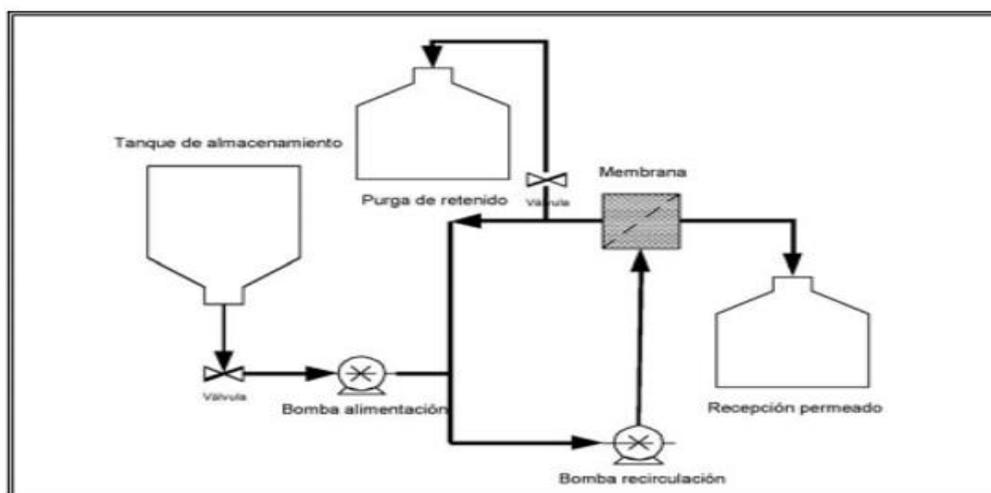
- Tipo material: Acero inoxidable
- Capacidad: 20 – 80 litros.
- Malla: Acero inoxidable para retener fibras y residuos.
- Diámetro:  $\frac{3}{4}$  nanómetro.
- Flujo eléctrico: 220 V AC.

La membrana de microfiltración que se usaron en la investigación fueron de material Microporosas, membranas de tipo de polyethersulfono PES (Tabla 10.)

**Tabla 10. Parámetros del equipo de microfiltración por membrana.**

PARÁMETROS	VALORES
Tipo de membrana	Microporosas
Max. Presión aplicada (Bar)	8.3
Max. Temperatura operativa (°C)	50
Max. Rango de Ph A 25°C	1.8 – 11.00
Peróxido permitido en el alimento	< 3 ppm

#### b) Partes del equipo de microfiltración



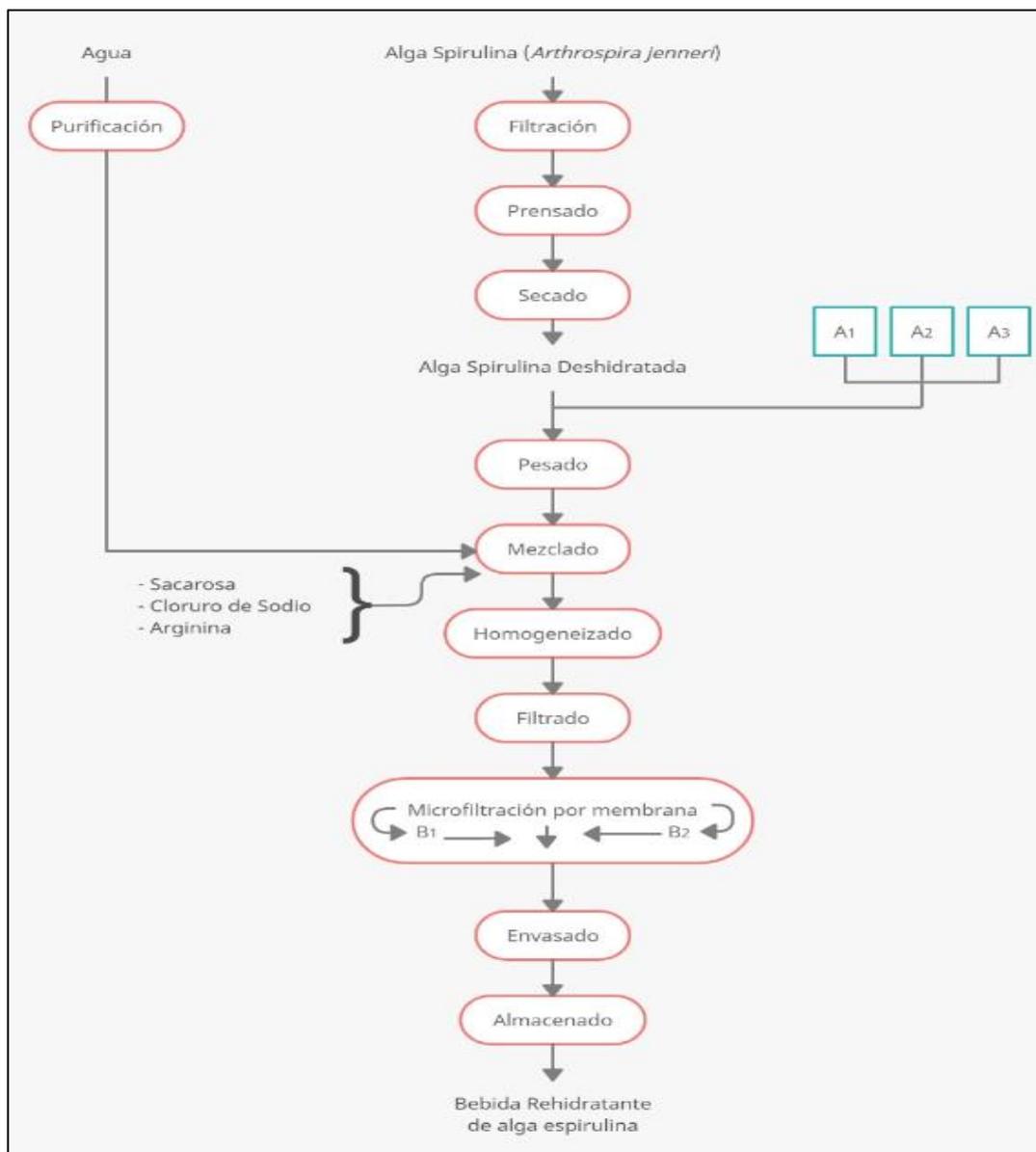
**Gráfico 9.** Equipo de microfiltración por membrana

Fuente: Lara (2002).

- Tanque de alimentación acero inoxidable, capacidad 80 L
- Intercambiador tipo espiral, en inox.
- Módulo de microfiltración con: Carter inox, con conexión clamp DN20 en retenido.
- Membrana cerámica: 50 KD (pre – forma)
- Membrana cerámica: 0.45  $\mu\text{m}$  y 0.2  $\mu\text{m}$
- Circuito retenido.
- Tanques de almacenamiento retenido 40 L
- Tanques de almacenamiento permeado 20 L

## B. Diagrama de Flujo:

En el gráfico 10, se detalla el proceso de elaboración de la bebida:



**Gráfico 10.** Diagrama de flujo de la bebida rehidratante de alga Espirulina

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### a) Alga Espirulina Deshidratada

- Filtración: El cultivo fue filtrado por un tamiz para descartar desechos (cuerpo extraño).
- Prensado: La masa de Espirulina se instaló en una prensa por un tiempo de diez minutos, y se obtuvo una masa prensada consistente.
- Secado: Se realiza en estufa a temperatura 65°C por 4 horas, se obtuvo alga Espirulina en forma de harina (deshidratada), que facilita su conservación.
- Envasado: Se envasó en bolsas de polietileno, que facilita su almacenamiento.

### b) Bebida rehidratante de alga Espirulina

- Pesado: Nos permite conocer la cantidad exacta de insumos disponibles.
- Mezclado de Ingredientes
  - ✓ Sacarosa: Se incorpora a concentraciones de 6 – 10% de hidrato de carbono, a esa concentración la bebida es energética y se obtiene la proporción de líquidos, brindando energía, las bebidas con menor al 5% de sacarosa carece de valor energético, pero tampoco debe de superar la concentración de 10% del contrario podría ocasionar problemas gastrointestinales.

- ✓ Cloruro de sodio: Se les incorpora sodio a las bebidas para aligerar la hidratación, el comité científico de alimentación ha sugerido adicionar una proporción de 460 - 1150 mg para una hidratación óptima para actividades deportivas, mencionar también que el exceso de este mineral está asociado como enfermedades arteriales. La muestra se preparó a una concentración de 460 mg/L (limite recomendado).
  - ✓ Arginina: Referencia indica que dosis mínima de esta antocianina facilita productividad del óxido nítrico, por ello se incorporó 2 g de L-arginina, que eleva el oxígeno y nutre a los músculos.
- 
- Homogenizado: En este proceso permite reducir gradientes de concentración de elementos, nos ayudó a uniformar la mezcla.
  - Filtrado: Se realizó mediante bombas, con la finalidad de separar sólidos en suspensión de esta manera facilitar el proceso de Microfiltración.
  - Microfiltrado por membranas: Este proceso se realizó por medio de una membrana micro porosa que elimina y reduce los contaminantes de nuestra mezcla, estos filtros retienen contaminantes microscópicos y permite el fluido del líquido.
  - Envasado: Se envasó en botellas de vidrio de 315 ml, ya este tipo de envase es inerte e higiénico.
  - Almacenado: Se almacena la bebida en refrigeración a temperatura de 8 a 10°C de esta manera aseguramos la conservación del producto.

### **Etapa III. Análisis Microbiológico y Sensorial de los tratamientos.**

Los análisis microbiológicos se realizaron pasado las 24 horas de envasado y el análisis sensorial a 5 días de ser envasado.

#### **A. Análisis Microbiológico a los tratamientos**

- ✓ Número más probable Coliformes (totales y fecales): Método APHA, Decreto N2229-04-12-1994. Método: ICMSF, 1991.

Se sembró 1 ml de muestra por triplicado en las placas Petri y se les incorporo agar MacConkey.

Se llevó a incubación a temperatura 37°C por 27 horas, y se realiza el recuento de colonias de color violeta.

- ✓ Recuento Microorganismos Mesófilos: Método APHA, Decreto N2229-04-12- 1994. Método: ICMSF, 1991

Se sembró 1 ml de muestra en la placa Petri y se le incorporo el agar Endo, y se encubo por 24 horas a una temperatura de 31°C.

- ✓ Hongos y Levaduras: Método: ICMSF, 1991

Se sembró 1 ml de muestra en una placa Petri y se adiciono agar Oggy, y se encubo a una temperatura de 22°C por 5 días.

## **B. Análisis Sensorial a los tratamientos**

El análisis sensorial se hizo con el test de aceptabilidad, se realizó un formulario para determinar la aceptabilidad de nuestro producto (Anexo 3).

Anzalsua – Morales 1994, menciona que para los análisis sensoriales se necesita tener mínimo 30 panelistas seminternados, quienes deben ser consumidores habituales de este tipo de bebidas, es por ello por lo que la prueba se llevó a cabo con 30 deportistas de ambos sexos, del Gimnasio de UNALM.

Una vez obtenido los datos, estos fueron sometidos para su análisis que se procesa usando un programa estadístico “INFOSTAT”, se empleó el método de Tukey y la prueba ANOVA.

## **Etapas IV. Caracterización al mejor tratamiento**

### **A. Análisis fisicoquímico**

#### **▪ pH: Método AOAC (2005)**

Se basó en la medición haciendo uso de un potenciómetro, para determinar la acidez o la alcalinidad de las muestras o sustancias.

Procedimiento:

- Se lavó aplicando agua destilada en los tubos de vidrio del peachimetro
- Se colocó en un Beaker una muestra de agua destilada, encendiendo el equipo y se calibra.

- Finalmente se coloca una muestra de la bebida en un Beaker que nos permite calcular el pH y se anota el valor.
- **Brix:** Método AOAC (2005)

El método se basó en el enlace que existe entre el índice de refracción y el porcentaje de solidos solubles de una muestra, midiendo esto en el prisma refractómetro. En el refractómetro se colocó una gota de la bebida preparada y se da lectura al valor.

## **B. Análisis bromatológicos**

- **Grasa:** ISO 1443-1973

Se determinó mediante el sistema de Soxtec System Tecador, por gravimetría, previa muestra hidrolizada con HCl 3N.

- **Carbohidratos:**

Se realizó por la metodología de la cromatografía líquida de alta eficiencia HPLC.

### Procedimiento

- Se preparó el capilar de vidrio.
- Se enciende el equipo y se introduce a muestra en el puerto donde se arrastra la mezcla hacia la cromatográfica.
- El disolvente asciende hasta la cromatoplaaca a un nivel de 1 cm del borde superior.

- Se retiró la cromatoplaca y se marcó el disolvente
- Se dejó secar el disolvente por nebulización con la solución ninhidrina.
- **Proteínas:** Se determinó por el método de Kjeldah A.O.A.C (2005)

#### Procedimiento

##### a) Digestión:

- Se midió 1 ml de muestra con la pipeta y se le adicionó 20ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> más 3 g catalizador.
- Se agitó la muestra por 5 minutos y se colocó en tubos de digestión de Kjeldhal y se conectó un sistema de vapores, se agito constante los tubos hasta ebullición.

##### b) Destilación:

- Posteriormente se adiciona 80 ml de agua destilada para poder enfriar el tubo que contiene la muestra y se esperó hasta que enfríe.
- En el Erlenmeyer se agregó 25 ml de ácido botico, el indicador y se colocan en el aparato hasta que se observó la variación de color y se tiene un verde.
- Se dejó enfriar la muestra y se tituló con solución de HCl 0.1 N hasta que se observó el cambio de color de verde a rojo.

Cálculos:

N = Normalidad del ácido

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{\text{ml de ácido gastado} \times N \times 0.014 \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

% de Proteínas = Porcentaje de Nitrógeno x 5.71

### C. Determinación de minerales por Espectroscopia de absorción atómica

La espectroscopia de absorción atómica se basa en el principio que los átomos libres en estado fundamental pueden absorber la luz a una cierta longitud de onda, por lo que cada elemento absorbe a longitudes de onda únicas, es una técnica analítica aplicable al análisis de trazas de elementos metálicos en minerales, muestras metalúrgicas, aguas, biológicas, farmacéuticas, alimentos y medio ambiente (Chukiwanka 2018).

#### a) Ceniza (Método Gravimétrico)

Determina la ceniza a través de la incineración de la muestra, empleando un horno de mufla a temperatura de 500°C, posteriormente se retira y se colocó en un desecador de mufla por un tiempo de 30 minutos y se pesa posteriormente el crisol más la muestra para determinar el porcentaje de ceniza.

#### b) Análisis de Magnesio, Potasio y Sodio

Se analizaron las cenizas obtenidas para determinar la cantidad de minerales (magnesio, potasio y sodio), mediante el equipo de Espectroscopia de absorción atómica de marca shimadzu AA7000, se empleó el siguiente procedimiento:

- Se diluyeron las cenizas con HCL mediante el método de filtrado y se depositaron en frascos de 10 ml debidamente rotulado.
- Se coloca 10 ml muestra en tubos de ensayo a un volumen de 10 ml de las soluciones estándar de magnesio, potasio y sodio a diferentes concentraciones cada una (0.05, 0.1, 0.5 y 1 ppm respectivamente) para el diseño de la curva de calibración.
- Después de ser introducido el blanco, se ajustó el equipo a cero, con longitud de onda 213.9 nm.
- Se hizo la interpretación correspondiente de las muestras para conocer la concentración en ppm de cada elemento (lectura directa del equipo).

### 3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se realizó el diseño estadístico usando el análisis de varianza (ANOVA) para comparar las varianzas a nivel significancia de 95% y error 5% los datos fueron extraídos de los resultados del Anexo N° 35.

**Tabla 11. ANNOVA diseño de fuentes de variación.**

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fe	Ft
Entre muestras (Tratamientos)	SCTr	T-1	SCTr/t-1	$\frac{SCTr/T-1}{SCE/(T-1)(r-1)}$	
Entre jueces (Bloques)	SCBL	r-1	SCBL/(r-1)	$\frac{SCBL/(r-1)}{SCE/(T-1)(r-1)}$	
Errpr Experimental	SCE	(T-1)(r-1)	SCE/(T-1)(r-1)		
TOTAL	SCT	T.r-1			

Fuente: Ureña et al (1999).

Prueba cualitativa, Rango de Friedman, a través de la ecuación:

$$X^2 = \frac{12}{b \times t (t+1)} \sum R^2 - 3b(t-1)$$

Dónde:

$X^2$ , estadístico Chi-cuadrado

R, rangos de los tratamientos

b, número de degustadores

t, número de tratamientos

El procesamiento de la información se realizó aplicando Minitab en Statistics versión 25.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Caracterización de la Alga Espirulina

#### 4.1.1. Análisis Químico proximal

Los análisis realizados a las propiedades al Alga Espirulina permitieron determinar los valores de agua, porcentaje de ceniza, contenido de grasa, etc. Los análisis realizados se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11. Composición químico proximal del alga Espirulina.**

Ensayos	Resultados
Humedad	6.41%
Ceniza	8.31%
Grasa	0.72%
Fibra	2.24%
Proteína	74.5%
Carbohidratos	11.82%

Los valores del análisis químico proximal del alga *Espirulina* se encuentran dentro de lo establecido por ImporTRONIC, que fue citado por Naranjo (2013). Se observa una desviación en la determinación de proteína que está en 53 hasta 74.5%, nuestro valor fue superior. Según Galdo (2013), la composición química puede variar de acuerdo con la zona de cultivo, condiciones del ambiente de cultivo, el método de recolección, nuestra alga fue cultivada en el centro de Acuicultura FONDEPES - Casma, lugar que cuenta con las condiciones apropiadas, ya que cuenta con climas de temperaturas elevadas y el agua es de muy buena calidad. El cultivo se realizó de forma artesanal con agua alcalina a temperaturas de 35 - 38°C a menores temperaturas crece menos, estas condiciones favorecieron para obtener mayor % de proteínas elevadas de otras fuentes como carne 20 -22%, leche y otros).

#### 4.1.2. Análisis físico químico

Los resultados del análisis físico químico se muestran en la tabla 12:

**Tabla 12. Análisis fisicoquímico del alga *Espirulina*.**

Ensayos	Resultados
Acidez titulable	0.0898
pH	7.5

Teóricamente no se ha encontrado valores de Acidez titulable ni de pH, mediante los análisis realizados se tiene un pH de 7.5, este valor indica la concentración de ion de hidrogeno que están presentes en la solución, el pH obtenido se debe al cultivo del alga que fue en aguas alcalinas de 8.2. La acidez en la cantidad total del ácido en la solución valor obtenido fue 0.089.

#### 4.1.3. Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico realizado al alga deshidratada se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13. Análisis Microbiológico del alga Espirulina.**

Análisis	Resultados
Recuento Mesófilos Anaerobios	$3.9 \times 10^2$
Recuento Hongos UFC/g	< 10
Recuento Levaduras UFC/g	< 10

Se puede deducir que el alga deshidratada se encuentra microbiológicamente estable, ya que los datos no superan los valores máximos para productos deshidratados (harinas), descritos por el reglamento sanitario de alimentos, en todos los parámetros analizados, lo que indica que el alga deshidratada se mantendrá en buenas condiciones y libre de proliferación de hongo y/o Levaduras a lo largo del tiempo, siempre y cuando se almacene en condiciones de humedad adecuada.

## 4.2. Elaboración de la bebida rehidratante

Se ejecutó el diseño simplex láttice especial. Luego se procesó empleando análisis de varianza ANOVA, finalmente se determinó el tratamiento óptimo.

**A = Concentración de Alga Espirulina (*Arthospira jenneri*).**

$$A_1 = 0.1\%$$

$$A_2 = 0.5\%$$

$$A_3 = 1.0 \%$$

**B = Microfiltradores**

$$B_1 = 0.2 \mu\text{m}$$

$$B_2 = 0.45\mu\text{m}$$

### 4.2.1. Análisis Físicos

Se realizó los análisis fisicoquímicos para determinar las características y evaluar su comportamiento durante el procesamiento de microfiltración por membrana en la elaboración de la bebida rehidratante, dichos valores se observan en la tabla 14 y 15.

a) **Peso****Tabla 14. Concentración de Alga Espirulina.**

<b>Concentración</b>	<b>Peso para 1 Lt</b>
0.1%	1 gr
0.5%	5 gr
1.0%	10 gr

b) **Diámetro del microfiltrador.****Tabla 15. Microfiltradores.**

<b>Diámetro de los microfiltradores</b>
0.2 $\mu\text{m}$
0.45 $\mu\text{m}$

El análisis de la investigación fue experimental, porque las variables de estudio se pudieron medir y controlar.

#### 4.2.2. Diagrama de flujo

a) Diagrama de flujo Cualitativo:

Se muestra en la tabla los parámetros y tiempo estándar por operación.

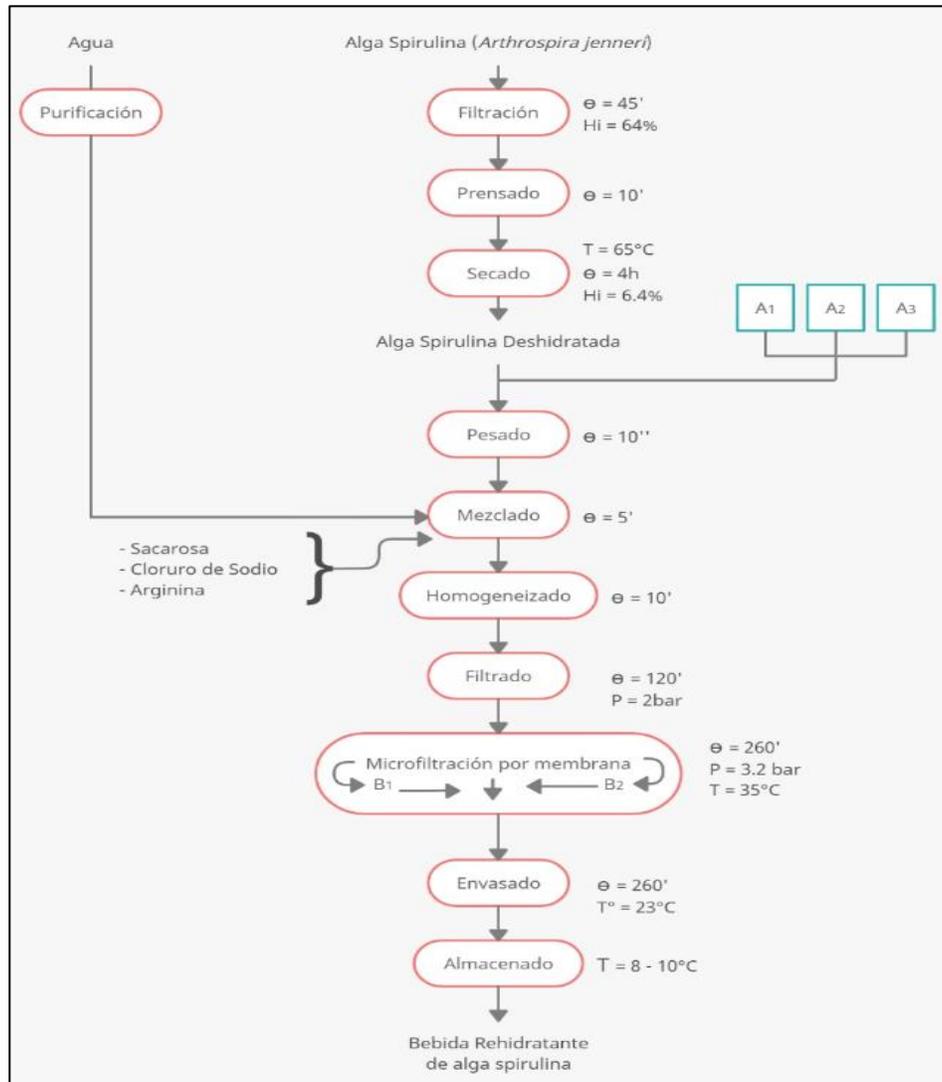


Gráfico 11. Diagrama de flujo de la bebida rehidratante.

## b) Diagrama de flujo operativo

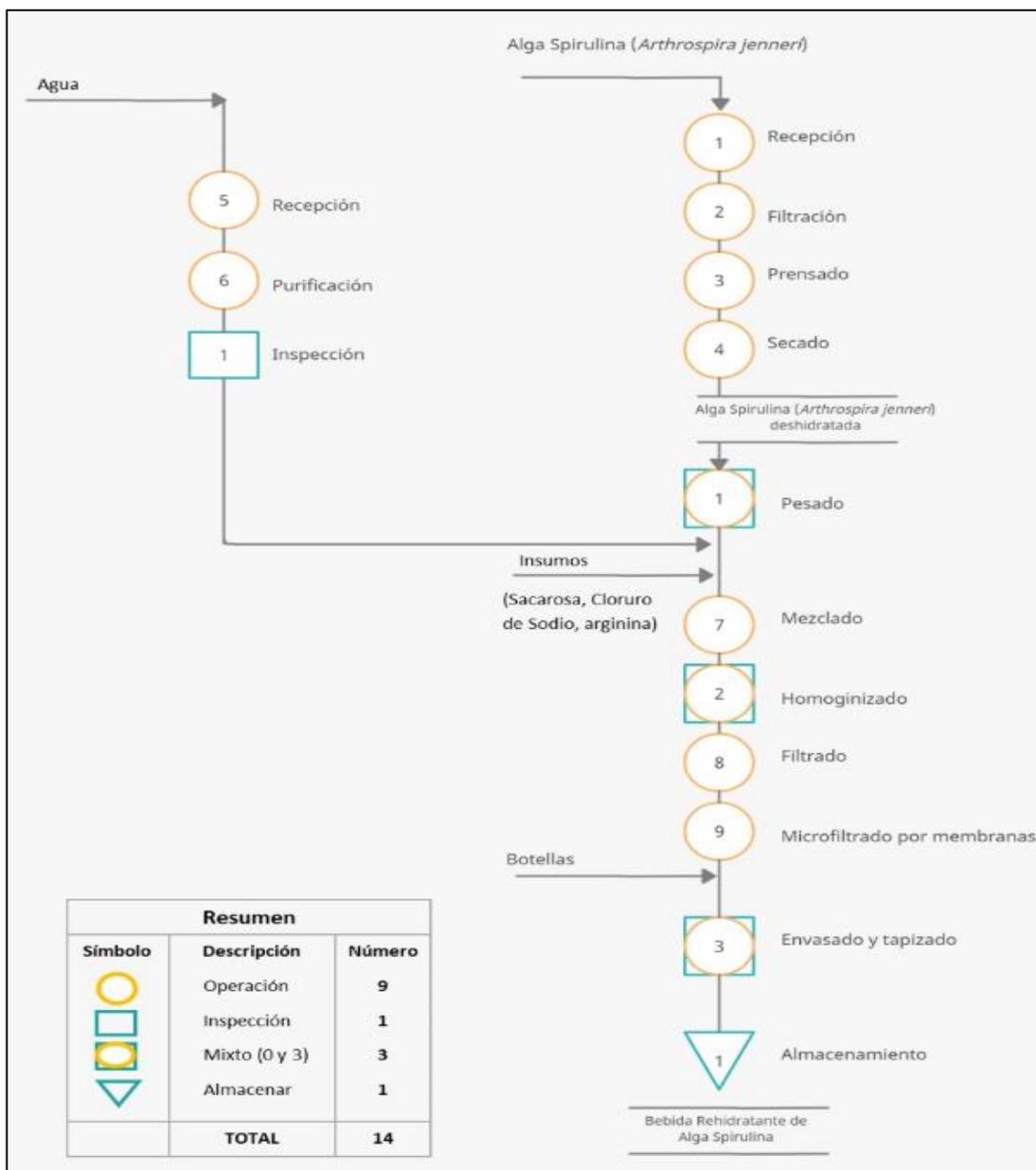
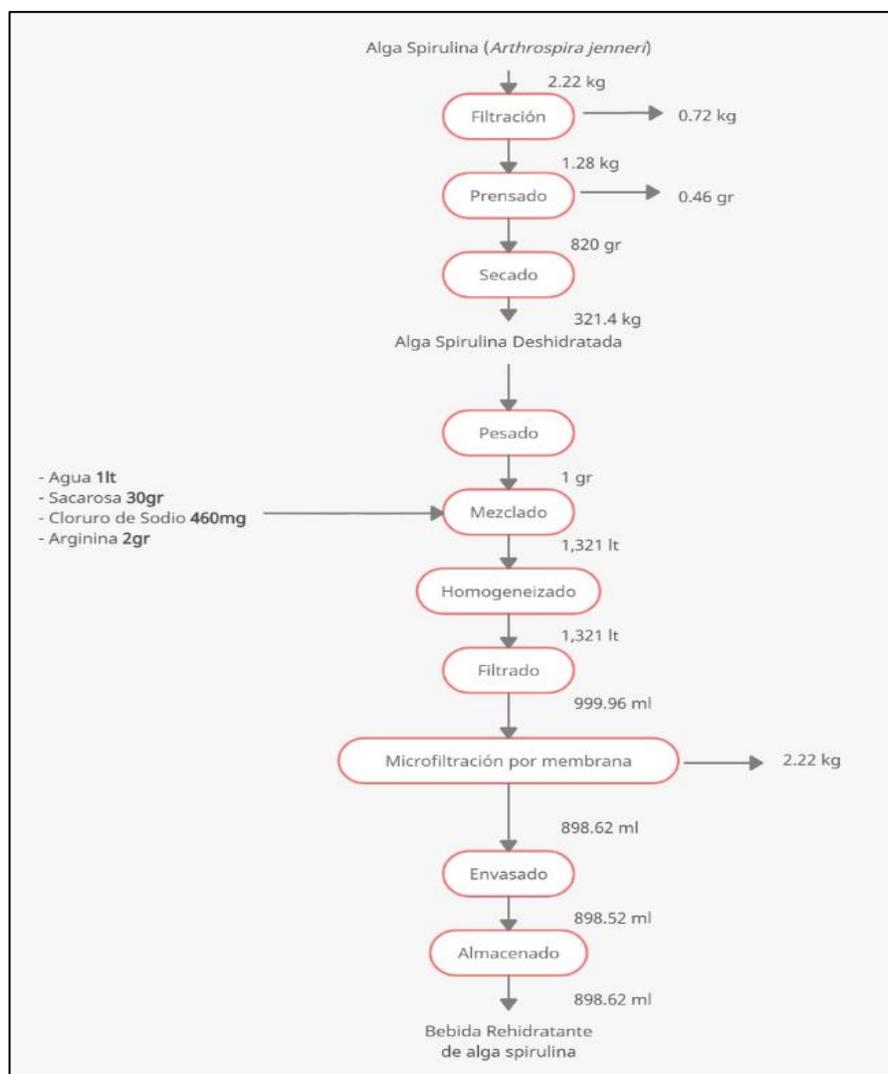


Gráfico 12. Diagrama de flujo operativo de la bebida rehidratante.

c) **Diagrama de flujo Cuantitativo:**

El diagrama de flujo cuantitativo permite determinar el balance de materia se muestra en el siguiente gráfico.



**Gráfico 13.** Diagrama de flujo cuantitativo de la bebida rehidratante de alga Espirulina.

#### d) Rendimiento en la obtención de alga deshidratada

El rendimiento del alga deshidratada se muestra en la tabla 16:

**Tabla 16. Rendimiento en la Alga Deshidratada.**

Procesos	Cantidad	Perdida	Rendimiento
Recepción del alga	2.0 kg	-	100%
Filtración	2.0 kg	0.72gr	96.4%
Prensado	1.28 kg	0.46gr	64.1%
Secado	0.82 kg	0.62gr	41.0%
Obtención de alga Deshidratada	0.20 kg	-	10%

Según estudios realizados por Naranjo 2013, el porcentaje de rendimiento de la Espirulina se encuentra de 10-15%, el porcentaje obtenido fue del 10% permitiéndonos obtener un alga concentrada, a su vez Naranjo menciona que la temperatura a secar es de 85°C, la temperatura que se utilizó en el secado fue de 65°C por un tiempo más prolongado 4 horas, para mantener sus propiedades, ya que a mayores temperaturas se pierde su valor biológico y la clorofila se destruye.

#### e) Rendimiento en la bebida Rehidratante de alga Espirulina

El rendimiento de la bebida rehidratante de Espirulina se muestra en la tabla 17, lo cual mediante un análisis económico permitirá determinar el costo de producción y evaluar su rentabilidad en el mercado.

**Tabla 17. Rendimiento de la bebida Rehidratante.**

Procesos	Cantidad	Perdida	Rendimiento
Pesado	1.046 L	—	100%
Mezclado	1.046 L	—	100%
Homogenizado	1.046 L	—	100%
Filtrado	997.96 ml	8.92 kg	99.8%
Microfiltración por membrana	798.62	199.34ml	79.9%
Envasado	798.62	—	79.9%
Almacenado	798.62	—	79.9%

El porcentaje de rendimiento en la elaboración de la bebida es 80% lo cual se considera rentable, como menciona Bazán (2017), la microfiltración es usada en la industria alimentaria con alto rendimiento de producción (se recuerda mayor la cantidad filtrada), también menciona que el mayor inconveniente del uso de esta tecnología de microfiltración es la limpieza de su membrana donde se acumulan los residuos, se debe de limpiar frecuentemente para evitar el atoramiento de superficie. El tiempo promedio estándar de preparación de la bebida es de 12 horas y 40 minutos.

#### **4.3. Análisis microbiológico y sensorial a los tratamientos:**

Se realizó el diseño experimental que son modelos estadísticos, se utilizó con el objetivo de determinar la influencia de la microfiltración en cada tratamiento.

### 4.3.1. Análisis microbiológicos

Los análisis de microbiología nos permiten determinar la carga microbiana presentes en las muestras de bebida rehidratante de alga *Espirulina*, los resultados obtenidos se muestran en las tablas 18, 19 y 20.

**Tabla 18. Resultados de Coliformes Totales en las muestras.**

Muestra	Resultados
T1	0,008x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T2	0,011x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T3	0,008x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T4	0,0112x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T5	0.008 x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T6	0.011 x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml

**Tabla 19. Resultado de Coliformes fecales en las muestras.**

Muestra	Resultados	Mínimo <3
T1	0.01	Negativo/100ml
T2	0.38	Negativo/100ml
T3	0.05	Negativo/100ml
T4	0.69	Negativo/100ml
T5.	0.68	Negativo/100ml
T6	0.08	Negativo/100ml

**Tabla 20. Resultado de Mohos y Levaduras en las muestras.**

<b>Muestra</b>	<b>Resultados</b>
T1	0,0010 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T2	0,0022 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T3	0,0011 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T4.	0,0022 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T5	0,0012 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T6	0,0022 x 10 <sup>2</sup> /100ml

De acuerdo con los resultados descritos los tratamientos cumplen con los límites microbiológicos descritos en la norma técnica de bebidas no carbonatadas MINSA(2008), lo que indica que método de esterilización en frío por la microfiltración de membranas garantiza producto inocuo y seguros para el consumidor. Se pudo idéntica que el filtro de 0,2 µm retiene mayores microorganismos de Coliformes totales, teniendo como el mejor tratamiento en análisis microbiológico al T1, siendo la bebida apta para el consumo humano.

#### **4.3.2. Análisis sensorial:**

La valuación de la aceptabilidad de las bebidas se realizó utilizando la “escala hedónica de 9 puntos”, que permitió determinar la aceptabilidad de los 6 tratamientos.

**Tabla 21. Codificado de los Tratamientos.**

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	FORMULACIÓN
T1	011	Concentración: 0.1% Microfiltrador: 0.20 $\mu\text{m}$
T2	021	Concentración: 0.1% Microfiltrador: 0.45 $\mu\text{m}$
T3	031	Concentración: 0.5% Microfiltrador: 0.2 $\mu\text{m}$
T4	041	Concentración: 0.5% Microfiltrador: 0.45 $\mu\text{m}$
T5	051	Concentración: 1.0% Microfiltrador: 0.2 $\mu\text{m}$
T6	061	Concentración: 1.0% Microfiltrador: 0.45 $\mu\text{m}$

Se codificaron las muestras con códigos de 3 dígitos aleatoriamente que nos permita identificar el grado de preferencia y aceptabilidad del mejor tratamiento.

## A. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

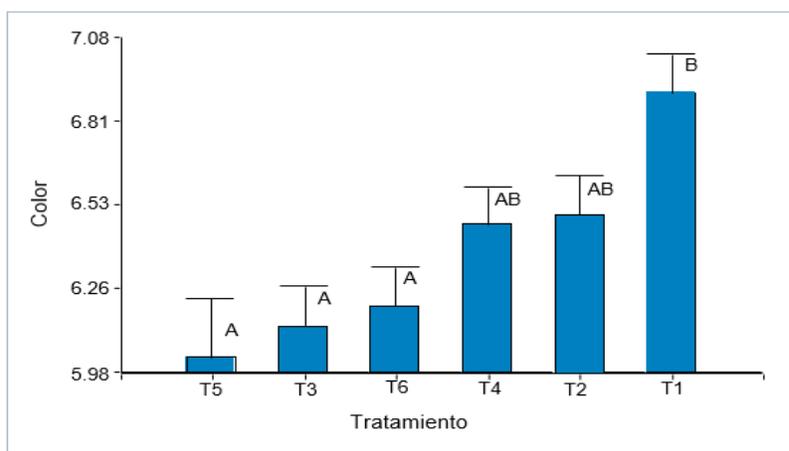
El test de aceptabilidad de escala hedónica se realizó a 30 panelistas semientrenados, encontrando que el T1 alcanza valores de medias mayor a un puntaje de 7 para todos los atributos (olor, color, sabor y apariencia), seguido por el T2 (0.1% alga Espirulina y diámetro 0.45  $\mu\text{m}$ ) con valores de 6.5 (color), 6.07 (sabor), 5.93 (olor) y 6.0 (apariencia), E cuanto a los demás tratamientos T3, T4, T5 y T6 posee valores cercanos y semejantes, tal como se muestra en la tabla 23:

**Tabla 23. Valore obtenidos mediante la escala hedónica**

<b>Medias</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Olor</b>	<b>Apariencia general</b>
T1	6.90	7.05	6.87	7.62
T2	6.50	6.07	5.93	6.00
T3	6.13	5.73	5.93	5.97
T4	6.47	5.73	6.13	5.80
T5	6.03	5.77	5.87	5.67
T6	6.20	5.70	6.33	6.00

### a) Color

El atributo color de la bebida rehidratando está influenciado por la presencia de la clorofila que proporciona el color verde al alga. En el grafico 13 se aprecia y se compara las fórmulas usando la prueba Tukey, donde se encontró una diferencia significativa donde  $p < 0.05$ , entre los tratamientos T1, T2 y T4, en tanto los demás tratamientos T3, T6 y T5 no poseen diferencia significativa.

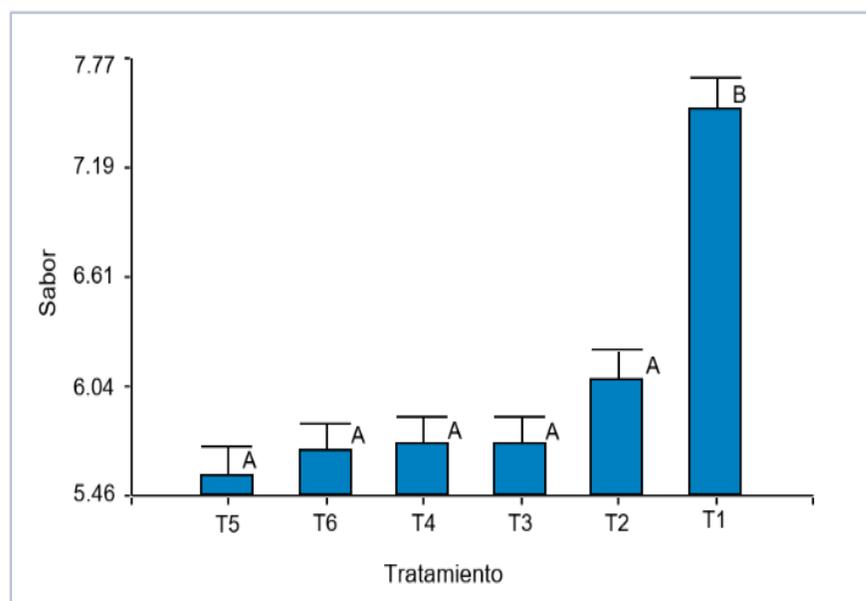


**Gráfico 14.** Comparación del color según prueba de Tukey.

Presenta diferencia significativa el T1 con respecto a los demás tratamientos (T5, T3 y T6) lo que quiere decir que los panelistas notaron la variación de color, mientras que el T1 con respecto al tratamiento (T4 y T2) no presenta diferencia significativa. El tratamiento optimo por los panelistas es el T1 con 0.1% de concentración de alga Espirulina ya que a mayor contracción se tiene un color más oscuro producido por la clorofila del alga el color aceptado por los panelistas es un Turquesa claro.

### b) Sabor:

El atributo sabor de la bebida rehidratante, como se muestra en el gráfico 14, se muestra que hubo diferencia significativa donde  $p < 0.05$  de las formulaciones de los tratamientos T3, T1 y T2, donde el mejor tratamiento es el T1, mientras que los tratamientos T5, T6 y T4 no presentan diferencia significativa.

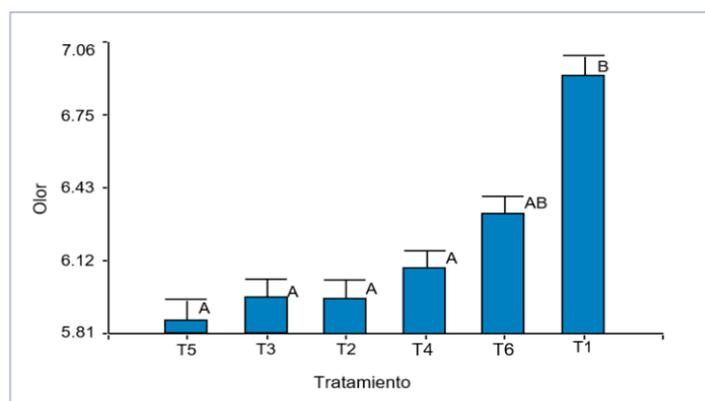


**Gráfico 15.** Prueba Tukey comparación de sabor

Entonces la adición de las concentraciones del alga *Espirulina* influye en el sabor. Galdo (2013) menciona que una dosis en exceso varía las características organolépticas. Se puede concluir que, a mayores concentraciones, menor es la aceptabilidad.

### c) Olor

En la evaluación sensorial que se realizó con los 30 panelistas semi entrenados y mediante un análisis de comparación de obtuvo que presenta diferencia significativa entre las formulaciones (T5, T3, T2 y T6) con respecto al T1, como se visualiza en el grafico 15.

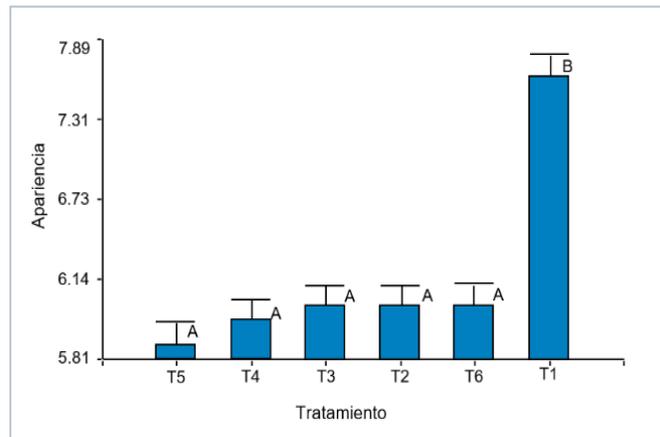


**Gráfico 16.** Prueba Tukey comparación olor.

Como se observa en el gráfico 23, el tratamiento T1 presenta mayor concentración de la característica olor en comparación con los demás tratamientos.

### d) Apariencia general

Se observa del gráfico 16 que el tratamiento T1 presenta mayor aceptabilidad al poseer un puntaje de 7.63, los demás tratamientos T4, T2, T5, T6 y T3 las cuales entre si no son estadísticamente diferentes.



**Gráfico 17.** Prueba Tukey comparación apariencia general.

En la prueba de aceptabilidad general, se demuestra que la concentración de alga *Espirulina* afecta las características sensoriales de la bebida rehidratante, es decir a mayor concentración mayor rechazado a concentraciones mayores de 1% se obtiene colores, olores y apariencia inadecuada. Según Galdo (2013), una dosis inapropiada de *Espirulina* puede ocasionar efectos adversos.

## B. RESULTADOS DE LA ACEPTABILIDAD

### a) Planteamiento de la Hipótesis Estadística

$H_0$ : En promedio la aceptabilidad es similar en los seis tratamientos.

$H_1$ : En promedio la aceptabilidad es diferente en los seis tratamientos.

#### En términos de promedio

$$H_0: \mu_0 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6$$

$$\text{Matemática: } y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$$H_0: \alpha_0 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = 0$$

$$H_1: \alpha_0 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq \alpha_5 \neq \alpha_6 \neq 0$$

b) **Nivel de significancia:** 0.05

c) **Muestra:** resultados de los panelistas se muestran en la tabla 22.

**Tabla 22. Aceptabilidad de tratamientos.**

Catador	ACEPTABILIDAD					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
P01	7.50	6.75	5.75	6.25	6.00	6.75
P02	7.25	6.50	6.00	6.75	6.00	6.00
P03	7.50	5.50	6.00	6.00	5.50	6.25
P04	6.75	6.50	6.00	6.75	5.50	5.75
P05	7.25	5.25	6.00	5.75	6.50	6.50
P06	7.50	5.75	6.00	6.25	6.25	6.00
P07	7.50	6.75	5.75	6.50	6.50	6.00
P08	7.50	5.50	5.50	6.25	6.00	6.00
P09	7.50	5.50	6.25	5.75	5.50	6.25
P10	7.25	5.50	6.75	6.00	6.00	5.50
P11	6.25	6.25	5.75	6.25	6.00	6.00
P12	7.50	6.50	5.25	6.50	5.25	6.25
P13	7.00	6.50	5.25	5.50	5.25	6.50
P14	7.25	6.25	5.75	6.00	5.25	6.00
P15	6.50	6.25	6.25	5.25	6.25	6.00
P16	7.25	5.75	6.25	6.00	5.00	6.25
P17	7.00	5.75	5.75	6.50	5.75	6.50
P18	7.50	6.50	5.00	6.00	5.75	5.75
P19	6.75	6.50	5.50	5.75	5.75	5.50
P20	6.25	6.25	6.75	5.75	5.75	6.25
P21	6.50	6.25	6.00	6.00	6.75	5.50
P22	7.25	6.50	6.25	6.25	5.75	6.25
P23	7.25	6.75	5.50	5.25	6.50	5.75
P24	7.50	6.25	5.75	6.00	5.00	5.50
P25	7.50	6.00	5.75	6.00	5.75	6.00
P26	7.50	6.00	6.75	6.25	5.75	6.00
P27	8.25	6.00	6.25	6.25	5.75	6.00
P28	7.25	6.25	6.75	6.00	5.50	6.00
P29	7.75	5.50	6.00	5.25	5.50	6.25
P30	7.25	6.25	5.75	6.00	5.50	6.25

En la tabla 22 se muestra el promedio del test con el fin de obtener especificaciones cuantitativas y determinar el grado de aceptabilidad general.

#### d) Estadístico de Prueba

Para realizar el análisis de varianza de un factor primero veremos si cumple los supuestos (Homocedasticidad y Normalidad los datos) para luego aplicar el procedimiento del ANOVA.

#### - Normalidad

Para ver la normalidad de los datos como la muestra es pequeña usaremos la prueba de Shapiro Wilks, usando el software SPSS Versión 26 en su versión demo.

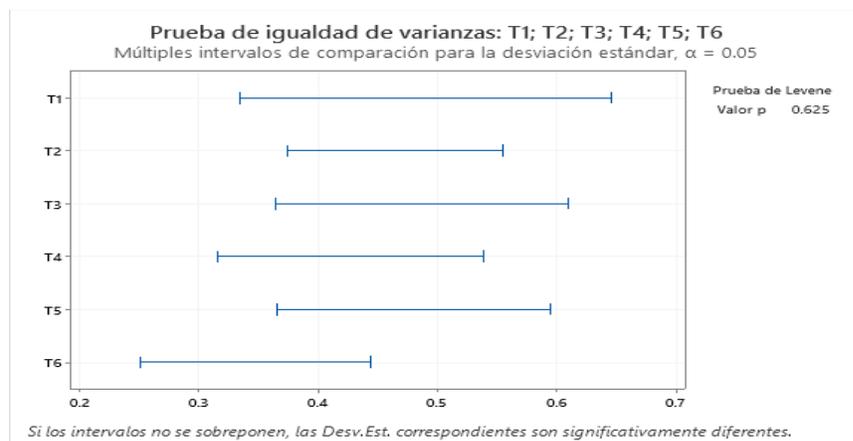
**Tabla 23. Prueba de normalidad aceptabilidad de los tratamientos.**

Tratamiento	Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.
Aceptabilidad	T1	0.883	30	0.328
	T2	0.914	30	0.552
	T3	0.942	30	0.613
	T4	0.932	30	0.666
	T5	0.957	30	0.261
	T6	0.926	30	0.387

Se empleó la prueba de Kolmogorov y Shapiro W. de la hipótesis nula, que permite distribuir los datos de los tratamientos, donde la tabla 25 se observa que el Sig ( $p < \text{valor}$ ) es mayor a 0.05, esto indica que la distribución es normal con una significancia al 95%, luego de evaluar la normalidad se pasa a probar la homocedasticidad.

### - Homocedasticidad

Para realizar la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de las varianzas aplicaremos la prueba de comparaciones múltiples realizado en el demo de MINITAB 19.0.



**Gráfico 18.** Test de igualdad de varianza de los tratamientos

En la hipótesis nula se tiene esta prueba es que las varianzas son iguales en los tratamientos, observando el Valor P este es mayor a 0.05, con el cual concluimos que las varianzas son homogéneas. Entonces como se cumplen los supuestos para realizar un ANOVA, tenemos los siguientes resultados.

### Análisis de Varianza

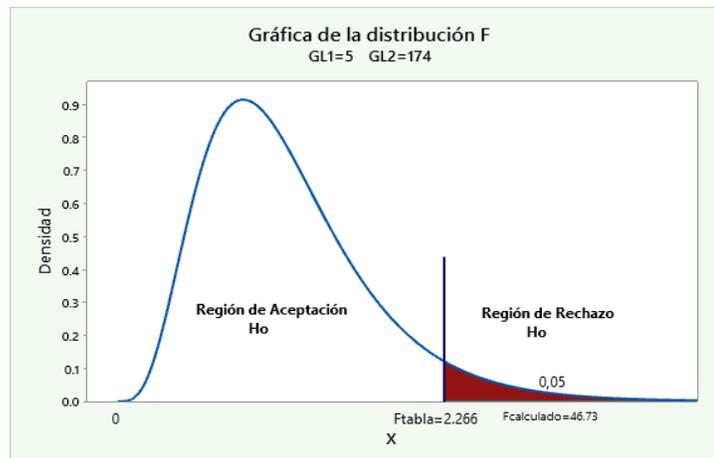
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	40.40	8.0795	46.73	0.000
Error	174	30.08	0.1729		
Total	179	70.48			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.415789	57.32%	56.09%	54.32%

El  $F_{Tabla}=2.266$  con 5 y 12 Grados de libertad y un  $\alpha=0.05$

#### e) Región de decisión



**Gráfico 19.** Distribución de aceptación o rechazo.

#### f) Decisión

Como  $F$  calculado es mayor al  $F$  de la tabla, rechazamos la hipótesis nula, entonces concluimos estadísticamente que en promedio la aceptabilidad es diferente en los seis tratamientos, a una confianza de 95%.

Después de haber calculado el ANOVA y rechazado la hipótesis nula, el procedimiento a seguir es el tratamiento con mayor aceptabilidad en promedio.

**Tabla.26 Media de tratamiento.**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
T1	30	7.2250	0.4421	(7.0752; 7.3748)
T2	30	6.1250	0.4343	(5.9752; 6.2748)
T3	30	5.9417	0.4486	(5.7918; 6.0915)
T4	30	6.0333	0.3925	(5.8835; 6.1832)
T5	30	5.7833	0.4440	(5.6335; 5.9332)
T6	30	6.0500	0.3176	(5.9002; 6.1998)

*Desv. Est. Agrupado = 0.415789*

### Comparaciones en par de prueba Tukey

Se agrupa los valores a una confianza de 95%:

**Tabla 24. Agrupación de los tratamientos.**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
T1	30	7.2250	A
T2	30	6.1250	B
T6	30	6.0500	B C
T4	30	6.0333	B C
T3	30	5.9417	B C
T5	30	5.7833	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

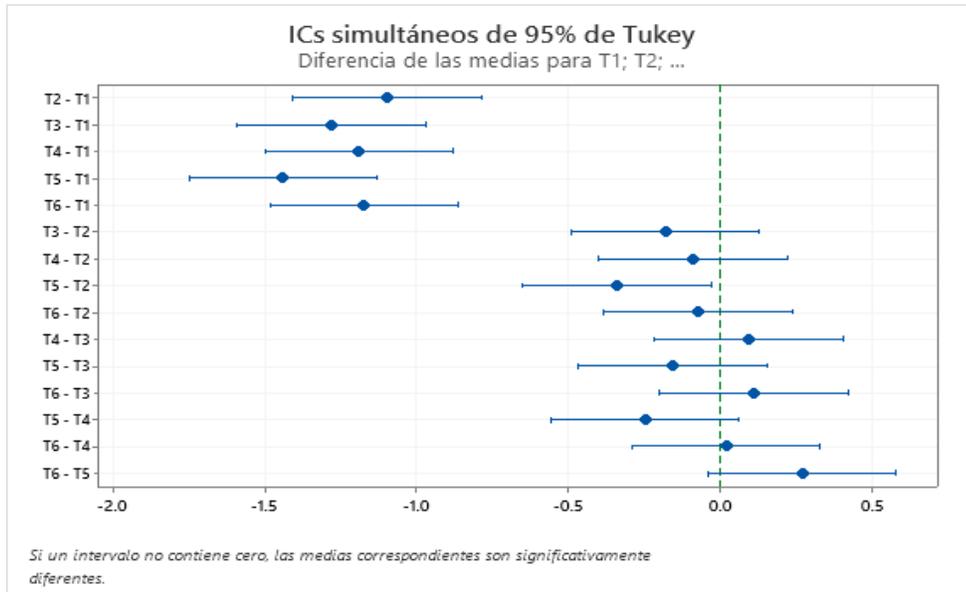


Gráfico 20. Diferencia de las medidas.

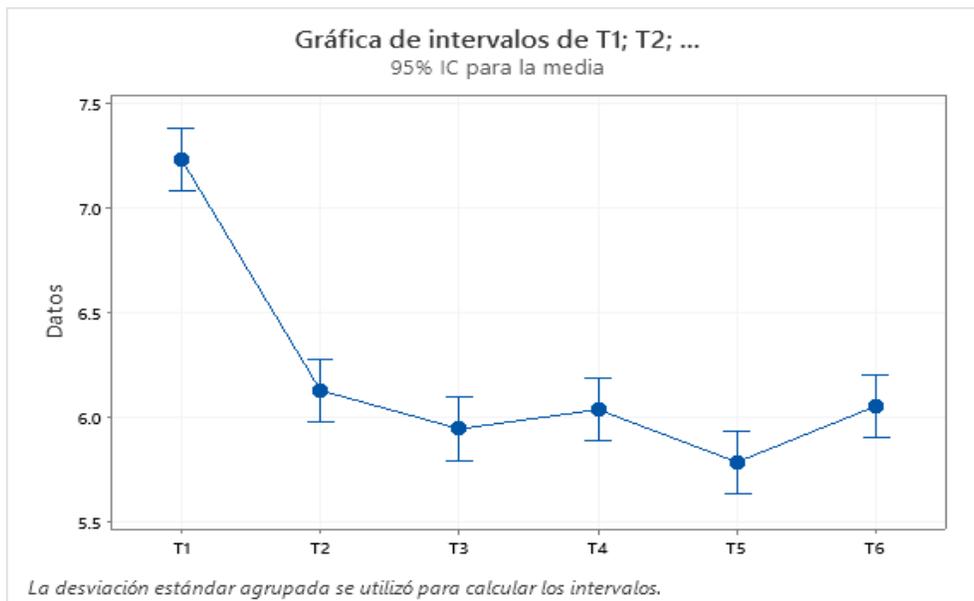


Gráfico 21. Intervalo de tratamientos

Como se muestra en el gráfico 21 el tratamiento con valores de media superior es el tratamiento T1 con un puntaje de 7 en todos sus atributos evaluados son significativas para este tratamiento.

#### 4.3.3. Diseño Estadístico:

Diseño de la investigación para contrastar la Hipótesis.

#### A. Resultados microbiológicos (coliformes totales presentes en las muestras)

##### a) Planteamiento de Hipótesis Estadística

$H_0$ : En promedio los resultados microbiológicos de coliformes totales son similares en los seis tratamientos.

$H_1$ : En promedio los resultados microbiológicos de coliformes totales son distintas en los seis tratamientos.

##### En términos de promedio

$$H_0: \mu_0 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6$$

$$\text{Matemática: } y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$$H_0: \alpha_0 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = 0$$

$$H_1: \alpha_0 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq \alpha_5 \neq \alpha_6 \neq 0$$

##### b) Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 0.05

c) **Muestra:** Valores obtenidos (tres repeticiones por cada tratamiento) se muestran a continuación:

**Tabla 25. Resultados Coliformes totales.**

Muestra	Resultados
T1.1	0,008x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T1.2	0,007x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T1.3	0,009x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T2.1	0,0106x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T2.2	0,0104x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T2.3	0,0109x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T3.1	0,008x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T3.2	0,008x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T3.3	0,006x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T4.1	0,0112x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T4.2	0,0009x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T4.3	0,0114x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T5.1	0.0102 x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T5.2	0.0106 x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T5.3	0.0009x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T6.1	0.0111 x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T6.2	0.0109 x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml
T6.3	0.0113 x10 <sup>2</sup> UFC/100 ml

#### d) Estadístico de Prueba

Para realizar el Análisis de varianza de un factor primero veremos si cumple los supuestos (Homocedasticidad y Normalidad los datos) para luego aplicar el procedimiento del ANOVA.

##### - Normalidad

Para ver la normalidad de los datos como la muestra es pequeña usaremos la prueba de Shapiro Wilks, empleando el software SPSS versión 26.

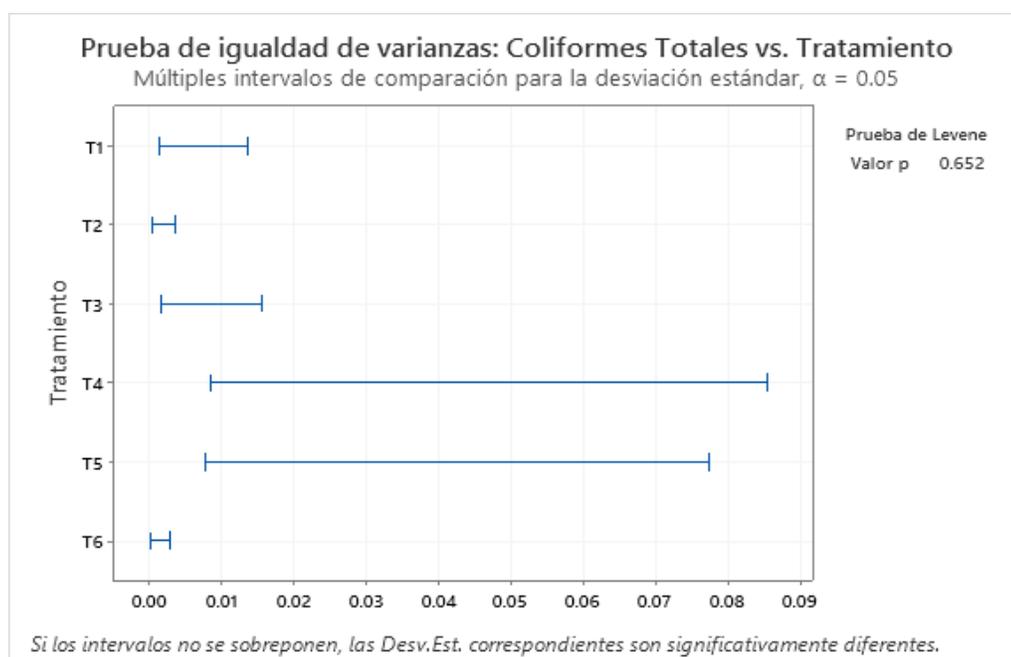
**Tabla 29. Prueba de normalidad (Coliformes totales)**

Tratamiento	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Coliformes totales en las muestras	T1	1.000	3	1.000
	T2	0.987	3	0.780
	T3	0.750	3	0.000
	T4	0.764	3	0.032
	T5	0.781	3	0.070
	T6	1.000	3	1.000

Se empleó la prueba de Kolmogorov y Shapiro W. de la hipótesis nula, que permite distribuir los datos de los tratamientos, donde la tabla 25 se observa que el Sig ( $p < \text{valor}$ ) es mayor a 0.05, esto indica que la distribución es normal con una significancia al 95%, luego de evaluar la normalidad se pasa a probar la homocedasticidad.

### - Homocedasticidad

Para realizar la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de las varianzas aplicaremos la prueba de comparaciones múltiples realizado en el demo de MINITAB 19.0.



**Gráfico 22.** Prueba de igualdad de varianza (Coliformes totales).

En la hipótesis nula se tiene que las varianzas son iguales en los tratamientos, observando el Valor P este es mayor a 0.05, con el cual concluimos que las varianzas son homogéneas. Entonces como se cumplen los supuestos para realizar un ANOVA, tenemos los siguientes resultados.

**Análisis de Varianza**

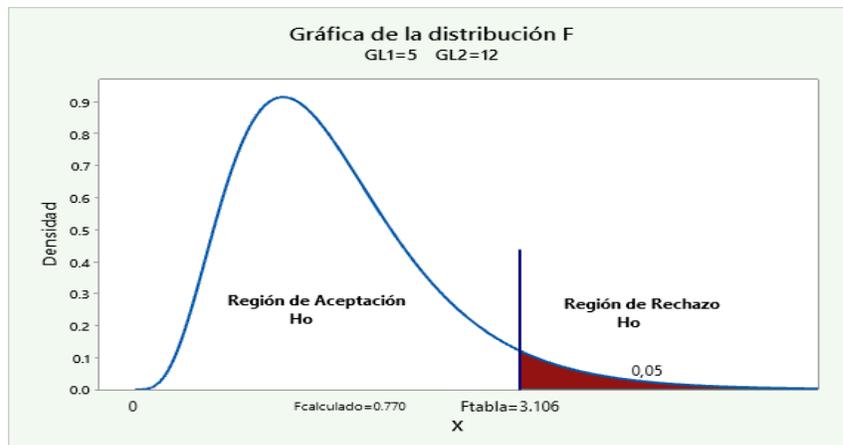
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	0.000044	0.000009	0.77	0.586
Error	12	0.000137	0.000011		
Total	17	0.000182			

**Resumen del modelo**

R-S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0033819	24.39%	0.00%

El  $F_{Tabla}=3,106$  con 5 y 12 Grados de libertad y un  $\alpha=0.05$

**e) Región de decisión:**



**Gráfico 23.** Distribución de aceptación o rechazo (Coliformes totales).

- f) **Decisión:** F calculado es menor que F tabla, por ello no se rechaza la hipótesis nula, y se concluye que el promedio estadístico los resultados de coliformes totales son similares a los 6 tratamientos del análisis microbiológico a una confianza del 95%.

### A. Resultados de coliformes fecales en las muestras

#### a) Hipótesis estadística.

$H_0$ : En promedio los resultados de Coliformes fecales en las muestras son similares en los seis tratamientos en análisis microbiológico.

$H_1$ : En promedio los resultados de coliformes fecales en las muestras son distintas en los seis tratamientos en análisis microbiológico.

#### En términos de promedio

$$H_0: \mu_0 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6$$

#### Matemática: $y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$

$$H_0: \alpha_0 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = 0$$

$$H_1: \alpha_0 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq \alpha_5 \neq \alpha_6 \neq 0$$

#### b) Nivel de Significancia ( $\alpha$ ): 0.05

#### c) Muestra: Resultados se muestran en la tabla 26.

**Tabla 26. Resultados Coliformes fecales.**

<b>Muestra</b>	<b>Resultados</b>	<b>Mínimo &lt;3</b>
T1.1	0.01	Negativo/100ml
T1.2	0.00	Negativo/100ml
T1.3	0.03	Negativo/100ml
T2.1	0.05	Negativo/100ml
T2.2	0.08	Negativo/100ml
T2.3	1.01	Negativo/100ml
T3.1	0.04	Negativo/100ml
T3.2	0.04	Negativo/100ml
T3.3	0.07	Negativo/100ml
T4.1	1.00	Negativo/100ml
T4.2	0.08	Negativo/100ml
T4.3	1.00	Negativo/100ml
T5.1	1.00	Negativo/100ml
T5.2	0.05	Negativo/100ml
T5.3	1.00	Negativo/100ml
T6.1	0.08	Negativo/100ml
T6.2	0.07	Negativo/100ml
T6.3	1.00	Negativo/100ml

#### d) Estadístico de la prueba

Para realizar la prueba primero veremos si cumple los supuestos (Homocedasticidad y Normalidad los datos) para luego aplicar el procedimiento del ANOVA.

##### - Normalidad

Para ver la normalidad de los datos como la muestra es pequeña usaremos la prueba de Shapiro Wilks, se emplea el software SPSS de la versión 26.

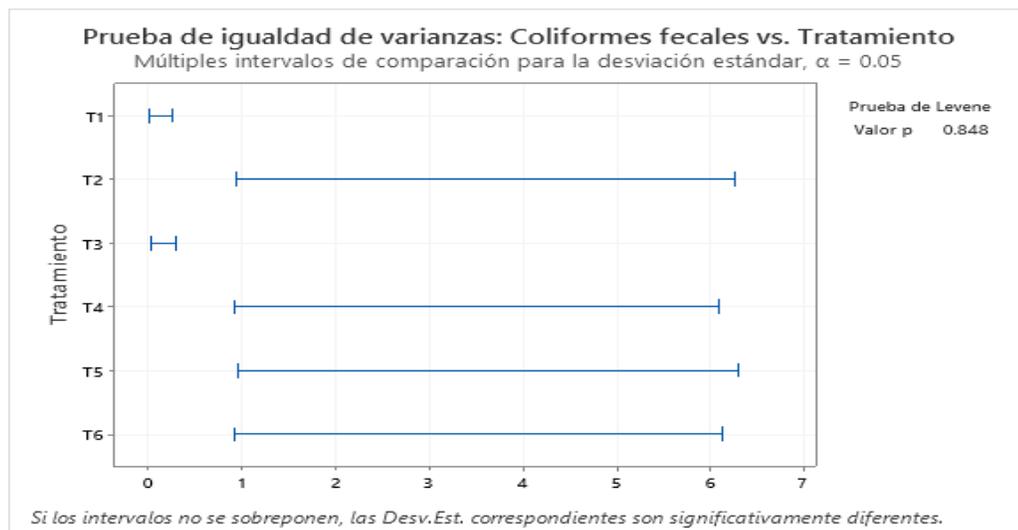
**Tabla 27. Pruebas de normalidad (Coliformes fecales).**

Tratamiento	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Coliformes fecales en las muestras	T1	0.964	3	0.637
	T2	0.773	3	0.052
	T3	0.750	3	0.062
	T4	0.750	3	0.062
	T5	0.750	3	0.062
	T6	0.758	3	0.179

Se empleó la prueba de Kolmogorov y Shapiro W. de la hipótesis nula, que permite distribuir los datos de los tratamientos, donde la tabla 31 se observa que el Sig ( $p < \text{valor}$ ) es mayor a 0.05, esto indica que la distribución es normal con una significancia al 95%, luego de evaluar la normalidad se pasa a probar la homocedasticidad.

### - Homocedasticidad

Para realizar la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de las varianzas aplicaremos la prueba de comparaciones múltiples realizado en el demo de MINITAB 19.0.



**Gráfico 24.** Prueba de igualdad de varianza (Coliformes fecales).

La hipótesis nula que se tiene en esta prueba es que las varianzas son iguales en los tratamientos, observando el Valor P este es mayor a 0.05, con el cual concluimos que las varianzas son homogéneas. Entonces como se cumplen los supuestos para realizar un ANOVA.

**Análisis de Varianza**

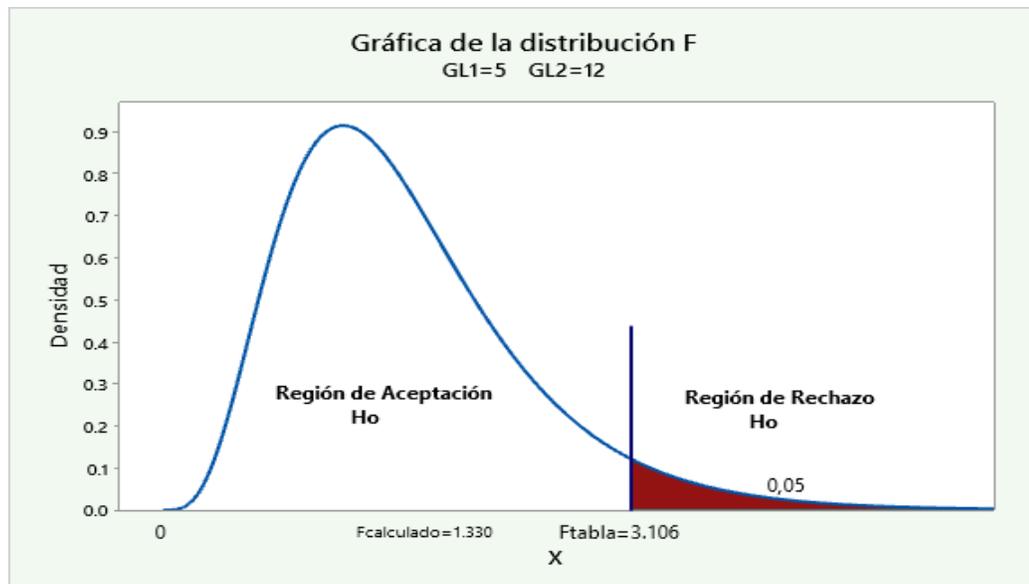
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	1.298	0.2595	1.33	0.314
Error	12	2.333	0.1944		
Total	17	3.631			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)	R-cuad. (pred)
0.440952	35.74%	8.96%	0.00%

El  $F_{Tabla} = 3,106$  con 5 y 12 Grados de libertad y un  $\alpha = 0.05$

**e) Región de decisión**



**Gráfico 25.** Distribución de aceptación o rechazo (Coliformes fecales).

**f) Decisión:**

Como se observa en el gráfico 25, F calculado es menor que F tabla, por ello no se rechaza la hipótesis nula, y se concluye que las muestras son similares en los seis tratamientos en análisis microbiológico, a una confianza de 95%.

**B. Resultados de Mohos y Levaduras**

**a) Hipótesis estadística:**

$H_0$ : En promedio resultados de Mohos y Levaduras en las muestras son similares en los seis tratamientos en análisis microbiológico.

$H_1$ : En promedio los resultados de mohos y Levaduras en las muestras son distintas en los seis tratamientos en análisis microbiológico.

**En términos de promedio**

$$H_0: \mu_0 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6$$

**Matemática:**  $y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$

$$H_0: \alpha_0 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = 0$$

$$H_1: \alpha_0 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq \alpha_5 \neq \alpha_6 \neq 0$$

**b) Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 0.05**

**c) Muestra:** Los resultados se muestra en la tabla 32.

**Tabla 28. Resultados mohos y Levaduras.**

Muestra	Resultados
T1.1	0,0010 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T1.2	0,0010 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T1.3	0,0010 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T2.1	0,0022 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T2.2	0,0018 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T2.3	0,0027 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T3.1	0,0012 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T3.2	0,0013 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T3.3	0,0009 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T4.1	0,0022 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T4.2	0,0022 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T4.3	0,0023 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T5.1	0,0012 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T5.2	0,0015 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T5.3	0,0010 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T6.1	0,0022 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T6.2	0,0018 x 10 <sup>2</sup> /100ml
T6.3	0,0026 x 10 <sup>2</sup> /100ml

#### d) Estadístico de la prueba

Primero veremos si cumple los supuestos (Homocedasticidad y Normalidad los datos) para luego aplicar el procedimiento del ANOVA.

##### - Normalidad

Para ver la normalidad de los datos como la muestra es pequeña usaremos la prueba de Shapiro Wilks, usando el software SPSS de la versión 26.

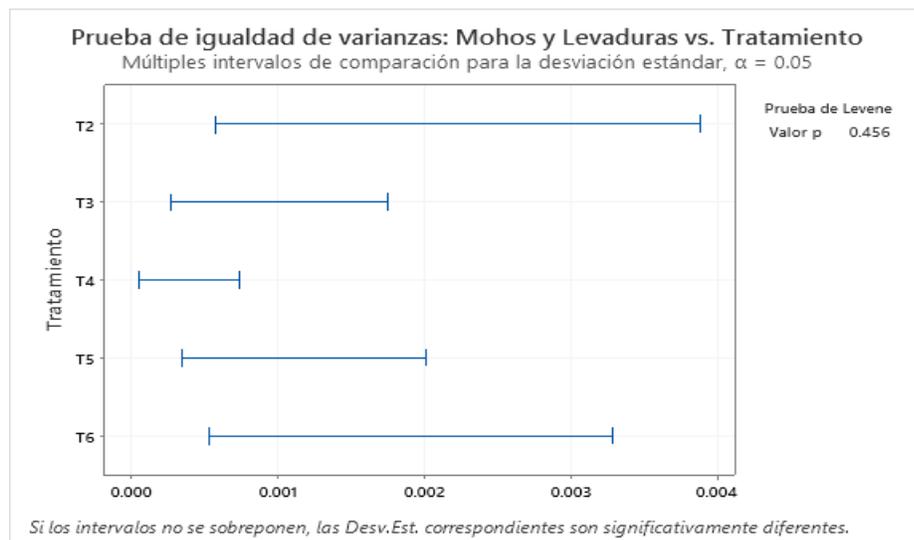
**Tabla 33. Prueba de normalidad (moho y Levaduras).**

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Mohos y Levaduras en las muestras</b>	T1	0.720	3	0.078
	T2	0.996	3	0.878
	T3	0.923	3	0.463
	T4	0.750	3	0.062
	T5	0.987	3	0.780
	T6	1.000	3	1.000

Se empleó la prueba de Kolmogorov y Shapiro W. de la hipótesis nula, que permite distribuir los datos de los tratamientos, donde la tabla 33 se observa que el Sig ( $p < \text{valor}$ ) es mayor a 0.05, esto indica que la distribución es normal con una significancia al 95%, luego de evaluar la normalidad se pasa a probar la homocedasticidad.

### - Homocedasticidad

Para realizar la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de las varianzas aplicaremos la prueba de comparaciones múltiples realizado en el demo de MINITAB 19.0.



**Gráfico 26.** Prueba de igualdad de varianza (Moho y Levaduras).

Las varianzas son iguales en los tratamientos, observando el Valor P este es mayor a 0.05, con el cual concluimos que las varianzas son homogéneas.

Entonces como se cumplen los supuestos para realizar un ANOVA, tenemos los siguientes resultados.

### Análisis de Varianza

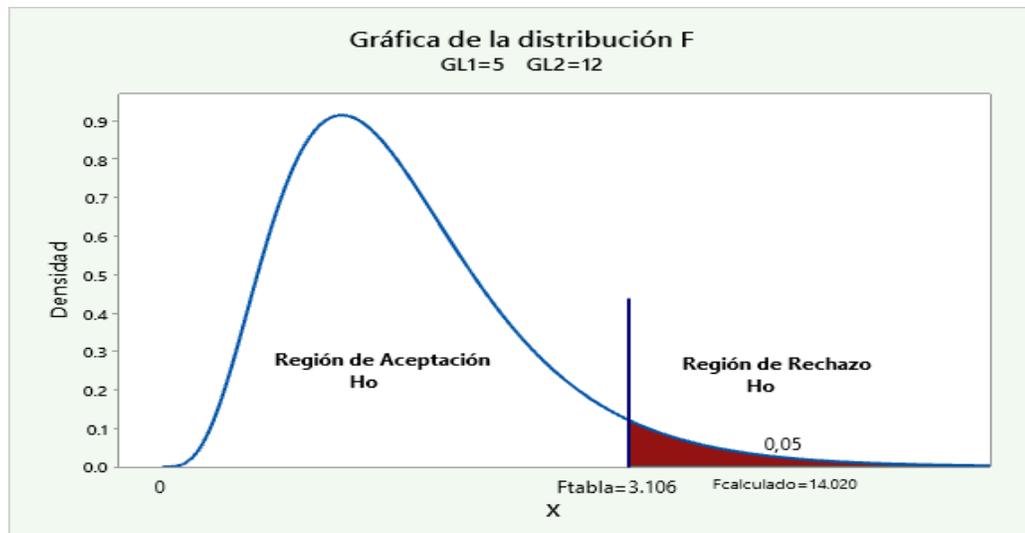
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	0.000006	0.000001	14.02	0.000
Error	12	0.000001	0.000000		
Total	17	0.000006			

### Resumen del modelo

S	R- cuad. (ajustado)	R- cuad. (pred)	R- cuad. (pred)
0.0002809	85.38%	79.29%	67.11%

El  $F_{Tabla}=3,106$  con 5 y 12 Grados de libertad y un  $\alpha=0.05$

### e) Región de decisión



**Gráfico 27.** Distribución de aceptación o rechazo (Moho y Levaduras).

### f) Decisión

Como se observa en el gráfico 26,  $F$  calculado es menor q  $F$  tabla, por ello no se rechaza la hipótesis nula, y se concluye que las muestras son similares en los seis tratamientos en análisis microbiológico, a una confianza de 95%.

Después de haber calculado el ANOVA y rechazado la hipótesis nula, el procedimiento a seguir es el análisis Post hoc para evaluar el tratamiento de menor promedio.

**Tabla 29. Medias de los tratamientos**

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
<b>T1</b>	3	0.001000	0.000000	(0.000647; 0.001353)
<b>T2</b>	3	0.002233	0.000451	(0.001880; 0.002587)
<b>T3</b>	3	0.001133	0.000208	(0.000780; 0.001487)
<b>T4</b>	3	0.002233	0.000058	(0.001880; 0.002587)
<b>T5</b>	3	0.001233	0.000252	(0.000880; 0.001587)
<b>T6</b>	3	0.002200	0.000400	(0.001847; 0.002553)

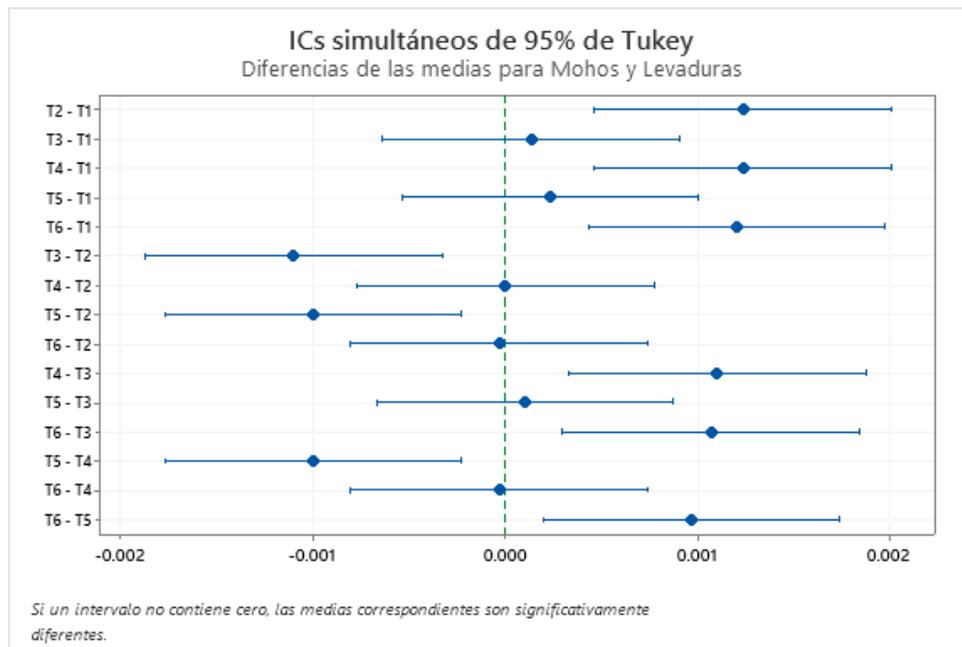
*Desv. Est. Agrupada = 0.000280872*

Se agrupa en par empleando la prueba de Tukey a una confianza de 95%

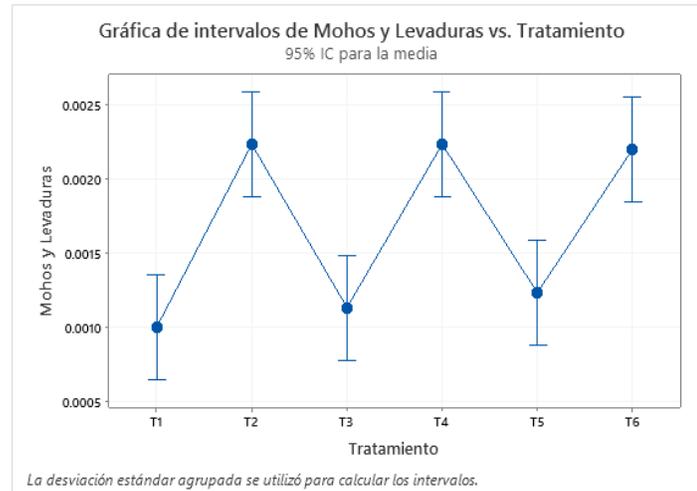
**Tabla 30. Agrupación de los tratamientos por el método de Tukey.**

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4	3	0.002233	A
T2	3	0.002233	A
T6	3	0.002200	A
T5	3	0.001233	B
T3	3	0.001133	B
T1	3	0.001000	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



**Gráfico 28.** Diferencias de las medias para moho y Levaduras.



**Gráfico 29.** Intervalos de Moho y Levaduras VS tratamiento.

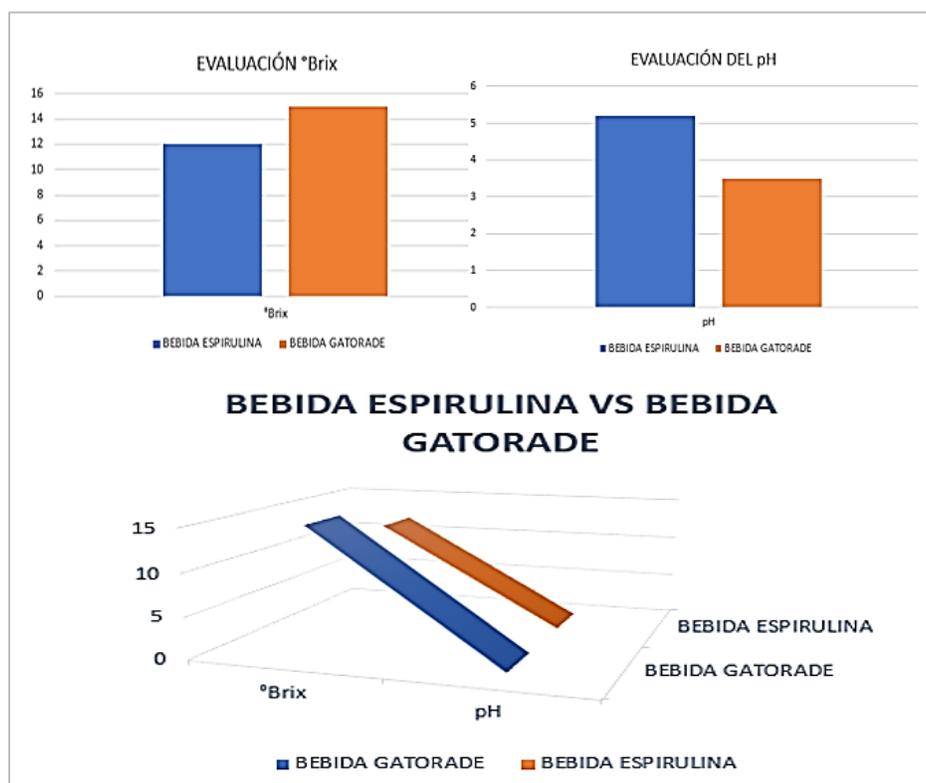
**Decisión general:** Se observa que los tratamientos cumplen con los límites microbiológicos de la norma técnica de bebida no carbonatadas MINSA (2008), lo que indica que método de esterilización en frío por la microfiltración de membranas garantiza productos inocuos y seguros para el consumidor. Teniendo en cuenta los resultados de Mohos y Levadura en las muestras y empleando las pruebas de Tukey para evaluar si existe diferencias entre los promedios encontramos que el mejor tratamiento en análisis microbiológico al T1.

#### 4.4. Caracterización del tratamiento óptimo

En la tabla 29 se muestra los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos al mejor tratamiento y en la tabla 30 se encuentran los valores obtenidos de los análisis bromatológicos que permite establecer los componentes y nutrientes de nuestra bebida rehidratante a base de alga *Espirulina*.

**Tabla 31. Resultado de los análisis físico- químico.**

ENSAYOS	BEBIDA ESPIRULINA	BEBIDA GATORADE
°Brix	12	15
pH	5.2	3.5

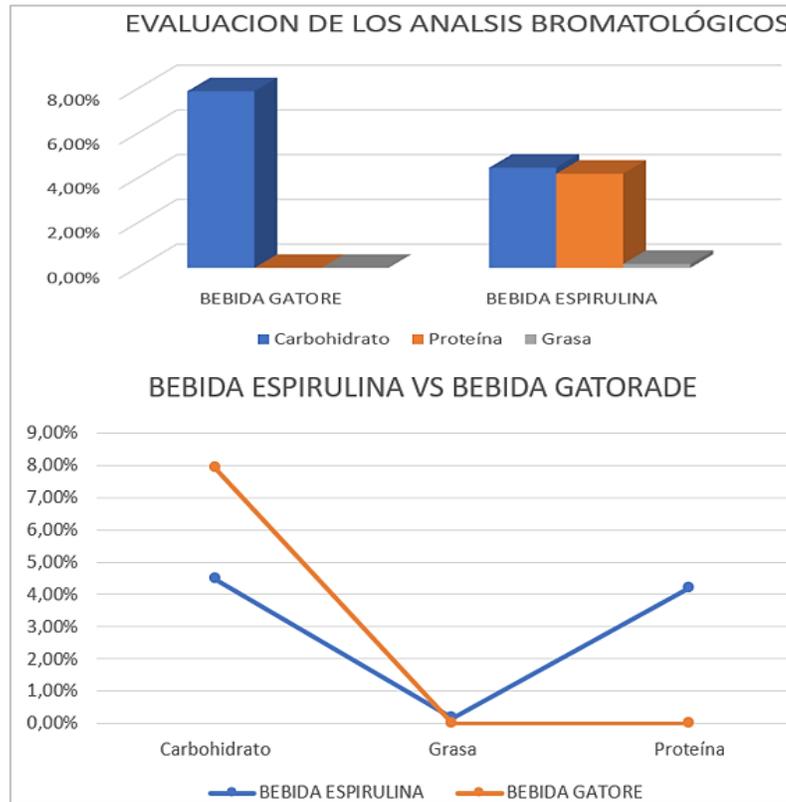


**Gráfico 30.** Comparación de análisis físico químico de la bebida rehidratante frente a una bebida industrial GATORADE

Mediante una comparación con la ficha técnica de la bebida GATORADE, los resultados obtenidos en la tabla. Se asemeja con respecto al °Brix, ya que la bebida comercial tiene 15°Brix, mientras que con el pH se encuentra una variación ya que el pH de la bebida industrializada es de 3,5. Se debe tener en cuenta que el pH inicial de nuestra materia prima fue de 7.5, y al procesar con otros ingredientes este pH bajo a 5.2.

**Tabla 32. Resultados de los análisis bromatológicos.**

ENSAYOS	METODO	BEBIDA	BEBIDA
		ESPIRULINA	GATORADE
<b>Carbohidrato</b>	Titulométrico	4.48%	7,9%
<b>Grasa</b>	Gravimétrico	0.18%	0%
<b>Proteína</b>	Método Kjeldahl	4.21%	0%

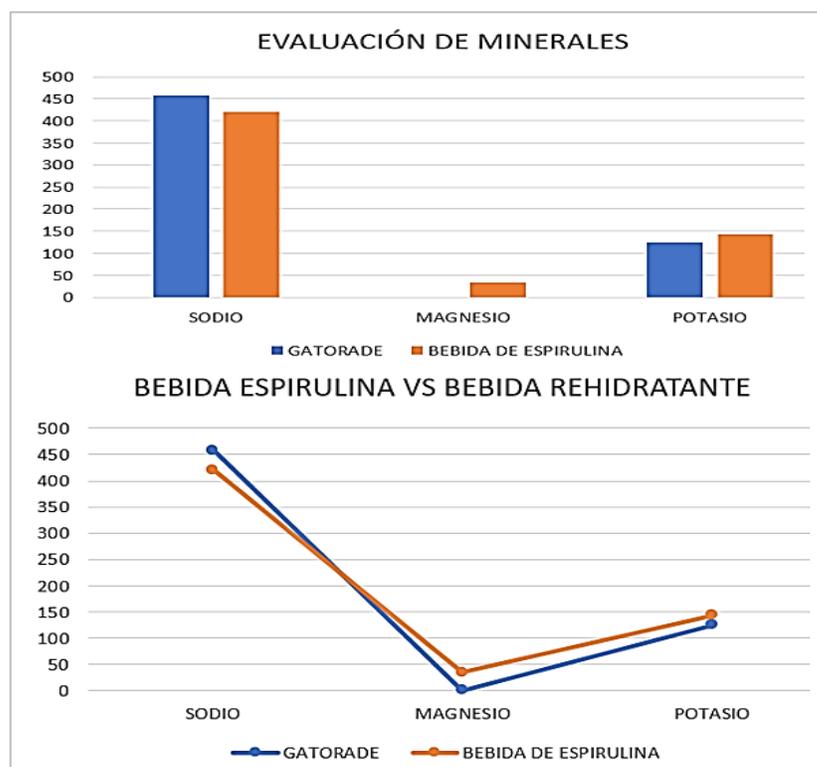


**Gráfico 31.** Comparación del análisis bromatológico de la bebida rehidratante frente a una bebida industrial GATORADE.

Las bebidas rehidratantes no contienen vitaminas solo están específicas para rehidratar y no para nutrir, se realizó el análisis bromatológico para conocer la composición nutricional de la bebida, donde se determinó los porcentajes de carbohidrato, proteína y grasa, como se observa en la tabla 32, proporciona gran cantidad de proteínas y carbohidratos, aportando de esta manera calorías necesarias para las actividades deportivas, por otra parte, carece de grasa.

**Tabla 33. Resultados de la Determinación de Minerales.**

COMPONENTE	GATORADE mg/L	BEBIDA DE ESPIRULIN A mg/L	LIMITES PERMITIDOS MINSA 2018
SODIO	458	420	230 - 500
MAGNESIO	-	34	45
POTASIO	125	143	Max 195



**Gráfico 32.** Comparación de minerales de la bebida rehidratante frente a una bebida industrial GATORADE.

Se obtuvo como resultado en la determinación de magnesio y sodio de nuestra bebida rehidratante se encuentra dentro de lo establecido por el MINSA (2008). En comparación con la bebida industrial las muestras tienen valores muy cercanos, lo cual la bebida diseñada es capaz de reponer y electrolitos perdidos por el desgaste físico. La bebida es fuente de Mg es de 34 mg/L se debe a la presencia de la clorofila del alga, esto a su vez permite obtener un color verde turquesa en el producto final.



## V. CONCLUSIONES

- Se logró determinar la composición fisicoquímica del alga *Espirulina (Arthrospira jenneri)*, teniendo como resultado humedad 6.41%, grasa 0.72%, fibra 2.24 %; siendo fuente significativa de proteína con 74.5% y carbohidrato de 11.8%, contiene 8.31% de ceniza; los análisis físico-químico tuvieron como resultado acidez 0.0898, ph 7.5; en el caso del análisis microbiológico fueron recuento anaerobios  $3.9 \times 10^2$  ufc/gr, recuento Hongos y Levaduras  $< 10$  ufc/gr.
- Se elaboró una bebida rehidratante con alga *Espirulina (Arthrospira jenneri)*, empleando la tecnología de microfiltración por membranas, utilizando dos tipos de filtros 0.2 y 0.45  $\mu\text{m}$ , a concentraciones diferentes de 0.1, 0.5 y 1.0% de alga *Espirulina*. (Alga *Espirulina* → Filtración → Prensado → Secado → Alga *Espirulina* Deshidratado → Pesado → Mesclado → Homogeneizado → Filtrado → Microfiltración por Membranas → Envasado → Almacenado)
- Se logró caracterizar las 6 muestras, mediante análisis microbiológico se pudo determinar que los tratamientos están dentro de los límites microbiológicos establecido en norma técnica de bebida no carbonatadas MINSA 2008; teniendo como resultado microbiológico T1 coliformes totales  $0.008 \times 10^2$  ufc/100ml, coliformes fecales 0.1 ufc/100ml, Moho y Levaduras  $0.010 \times 10^2$ . El tratamiento con

mayor aceptabilidad por parte de los panelistas y en el análisis estadístico se determinó que es significativo con respecto a los atributos de color, olor, sabor y apariencia general es el T1 (concentración 0.1%,microfiltrador 0.2  $\mu\text{m}$ ).

- Se realizó el análisis comparativo de la bebida optima con otra marca industrial teniendo valores semejantes en brix (Gatore 15°Brix y bebida Espirulina 12°Brix), se encuentra una desviación en el pH ya que las bebidas industriales tienen un pH inferior 4 por la incorporación del ácido cítrico en su conservación, el valor obtenido de pH de la bebida es de 5.2 y del Gatorade 3.5 ; del mismo modo se realizó los análisis bromatológicos cuyos resultados de la bebida rehidratante del Alga Espirulina fueron carbohidrato 4.48%, grasa 0.18%, proteína 4.21%, la bebida es fuente de minerales contiene 420 mg/l de potasio, 143 mg/l de sodio y 34 mg/l de magnesio; de la bebida comercial fueron carbohidrato 7.9%, grasa 0%, proteína 0 % , la bebida es fuente de minerales contiene 125 mg/l de potasio, 420 mg/l de sodio.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda adicionar a la mezcla frutas cítricas para mantener la bebida de carácter natural y no adicionarles sustancias químicas como bicarbonato, de esta forma tener un pH cerca de 3.5, ya que el elevado potencial del hidrogeno favorece el equilibrio del producto, impidiendo el desarrollo microbiano que afecta la calidad microbiológica.
  
- Se sugiere realizar el estudio de TVU (tiempo de vida útil) de la bebida rehidratante de alga Espirulina también realizar un análisis sensorial comparativo con una bebida industrial del mercado.
  
- Se recomienda hacer un estudio de electrolitos de la bebida rehidratante de alga Espirulina, y el efecto que produce en el cuerpo humano.
  
- El desarrollo de la acuicultura de macroalgas se debe enfocarse en base de valor agregado, con alternativas nuevas de uso para la Espirulina ya sea en galletas, fideos entre otros productos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, Paola Marta. *"Influencia de la luz sobre la producción y la composición de la biomasa microalgal de Spirulina platensis LMPA55"*. Tesis de maestría. Universidad Tecnológica Nacional, 2018. <http://hdl.handle.net/20.500.12272/3901>
- Ardila Cáceres, Carlos Alberto. *"Desarrollo de una pasta con salsa de queso incorporando la microalga espirulina máxima (Chlorella Vulgaris) como posible fuente de proteína y ácidos grasos"*. Tesis de titulación. Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2021. <http://hdl.handle.net/20.500.12749/19169>
- Chukiwanka Quiñones, Lourdes Alicia. *"Validación de un método analítico por espectroscopía de absorción atómica para la determinación de cobre, molibdeno y hierro en muestras geológicas"*. Tesis de titulación. Universidad Nacional de San Agustín, 2021. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5348>
- Fernandez, Romero. *"Elaboración de una bebida de lactosuero, chocho (Lupinus mutabilis Sweet), caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial"*. Tesis titulación Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2017. <https://repositorio.unas.edu.pe/>
- Fleitas, Paula. *"Algas en la alimentación humana"*. Tesis de maestria. Universidad de la laguna, 2019. <https://www.ull.es/servicios/biblioteca/servicios/repositorio/>
- García, Rafael. *"Producción de biomasa de microalgas rica en carbohidratos acoplada a la eliminación fotosintética de CO<sub>2</sub>"*. Tesis Doctoral Universidad de Sevilla, 2014. <https://www.us.es/buscar-en-la-us?keys=produccion%20de%20biomasa>
- Gómez, Eva. *"Evaluación nutricional y propiedades biológicas de algas marinas comestibles"*. Tesis magisterial. Universidad Complutense Madrid, 2017. <https://biblioteca.ucm.es/tesisdigitales>.
- Greenfield, H. 2006. *Datos de Composición de alimentos*. Sidney, Australia: Southgate
- Gutierrez, Vergaray. *"Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha"*. Tesis de titulación. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/>
- Herdoíza, Christian. *"Estudio técnico – económico para la implementación de una planta productora de pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo y de espirulina"*. Tesis de titulación. Universidad de Guayaquil, 2014. <http://www.repositorio.ugto.mx/>
- Lara, Jaime. *"Eliminación de nutrientes mediante procesos de membrana"*. Tesis doctoral. Universidad Polotécnica de Madrid, 2002. <https://oa.upm.es/>

- Martelo, Verbel. "*Elaboracion de una bebida hidratante a base de carambola (Averrhoa Carambola l.) y mora (Rubus Glaucus)*". Tesis de titulación. Universidad de Cartagena, 2019. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/356>
- Martínez, Keler. "*Elaboración de una bebida isotópica natural, funcional de agua de coco y zumo de yacon utilizando la tecnología esterilización en frío a partir de coco (Cocus Nucifera l.) y yacon (Smallanthus Sonchifolius)*". Tesis de titulación . Universidad Nacional Enrique Guzman y valle, 2012. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5313>
- Naranajo, Jennyfer. "*Estudio nutricional de la spirulina y su aplicación en la gastronomía en la ciudad de Quito*". Tesis de titulación. Universidad Tecnológica Equinoccial, 2013. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9940/1/131332.pdf>
- Navarro, María. "*Desarrollo de metodologías analíticas para autenticación de zumos de fruta y bebidas*". Tesis doctoral. Universidad de Valencia, 2015. <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/45848/Tesis%20Maria%20Navarro.pdf?sequence=1>
- Navés, Mariana. "*Control microbiológico de la macroalga Ulva ohnoi*". Tesis de titulación. Universidad Politécnica de Catalunya, 2017. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108257/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nieves, Sheyla. "*Formulación y caracterización de una bebida rehidratante a partir de maracuyá edulcorada con miel de abeja*". Tesis de titulación . Universidad Nacional de Piura, 2021. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2924?locale-attribute=es>.
- Palatnik, Diana Raquel. "*Desarrollo de quesos funcionales y aprovechamiento de proteínas de lactosuero*". Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, 2019. <https://doi.org/10.35537/10915/87205>.
- Ramírez, Alexis. "*Membranas compuestas base polomérica: preparación, caracterización y estudios para la separación de gases*". Tesis magisterial. Centro de Investigación en Química aplicada, 2013. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/51/1/TESIS%20MTP%20ALEXIS%20RAMIREZ%20JAIME.pdf>
- Ramos, Felix. "*Modelamiento del deterioro de la bebida isotónica sabor mandarina causado por fusarium oxysporum, usando el modelo logístico de la microbiología predictiva*". Tesis de titulación. Universidad Mayor de San Marcos, 2014. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/>

- Robledo, Daniel. *Composición química y mineral de seis algas potenciales de Yucatán*. Yucatán, Mexico: Vol. 40, 301 -306, 1997.
- Rodriguez, Fabiola. "*Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de Theobroma grandiflorum*". Tesis de titulación. Universidad del Cauca, 2017. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/>
- Rojas, Ipanaque. "*Calidad microbiológica de bebidas refrescantes a base de soya elaboradas artesanalmente, comercializadas en la ciudad de Jaén*". Tesis de titulación. Universidad Nacional de Jaén, 2021. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/30>
- Sandoval, Evelyn. "*Elaboración de una bebida isotónica a base de coco "Coco nucifera L" y Camu Camu Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh*". Tesis de titulación. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2017. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5313>
- Silvano, Hilda. "*Barras nutricionales a base de fariña de manihot esculenta (yuca), Physalis Peruviana (aguaymanto) y Bertholletia Excelsa (castaña)*". Tesis de titulación. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2020. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7097>
- Vargas, Marina. "*Evaluación del estado nutricional en los niños y niñas de 1 a 5 años de edad que asisten a los centros infantiles del buen vivir (cibv's) en la comunidad de cangahua, con el fin de desarrollar un producto a base de espirulina en el primer semestre*". Tesis de titulación. Pontifica Universidad Católica del Ecuador, 2013. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6003>.
- Vicente, Nestor. "*Creación de una nueva cafetería*". Tesis de titulación. Instituto Politécnico Nacional, 2013. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/14113?show=full>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 39. Matriz de Consistencia.

“INFLUENCIA DE LA MICROFILTRACIÓN POR MEMBRANA DE LA ALGA SPIRULINA (*Arthrospira jenneri*) EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE UNA BEBIDA REHIDRATANTE”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS
¿Cuál es la influencia de la microfiltración por membrana del alga Spirulina ( <i>Arthrospira jenneri</i> ) en la calidad microbiológica de una bebida rehidratante?	<b>Objetivo General</b>	La aplicación de la microfiltración por membrana del alga Spirulina ( <i>Arthrospira jenneri</i> ) influye significativamente en la calidad, microbiológicas de la bebida rehidratante.	<b>Independientes</b>	A <sub>1</sub> = 0.1% A <sub>2</sub> = 0.5% A <sub>3</sub> = 1.0%	<b>Tipo:</b> Es de Carácter Experimental, aplicada y tecnológica. <b>Nivel:</b> Explicativo <b>Diseño:</b> Experimental <ul style="list-style-type: none"> <li>Arreglo factorial de 3 x 2 con 6 tratamiento.</li> </ul>	<b>Población:</b> Alga Spirulina ( <i>Arthrospira jenneri</i> ), producida en el distrito de Casma. <b>Muestra:</b> 200 gr de Alga Spirulina ( <i>Arthrospira jenneri</i> ).	<b>Método:</b> Hipotético deductivo <b>Técnica:</b> Análisis Físicos - químicos y microbiológico y sensoriales <b>Instrumentos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Filtros de membrana</li> <li>✓ Vasos Beaker</li> <li>✓ Buretas</li> <li>✓ Termómetro.</li> <li>✓ Probeta</li> </ul> </li> <li>Equipos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Equipo de Filtración</li> <li>✓ Termómetro</li> <li>✓ Brixometro</li> <li>✓ Destilador Kjeldah</li> <li>✓ pH-metro</li> <li>✓ Extractor de soxhlet</li> </ul> </li> </ul>
	Evaluar la influencia de la aplicación de la microfiltración por membrana del alga Spirulina ( <i>Arthrospira jenneri</i> ) en la calidad microbiológica de una bebida rehidratante.		Concentración del alga Spirulina ( <i>Arthrospira jenneri</i> )				
	<b>Objetivos Específicos</b>		Microfiltradores	B <sub>1</sub> =0.2 µm B <sub>2</sub> =0.45 µm			
	- Realizar los análisis químicos, fisicoquímicos y microbiológicos del alga Spirulina ( <i>Arthrospira jenneri</i> ) - Elaborar la bebida rehidratante con alga Spirulina ( <i>Arthrospira jenneri</i> ) empleado la tecnología de microfiltración por membranas. - Caracterizar mediante análisis microbiológicos y sensoriales la calidad e inocuidad de las muestras en estudio. - Hacer un análisis comparativo de la composición de la bebida con otras presentes en el mercado.		<b>Dependiente</b>	-Coliformes (totales y fecales). -Mohos y levaduras			
			Características microbiológicas				



## ANEXO 2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

**Tabla 34. Metodología del trabajo de investigación.**

ETAPA I	ETAPA II	ETAPA III	ETAPA IV														
<p style="text-align: center;"><b>Se caracterizó a la materia prima: Alga Spirulina (<i>Arthrospira jenneri</i>),</b></p> <p>Mediante los análisis químicos, fisicoquímicos y microbiológicos</p>	<p style="text-align: center;"><b>Diseño de formulación</b></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Tratamientos</td> <td style="padding: 2px;">Nivel de combinación</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">T<sub>1</sub></td> <td style="padding: 2px;">A<sub>1</sub>B<sub>1</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">T<sub>2</sub></td> <td style="padding: 2px;">A<sub>1</sub>B<sub>2</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">T<sub>3</sub></td> <td style="padding: 2px;">A<sub>2</sub>B<sub>1</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">T<sub>4</sub></td> <td style="padding: 2px;">A<sub>2</sub>B<sub>2</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">T<sub>5</sub></td> <td style="padding: 2px;">A<sub>3</sub>B<sub>1</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">T<sub>6</sub></td> <td style="padding: 2px;">A<sub>3</sub>B<sub>2</sub></td> </tr> </table> <p><b>Factores:</b></p> <p>A= Concentración del alga Spirulina (<i>Arthrospira jenneri</i>). A<sub>1</sub>=0.1%, A<sub>2</sub>=0.5%, A<sub>3</sub>= 1.0%</p> <p>B= Microfiltradores</p> <p>B<sub>1</sub>= 0.2µm. B<sub>2</sub>= 0.45µm</p>	Tratamientos	Nivel de combinación	T <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	T <sub>6</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	<p style="text-align: center;"><b>Análisis microbiológico y sensorial de los tratamientos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los 6 tratamientos han sido evaluados y se seleccionó al tratamiento que influye significativamente en la calidad microbiológica</li> <li>• Se realizó un análisis sensorial de los tratamientos y se evaluó la aceptabilidad en los panelistas.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Caracterización del tratamiento optimo</b></p> <p>Se realizó análisis comparativo de la composición de la bebida con otra bebida industrial presente en el mercado.</p>
Tratamientos	Nivel de combinación																
T <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>																
T <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>																
T <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>																
T <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>																
T <sub>5</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>																
T <sub>6</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>																



### ANEXO 3. ESCALA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS

Nombre: ..... Fecha: .....Hora: .....

Muestra de.....

ESCALA:

Guste muchísimo		9
Guste mucho		8
Guste regularmente		7
Guste ligeramente		6
Indiferente		5
Disgusté ligeramente		4
Disgusté regularmente		3
Disgusté mucho		2
Disgusté muchísimo		1

CODIGO DE MUESTRAS

Atributo					
Color					
Olor					
Sabor					
Apariencia general					

OBSERVACIONES: .....

## ANEXO 4. RESULTADO DEL ANÁLISIS

Tabla 35. Resultados del Análisis Sensorial.

	ATRIBUTOS																							
	COLOR						OLOR						SABOR						APARIENCIA					
	011	021	031	041	051	061	011	021	031	041	051	061	011	021	031	041	051	061	011	021	031	041	051	061
P01	7	6	5	7	8	7	7	8	6	6	5	6	8	6	7	6	5	6	8	7	5	6	6	8
P02	7	6	6	7	7	6	6	7	6	7	6	7	8	7	6	6	5	5	8	6	6	7	6	6
P03	6	7	6	7	7	6	8	6	7	6	5	8	9	5	6	5	4	6	7	4	5	6	6	5
P04	6	7	5	8	6	6	7	6	6	7	5	6	7	7	7	6	6	7	7	6	6	6	5	4
P05	7	6	6	6	6	7	7	5	5	6	6	7	7	4	6	6	7	6	8	6	7	5	7	6
P06	7	6	7	6	6	7	7	6	5	6	6	5	8	6	6	7	6	6	8	5	6	6	7	6
P07	7	6	7	7	6	5	6	6	6	6	7	7	9	8	5	6	7	6	8	7	5	7	6	6
P08	8	5	6	7	7	6	8	5	6	6	6	7	7	6	5	6	6	5	7	6	5	6	5	6
P09	7	6	6	6	6	7	7	4	7	6	6	7	8	6	6	5	6	5	8	6	6	6	4	6
P10	7	7	7	7	5	6	7	5	6	5	7	6	7	4	7	5	6	5	8	6	7	7	6	5
P11	6	7	6	7	7	6	6	6	5	7	6	6	6	7	6	6	5	6	7	5	6	5	6	6
P12	6	8	6	7	6	6	7	6	4	6	5	6	8	6	6	7	5	7	9	6	5	6	5	6
P13	5	7	5	6	6	7	7	7	5	6	5	6	9	6	5	6	4	6	7	6	6	4	6	7
P14	7	7	6	7	7	6	6	6	6	6	4	7	8	5	5	6	4	5	8	7	6	5	6	6
P15	7	6	6	5	6	5	7	6	6	5	6	7	6	7	6	6	6	5	6	6	7	5	7	7
P16	8	6	7	7	5	6	7	5	6	7	6	6	7	6	6	4	3	6	7	6	6	6	6	7
P17	7	6	6	6	6	7	6	6	7	6	7	6	7	6	4	7	5	7	8	5	6	7	5	6
P18	7	7	6	6	5	7	7	6	6	6	6	5	8	7	4	6	6	5	8	6	4	6	6	6
P19	6	6	5	7	5	6	7	7	6	4	6	6	6	7	5	6	6	4	8	6	6	6	6	6
P20	7	7	7	6	6	6	5	5	7	6	6	6	7	6	7	5	4	6	6	7	6	6	7	7
P21	5	8	7	6	6	6	7	6	6	6	7	6	6	5	6	6	7	5	8	6	5	6	7	5
P22	7	7	6	5	6	7	7	7	6	6	5	7	8	6	6	7	6	6	7	6	7	7	6	5
P23	7	7	6	6	7	6	6	7	5	7	6	6	7	6	5	4	7	6	9	7	6	4	6	5
P24	7	6	6	7	5	6	7	6	6	6	4	6	8	7	5	6	5	4	8	6	6	5	6	6
P25	7	6	5	7	6	6	7	6	6	6	6	6	8	6	6	6	6	6	8	6	6	5	5	6
P26	9	6	6	6	5	6	6	5	7	6	7	7	8	7	6	6	5	6	7	6	8	7	6	5
P27	8	7	6	7	6	6	8	6	6	7	6	6	8	6	6	5	6	6	9	5	7	6	5	6
P28	7	7	8	5	6	7	7	6	6	6	6	6	7	6	7	7	6	5	8	6	6	6	4	6
P29	7	6	7	6	5	6	8	5	6	7	7	6	8	5	5	4	7	7	8	6	6	4	3	6
P30	8	6	6	7	6	5	8	6	6	7	6	7	7	6	5	4	6	6	6	7	6	6	4	7

## ANEXO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE VARIACIÓN DE COLOR

### Análisis de la varianza

#### Color

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Color	180	0.14	0.12	11.47

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.16	5	3.03	5.68	0.0001
Tratamiento	15.16	5	3.03	5.68	0.0001
Error	92.90	174	0.53		
Total	108.06	179			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.53868**

*Error: 0.5339 gl: 174*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	6.03	30	0.13	A
T3	6.13	30	0.13	A
T6	6.20	30	0.13	A
T4	6.47	30	0.13	A B
T2	6.50	30	0.13	A B
T1	6.90	30	0.13	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

## ANEXO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE VARIACIÓN DE OLOR

### Análisis de la varianza

#### Olor

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Olor	180	0.18	0.16	11.95

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21.51	5	4.30	7.90	<0.0001
Tratamiento	21.51	5	4.30	7.90	<0.0001
Error	94.80	174	0.54		
Total	116.31	179			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.54416**

*Error: 0.5448 gl: 174*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	5.87	30	0.13	A
T3	5.93	30	0.13	A
T2	5.93	30	0.13	A
T4	6.13	30	0.13	A
T6	6.33	30	0.13	A B
T1	6.87	30	0.13	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

## ANEXO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE VARIACIÓN DE SABOR

### Análisis de la varianza

#### Sabor

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sabor	180	0.37	0.35	14.76

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	79.78	5	15.96	20.01	<0.0001
Tratamiento	79.78	5	15.96	20.01	<0.0001
Error	138.77	174	0.80		
Total	218.55	179			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.65836

Error: 0.7975 gl: 174

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	5.57	30	0.16 A
T6	5.70	30	0.16 A
T4	5.73	30	0.16 A
T3	5.73	30	0.16 A
T2	6.07	30	0.16 A
T1	7.50	30	0.16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANEXO 8 ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TURKEY EN PARÁMETROS DE APARIENCIA GENERAL

### Análisis de la varianza

#### Apariencia

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Apariencia	179	0.39	0.38	13.56

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	78.88	5	15.78	22.48	<0.0001
Tratamiento	78.88	5	15.78	22.48	<0.0001
Error	121.40	173	0.70		
Total	200.28	178			

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61934

Error: 0.7017 gl: 173

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	5.67	30	0.15	A
T4	5.80	30	0.15	A
T3	5.97	30	0.15	A
T2	6.00	30	0.15	A
T6	6.00	29	0.16	A
T1	7.63	30	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANEXO 9. FICHA TECNICA BEBIDA INDUSTRIAL “GATORADE”

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PRODUCTO			
		EDICIÓN: 6 CÓDIGO: FT-EI-27 FECHA DE APROBACIÓN: 19/09/13	
Nombre	Bebida Rehidratante Sabor Tropical		
Denominación comercial	--		
Marca	Gatorade		
Categoría	Refrescos Líquidos Rehidratantes		
Descripción	Bebida destinada fundamentalmente a calmar la sed y reemplazar el agua y los electrolitos perdidos durante el ejercicio físico, para mantener el equilibrio metabólico y suministrar fuentes de energía de fácil absorción y metabolismo rápido.		
Composición	Agua Tratada Azúcar Dextrosa Acido Cítrico (E-330) Saborizante Citrato de sodio (E-331 <sup>iii</sup> ) Fosfato monopotásico (E-340 <i>i</i> ) Cloruro de sodio Colorante Rojo 40 (E-129)		
Características Sensoriales	Sabor, color y olor característicos, buena apariencia y no presenta partículas extrañas		
Características Físicoquímicas y Microbiológicas	Sólidos Solubles (azúcar granulada)		6.50 ± 0.15°Brix
	Sólidos Solubles (Jarabe de azúcar Invertida)		6.30 ± 0.15°Brix
	pH		3.00 ± 0.05
	Agente microbiano	n	m
	Aerobios Mesófilos (UFC/ml)	1	10
	Mohos (UFC/ml)	1	1
Levaduras (UFC/ml)	1	1	
Coliformes (UFC/ml)	1	<1	
Se considera el número de unidades de muestra igual a 1 (n=1) porque la documentación histórica de 6 meses demuestra el cumplimiento del límite más exigente (m).			
Norma Técnica de Referencia	NTC 3837.2009-12-16. Bebidas No Alcohólicas. Bebidas hidratantes para la actividad física y el deporte. RM N°591-2008/MINSA. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.		
Tratamiento de Conservación	Pasteurización		
Envase (Primario y Secundario)	Vidrio No Retornable formato 475 ml, en paquetes de polietileno PET No Retornable formato 500 ml, en paquetes de polietileno Tetra Brik 1L en cajas de 12 unidades.		
Vida útil esperada	En envases de vidrio	210 días	
	En envases PET	180 días	
	En envases Tetra Brik	365 días	
Uso Previsto	Forma de consumo: Producto de consumo directo Consumidores potenciales: Destinado a todo tipo de personas, excepto personas con diabetes, hipertensas y con insuficiencia renal.		
Condiciones de almacenamiento y conservación	Almacenamiento bajo techo, protegido de la luz solar, aromas agresivos y alejada de cualquier fuente de calor. Refrigerar una vez abierto. No congelar.		
Instrucciones de uso	Agítase antes de consumir, por el contenido de sales, éstas pueden precipitar. No consumir si el botón está levantado o si la tapa está dañada.		
Condiciones de distribución	A temperatura ambiente en camión cerrado debidamente acondicionado.		
Contenido del rotulado	En el envase y/o tapa y/o va codificado la siguiente información: Fecha de vencimiento, línea de producción, hora y lote. En la etiqueta y/o envase va impresa la siguiente información: Marca comercial, nombre del producto, contenido neto, nombre del fabricante, RUC, domicilio legal, CRS, Producto Peruano, ingredientes, información nutricional, condiciones de almacenamiento y conservación, número de atención al cliente y código de barras.		

Fuente: DIMERC PERÚ <http://www.dimerc.pe/files/pdf/PR09198.pdf>

## ANEXO 10. FICHA TECNICA BEBIDA INDUSTRIAL “GATORADE”

Especificaciones	Descripción
Presentación	Botella
Componente Activo Nutricional	Cloruro y potasio
Porción Sugerida	240ml
Sabor	Tropical
Formato	Líquido
Azúcares Por Porción	13g
Calorías Por Porción	52kcal
Carbohidratos Por Porción	13g
Grasas Por Porción	0g
Potasio Por Porción	125mg
Sodio Por Porción	458mg
Grasas Totales	0g
Proteínas Totales	0g
Advertencias De Almacenamiento	Conservar en un lugar fresco, seco y limpio, libre de los rayos del sol y aromas agresivos.
Denominación/Variedad	Tropical
Volumen neto	500ml

Fuente: DIMERC PERÚ <http://www.dimerc.pe/files/pdf/PR09198.pdf>

## ANEXO 11. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA BEBIDA REHIDRATANTE DE ESPIRULINA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANÁLISIS ESPECIAL EN AGUA

SOLICITANTE : ZAIDA BRITO BAYONA

PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LA MOLINA

MUESTRA DE : BEBIDA DE SPIRULINA

REFERENCIA : H. R. 62443

BOLETA : 1293

FECHA : 15/05/2019

N° LAB	CLAVES	Carbohidratos %	Grasa %	Proteína %
998		4.48	0.18	4.21

N° LAB	CLAVES	Na Total mg/L	Mg Total mg/L	K Total mg/L
998		420	34	143



*Dr. Saúl García Borgez*  
Jefe del Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsueloamolina.edu.pe

# EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

## ANEXO 12. “OBTENCIÓN DEL ALGA ESPIRULINA DESHIDRATADA”





**Fotografía 1. Cultivo del alga Spirulina**



**Fotografía 2. Proceso de prensado**



**Fotografía 3. Obtención del alga filtrada de Spirulina**



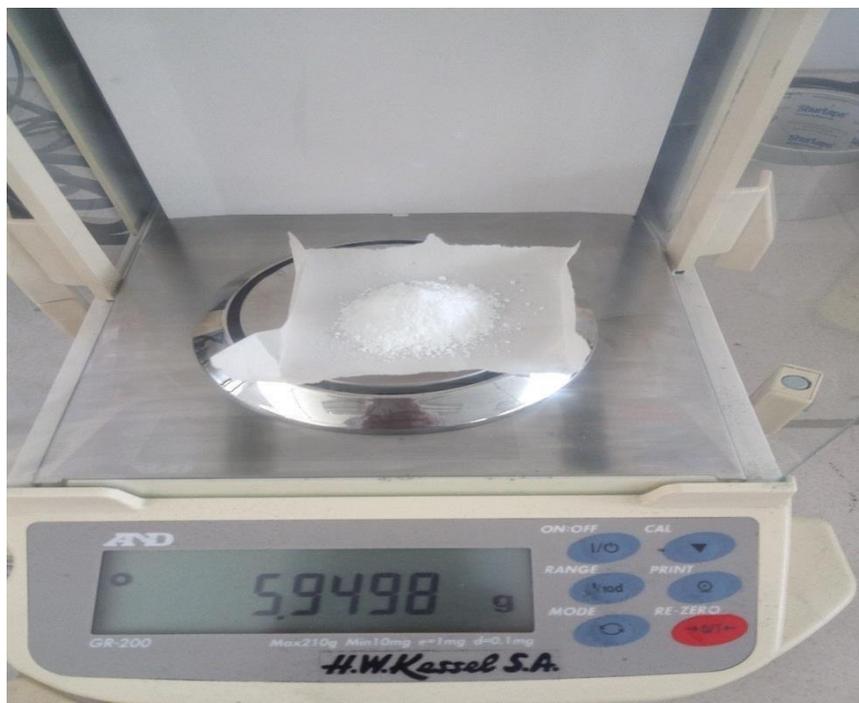
**Fotografía 4. Secado del alga Spirulina**



**Fotografía 5 y 6. Alga Spirulina Deshidratada**

## **ANEXO 13. “ELABORACIÓN DE LA BEBIDA REHIDRATANTE DE ALGA ESPIRULINA”**





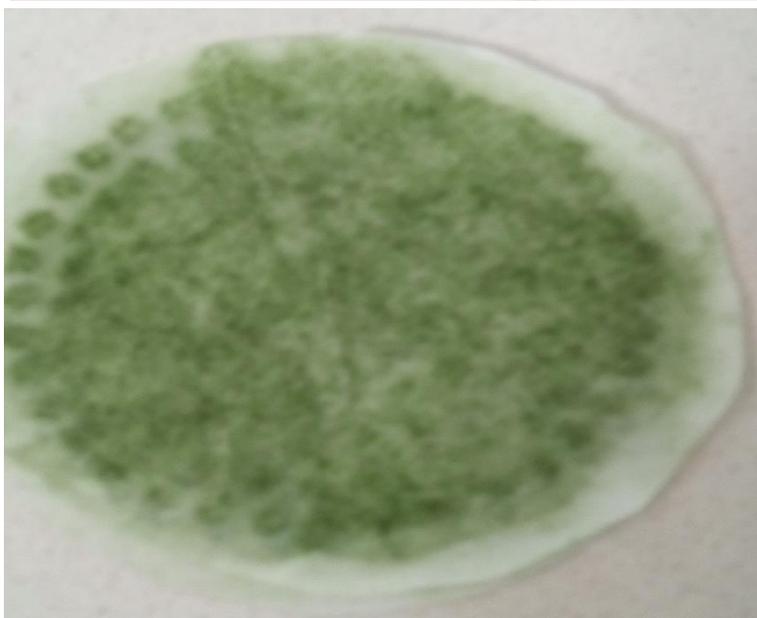
**Fotografía 7 y 8. Pesado de insumos**



**Fotografía 9. Mezclado de los insumos.**



**Fotografía 10. Filtración rápida por bombas de la mezcla.**



**Fotografía 11 y 12. Retención de partículas en el papel de filtro**



**Fotografía 13. Equipo de microfiltración por membranas**



**Fotografía 14. Incorporación de la mezcla al equipo**



**Fotografía 15 y 16. Incorporación del envase al equipo**



**Fotografía 17 y 18. Obtención del líquido filtrante**



**Fotografía 19. Bebidas rehidratantes a diferentes concentraciones de alga Spirulina**



**Fotografía 20. Bebida con el mejor tratamiento**

## ANEXO 14. ANÁLISIS SENSORIAL





**Fotografía 21. Gimnasio de la Universidad Nacional Agraria La Molina**



**Fotografía 22. Codificación de las muestras**



**Fotografía 23 y 24 Panelistas Semi entrenados**

## IX. HOJA DE VIDA



## ZAIDA DIANA BRITO BAYONA

✉ E-mail: zdbbayona12@hotmail.com

☎ Teléfono: 939533811

👤 Edad: 28 años

### RESUMEN

Persona responsable con facilidad de adaptación a las exigencias laborales con experiencia en el área de investigación y desarrollo, control de calidad y proceso de producción, orientada hacia el aprendizaje y logros óptimos con habilidades para trabajar en equipo, bajo presión y para tomar decisiones.

### EDUCACIÓN

#### BACHILLER EN INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

*Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo - 2018*

#### ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL EN SISTEMAS DE GESTIÓN E INOCUIDAD ALIMENTARIA

*Universidad Nacional Agraria La Molina - 2021*

### EXPERIENCIA LABORAL

Diciembre 2020 – Actual

#### LAIVE S.A. | SUPERVISOR DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

**Tareas realizadas** Responsable de realizar la verificación del cumplimiento de los parámetros de proceso y las especificaciones del producto en las plantas, realizar las inspecciones Higiénicas sanitarias de planta y almacenes; registrar los controles realizados y elaborar informes.

Abril 2019 – diciembre 2020

#### LABORATORIOS ANDITEC LABS SAC | INSPECTOR DE CALIDAD - SUPERVISOR DE PRODUCCION

**Tareas realizadas** Responsable del control y monitoreo durante la fabricación y envasado de productos, supervisar el cumplimiento del programa de producción, supervisar el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura, calidad de higiene y saneamiento en el interior y exterior durante la producción.

Abril 2018 – noviembre 2018

#### SERVICIOS Y CULTIVOS ACUICOLAS SAC | SUPERVISOR DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

**Tareas realizadas** Supervisar el proceso de control de calidad en los procesos productivos, revisar los informes de rechazo, acciones correctivas, BPM, documentación de prerrequisitos HACCP, revisar la documentación de recepción de materias primas, envases y embalajes, coordinar el mantenimiento de equipos de laboratorio.

Enero 2018 – marzo 2018

#### AGRICOLA Y GANADERA CHAVIN DE HUANTAR SAC | SUPERVISOR DE CALIDAD

**Tareas realizadas** Verificar diariamente las condiciones de calidad de la fruta, por lotes de producción, asegurar el cumplimiento del programa de producción verificando la disponibilidad de equipos, personal e insumos, controlar el cumplimiento de procedimientos, instructivos, llenado de formatos, que avalen el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura y programa de higiene.

### INFORMATICA

- ✓ Microsoft office 2016 – Intermedio
- ✓ Excel 2016 - Intermedio
- ✓ SAP - Básico

### IDIOMAS

- ✓ Inglés - Básico

## CURSOS Y SEMINARIOS

- 2021** *ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL: "SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD E INOCUIDAD: GLOBALGAP, HACCP, ISO 9001, ISO 22000, FSSC 22000, HARPC (LEY FSMA), ISO 31000, NORMA MUNDIAL BRC V.8, CÓDIGO SQF, IFS, FRAUDE ALIMENTARIO Y DEFENSA ALIMENTARIA Y DE SUS PROGRAMAS PRE-REQUISITOS"* UNALM (420 h)
- 2021** *Curso de especialización "FORMACION DE AUDITORES INTERNOS EN SISTEMA INTEGRADOS DE GESTION, GESTION DE NO CONFORMIDADES Y ACCIONES CORRECTIVAS BASADA EN LA NORMA ISO 9001"* UNALM (30 h)
- 2021** *Curso de especialización "PLAN DE DEFENSA ALIMENTARIA Y FRAUDE ALIMENTARIO, GESTION DE ALEGENOS ALIMENTARIOS Y PLAN DE CULTURA DE LA CALIDAD E INOCUIDAD"* UNALM (30 h)
- 2021** *Curso "SAP S/4 HANA PP – Planificación de Producción"* ITSYSTEMS (30 h)
- 2021** *Curso "SAP B1 Y SAP HANA"* ITSYSTEMS (40 h)
- 2021** *Curso "EXCELL SOLUCIONES EMPRESARIALES"* ITSYSTEMS (30 h)
- 2018** *Curso de especialización "PRINCIPIOS PARA LA HIGIENE Y PROGRAMAS PRE REQUISITOS"*, Colegio de Ingenieros del Perú- CDA (30h)
- 2018** *Curso de especialización "SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD E INOCUIDAD ALIMENTARIA"* Colegio de Ingenieros del Perú (120h)
- 2018** *Curso de especialización ISO 9001 - ISO 22000*, Colegio de Ingenieros del Perú- CDA (30h)
- 2017** *Curso de especialización "GESTIÓN DE CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN PLANTA INDUSTRIALES Y PROGRAMAS SOCIALES"*, Colegio de Ingenieros del Perú- CDA (120h)
- 2017** *Curso taller "SEGURIDAD ALIMENTARIA"*, Colegio de Ingenieros del Perú CDA (15h)
- 2017** *Curso taller "NORMAS Y DISEÑO DE PLANTAS AGROINDUSTRIALES YALMACENES"*, Colegio de Ingenieros del Perú- CDA (15h)
- 2017** *Curso taller "TENDENCIAS EN LA GESTIÓN DE CALIDAD"* Colegio de Ingenieros del Perú (30h)
- 2016** *Cursotaller "MICROSOFTEXCEL2016-NIVELAVANZADO"*, Facultad de ciencias-UNASAM (20h)
- 2016** *Cursotaller "MICROSOFTOFICCE2013 -NIVELAVANZADO"*, Facultad de ciencias-UNASAM (80h)
- 2016** *Curso taller "PROGRAMAS PRE REQUISITO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP"*, Colegio de Ingenieros Perú- CDA (60h)
- 2016** *Curso taller "IMPORTANCIA DE LA NORMATIVA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA: PRINCIPIOS GEN HIGIENE (BPM, BPH), SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL"*- UNASAM (60h)