



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE AVENA (*Avena sativa*) CON  
ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SPIRULINA (*Spirulina  
platensis*)”.**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR:** FRANKLIN DAVID CUENCA NAULA

**DIRECTOR:** Ing. LUIS FERNANDO ARBOLEDA ÁLVAREZ PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Franklin David Cuenca Naula

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Franklin David Cuenca Naula, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba 03 de febrero de 2023

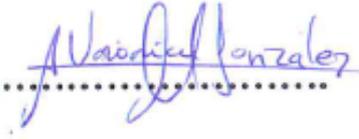


**Franklin David Cuenca Naula**

**060423294-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE AVENA (*Avena sativa*) CON ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE SPIRULINA (*Spirulina platensis*)**”, realizado por el señor: **FRANKLIN DAVID CUENCA NAULA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

|   | <b>FIRMA</b>  | <b>FECHA</b> |
|---|---|--------------|
| Bqf. González Cabrera María Verónica MSc.<br><b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>           | <br>.....  | 2023-02-03   |
| Ing. Arboleda Álvarez Luis Fernando PhD.<br><b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b> | <br>..... | 2023-02-03   |
| Ing. Velasco Matveev Luis Antonio MSc.<br><b>ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>     | <br>..... | 2023-02-03   |

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se la dedico a Dios nuestro padre del cielo por regalarme tan maravillosa familia y ha brindado salud, a Petrona Naula mi abuelita que ha sido mi mamá y papá durante mis primeros días de vida por el sacrificio ilimitado, a mis tíos que me supieron ayudar en los momentos difíciles, brindaron su apoyo a que no desmayara en etapas difíciles de la vida a que llegue a la cúspide de esta etapa de formación y finalmente dedicado a mi hija Elif el motor principal de que cada día superar obstáculos de la vida .

*Franklin*

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de titulación agradezco a Dios por seguir darme, fuerzas y sabiduría en todo mi camino de estudiante y de vida.

A nuestra querida institución la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por darme la oportunidad de obtener conocimientos de la profesión y a ser un profesional.

Al ingeniero Luis Arboleda director por su ayuda a cada momento por el esfuerzo constante y brindar sus conocimientos experiencia y así poder culminar este trabajo de investigación y al ingeniero Luis Velasco asesor mi trabajo de titulación, por su paciencia, consejos y supervisión del trabajo de titulación.

***Franklin***

## TABLA DE CONTENIDO

|                              |      |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS.....        | ix   |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | x    |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....        | xi   |
| RESUMEN.....                 | xii  |
| ABSTRACT.....                | xiii |
| INTRODUCCIÓN.....            | 1    |

## CAPÍTULO I

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| <b>1</b>       | <b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>                             | <b>3</b>  |
| <b>1.1</b>     | <b>Definición de bebidas .....</b>                                 | <b>3</b>  |
| <i>1.1.1</i>   | <i>Generalidades de las bebidas no alcohólicas .....</i>           | <i>3</i>  |
| <i>1.1.2</i>   | <i>Clasificación de las bebidas no alcohólicas .....</i>           | <i>4</i>  |
| <b>1.2</b>     | <b>Generalidades de Cereales .....</b>                             | <b>5</b>  |
| <i>1.2.1</i>   | <i>Definición de cereal .....</i>                                  | <i>5</i>  |
| <i>1.2.2</i>   | <i>Características nutricionales .....</i>                         | <i>5</i>  |
| <i>1.2.3</i>   | <i>Clasificación de los cereales .....</i>                         | <i>7</i>  |
| <i>1.2.3.1</i> | <i>Granos refinados.....</i>                                       | <i>7</i>  |
| <i>1.2.3.2</i> | <i>Cereales integrales .....</i>                                   | <i>7</i>  |
| <i>1.2.3.3</i> | <i>Cereales enriquecidos .....</i>                                 | <i>8</i>  |
| <b>1.3</b>     | <b>Avena.....</b>  | <b>8</b>  |
| <i>1.3.1</i>   | <i>Composición química de la avena .....</i>                       | <i>8</i>  |
| <i>1.3.2</i>   | <i>Características y propiedades.....</i>                          | <i>9</i>  |
| <i>1.3.2.1</i> | <i>Digestiva .....</i>   | <i>9</i>  |
| <i>1.3.2.2</i> | <i>Baja el colesterol .....</i>                                    | <i>9</i>  |
| <i>1.3.2.3</i> | <i>Controla el azúcar .....</i>                                    | <i>10</i> |
| <i>1.3.2.4</i> | <i>Equilibrio del sistema nervioso.....</i>                        | <i>10</i> |
| <i>1.3.3</i>   | <i>La avena y su relación con la diabetes.....</i>                 | <i>10</i> |
| <i>1.3.4</i>   | <i>La avena y su relación con la obesidad y el colesterol.....</i> | <i>11</i> |
| <b>1.4</b>     | <b>Spirulina.....</b>  | <b>11</b> |
| <i>1.4.1</i>   | <i>Generalidades.....</i>  | <i>11</i> |
| <i>1.4.2</i>   | <i>Propiedades y usos .....</i>                                    | <i>12</i> |
| <i>1.4.3</i>   | <i>Beneficios .....</i>  | <i>13</i> |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1.4.3.1 | <i>Regular la presión arterial</i> .....                 | 13 |
| 1.4.3.2 | <i>Disminuir el colesterol y los triglicéridos</i> ..... | 13 |
| 1.4.3.3 | <i>Mejora la rinitis alérgica</i> .....                  | 13 |
| 1.4.3.4 | <i>Previene y controla la diabetes</i> .....             | 13 |
| 1.4.3.5 | <i>Favorece a la pérdida de peso</i> .....               | 13 |
| 1.4.3.6 | <i>Mejora y fortalece el sistema inmune.</i> .....       | 13 |
| 1.4.4   | <i>La spirulina como suplemento alimentario</i> .....    | 14 |
| 1.5     | <b>El agave</b> .....                                    | 14 |
| 1.5.1   | <i>Generalidades</i> .....                               | 14 |
| 1.5.2   | <i>Propiedades y usos</i> .....                          | 15 |
| 1.5.3   | <i>Beneficios</i> .....                                  | 16 |
| 1.5.4   | <i>Uso en alimentos</i> .....                            | 16 |
| 1.5.5   | <i>Obtención del aguamiel</i> .....                      | 17 |

## CAPÍTULO II

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2      | <b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....                               | 18 |
| 2.1    | <b>Localización y duración del experimento</b> .....          | 18 |
| 2.2    | <b>Unidades experimentales</b> .....                          | 18 |
| 2.3    | <b>Materiales, equipos e insumos</b> .....                    | 18 |
| 2.4    | <b>Tratamiento y diseño experimental</b> .....                | 19 |
| 2.5    | <b>Mediciones experimentales</b> .....                        | 20 |
| 2.5.1  | <i>Análisis bromatológicos</i> .....                          | 20 |
| 2.5.2  | <i>Análisis físico-químicos</i> .....                         | 20 |
| 2.5.3  | <i>Análisis microbiológicos</i> .....                         | 20 |
| 2.5.4  | <i>Análisis sensorial</i> .....                               | 21 |
| 2.6    | <b>Análisis económico</b> .....                               | 21 |
| 2.7    | <b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> ..... | 21 |
| 2.7.1  | <i>Esquema del experimento</i> .....                          | 21 |
| 2.8    | <b>Procedimiento experimental</b> .....                       | 22 |
| 2.9    | <b>Análisis bromatológicos</b> .....                          | 24 |
| 2.9.1  | <i>Humedad %</i> .....  | 24 |
| 2.9.2  | <i>Determinación de cenizas</i> .....                         | 25 |
| 2.9.3  | <i>Determinación de Proteína</i> .....                        | 26 |
| 2.10   | <b>Análisis físico químicos</b> .....                         | 26 |
| 2.10.1 | <i>Sólidos solubles</i> .....                                 | 26 |
| 2.10.2 | <i>Determinación de pH</i> .....                              | 27 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.10.3 | <i>Determinación de la acidez titulable (idt)</i> ..... | 27 |
| 2.11   | Análisis microbiológicos .....                          | 28 |
| 2.11.1 | <i>Preparación de agares</i> .....                      | 28 |
| 2.11.2 | <i>Siembra</i> .....                                    | 29 |
| 2.12   | Análisis Sensorial .....                                | 29 |
| 2.13   | Análisis Económico .....                                | 30 |
| 2.13.1 | <i>Costo de producción</i> .....                        | 30 |
| 2.13.2 | <i>Costo/Beneficio</i> .....                            | 30 |

### CAPÍTULO III

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3     | <b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....                    | 31 |
| 3.1   | Análisis físico químicos de la bebida a base de spirulina.....                | 31 |
| 3.1.1 | <i>pH</i> .....   | 32 |
| 3.1.2 | <i>Sólidos solubles (grados °Brix)</i> .....                                  | 33 |
| 3.1.3 | <i>Acidez</i> .....   | 34 |
| 3.1.4 | <i>Proteína</i> .....   | 35 |
| 3.1.5 | <i>Fibra</i> .....  | 36 |
| 3.1.6 | <i>Humedad</i> .....  | 36 |
| 3.1.7 | <i>Cenizas</i> .....  | 37 |
| 3.2   | Análisis Microbiológico de la bebida a base de Spirulina .....                | 38 |
| 3.3   | Análisis sensorial del producto .....   | 38 |
| 3.3.1 | <i>Color</i> .....  | 40 |
| 3.3.2 | <i>Olor</i> .....   | 41 |
| 3.3.3 | <i>Sabor</i> .....  | 41 |
| 3.3.4 | <i>Consistencia</i> .....   | 42 |
| 3.4   | Análisis económico del producto elaborado .....                               | 43 |
| 3.4.1 | <i>Costo de producción del producto</i> .....                                 | 43 |
| 3.4.2 | <i>Beneficio costo de la Bebida con diferentes niveles de spirulina</i> ..... | 44 |

|              |       |    |
|--------------|-------|----|
| CONCLUSIONES | ..... | 45 |
|--------------|-------|----|

|                 |       |    |
|-----------------|-------|----|
| RECOMENDACIONES | ..... | 46 |
|-----------------|-------|----|

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Tabla 1-1:</b> | Requisitos fisicoquímicos de las bebidas no alcohólicas .....                              | 4  |
| <b>Tabla 2-1:</b> | Composición nutricional de 100 g cereal .....  | 6  |
| <b>Tabla 3-1:</b> | Composición de la avena.....   | 8  |
| <b>Tabla 4-1:</b> | Mecanismo de acción de la avena con relación al colesterol.....                            | 11 |
| <b>Tabla 5-1:</b> | Composición nutricional y cantidad diaria recomendada .....                                | 12 |
| <b>Tabla 6-1:</b> | Caracterización del aguamiel de agave .....  | 17 |
| <b>Tabla 1-2:</b> | Condiciones meteorológicas de la zona.....   | 18 |
| <b>Tabla 2-3:</b> | Esquema del experimento.....   | 20 |
| <b>Tabla 3-2:</b> | Esquema del ADEVA.....   | 21 |
| <b>Tabla 4-2:</b> | Formulación de la bebida de avena a base de spirulina .....                                | 22 |
| <b>Tabla 5-2:</b> | Requisitos para análisis microbiológico .....  | 28 |
| <b>Tabla 1-3:</b> | Resultados de medias del análisis físico químico de la bebida .....                        | 31 |
| <b>Tabla 2-3:</b> | Análisis microbiológicos de la bebida a base de Spirulina.....                             | 38 |
| <b>Tabla 3-3:</b> | Resultados de medianas del análisis sensorial de la bebida con Spirulina .....             | 39 |
| <b>Tabla 4-3:</b> | Análisis económico de la elaboración de la bebida con diferentes niveles de spirulina..... | 43 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|                          |   |    |
|--------------------------|---|----|
| <b>Ilustración 1-1:</b>  | Corte transversal de un grano de trigo .....  | 6  |
| <b>Ilustración 1-2:</b>  | Diagrama de bloques del proceso de elaboración del jugo de avena con spirulina..... | 23 |
| <b>Ilustración 1-3:</b>  | pH de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina.....                   | 32 |
| <b>Ilustración 2-3:</b>  | Grados °Brix de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina .....        | 33 |
| <b>Ilustración 3-3:</b>  | Acidez de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina .....              | 34 |
| <b>Ilustración 4-3:</b>  | Proteína de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina .....            | 35 |
| <b>Ilustración 5-3:</b>  | Humedad de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina .....             | 36 |
| <b>Ilustración 6-3:</b>  | Cenizas de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina .....             | 37 |
| <b>Ilustración 7-3:</b>  | Valor sensorial del atributo color.....   | 40 |
| <b>Ilustración 8-3:</b>  | Valor sensorial del atributo olor .....   | 41 |
| <b>Ilustración 9-3:</b>  | Valor sensorial del atributo sabor .....  | 41 |
| <b>Ilustración 10-3:</b> | Valor sensorial del atributo consistencia .....                                     | 42 |

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO ESTADÍSTICAMENTE DE LA BEBIDA DE SPIRULINA

**ANEXO B:** ANÁLISIS SENSORIAL DEL LA BEBIDA CON DIFERENTES NIVELES DE SPIRULINA

**ANEXO C:** BALANCE DE MASA DE LA BEBIDA CON SPIRULINA

**ANEXO D:** CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**ANEXO D:** ELABORACIÓN DE LA BEBIDA DE AVENA CON DIFERENTES NIVELES DE SPIRULINA

**ANEXO E:** ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA BEBIDA A BASE DE SPIRULINA

**ANEXO F:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA A BASE DE SPIRULINA

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue realizar una bebida de avena (*Avena sativa*) con adición de diferentes niveles de spirulina (*Spirulina platensis*), en el cual se estableció concentraciones de spirulina de 0.9, 1.7 y 2,5%, determinando así las características bromatológicas, microbiológicas, organolépticas aplicando prueba hedónica verbal del producto final, comprobando su rentabilidad de los diferentes niveles de spirulina mediante el indicador beneficio costo. Para la adquisición de la materia prima de la spirulina, miel de agave, avena se obtuvo de supermercados con sus respectivas notificación sanitaria así garantizamos la inocuidad de la bebida para su posterior preparación de la bebida, para efectuar la bebida se realizó una mezcla de avena agregando jugo de maracuyá, agua y miel de agave para llevar a un tratamiento térmico para luego agregar la spirulina, para efectuar las características físicas químicas del producto se determinó mediante la NTE INEN 2304-2017 donde nos indica que los requisitos físico químicos de bebidas no carbonatadas como es el pH, sólidos solubles y acidez titulable, así mismo se realizó análisis bromatológicos para determinar proteína, fibra, humedad, cenizas, por otro lado para los análisis microbiológicos se basó en la NTE INEN 2337-2008, para la aceptación del producto se realizó prueba hedónica verbal de cinco puntos. Para el análisis estadístico se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) dando un resultado altamente significativo en la determinación de pH, acidez titulable, proteína, humedad y cenizas de los tratamientos aplicados. Se concluye que el mejor tratamiento en cuanto a la aceptación del consumidor fue el tratamiento con el 0,9% de spirulina. Se recomienda utilizar otras materias primas para mejorar el sabor y la aceptación del producto para enmendar olor y sabor de la spirulina.

**Palabras clave:** <SPIRULINA (*Spirulina platensis*)>, <MIEL DE AGAVE>, <REFRESCO>, <MICROBIOLÓGICO>, <PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICOS>.



D.B. Castillo  
Ing. Cristóbal Castillo

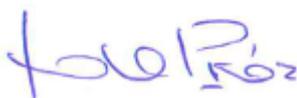


0513-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

The objective of this study was to make an oat beverage (*Avena sativa*) with the addition of different levels of spirulina (*Spirulina platensis*), in which concentrations of spirulina of 0.9, 1.7 and 2.5% were established, thus determining the bromatological, microbiological and organoleptic characteristics, applying a verbal hedonic test of the final product and verifying the profitability of the different levels of spirulina by means of the benefit-cost indicator. For the acquisition of the raw materials of spirulina, agave honey, and oats, we obtained them from supermarkets with their respective sanitary notifications, thus guaranteeing the safety of the beverage. To make the beverage, a mixture of oats was made by adding passion fruit juice, water and agave honey in a thermal treatment and then adding spirulina. The chemical physical characteristics of the product were determined using NTE INEN 2304-2017, which indicates the physicochemical requirements for non-carbonated beverages such as pH, soluble solids and titratable acidity. Bromatological analyses were also performed to determine protein, fiber, moisture and ash. Microbiological analyses were based on NTE INEN 2337-2008. For product acceptance, a five-point verbal hedonic test was performed. For the statistical analysis, a completely randomized design (CRD) was applied resulting on a highly significant result in the determination of pH, titratable acidity, protein, moisture and ash of the treatments applied. It is concluded that the best treatment in terms of consumer acceptance was the treatment with 0.9% spirulina. It is recommended to use other raw materials to improve flavor and product acceptance to amend odor and flavor of spirulina.

**Keywords:** <SPIRULINA (*Spirulina platensis*)>, <AGAVE HONEY>, <REFRESH>, <MICROBIOLOGICAL>, <PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES>.



**Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.**

**0602698904**

## INTRODUCCIÓN

En muchos países, hay muchas bebidas tradicionales, en Estados Unidos la mayoría se elaboran a base de cereales o granos remojados en agua y germinados, estas bebidas pueden ser alcohólicas o no alcohólicas y algunas aportan vitamina B. En algunos países las bebidas locales se pueden elaborar con miel, coco u otros productos locales (FAO, Latham 2022).

En los países desarrollados, los refrescos carbonatados, a menudo llamados "refrescos", en su mayoría elaborados con cola, son populares y se consumen en grandes cantidades. En gran parte de África, Asia, América Latina y el Medio Oriente, los refrescos y refrescos hechos en fábrica están reemplazando a los refrescos, la mayoría de las bebidas alcohólicas carecen de nutrientes esenciales además de los carbohidratos, mientras que los jugos de frutas caseros o comprados en tiendas están hechos de jugos de frutas frescas que es generalmente una buena fuente de vitamina C y caroteno son bebidas muy sabrosas, especialmente para los niños(FAO, Latham 2022).

La avena (*Avena sativa L.*) es un cereal cuyo grano absoluto es rico en fibra soluble, incluido el betaglucano, que además aporta proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y polifenoles como la avenantramida, por lo tanto, la avena no contiene gluten, por lo que es un cereal que son bien tolerados por la mayoría de las personas celíacas, principalmente por su contenido en fibra y fitoquímicos. Diversos estudios clínicos han evaluado la eficacia de comer cereales integrales para prevenir y controlar las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la regulación de la presión arterial, el control del peso, la salud digestiva e incluso el cáncer (Vizuet, Anta 2016, p. 2).

La spirulina es una microalga rica en proteínas, ácidos grasos esenciales, sales minerales y vitaminas, se considera un super alimento, que es consumida por atletas de nivel olímpico y es el alimento de los astronautas, de los cuales 60 gramos son suficientes para alimentar a una persona diariamente, con 10 gramos diarios se puede sobrevivir(Ponce 2013, p. 2).

La spirulina contiene 65% de proteínas y aminoácidos; 55 lípidos, 7% minerales; 20% carbohidratos y 3% humedad, entre los aminoácidos esenciales de esta microalga: isoleucina 5,6%; leucina 8,7%; lisina 4,7%, metionina 2,3%; 4,5%; treonina 5,2%; : vitamina A,  $\beta$ -caroteno 4,60 veces; vitamina B1 tiamina 0,21; vitamina B2 riboflavina 0,21; vitamina B3 (niacina) 0,07; vitamina B6 (piridoxina) 0,04; vitamina B12 5,3 veces tocoferol 0,03(Ponce 2013, p. 2).

(Barahona et al. 2020, p. 56) dice que en el Ecuador no existe alguna bebida a base de spirulina que posee alto contenido nutricional, por lo que la spirulina una cianobacteria por su organización celular es procariota por lo que presenta células sin orgánulos, además son organismos foto

autótrofa y fijan nitrógeno a comparación con las células eucariotas. (Camacho 2017, p. 34) menciona que el uso de la spirulina como ingrediente se recomienda de 0.5 a 3 gramos por kg ya que a elevados niveles de spirulina no es muy apetecible por los consumidores.

La miel de agave según CODEX ALIMENTARIO es un edulcorante de baja viscosidad y fácilmente soluble que, gracias a la alta concentración de fructosa, no favorece el desarrollo de bacterias y hongos. Por lo tanto, tiene una larga vida útil. (López 2013).

El jarabe de agave es una melaza dulce, clara y de color ámbar con un 30 % más de dulzura que el azúcar comercial y se usa hoy en día como edulcorante natural en alimentos y bebidas, tiene un índice glucémico bajo, reduce los niveles de lípidos en la sangre, reduce el riesgo de enfermedades cardíacas y reduce los efectos de la hipoglucemia (López 2013).

El proyecto de investigación lo que busca es crear una nueva alternativa de bebida innovadora, nutritiva, económica en beneficio del consumidor, especialmente en niños, evitando la obesidad y algunas otras complicaciones, dando una mejor forma de vida, buenos hábitos alimenticios, lo cual se plantearon los siguientes objetivos.

Elaboración de una bebida de avena (*Avena Sativa*) con adición de diferentes niveles de spirulina (*Spirulina platensis*).

Elaborar una bebida de avena (*Avena Sativa*) y spirulina (*Spirulina platensis*) con tres diferentes concentraciones (0.9%, 1.7% y 2.5%) y edulcorada con agave.

Analizar y evaluar las características bromatológicas, microbiológicas, organolépticas y de aceptación del producto final.

Determinar la rentabilidad de los diferentes niveles de spirulina mediante el indicador beneficio/costo.

## CAPÍTULO I

### 1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1 Definición de bebidas

Bebida se denomina a la sustancia líquida que puede beberse, la finalidad más importante de las bebidas es saciar la sed, se dividen en dos tipos alcohólicas y no alcohólicas, por ello, las personas eligen bebidas en función del sabor, la combinación con la comida o por qué beben. El propósito principal de las bebidas no alcohólicas es hidratar, por esa razón es importante recordar de beber cantidad de líquido durante el día, en el mercado hay una infinidad de bebidas aparte del agua, entre estas se encuentran los jugos, néctares, limonadas, bebidas carbonatadas, entre otras (Pérez, Gardey 2017).

##### *1.1.1 Generalidades de las bebidas no alcohólicas*

Se consideran bebidas no alcohólicas o refrescantes aquellas bebidas no fermentadas, carbonatadas o no, preparados con agua potable o mineral, con la adición de alguna de las siguientes sustancias: azúcar, zumos de frutas, extractos vegetales autorizados, ácidos orgánicos (cítrico, láctico, fumárico, glutámico, málico y tartárico), esencias naturales o sintéticas autorizadas y colorantes.

La norma técnica ecuatoriana define a las bebidas no alcohólicas o refrescos aquellas bebidas sin adicción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a base de agua como principal componente, que contienen o no una mezcla de ingredientes como azúcares, jugos, pulpas, concentrados o trozos de frutas, té o hierbas aromáticas o sus extractos y aditivos alimentarios (INEN 2304 2017).

De acuerdo con la norma técnica INEN 230, los requisitos que deben cumplir las bebidas no alcohólicas son:

- Cumplir con los principios de buenas prácticas de fabricación.
- Ser elaborados con agua que cumpla con NTE INEN 1108.
- Cumplir los requisitos fisicoquímicos de la tabla 1-1.

**Tabla 1-1:** Requisitos fisicoquímicos de las bebidas no alcohólicas

| Requisito  | Unidad  | Mínimo | Máximo |
|--|---------|--------|--------|
| Sólidos solubles a 20°C, fracción másica como porcentaje (%) de sacarosa | -       | 0      | 15     |
| pH a 20 °C   | -       | 2,0    | 4,5    |
| Acides titulable, como ácido cítrico a 20 °C                             | g/100ml | 0,1    | -      |

Fuente: ( INEN 2304 2017, p. 2)

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

- No exceder el límite máximo de 150 mg/L de estaño determinado según NTE INEN- ISO 17240, si están en latas.
- No exceder los límites máximos de aditivo alimentarios conforme con lo establecido en NTE INEN-CODEX 192 (INEN 2304 2017).

### **1.1.2 Clasificación de las bebidas no alcohólicas**

**Aguas con gas.** - Son bebidas inodoras, transparentes e incoloras constituidas por agua potable y anhídrido carbónico, sales minerales como bicarbonato de sodio (EcuRed 2020).

**Gaseosas-** Son bebidas que contienen agua potable y carbonatadas, con la adición de ácido cítrico o láctico, sabores cítricos y azúcar (EcuRed 2020)..

**Bebidas de frutas, tubérculos triturados y semillas.** - Son bebidas sin gas que pueden prepararse con los ingredientes anteriores y mezclarse y emulsionarse con agua potable, azúcar y otros productos autorizados, según el ingrediente usado pueden ser:

- **Batido:** Es el resultado de triturar y licuar frutas u otras verduras con agua o leche, azúcar y hielo (EcuRed 2020)..
- **Horchata:** Son semillas molidas en la proporción adecuada para una emulsión en una proporción del 5% en peso, así como azúcar y hielo. Está permitido agregar algunos aditivos para lograr el efecto tecnológico deseado (EcuRed 2020).
- **Refrescos.** - Es un producto carbonatado o no carbonatado obtenido por disolución de azúcar en agua potable y adición de jugos de frutas o extractos de semillas y otras partes inocuas de plantas, acidulantes y colorantes naturales o artificiales autorizados. Estos se subclasifican en:

- **Naturales:** Están elaborados a partir de sustancias naturales, zumo o pulpa de fruta y tienen las siguientes características: sin colorantes artificiales, sin microorganismos patógenos que puedan degradar el producto y afectar a su calidad, no se permiten otros aditivos alimentarios, azúcares totales como mínimo el 8% en peso (EcuRed 2020).
- **Artificiales:** Son basadas en aceites esenciales o esencias de frutas sintéticas, pasteurizadas o no, pueden contener ácido benzoico o benzoato de sodio como conservante hasta un máximo del 0,1% y ácido ascórbico como conservante antioxidante con un 0,3%. Los carbonatos contienen dióxido de carbono a una presión de al menos 3 atmósferas (EcuRed 2020).

## 1.2 Generalidades de Cereales

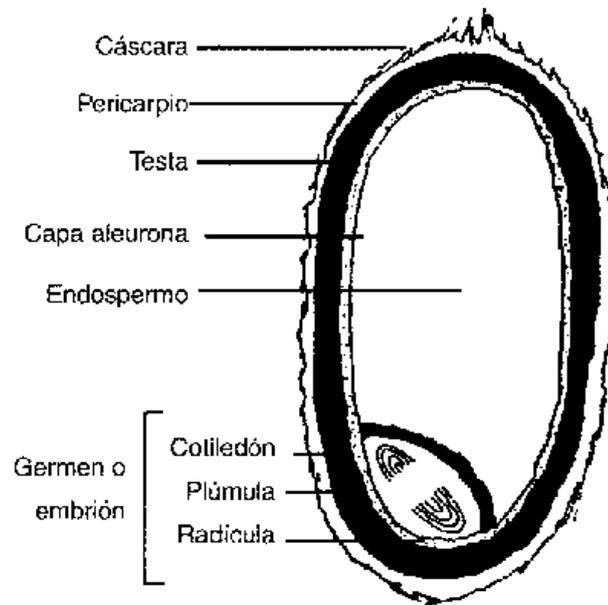
### 1.2.1 Definición de cereal

La real academia de la lengua española define cereal como el conjunto de semillas de las plantas gramíneas, cultivada principalmente por su grano, muy utilizado en la alimentación humana y animal, y de la que existen numerosas especies, como el trigo, cebada, centeno, avena. (RAE 2022). De forma similar el Código Alimentario Español (CAE) se designa cereal a las gramíneas y a sus frutos maduros, enteros, sanos y secos. (Fundación Española del Corazón 2022)

### 1.2.2 Características nutricionales

De todos los granos, la avena tiene el mayor contenido de proteínas. El endospermo es la principal fuente de almidón, proteínas y  $\beta$ -glucanos. Los lípidos se distribuyen por todo el grano, no en el germen como otros granos. La avena contiene una enzima llamada lipasa que descompone la grasa y libera ácidos grasos. Este proceso va acompañado de la formación de un regusto amargo en la avena, que es un indicador de calidad. Por lo tanto, en copos de avena bien procesados, la lipasa se destruye y no se desarrolla este sabor amargo. La mayor parte del contenido de vitaminas se encuentra en la parte exterior del salvado. La avena aporta minerales como manganeso, magnesio y hierro, además de calcio, zinc y cobre y vitaminas como la tiamina y el ácido pantoténico (López, Horta 2017, p. 7).

La estructura de los granos de cereal está compuesta como se ve en la Ilustración 1-1



**Ilustración 1-1:** Corte transversal de un grano de trigo

Fuente:(Latham, FAO 2002, p. 26).

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

La cascara de celulosa sin valor nutritivo para los seres humanos (Latham, FAO 2002).

El pericarpio y testa dos capas bastante fibrosas que contienen pocos nutrientes(Latham, FAO 2002).

La capa aleurona rica en proteínas, vitaminas y minerales, junto con las capas exteriores contienen 50% de niacina y 35% de la riboflavina (Latham, FAO 2002, p. 26).

El endospermo, que constituye más de la mitad del grano, se compone principalmente de almidón, generalmente contiene un tercio o menos de las vitaminas B que las otras partes, tiene menos proteínas y minerales, pero es la principal fuente de energía en forma de carbohidratos complejos, almidón (Latham, FAO 2002, p. 26).

En la tabla 2-1 se describe la composición nutricional de 100 g de cereales seleccionados

**Tabla 2-1:** Composición nutricional de 100 g cereal

| Alimento                | Energía<br>(kcal) | Proteína<br>(g) | Grasa<br>(g) | Calcio<br>(mg) | Hierro<br>(mg) | Tiamina<br>(mg) | Riboflavina<br>(mg) | Niacina<br>(mg) |
|-------------------------|-------------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Harina de maíz entera   | 353               | 9,3             | 3,8          | 10             | 2,5            | 0,3             | 0,1                 | 1,8             |
| Harina de maíz refinada | 368               | 9,4             | 1,0          | 3              | 1,3            | 0,26            | 0,08                | 0,10            |

|                        |     |      |     |    |     |      |      |     |
|------------------------|-----|------|-----|----|-----|------|------|-----|
| Arroz pulido           | 361 | 6,5  | 1,0 | 4  | 0,5 | 0,08 | 0,02 | 1,5 |
| Arroz precocido        | 364 | 6,7  | 1,0 | 7  | 1,2 | 0,20 | 0,08 | 2,6 |
| Trigo entero           | 323 | 12,6 | 1,8 | 36 | 4,0 | 0,30 | 0,07 | 5,0 |
| Harina de trigo blanca | 341 | 9,4  | 1,3 | 15 | 1,5 | 0,10 | 0,03 | 0,7 |
| Mijo                   | 341 | 10,4 | 4,0 | 22 | 3,0 | 0,30 | 0,22 | 1,7 |
| Sorgo                  | 345 | 10,7 | 3,2 | 26 | 4,5 | 0,34 | 0,15 | 3,3 |

Fuente: (Latham, FAO 2002, p. 26)

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

### ***1.2.3 Clasificación de los cereales***

A continuación, se va a clasificar los cereales bajo dos criterios por su contenido de gluten y por su procesamiento.

Por su contenido de gluten estos se clasifican en cereales con gluten y sin gluten, los tipos de cereales que contienen gluten son el trigo, centeno, avena, cebada, espelta, triticale y la kamut, mientras que el grupo de los cereales sin gluten o pseudocereales se encuentran arroz integral, trigo sarraceno, quinua, amaranto, mijo, maíz y el teff.(Esneca 2021).

De acuerdo con su procesamiento los cereales se clasifican en:

#### ***1.2.3.1 Granos refinados***

Son las que se obtienen tanto del salvado como del germen, por eso reciben su nombre porque se vuelven más finas y duran más, pero la carencia de la fibra original y pierden muchos nutrientes (Paradisi 2018).

#### ***1.2.3.2 Cereales integrales***

Son aquellos que mantienen la misma textura se siempre, ya que mantiene el salvado y germen, por lo que estos mantienen todos sus nutrientes exactos y absolutamente toda su fibra.(Paradisi 2018).

### 1.2.3.3 Cereales enriquecidos

Son los que se refinan y se prestan a la adición artificial de nutrientes para compensar los nutrientes extraídos durante su refinación. Sin embargo, los cereales integrales son los que en realidad retienen sus nutrientes precisamente porque cuando se enriquecen pierden fibra y nunca la recuperan (Paradisi 2018).

## 1.3 Avena

### 1.3.1 Composición química de la avena

A continuación, en la tabla 3-1 se describe la composición de los granos en avena enteros.

**Tabla: 3-1** Composición de la avena

| Componente                         | Porcentaje |
|------------------------------------|------------|
| Agua (g)                           | 15,8       |
| Energía (kcal)                     | 361        |
| Proteínas (g)                      | 11,7       |
| Lípidos (g)                        | 7,1        |
| Ácidos grasos saturados (g)        | 1,5        |
| Ácidos grasos mono insaturados (g) | 2,6        |
| Ácidos grasos poliinsaturados (g)  | 2,9        |
| Hidratos de carbono (g)            | 59,8       |
| Almidón (g)                        | 59,8       |
| Azúcares totales (g)               | 0          |
| Fibra (g)                          | 5,6        |
| Calcio (mg)                        | 796        |
| Hierro (mg)                        | 5,8        |
| Magnesio (mg)                      | 129        |
| Sodio (mg)                         | 8,4        |
| Potasio (mg)                       | 355        |
| Fosforo (mg)                       | 400        |
| Tiamina (mg)                       | 0,52       |
| Riboflavina (mg)                   | 0,14       |
| Equivalentes de niacina (mg)       | 2,37       |
| Vitamina B <sub>6</sub> (mg)       | 0,96       |
| Folato (µg)                        | 60         |
| Vitamina E (mg)                    | 2          |

Fuente: (Gómez et al. 2017)

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

La avena es una buena fuente de compuestos no nutritivos o bioactivos, como fenoles, flavonoides y fitoesteroles, así como de fotoquímicos específicos de granos, avenantramidas y saponinas esteroideas., sin embargo, su componente destacado es la fibra, la presencia de  $\beta$ -glucanos

incrementa el valor de saciedad y la convierte en un alimento cardio protector porque estos regulan de forma eficaz el colesterol y la glucosa en la sangre. Actualmente la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) recomienda un consumo de 25 g/día de fibra en adultos. (Gómez et al. 2017, p. 10).

Las avenantramidas (AVA) son un grupo único de antioxidantes que se encuentran en la avena, tienen una actividad antioxidante de 10 a 30 veces mayor que otros compuestos fenólicos, también tienen propiedades antiinflamatorias y antiaterogénicas, y ayudan a controlar la presión arterial al producir óxido de nítrico un efecto vasodilatador. (Gómez et al. 2017, p. 10).

### ***1.3.2 Características y propiedades***

En comparación con otros cereales, la avena se caracteriza por un alto contenido en proteínas y fibra, también contiene ácidos grasos insaturados y es rica en potasio, magnesio, calcio y vitaminas del complejo B. Contiene una pequeña cantidad de vitamina E, selenio, polifenoles y antioxidantes. La avena tiene la capacidad de reducir los niveles de colesterol en el cuerpo humano ya que contiene esteroides vegetales (Gottau 2017).

La avena proporciona carbohidratos, proteínas y otros nutrientes de bajo índice glucémico, lo que la hace ideal para atletas que buscan energía a largo plazo, y contiene antioxidantes, vitaminas y minerales para apoyar la función neuromuscular (Gottau 2017).

A continuación, se describen las propiedades de la avena:

#### ***1.3.2.1 Digestiva***

Por la cantidad de fibra presente ayuda a la digestión mejorando el tránsito intestinal, siendo útil así en casos de estreñimiento y flatulencias. (La Vanguardia 2018)

#### ***1.3.2.2 Baja el colesterol***

Gracias a la presencia de fibras solubles de betaglucano, lecitina y fitoesteroides, el consumo de 3 gramos de avena ayuda a regular los niveles de colesterol y además estimula la glándula tiroides, que interviene en el metabolismo de las grasas. (La Vanguardia 2018).

### *1.3.2.3 Controla el azúcar*

La avena estimula el trabajo del páncreas y es una fuente de energía de absorción lenta, por lo que ayuda a estabilizar el azúcar en la sangre (La Vanguardia 2018).

### *1.3.2.4 Equilibrio del sistema nervioso*

El calcio, la vitamina B1, los alcaloides como el indol, la trigonelina y la avenina fortalecen el sistema nervioso y favorecen la relajación y la concentración, así como la lucha contra el agotamiento mental (La Vanguardia 2018).

### **1.3.3 La avena y su relación con la diabetes**

La avena es rica en fibra y proteínas y cuando se come da una sensación de saciedad, lo que reduce la ingesta de alimentos y ayuda a perder peso. Además, este alimento contiene hidratos de bajo índice glucémico y por la cantidad de fibra soluble es una buena opción. Regulan el trabajo del tracto digestivo y ayudan a controlar el nivel de glucosa y lípidos en el cuerpo (Gottau 2017).

Con relación a la diabetes las principales propiedades y beneficios de la avena son:

- Al ser un cereal con proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales y oligoelementos, ayuda al mejor funcionamiento del organismo (Herrero 2018).
- Los hidratos de carbono son complejos o de absorción lenta, esto ayuda a evitar picos de glucosa en la sangre y logra que exista energía por más tiempo. (Herrero 2018).
- El alto contenido en fibra disminuye la cantidad de insulina que el páncreas libera en el torrente sanguíneo, esto implica que los alimentos que se ingieren se absorban más lentamente sin segregar mucha insulina en periodos cortos.(Herrero 2018).
- Las vitaminas del grupo B que contiene ayudan a aprovechar mejor la glucosa y tonifican el sistema nervioso. (Herrero 2018).
- Ayuda a disminuir los niveles de colesterol, que se puede relacionar a largo plazo con la obesidad que es factor de riesgo para la diabetes. (Herrero 2018).
- Ayuda a reducir los niveles de glucosa posprandial que es la que se queda en el organismo después de la digestión. (Herrero 2018).

Lo antes mencionado se confirma con el estudio realizado por (Dávila et al. 2016) donde estudia el efecto del  $\beta$ - glucano de avena sobre el índice glucémico y carga glucémica de un suplemento

nutricional edulcorado con sucralosa en adultos sanos, donde encontró que los valores de índice glicémico, así como de carga glicémica resultaron intermedios y más bajos para el suplemento con  $\beta$ -glucano incorporado, sin diferencias en la concentración de insulina, por lo que sugiere que la adición de del  $\beta$ - glucano derivado de la avena reduce la velocidad de absorción intestinal de la glucosa (Dávila et al. 2016).

### 1.3.4 La avena y su relación con la obesidad y el colesterol

Los betaglucanos que se encuentran en la avena ayudan a reducir el colesterol malo LDL, al reducir la absorción del colesterol de otros alimentos. La avenantramida también ayuda a prevenir la oxidación del colesterol, especialmente cuando la avena se come con alimentos ricos en vitamina C, haciéndola ideal para prevenir trastornos cardiovasculares.(Paterson 2019).

**Tabla: 4-1** Mecanismo de acción de la avena con relación al colesterol.

| Mecanismo de acción  | Efectos   |
|--|---|
| Formación de geles viscosos en el tracto gastrointestinal.   | Disminución de la absorción dietético y aumento de la excreción de ácidos biliares                          |
| Disminución de la reabsorción de ácidos biliares.  | Aumento de la conversión de colesterol sanguíneo en ácidos biliares y disminución del colesterol sanguíneo. |
| Aumento de la actividad de la CYP7A1 (gen que tiene papel importante en el metabolismo del colesterol) | Incremento de la conversión del colesterol en ácidos biliares.  |
| Aumento de los receptores de LDL- colesterol   | Aumento del transporte del colesterol sanguíneo a los hepatocitos.  |
| Incremento de la actividad de la HMG- CoA (3-hidroxi-3-metilglutaril coenzima A reductasa) reductasa.  | Aumento de la síntesis del colesterol   |

**Fuente:** (Vizueté, Anta 2016)

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

## 1.4 Spirulina

### 1.4.1 Generalidades

La spirulina es un tipo de alga unicelular, también conocida como alga verde-azul, debido a su color azul verdoso, esta planta crece en zonas desérticas, o aquellos lugares donde el agua es alcalina, su nombre científico es *Arthrospira platensis*, pertenece alas familia botánica Oscillatoriaceae.(Pato 2021)

En la antigüedad la spirulina recogían los aztecas en el lago Tenochtitlán, para luego secarlas y poder comercializar en el mercado de la ciudad. En diferentes épocas del año fueron recolectadas

en canoas usando finas redes, que luego eran secadas al sol y convertidas en tortillas, que sabían a queso. Complementaron su dieta con frijoles, cebollas, pimientos y maíz(Sáenz, Valladares 2021, p. 22).

**Tabla: 5-1** Composición nutricional y cantidad diaria recomendada

| <b>Composición</b> | <b>Cantidad (gr)</b> | <b>CDR (%)</b> |
|--------------------|----------------------|----------------|
| Calorías           | 26                   | 1,4            |
| Carbohidratos      | 2,4                  | 0,8            |
| Proteínas          | 5,9                  | 12,3           |
| Grasas             | 0,4                  | 0,8            |
| <b>Minerales</b>   | <b>Cantidad (mg)</b> | <b>CDR (%)</b> |
| Sodio              | 98                   | 6,1            |
| Calcio             | 12                   | 1              |
| Hierro             | 2,8                  | 35             |
| Fosforo            | 11                   | 1,6            |
| Potasio            | 127                  | 6,4            |
| <b>Vitaminas</b>   | <b>Cantidad (mg)</b> | <b>CDR (%)</b> |
| Vitamina B1        | 0,2                  | 16,7           |
| Vitamina B2        | 0,3                  | 23,1           |
| Vitamina B3        | 1,2                  | 0              |
| Vitamina C         | 0,9                  | 1              |

**Fuente:** (www.vegaffinity.com 2014)

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

#### **1.4.2 Propiedades y usos**

La spirulina contiene proteínas de alta calidad y es el alimento más rico en proteínas del mercado, en comparación con otros alimentos, la spirulina se caracteriza por un mayor contenido de aminoácidos esenciales (Sánchez, Lafarga 2021).

La spirulina es el alimento más potente conocido por el hombre, ya que es un concentrado de nutrientes muy completo, se digiere fácilmente y contiene más del 60 % de proteínas, así como numerosas vitaminas, enzimas, minerales y nutrientes..(Bautista 2018, p. 23). Por las altas cantidades de minerales, vitaminas y micronutrientes, la spirulina ha sido usado principalmente para combatir la desnutrición y asistencia en los pacientes que presenta VIH/SIDA en África, pero en los últimos años la spirulina ha tenido un crecimiento en el mercado de la salud por el alto contenido de proteínas y nutrientes que lo convierten en un complemento alimenticio ideal y un refuerzo inmunológico.(Bautista 2018, p. 23).

### ***1.4.3 Beneficios***

La spirulina gracias a sus propiedades aporta grandes beneficios para la salud, las cuales se enumeran a continuación:

#### ***1.4.3.1 Regular la presión arterial***

Debido a que ayuda a relajar los vasos sanguíneos y promueve la producción de óxido nítrico (Zanin 2022).

#### ***1.4.3.2 Disminuir el colesterol y los triglicéridos.***

Ya que inhibe la absorción de lípidos y ayuda a aumentar el colesterol bueno HD (Zanin 2022).

#### ***1.4.3.3 Mejora la rinitis alérgica***

Reduciendo los síntomas como las secreciones nasales, la congestión, los estornudos y la comezón, debido a que fortalece el sistema inmune (Zanin 2022).

#### ***1.4.3.4 Previene y controla la diabetes***

Ayuda a incrementar la sensibilidad a la inulina y reduce rápidamente los niveles de glucosa (Zanin 2022).

#### ***1.4.3.5 Favorece a la pérdida de peso***

Ya que disminuye la inflamación del tejido adiposo y como consecuencia aumenta la pérdida de grasa en personas con síndrome metabólico (Zanin 2022).

#### ***1.4.3.6 Mejora y fortalece el sistema inmune.***

Activa las células inmunitarias; algunas investigaciones sugieren que aumentar su inmunidad puede ser beneficioso para las personas que tienen el VIH. (Zanin 2022)

#### **1.4.4 La spirulina como suplemento alimentario**

El elevado valor nutricional de esta alga ha llevado a llamarla super alimento, sin embargo, no se debe caer en el error de pensar que es un alimento mágico, la dieta balanceada siempre será importante, la spirulina se puede utilizar como suplemento alimenticio ya que es fuente de minerales, vitaminas, proteínas y además posee un efecto saciante (Sánchez, Lafarga 2021).

Según declaraciones por las organizaciones mundiales se menciona las siguientes:

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el año 1974 anunciaron como “ El mejor alimento para la humanidad”(Bautista 2018, p. 25).

La Organización Administradora de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) en el 1981 mencionó que la spirulina es “Un alimento sano y seguro, libre de efectos colaterales negativos” (Bautista 2018, p. 25).

En el 1974 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y ganadería (FAO) declaró a la spirulina como “El mejor alimento del mañana” (Bautista 2018, p. 25).

### **1.5 El agave**

#### **1.5.1 Generalidades**

El agave es una planta angiosperma, monocotiledónea, del orden asparagales perteneciente a la familia Agavaceae y del género agave, esta planta es de forma globosa y de porte arbustivo, sus hojas son lanceoladas dispuestas en rosetas, acaban con una aguja fina y espinosas en sus márgenes. Las flores son inflorescencias paniculadas o espigadas ubicadas en el centro de la roseta de hojas, florecen una sola vez en su vida, es decir son monocárpicas.(Petrocchi 2019)

En el interior de esta planta circula una savia dulce rico en compuestos saludables como la fructosa. Las hojas de agave azul contienen miel, que se utiliza como edulcorante orgánico. Las especies de Agaváceas son muy similares, forman una especie de roseta de hojas o tallos, estos tallos suelen ser gruesos y suculentos y se asientan alrededor de un tallo corto en forma de caracol. En la base de la planta las raíces dan paso a un gran número y retoños, estos rodean a la roseta madre desarrollándose y madurando construyendo así solidad poblaciones.(Flores 2018).

## **Principales especies de agave:**

**Agave americana.** - Tiene hojas de color verde grisáceo, espinosas en los bordes y terminadas en espiga, crece con bastante rapidez, alcanzando la madurez al cabo de unos años, esta especie es la más difundida en todo el mundo debido a su capacidad de crecer en macetas y tolera las diferentes temperaturas. *Agave americana marginata*: posee hojas de verde intenso estriadas en los márgenes con amarillo, espinos no muy marcados en los bordes de las hojas. *Agave americana medio picta*: posee hojas alargadas de color verde estriadas en la parte central con blanco (Petrocchi 2019).

**Agave victoriae reginae.** - Tiene hojas largas y sutiles de color verde, estriadas de forma irregular con blanco, es originaria de las zonas desérticas de México, crece en terrenos calcáreos (Petrocchi 2019).

**Agave stricta.** – Tiene hojas delgadas y rígidas, de hasta 40 cm de largo, de color verde, que terminan en una larga espiga. La inflorescencia tiene un largo pedúnculo de hasta dos metros de altura. (Petrocchi 2019).

### ***1.5.2 Propiedades y usos***

El agave es una planta rica en propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas, además fortalece el sistema inmunológico del organismo ya que es rica en vitaminas A, B, B2, C, también posee fósforo, hierro, niacina y proteínas. Posee propiedades prebióticas facilitando el tránsito intestinal, esta planta también es rica en fructooligosacáridos e inulina, pudiéndose usar como edulcorante de índice glucémico menor a 25%. (Espinosa 2015)

Debido a su gran variedad el agave posee múltiples usos entre ellos los descritos a continuación:

**Elaboración de azúcar.** - El extracto de agave se utiliza para hacer azúcar o extracto dulce llamado sirope o sirope de agave, néctar de agave o miel de agave. Es un uso fundamental sobre todo para los diabéticos, ya que es una sustancia 100% natural y ecológica por su bajo índice glucémico. Cabe destacar que es muy rico en calcio, hierro, magnesio, potasio y otros. El rosetón se utiliza para preparar bebidas fermentadas como miel y agua de pulque, aguardientes como mezcal, tequila o licor de cocuy (Flores 2018).

**Elaboración de textiles.** - De las hojas se obtienen fibras textiles con las que se elabora hilos, para utilizarlos en tejidos de hamacas y empaques, del bagazo residual de las pencas se elabora papel. (Flores 2018)

**Construcción de objetos.** - De las hojas secas se elaboran tejas, del tallo que contiene la flor se hace vigas formadas, de las espigas se obtienen clavos, estiletes y agujas, también se fabrican instrumentos musicales partiendo de las florescencias del agave como el quiote. (Flores 2018)

**Vallas o cercas.** - La planta de agave se usa a menudo como cerco para demarcar propiedades, por lo que se siembra en hileras o muchas veces se asocia con otros cultivos para aumentar los rendimientos y recibir un mayor suministro de nutrientes y energía. Por eso los nativos de México lo llaman vaca verde (Flores 2018).

**Análisis médicos.** - La savia es poseedora de gran cantidad de insulina, que se hidroliza en fructosa y en otros componentes no metabólicos, que se emplean para análisis médicos que sirven para la evaluación de la función renal. (Flores 2018)

### **1.5.3 Beneficios**

- En algunas especies de agave se han encontrado beneficios medicinales entre ellos en el agave *fourcroydes* se han identificado sapogeninas esteroidales con propiedades antiinflamatorias, antiparasitarias o hemolíticas (Espinosa 2015).
- El agave es usado para fortalecer huesos y prevenir enfermedades como la osteoporosis debido a que aumenta la capacidad para absorber calcio y magnesio. (Flores 2018)
- Previene el estreñimiento, la gastritis y la diarrea ya que permite regular el tránsito y la flora intestinal. (Flores 2018)
- Se usa para personas que desean bajar de peso debido a que produce la sensación de saciedad. (Flores 2018)
- Del agave teuilana se obtiene la miel del agave que se puede emplear como sustituto del azúcar. Por lo que se le considera un endulzante natural por excelencia ideal para reducir los niveles de azúcar en la sangre. (Flores 2018)

### **1.5.4 Uso en alimentos**

El principal uso en la cocina es como edulcorante, para la elaboración de postres dulces y también como endulzante convencional debido a que su capacidad edulcorante es mayor a la del azúcar usual por lo que se necesita menor cantidad (Espinosa 2015). Las pencas se usan para envolver el

asado, las flores se cocinan a la mexicana, la piel o membrana del tallo se usa para envolver el mixote de carne.(Hernández, Acevedo 2020) La savia del agave también es bebida en coladas con el agregado de arroz, cebada o bebida fresca o fermentada conocida como *chaguarmishqui*, esto especial mente en la sierra ecuatoriana en las provincias de Imbabura, Loja y Azuay.

En la industria es ampliamente utilizado para la obtención de tequila, vinagre, jugos e incluso jabones (Espinosa 2015). También se utiliza en la elaboración de pulque, fabricación de jarabes fructosados, azúcares para edulcorantes naturales para pacientes diabéticos, miel de maguey. (Espíndola et al. 2018)

### 1.5.5 Obtención del aguamiel

Cuando la planta llega a la madurez el meristema floral se engrosa anunciando la floración del vástago, en ese momento se procede a cortar unos 30 o 40 cm del suelo y limpiar todas las hojas de un lado para llegar hacia las hojas centrales, se procede a cortar el meristema haciendo un orificio donde se colectará la savia, se protege muy bien la apertura para evitar que insectos o animales domésticos sean atraídos a la miel. El agua de miel se puede obtener diariamente a partir del tercer día, cabe mencionar que con la maduración aumenta el contenido de almidón y azúcar, lo que mejora el sabor, se recomienda cosechar en verano debió a que es cuando están más concentrados los azúcares y el volumen de producción es mayor pudiendo alcanzar los 2000 litros de agua miel por cada planta de agave. (Pardo 2015)

**Tabla: 6-1** Caracterización del aguamiel de agave

| Parámetro              | Región         |         |          |
|------------------------|----------------|---------|----------|
|                        | Estado. México | Hidalgo | Tlaxcala |
| pH                     | 4,37           | 6,4     | 5,82     |
| Acidez                 | 0,21%          | 0,08%   | 0,03%    |
| ° Brix                 | 13,33          | 15,67   | 13,33    |
| Proteína               | 3,18%          | 3,03%   | 3,35%    |
| Capacidad antioxidante | 5,39           | 5,15    | 5,24     |
| L                      | 39,43          | 43,32   | 39,77    |
| A                      | 5,86           | 1,32    | 0,55     |
| B                      | 16,6           | 8,74    | 0,67     |

Fuente: (Espíndola et al. 2018, p. 5)

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Localización y duración del experimento

El presente trabajo se desarrolló en la planta de procesamientos de alimentos, laboratorios de bromatología, microbiología animal, pertenecientes a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la panamericana sur km 1 ½, de la ciudad de Riobamba. Esta investigación tuvo una duración de 120 días aproximadamente.

**Tabla: 1-2** Condiciones meteorológicas de la zona

| VALORES PROMEDIO                    |       |
|-------------------------------------|-------|
| Heliofilia (: h.luz <sup>-1</sup> ) | 165,1 |
| Temperatura (°C)                    | 13,8  |
| Precipitaciones (mm/año)            | 465,0 |
| Humedad Relativa (%)                | 63,2  |
| Altitud (msnm)                      | 2820  |

**Fuente:** Estación Agro meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH, 2016.

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

#### 2.2 Unidades experimentales

Para este estudio se analizaron 16 muestras, el tamaño de cada unidad experimental fue de 500ml, para un total de 8000ml de bebida de avena y spirulina.

#### 2.3 Materiales, equipos e insumos

### MATERIALES

- Cámara digital

- PC
- Materiales de oficina

## **EQUIPOS**

- Balanza
- Termómetro
- pH-metro
- Licuadora
- Cocina
- Refrigeradora

## **INSUMOS**

- Avena en hojuela
- Spirulina
- Jarabe de agave
- Agua
- Cernidor
- Olla
- Envases
- Etiquetas
- Cofia
- Mandil
- Mascarilla
- Guantes
- Botas

### **2.4 Tratamiento y diseño experimental**

En la investigación se utilizó cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales. La bebida de avena tuvo tres variables de entrada de la mezcla de spirulina (0,9%, 1,7% y 2,5 %) y un tratamiento control (0%). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) para los resultados de los análisis microbiológicos, bromatológicos de las bebidas.

## ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

**Tabla: 2-2** Esquema del experimento

| TRATAMIENTO       | CÓDIGO | REPETICIÓN | *TUE (ml) | TOTAL, ml/<br>TRATAMIENTOS |
|-------------------|--------|------------|-----------|----------------------------|
| 0%                | T0     | 4          | 500       | 2000                       |
| 0,9 %             | T1     | 4          | 500       | 2000                       |
| 1,7%              | T2     | 4          | 500       | 2000                       |
| 2,5%              | T3     | 4          | 500       | 2000                       |
| <b>TOTAL (ml)</b> |        |            |           | <b>8000</b>                |

\*TUE: tamaño de la unidad experimental.

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

### 2.5 Mediciones experimentales

#### 2.5.1 *Análisis bromatológicos*

- Humedad
- Cenizas
- Proteína
- Fibra

#### 2.5.2 *Análisis físico-químicos*

- Sólidos solubles
- pH
- acidez titulable
- 

#### 2.5.3 *Análisis microbiológicos*

- Coliformes fecales
- Coliformes totales
- Aerobios mesófilos
- Mohos y levaduras

#### 2.5.4 *Análisis sensorial*

- Color
- Olor
- Sabor
- Consistencia

#### 2.6 **Análisis económico**

El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio costo.

#### 2.7 **Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

Las mediciones experimentales que se utilizaron en el trabajo de investigación y los resultados obtenidos de los diferentes análisis de laboratorio fueron ingresadas en el programa estadístico INFOSTAT versión 2020 y evaluados con la prueba estadística de Tukey para determinar.

- Análisis de varianza (ADEVA) para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas.
- Se empleó la separación de medias según Tukey al  $p < 0.05$  de significancia la misma que nos permitirá definir el mejor tratamiento.
- Para los análisis sensoriales se aplicó una prueba afectiva a escala hedónica con 50 panelistas para determinar la aceptabilidad y características organolépticas.

##### 2.7.1 *Esquema del experimento*

**Tabla: 3-2** Esquema del ADEVA

| <b>Fuente de variación</b> | <b>Grados de libertad</b> |
|----------------------------|---------------------------|
| <b>Total</b>               | 15                        |
| <b>Tratamientos</b>        | 3                         |
| <b>Error experimental</b>  | 12                        |

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

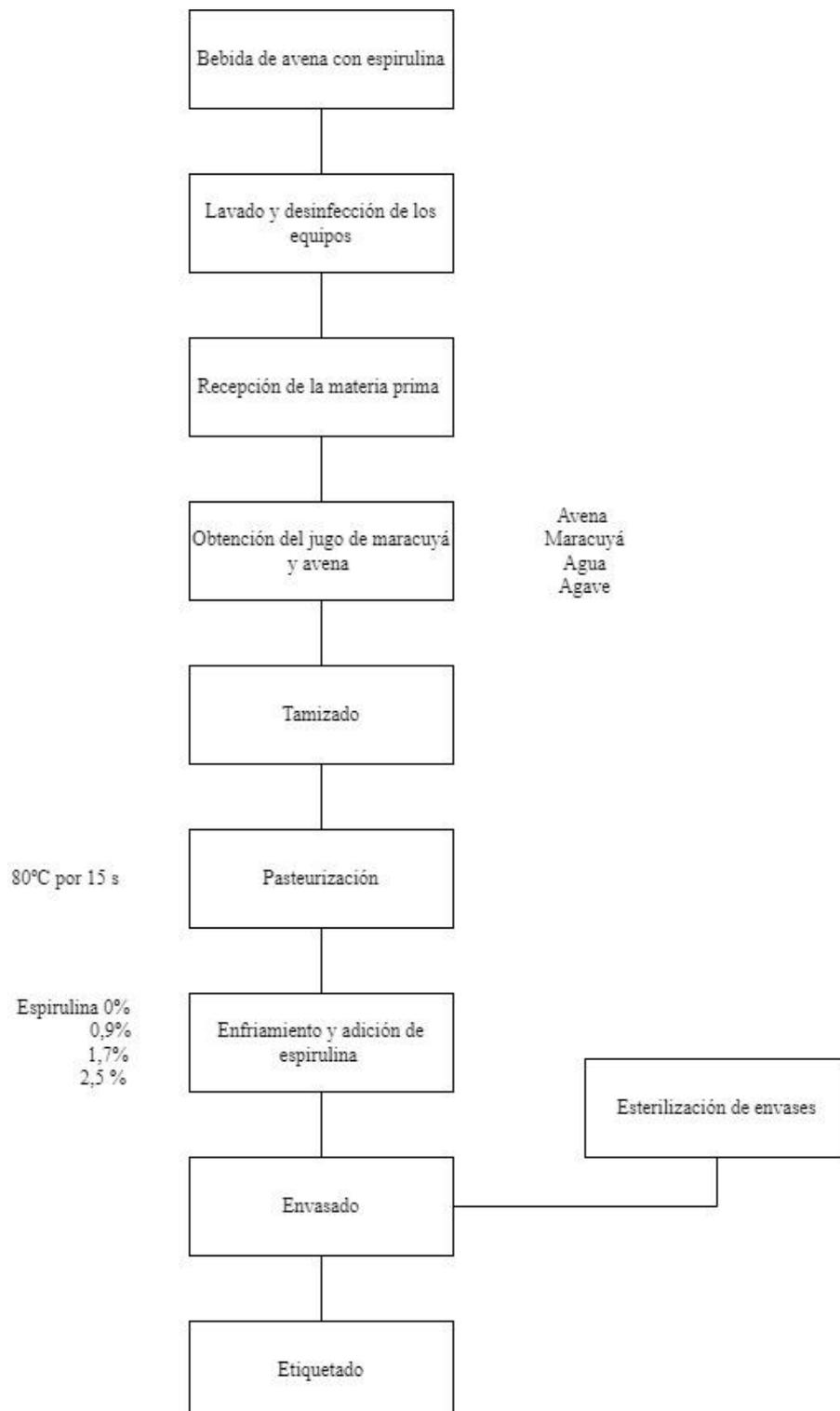
## 2.8 Procedimiento experimental

Formulación para la elaboración de la bebida de avena y spirulina se reportan en la tabla 4-2 y para su elaboración se guio el proceso que se muestra en la ilustración 1-2.

**Tabla: 4-2** Formulación de la bebida de avena a base de spirulina

| COMPONENTE     | TRATAMIENTO<br>(0%) | TRATAMIENTO<br>(0,9%) | TRATAMIENTO<br>(1,7%) | TRATAMIENTO<br>(2,5%) |
|----------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Spirulina      | 0                   | 0,9                   | 1,7                   | 2,5                   |
| Avena          | 5,9                 | 6                     | 6                     | 6                     |
| Maracuyá(jugo) | 29,6                | 29,6                  | 28,8                  | 28                    |
| Agua           | 60                  | 59                    | 59                    | 59                    |
| Miel de agave  | 4,5                 | 4,5                   | 4,5                   | 4,5                   |
| <b>TOTAL</b>   | <b>100</b>          | <b>100</b>            | <b>100</b>            | <b>100</b>            |

Realizado por: Cuenca, David, 2023.



**Ilustración: 1-2.** Diagrama de bloques del proceso de elaboración del jugo de avena con spirulina

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

1. **Bebida de spirulina:** Se elaboró la de bebida de avena con diferentes concentraciones de spirulina.
2. **Lavado y desinfección de equipos:** Se garantizó la inocuidad y salubridad del producto realizado que se utilizó agentes desengrasantes y desinfectantes permitidos para las maquinarias y/o equipos.
3. **Recepción de la materia prima:** Se adquirió la avena en hojuelas de centro comerciales locales, jarabe de agave, spirulina, todos los ingredientes utilizados contaron con su respectiva notificación sanitaria así de garantiza la inocuidad del producto final.
4. **Obtención de jugo de maracuyá y avena:** Se obtuvo el jugo de maracuyá cuyas frutas estaban en perfectas condiciones de madurez e higiene, por otro lado, para la utilización de avena se dejó en agua un día antes para su hidratación y una vez realizado este proceso se licuo con agua.
5. **Tamizado:** Se utilizó un cernidero para separar las semillas de la fruta del jugo como tal, de igual manera con la avena para separar residuos gruesos del líquido.
6. **Pasteurización:** Se realizó el pesaje de los ingredientes de acuerdo con la tabla 4-2 dependiendo del tratamiento, por lo tanto, se llevó a una olla los ingredientes (jugo de maracuyá, miel de agave, 2/3 de agua, avena.) y se mezcló hasta homogenizar completamente para pasteurizar a 80 °C por 15 s de acuerdo con las recomendaciones para los productos que tengan un pH < a 4 para eliminar todo tipo de microorganismo como son los mohos.
7. **Enfriamiento:** Se licuo la spirulina con 1/3 de agua restante y la preparación anterior se bajó el calor hasta alcanzar a una temperatura de 60°C y se añadió la spirulina anteriormente mezclada y homogenizado completamente.
8. **Envasado:** Se procedió a la esterilización de los envases y tapas para finalmente el llenado de los envases con la bebida a una temperatura estimada de 50-55°C para promover el vacío y posterior el sellado con las respectivas tapas.
9. **Etiquetado:** Se etiquetó debidamente todas las botellas cumpliendo así con las normas INEN de etiquetado y rotulado de los productos alimenticios NTE INEN 134-1, 2014

## 2.9 Análisis bromatológicos

### 2.9.1 Humedad %

Al resultado obtenido de sólidos totales se le resto 100 y así se obtuvo el porcentaje de la humedad, el mismo procedimiento se llevó a cabo para las cuatro repeticiones de cada tratamiento (NMX-F-428 1982).

## CÁLCULO

$$\%H = 100 - \%ST$$

### Donde:

%H: Porcentaje de humedad

%ST: Porcentaje de sólidos totales

### 2.9.2 Determinación de cenizas

La ceniza se dosificó por calcinación y quema en mufla según (INEN 401 1985), donde está escrito:

- La prueba se realizó dos veces en la misma muestra preparada.
- La placa se colocó en una mufla y se calentó a  $550^{\circ} \pm 25^{\circ}\text{C}$  durante 15 minutos, se transfirió a un desecador para enfriar y se pesó aproximadamente 0,1 mg. (INEN 401 1985)
- Se pesaron 10 g de la muestra con una precisión de 0,1 mg en una bandeja de platino y se colocaron en una fuente de calor a  $105^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  para que se evaporaran (INEN 401 1985).
- A continuación, la muestra se quemó suavemente en un mechero Bunsen u otra fuente de calor adecuada hasta la combustión completa. (INEN 401 2013).
- Luego se colocó la cápsula y su contenido en una mufla a  $550^{\circ} \pm 25^{\circ}\text{C}$  hasta obtener una ceniza blanca; Cuando las cenizas estén oscuras, humedécelas con unas gotas de agua destilada (INEN 401 2013).
- Finalmente, evaporar en una fuente de calor y volver a calcinar en mufla a  $550^{\circ} \pm 25^{\circ}\text{C}$  hasta obtener una ceniza blanca (INEN 401 2013).
- Pesarse la cápsula y su contenido con una precisión de 0,1 mg (INEN 401 2013).

## CÁLCULO

$$C = 100 \frac{m_2 - m_1}{m_1}$$

### Donde:

C = en porcentaje de masa, contenido de cenizas

m<sub>1</sub> = en gramos, masa de la cápsula vacía.

m<sub>2</sub> = en gramos, masa de la cápsula con la muestra.

m3 =en gramos, masa de la cápsula con las cenizas.

### **2.9.3 Determinación de Proteína**

Para la determinación de proteínas se utilizó el método Kjeldahl descrito en el libro Chemical Analysis of Foods : métodos clásicos realizado por (Zumbano 2004, p. 246) dice que:

- Pesar exactamente 1ml muestra líquida) o de 2-5 ml de muestra fresca (líquida) e introducirla en el balón de digestión Kjeldahl.
- Se añadió: 9 g de sulfato de sodio y 1ml de sulfato de cobre ; 25 ml de ácido sulfúrico concentrado cuidadosamente no manchar las paredes del mismo (Zumbano 2004, p. 246).
- El balón estará en el digestor y para luego calentar hasta determinar un líquido verde esmeralda.
- Por lo tanto, se enfriará el balón con su contenido, añadir 200 ml de agua que este destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidificará (Zumbano 2004, p. 246).
- Se agregó 100 ml de NaOH a una concentración de 40% la llave se abrirá para verter dejando pasar suavemente al balón de destilación (Zumbano 2004, p. 246).
- Recibió el destilado en un vaso de 100 ml de  $H_3BO_3$  a una concentración de 2,5% y de 4 a 3 gotas del indicador rojo de metilo y verde de bromocresol, el tubo de salida del destilador estará introducido en el vaso que contiene los reactivos (Zumbano 2004, p. 246).
- Se destiló hasta obtener 100 ml aproximadamente de destilado (Zumbano 2004, p. 246).
- Se tituló el destilado con HCl N/10 (Zumbano 2004, p. 246).
- La determinación debe hacerse por duplicado (Zumbano 2004, p. 246).

## **2.10 Análisis físico químicos**

### **2.10.1 Sólidos solubles**

#### **MÉTODO PICNOMÉTRICO (ISO 2172:1983, IDT)**

El contenido de sólidos solubles de un jugo (determinado por el método pictométrico):

La concentración de sacarosa en una solución acuosa que tiene la misma densidad relativa como la de jugo analizado, en condiciones específicas de preparación y temperatura (INEN-ISO 2172 2014). Esta concentración se expresa en gramos por 100 g. El contenido de sólidos solubles de jugo de fruta también puede ser expresada en gramos por 100 ml (INEN2172 2014).

Medición de la densidad relativa de una porción de ensayo a 20°C usando un picnómetro, y la conversión, utilizando una tabla, de la densidad relativa en el contenido de sólidos solubles en sacarosa (INEN-ISO 2172 2014).

Material habitual de laboratorio, y Picnómetro, capacidad de 50 ml (INEN-ISO 2172 2014).

Embudo de picnómetro

Baño de agua, capaz de ser controlada a 20°C ± 0,2°C

Termómetro calibrado, graduado en 0,2 ° C o 0,1 ° C divisiones en todo el rango de 10 a 30 ° C (INEN-ISO 2172 2014).

Balanza analítica (INEN-ISO 2172 2014).

### **2.10.2 Determinación de pH**

Un medidor de pH con una escala de 0,05 unidades de pH o preferiblemente inferior si no está equipado con un sistema de corrección de temperatura, la escala se deberá aplicar a las mediciones a 20 °C (INEN-1842 2013). Se pueden usar electrodos de vidrio de varias formas geométricas. Deben mantenerse en el agua. (INEN-1842 2013). Mezclar la muestra de laboratorio cuidadosamente hasta que esté homogénea.

Para productos secos o semisecos se debe mezclar una parte de la muestra de laboratorio y molerla, si es necesario, en un mezclador o mortero, si el producto obtenido todavía es muy espeso, añadir una masa equivalente de agua destilada y si es necesario, mezclar bien con un mezclador o mortero (INEN-1842 2013).

### **2.10.3 Determinación de la acidez titulable (idt)**

Esta norma nacional especifica dos métodos para determinar la acidez titulable de frutas y hortalizas (INEN-ISO 750 2013). Método de referencia potenciométrico, método de rutina del indicador de color.

Convencionalmente, el último método no es aplicable a los vinos, para algunos productos coloreados, puede ser difícil determinar el punto final de la titulación con el último método, y es preferible el primer método. (INEN-ISO 750 2013).

NOTA La determinación de la acidez titulable es no válido para el caso de productos que se han añadido dióxido de azufre (INEN-ISO 750 2013). Titulación potenciométrica con una solución

volumétrica patrón de hidróxido de sodio y titulación con una solución volumétrica estándar de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador (INEN-ISO 750 2013).

## 2.11 Análisis microbiológicos

La tabla 5-2, nos indica los requisitos que establece la Norma (NTE INEN 2337 2008, p. 7), con respecto a las pruebas microbiológicas para bebidas no carbonatadas cuyos análisis se realizaron a los cuatro tratamientos (0%, 0.9%, 1.7% y 2.5%), con sus respectivas repeticiones.

**Tabla: 5-2** Requisitos para análisis microbiológico

| Requisitos   | n | m   | M  | c | Método de ensayo   |
|--|---|-----|----|---|--------------------|
| <i>Coliformes fecales, UFC/cm<sup>3</sup></i>            | 3 | <3  | -  | 0 | NTE INEN 1529-8    |
| <i>Coliformes totales, UFC/cm<sup>3</sup></i>            | 3 | <3  | -  | 0 | NTE INEN 1529-6    |
| <i>Aerobios mesófilos, UFC/cm<sup>3</sup></i>            | 3 | <10 | 10 | 1 | NTE INEN 1529-5    |
| <i>Recuento de mohos y levaduras, UPC/cm<sup>3</sup></i> | 3 | <10 | 10 | 1 | NTE INEN 1529 - 10 |

**Fuente:** (NTE INEN 2337 2008, p. 7)

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

### 2.11.1 Preparación de agares

Limpieza y desinfección del área de trabajo.

Cálculo de agar para cada microorganismo a analizar:

*Recuento de E. coli*, se pesó 6,12 g de agar EMB más 170 ml de agua destilada (Gil 2019).

*Coliformes totales* 10 g de agar MacConkey más 170 ml de agua destilada (Rodríguez, Zhurbenko 2018).

*Recuento de mohos y levaduras*, agar Potato y Dextrosa más de agua destilada (Gil 2019).

Se llevó los agares preparados al agitador magnético hasta llegar a ebullición, para evitar la coagulación.

### 2.11.2 Siembra

- Se tomó las muestras de la bebida a base de spirulina (cuatro tratamientos con cuatro repeticiones), cajas Petri, tubos de ensayo debidamente esterilizados y se colocó en la cámara de flujo laminar.
- Para la preparación de las cajas Petri con los agares se utilizó una micropipeta y se procedió a succionar y traspasar a las cajas Petri 1ml de agar para que se enfríe y se gelifique, esto se realizó para *Coliformes fecales*, *Coliformes totales* y Recuento de *mohos y levaduras*.
- Se cogió 1g de muestra de cada tratamiento y se colocó en el primer tubo de ensayo para luego llevarlo al agitador vórtex por 10 segundos, seguidamente de la primera dilución se asió 1 ml de muestra y se traspasó al segundo tubo y nuevamente se sometió a agitación, de la segunda dilución se ocupó un 1ml de muestra para una tercera dilución.
- Con una micropipeta de la tercera dilución se ocupa 1ml de muestra y por el método de profundidad se procede a sembrar en las cajas que contienen el agar para *Coliformes totales* (1ml x caja), el mismo procedimiento se realizará para *E. coli* y *mohos y levaduras* (Peña, Peña, Moreno 2011).
- Se etiquetará las cajas para su identificación y se llevó a estufas con las siguientes temperaturas:
  - *Coliformes fecales* a una temperatura de 38°C por 24 h,
  - *Coliformes totales* a 37°C por 24 h (Peña, Peña, Moreno 2011).
  - *mohos y levaduras* a temperatura Ambiente por 48 h.

### Recuento en placas a las 24 y 48 horas

Se verificó las cajas Petri correspondientes a *E. coli* y *Coliformes totales* pasado las 24 horas y al no presenciar colonias en la placa en ninguna de las repeticiones se determinó ausencia de estos microorganismos. De igual manera sucedió para *mohos y levaduras* a las 48 horas.

### 2.12 Análisis Sensorial

Para el análisis sensorial se guio en el libro de Evaluación Sensorial de los Alimentos del Dr. (Manfugás 2020, p. 82) que se utilizó la prueba afectiva, la cual no es necesario de jueces entrenados o semientrenados, para los parámetros de color, sabor, olor y consistencia. Y una vez establecido los datos de la ficha de evaluación se aplicará la prueba de Kruskal Wallis para determinar los

grados de aceptabilidad. La escala más empleada para el desarrollo de esta prueba es la escala de Peryamm&Pilgrim,1957.

|   |                            |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
|---|----------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| <b>NOMBRE:</b> _____ <b>FECHA</b> _____   |                            |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b> _____  |                            |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| Pruebe el producto que se presenta a continuación.<br>Por favor marque con una X, el cuadrado que esta junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.  |                            |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <table border="1"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Me gusta muchísimo</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Me gusta mucho</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Me gusta moderadamente</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Me gusta ligeramente</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Ni me gusta ni me disgusta</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Me disgusta ligeramente</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Me disgusta moderadamente</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Me disgusta mucho</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Me disgusta muchísimo</td></tr></table> | <input type="checkbox"/>   | Me gusta muchísimo | <input type="checkbox"/> | Me gusta mucho | <input type="checkbox"/> | Me gusta moderadamente | <input type="checkbox"/> | Me gusta ligeramente | <input type="checkbox"/> | Ni me gusta ni me disgusta | <input type="checkbox"/> | Me disgusta ligeramente | <input type="checkbox"/> | Me disgusta moderadamente | <input type="checkbox"/> | Me disgusta mucho | <input type="checkbox"/> | Me disgusta muchísimo |
| <input type="checkbox"/>  | Me gusta muchísimo         |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <input type="checkbox"/>  | Me gusta mucho             |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <input type="checkbox"/>  | Me gusta moderadamente     |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <input type="checkbox"/>  | Me gusta ligeramente       |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <input type="checkbox"/>  | Ni me gusta ni me disgusta |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <input type="checkbox"/>  | Me disgusta ligeramente    |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <input type="checkbox"/>  | Me disgusta moderadamente  |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <input type="checkbox"/>  | Me disgusta mucho          |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <input type="checkbox"/>  | Me disgusta muchísimo      |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| <b>COMENTARIOS.</b><br>_____<br>_____<br>_____  |                            |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |
| MUCHAS GRACIAS!   |                            |                    |                          |                |                          |                        |                          |                      |                          |                            |                          |                         |                          |                           |                          |                   |                          |                       |

**Ilustración: 2-2** Escala hedónica verbal

**Fuente:**(Hernández 2005)

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

## 2.13 Análisis Económico

### 2.13.1 Costo de producción

El costo de producción se determinó sumando los costos directos para la cantidad de producto final en milímetros

### 2.13.2 Costo/Beneficio

Para la determinación del C/B se tomó en consideración los egresos y los ingresos producidos en la elaboración de la bebida de avena con spirulina.

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{ingresos totales}}{\text{egresos totales}}$$

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1 Análisis físico químicos de la bebida a base de spirulina

**Tabla: 1-3** Resultados de medias del análisis físico químico de la bebida

| Variables               | Niveles de spirulina |         |         |         | E. E    | p-valor  |
|-------------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                         | 0%                   | 0,9%    | 1,7%    | 2,5%    |         |          |
| pH                      | 3,38 c               | 3,58 b  | 3,78 a  | 3,88 a  | 0,03    | < 0,0001 |
| Solidos soluble (°Brix) | 7,48 a               | 7,18 a  | 7,53 a  | 7,68 a  | 0,19    | < 0,3308 |
| Acidez g/100ml          | 1,25 a               | 1,13 b  | 1,09 c  | 1,06 c  | 0,01    | < 0,0001 |
| Proteína %              | 0,96 b               | 1,01 b  | 1,52 a  | 1,57 a  | 0,04    | < 0,0001 |
| Fibra %                 | 0,40 a               | 0,40 a  | 0,40 a  | 0,40 a  | 2,8E-03 | < 0,8944 |
| Humedad %               | 96,18 a              | 93,01 b | 91,55 c | 91,49 c | 0,02    | < 0,0001 |
| Cenizas %               | 0,19 d               | 0,34 c  | 0,57 b  | 0,61 a  | 2,6E-03 | < 0,0001 |

**Fuente:** (INFOSTAT, 2019)

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

**EE=** Error experimental

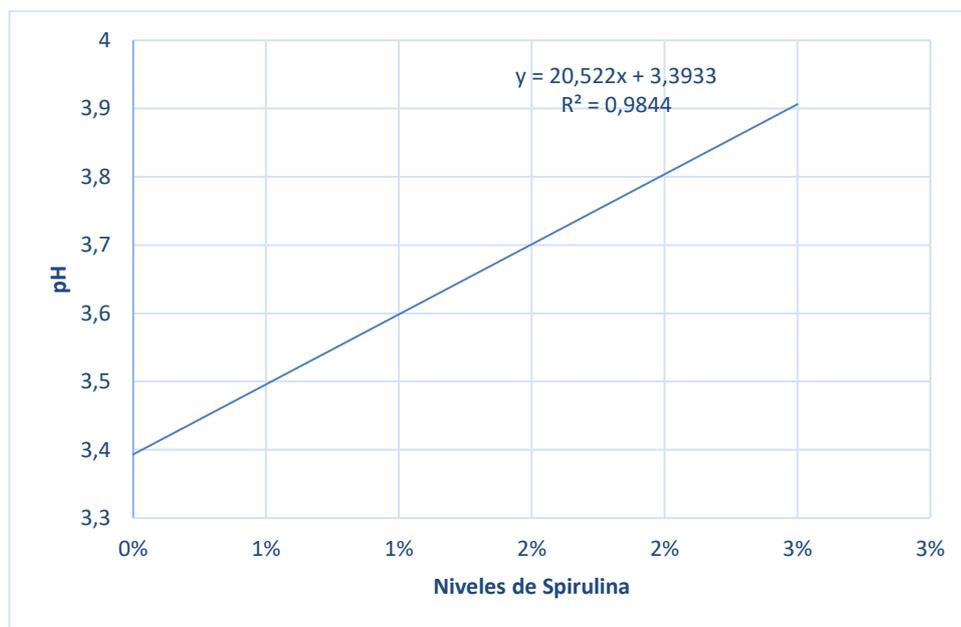
**Prob=** Probabilidad al < 0.05

**Prob. >0,05:** No existen diferencias significativas

**Prob. <0,05:** Existen diferencias significativas

**Prob. <0,01:** Existen diferencias altamente significativas

### 3.1.1 pH



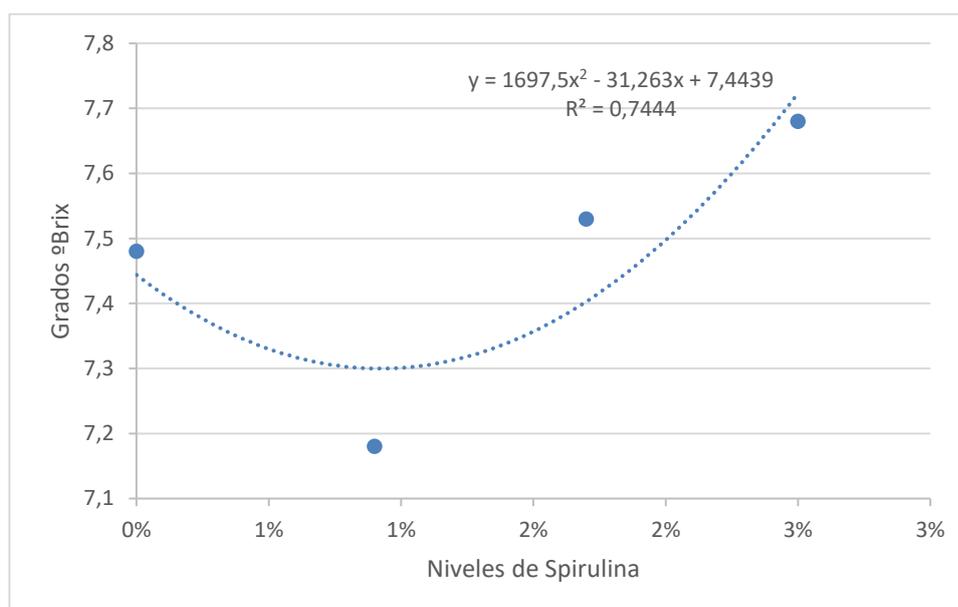
**Ilustración 1-3:** pH de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

En la ilustración 1-3 el pH del producto obtenido presentó diferencias altamente significativas ( $p > 0,05$ ), por efecto de los niveles de spirulina utilizados, ya que el T3 y T4 con el 1.7% y 2.5% respectivamente presentaron valores altos de pH de 3.78-3.88, a diferencia del T0 que presentó un valor bajo de 3.38, esto debido a que al utilizar spirulina en la bebida a base de avena aumentó la concentración de pH, en esta ecuación lineal se logra evidenciar que al adicionar el contenido de spirulina aumenta su valor.

El pH obtenido fue de (3,4-3,8) cumpliendo así, con lo establecido por la norma (INEN 2304 2017, p. 2) para refrescos o bebidas no alcohólicas, donde indica que el mínimo valor de pH es 2,0 y máximo 4.5, lo cual los resultados obtenidos son similares a los reportados por (Bautista 2013), en su estudio sobre elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (*Spirulina platensis*), y mora (*Morus nigra*), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (Benzoato de sodio y Sorbato de potasio)", donde obtuvo un valor de pH de 3.6 concordando con los resultados obtenidos y en otra investigación realizado por (Barahona et al. 2020) sobre el desarrollo de una bebida a base de spirulina, maracuyá y agua de coco menciona que obtuvo una concentración de pH de 3.57, siendo un resultado similar al del presente estudio.

### 3.1.2 Sólidos solubles (grados °Brix)



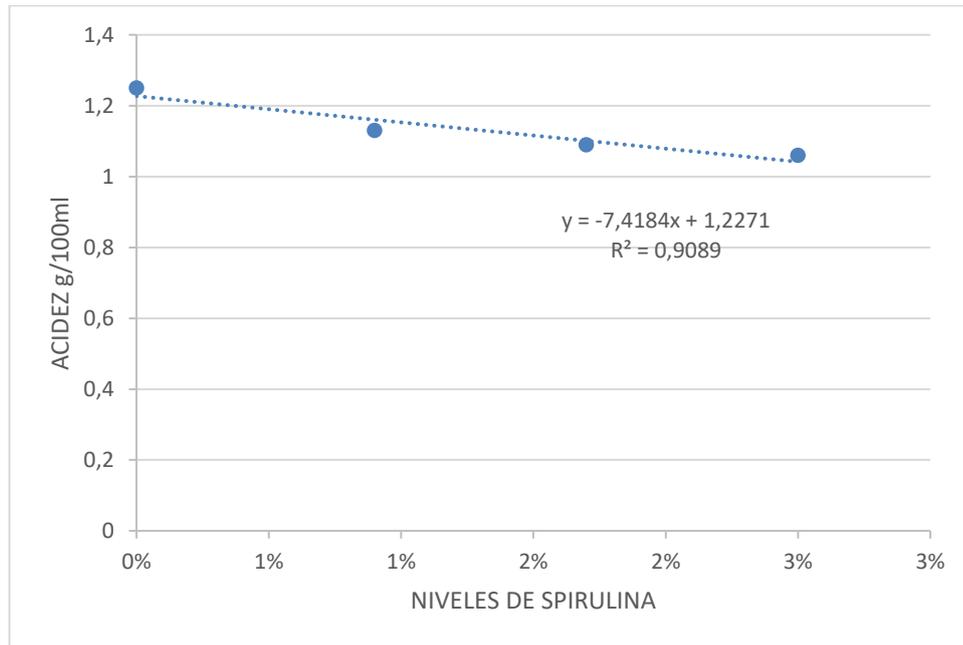
**Ilustración 2-3:** Grados °Brix de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

En cuanto a los sólidos solubles (grados °Brix) no registró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), según lo observado, por consecuencias de los niveles de spirulina utilizados, ya que sus valores variaron de entre 7,48 a 7,68% cuando se utilizó el tratamiento T0 y T2 de spirulina respectivamente, por tal razón se puede evidenciar que al momento de introducir la spirulina a la bebida a base de avena no afecta sus grados brix, lo cual la ilustración 2-3 corresponde a una ecuación polinómica grado dos y se logra verificar que al momento de introducir los niveles de spirulina los valores no se alternan, es decir se mantiene en 7.

Sin embargo los sólidos solubles (°Brix) obtenidos cumplen con la normativa (NTE INEN 2304 2017a) donde indica que debe tener un valor máximo de 15, siendo estos resultados inferiores a los expuestos por (Barahona et al. 2020) en su estudio sobre el desarrollo de una bebida a base de spirulina, maracuyá, agua de coco y con la investigación de (Bautista 2013), sobre la elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (*Spirulina platensis*), y mora (*Morus nigra*), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (Benzoato de sodio y Sorbato de potasio)” que manifiestan que obtuvieron una cantidad de sólidos solubles de (10,46 a 9,13), esto posiblemente se deba por los diferentes tipos de conservantes utilizados, ya que en el presente estudio no se utilizó ningún tipo de conservantes.

### 3.1.3 Acidez



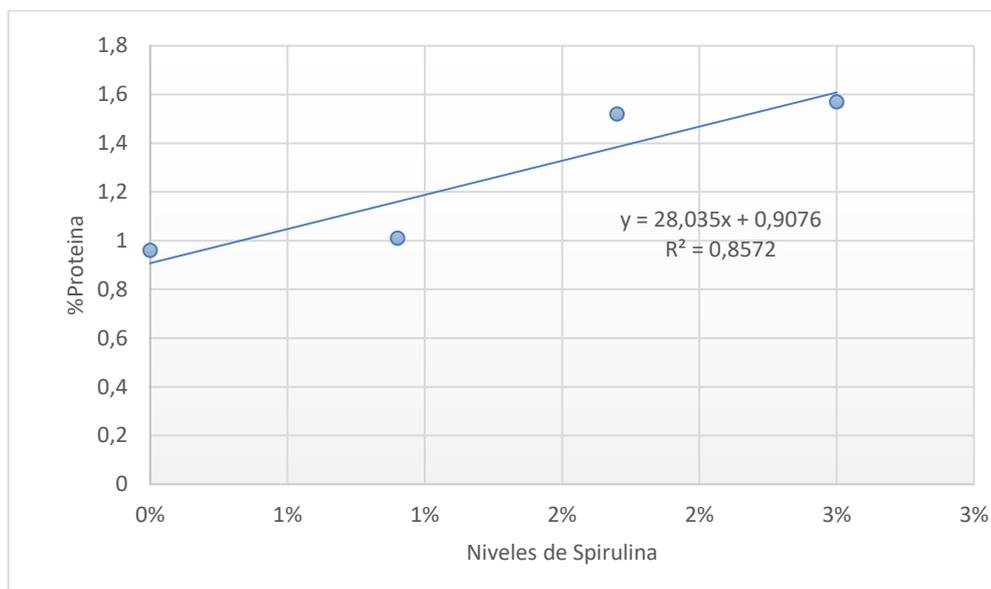
**Ilustración 3-3:** Acidez de la bebida de avena con diferentes niveles de espirulina

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

En la ilustración 3-3 el valor de acidez del producto presentó valores entre, 1,25 g/100ml a 1,06 g/100ml, lo que significa que presentó diferencias altamente significativas ( $p > 0,05$ ), ya que los niveles de espirulina utilizados afectó al producto en su acidez, registrándose valores de (1,06 1,9 y 1,13) g/100ml cuando se empleó el 2,5%, 1,7% y 0,9% de espirulina, a diferencia del tratamiento control que obtuvo un valor de 1,25 g/100ml, debido a que la acidez es directamente proporcional al pH, y a mayor pH menor su acidez, por lo que en esta ecuación lineal, y se logra observar que cuando se le agrega los niveles de espirulina a la bebida de avena su acidez disminuyó.

La acidez obtenida en el presente estudio cumplió con la normativa (NTE INEN 2304 2017a) para bebidas o refrescos no carbonatadas, mencionando que debe tener un valor mínimo de 0,1g/100ml. Resultados superiores a los obtenidos por (Saenz, Valladares 2021) en su investigación sobre una “Bebida de espirulina (*Spirulina platensis.*), Cushuro (*Nostoc commune*) y Carambola (*Averrhoa carambola L.*) para prevenir la anemia en escolares de la Institución Educativa Luis Fabio Xammar Jurado-Distrito de Santa María” lo cual menciona que obtuvo una acidez de 0,8. Probablemente se deba por los diferentes tipos de materia prima utilizados, ya que en la presente investigación se realizó con maracuyá y avena a diferencia de la otra bebida que utilizó carambola y cushuro.

### 3.1.4 Proteína



**Ilustración 4-3:** Proteína de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

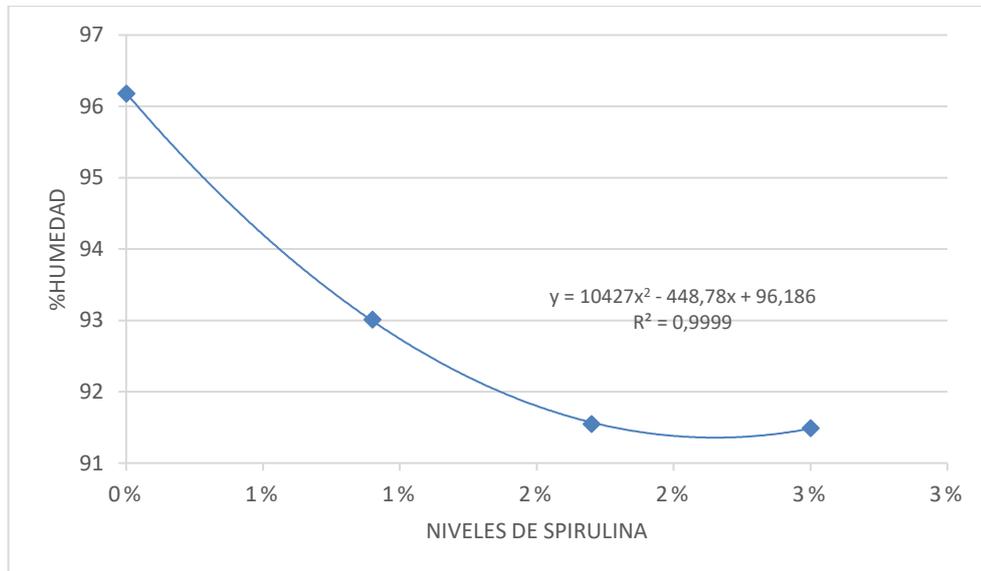
En cuanto al contenido de proteína registró diferencias altamente significativas ( $p > 0,05$ ) esto se debe a la adición de diferentes niveles de spirulina en la bebida a base de avena, como se evidencia en la ilustración 4-3, debido a que el contenido de proteína obtenido fue de 0.96% cuando se utilizó el 0% de spirulina a diferencia de los tratamientos con el (1.7 y 2.5)% que obtuvieron un valor alto de (1.52 y 1.57)%, lo que determina que la adición de spirulina al producto afecta al contenido de proteína, como también se puede evidenciar en la ilustración 4-3 que representa a una ecuación lineal, lo cual indica que hay relación entre los dos parámetros, ya que al adicionar la spirulina aumenta el contenido de proteína

Por lo que la normativa (NTE INEN 2304, 2017, p.3), con respecto a bebidas no alcohólicas, no especifica un valor máximo o mínimo en cuanto a la cantidad de proteína, sin embargo, se tomó como un análisis complementario ya que al haber adicionado spirulina fue necesario conocer si aumentaba o no este parámetro, por lo que en su composición nutricional la spirulina posee valores de hasta el 2% de proteína. Al realizar una comparación con (Bautista 2013) en su trabajo titulado "Elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (*Spirulina platensis*), y mora (*Morus nigra*), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (Benzoato de sodio y Sorbato de potasio)" manifiesta que obtuvo un porcentaje de proteína de 0.54, siendo así, un resultado inferior al del presente estudio, esto probablemente se deba por las diferentes concentraciones de spirulina utilizados o por el nivel de temperatura utilizado al momento de su elaboración.

### 3.1.5 Fibra

La tabla 1-3, indica que no existió diferencias significativas entre los tratamientos ( $p>0,05$ ), lo cual muestra que el empleo de los diferentes niveles de spirulina no afectó al porcentaje de fibra, ya que el valor reportado fue de 0.40% cuando se utilizó el 0%, 0,9%, 1,7% y 2,5%. Lo cual los resultados obtenidos son superiores a los reportados por (Bautista 2013) en su trabajo titulado “Elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (*spirulina platensis*), y mora (*Morus nigra*), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio)”, donde obtuvo un 0% de fibra, esto posiblemente se deba a que se empleó avena en la formulación de la bebida.

### 3.1.6 Humedad



**Ilustración 5-3:** Humedad de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina

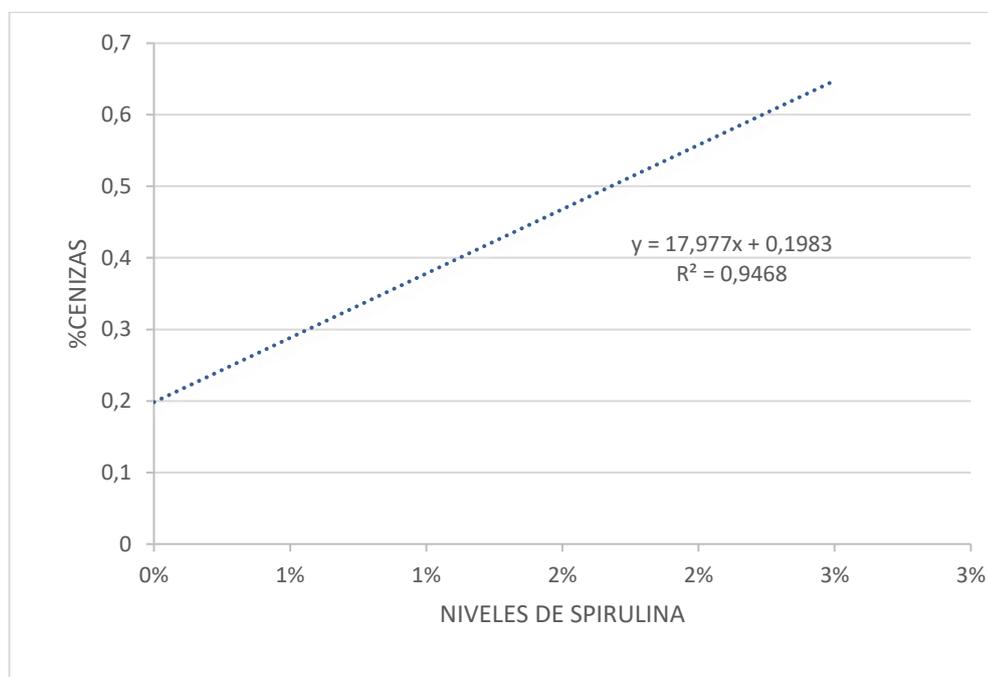
**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

En cuanto a la humedad se muestra que existe una diferencia altamente significativa ( $P<0,05$ ), esto por efecto de los niveles de spirulina empleado en la elaboración de la bebida a base de avena, donde el tratamiento control obtuvo un 96,18%, a diferencia de los demás tratamientos con el 0,9%, 1,7% y 2,5% de spirulina que presentaron valores que va de 93,01% a 91,49%, por ende la ilustración 5,3, responde a la ecuación cuadrática, lo cual se puede afirmar que cada vez que se le adiciona la spirulina disminuye el porcentaje de humedad.

(Saenz, Valladares 2021), en su estudio nominado “Bebida de spirulina (*Spirulina platensis*.), cushuro (*Nostoc commune*) y carambola (*Averrhoa carambola l.*) para prevenir la anemia en escolares de

la institución educativa Luis Fabio Xammar jurado-distrito de Santa María”, reporto un 96,4 % de humedad, siendo un resultado similar al obtenido en el presente estudio.

### 3.1.7 Cenizas



**Ilustración 6-3:** Cenizas de la bebida de avena con diferentes niveles de spirulina

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

En la ilustración 6-3 la cantidad de cenizas obtenidas presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,005$ ), por consecuencias de los niveles de spirulina utilizados en el producto, donde el tratamiento que empleó el 2,5% obtuvo una cantidad de 0,61% como máximo valor y 0,19% como valor mínimo en el tratamiento control, se puede evidenciar una ecuación lineal, lo cual indica que al aumentar los niveles de spirulina aumenta la cantidad de cenizas en la bebida de avena.

Los resultados obtenidos con respecto al porcentaje de cenizas son superiores a los reportados por (Bautista 2013), en su investigación sobre la “Elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (*Spirulina platensis*), y mora (*Morus nigra*), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio)”, donde obtuvo un 0,2% de cenizas, esta diferencia probablemente se deba a utilización de la avena en la bebida o por los diferentes tipos de conservantes empleados.

### 3.2 Análisis Microbiológico de la bebida a base de Spirulina

En cuanto a los análisis microbiológicos se realizaron a todas las muestras de cada tratamiento, los cuales fueron el recuento de *Coliformes fecales* UFC/cm<sup>3</sup>, *Coliformes totales* UFC/cm<sup>3</sup>, *Aerobios mesófilos*, UFC/cm<sup>3</sup>, *Mohos y levaduras* UPC/cm<sup>3</sup>, para determinar ausencia o presencia de UFC/ml, conforme a lo que establece la normativa (NTE INEN 2 337 2008), donde menciona que debe tener un máximo de <10 Unidades Formadores de Colonia para así demostrar si el producto es inocuo por ende apto para el consumo humano.

**Tabla: 2-3** Análisis microbiológicos de la bebida a base de spirulina

| Parámetros                                      | Niveles de spirulina |          |          |          |
|---|----------------------|----------|----------|----------|
|   | 0%                   | 0.9%     | 1.7%     | 2.5%     |
| <i>Coliformes fecales</i> , UFC/cm <sup>3</sup> | Ausencia             | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| <i>Coliformes Totales</i> , UFC/cm <sup>3</sup> | Ausencia             | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| <i>Aerobios mesófilos</i> , UFC/cm <sup>3</sup> | Ausencia             | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| <i>Mohos y levaduras</i> , UPC/cm <sup>3</sup>  | Ausencia             | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

La tabla 2-3, reveló que los análisis microbiológicos reportan ausencia para *Coliformes fecales* UFC/cm<sup>3</sup>, *Coliformes totales* UFC/cm<sup>3</sup>, *Aerobios mesófilos* UFC/cm<sup>3</sup> y *Mohos y levaduras* UPC/cm<sup>3</sup> en todos los tratamientos, (0, 0.9, 1.7, 2.5)%, cumpliendo así con la normativa (NTE INEN 2 337 2008) para bebidas no alcohólicas ni carbonatadas, siendo un producto inocuo apto para el consumo humano.

### 3.3 Análisis sensorial del producto

Los resultados obtenidos con respecto al análisis sensorial aplicado a la bebida de avena y maracuyá con adición de diferentes niveles de spirulina se presentan a continuación en la tabla 3-3.

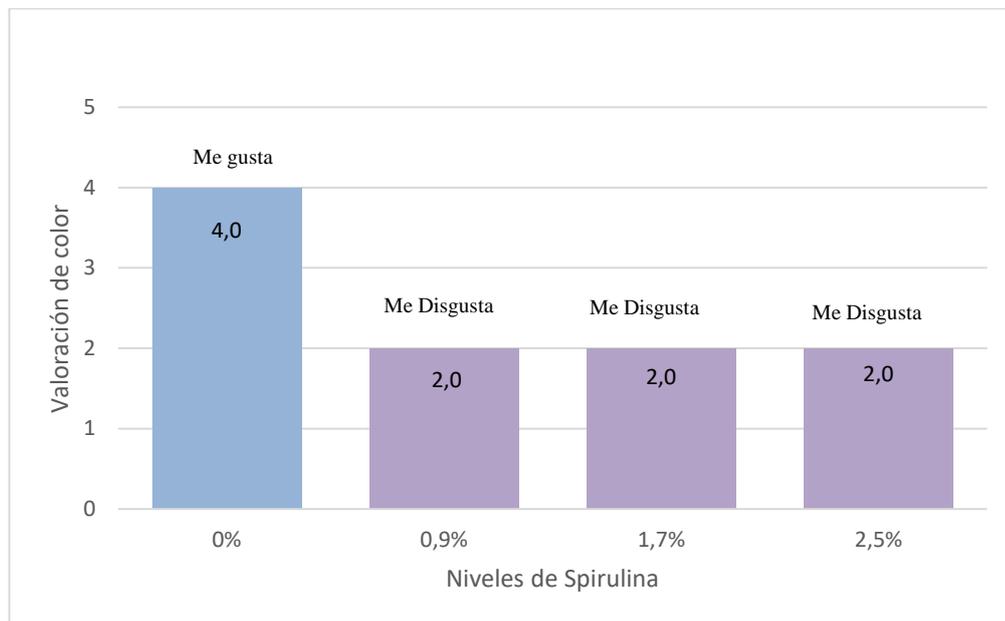
**Tabla 3-3** Resultados de medianas del análisis sensorial de la bebida con spirulina

| Parámetros          | Niveles de spirulina     |                                      |                                      |                                      | p-valor  |
|---------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------|
|                     | 0%                       | 0.9%                                 | 1.7%                                 | 2.5 %                                |          |
| <b>Color</b>        | 4,00 b<br>Me gusta       | 2,00 a<br>Me disgusta                | 2,00 a<br>Me disgusta                | 2,00 a<br>Me disgusta                | < 0,0001 |
| <b>Olor</b>         | 5,00 b<br>Me gusta mucho | 3,00 a<br>Ni me gusta ni me disgusta | 3,00 a<br>Ni me gusta ni me disgusta | 3,00 a<br>Ni me gusta ni me disgusta | < 0,0001 |
| <b>Sabor</b>        | 4,00 b<br>Me gusta       | 3,00 a<br>Ni me gusta ni me disgusta | 2,00 a<br>Me disgusta                | 3,00 a<br>Ni me gusta ni me disgusta | < 0,0001 |
| <b>Consistencia</b> | 4,00 b<br>Me gusta       | 3,00 a<br>Ni me gusta ni me disgusta | 3,00 a<br>Ni me gusta ni me disgusta | 3,00 a<br>Ni me gusta ni me disgusta | < 0,0001 |

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

En la tabla 3-3 se aprecia el resumen de hipótesis proporcionado por la prueba estadística de Kruskal-Wallis para las características organolépticas (color, olor, sabor y consistencia), en donde estos parámetros presentan valores estadísticamente significativos ( $p > 0,05$ ).

### 3.3.1 Color

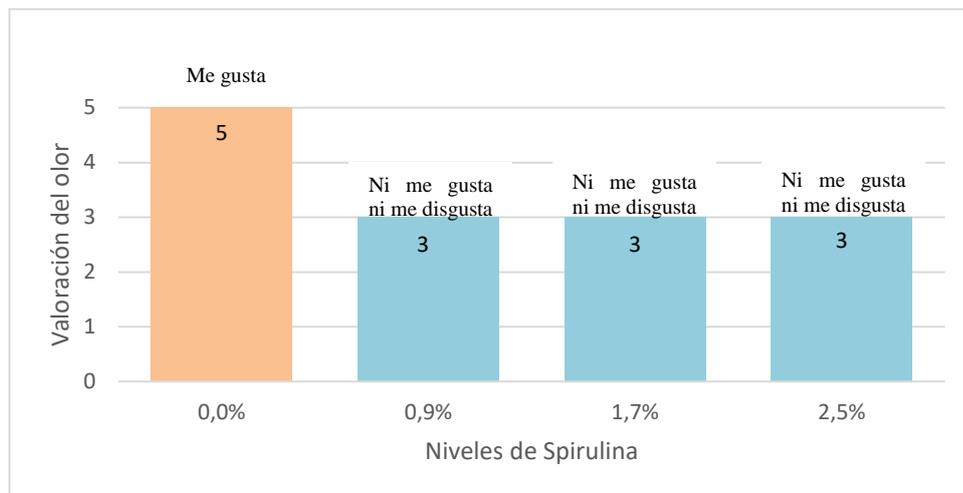


**Ilustración 7-3:** Valor sensorial del atributo color

**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

En el parámetro del color, los valores de los tratamientos presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) como se muestra en la tabla 3-3, por consecuencia de los niveles de spirulina utilizados, debido a que los tratamientos con el 0.9%, 1.7% y 2.5% de spirulina tiene una valoración de 2,00 que en la calificación hedónica corresponde a me disgusta, mientras que el tratamiento control posee una valoración de 4,00 que corresponde a me gusta como se muestra en la ilustración 7-3, por ende, el color se ve afectado por el incremento de los niveles de spirulina por lo tanto no es muy agradable a la vista de los consumidores a diferencia del tratamiento control que les resulta ser el más aceptado.

### 3.3.2 Olor

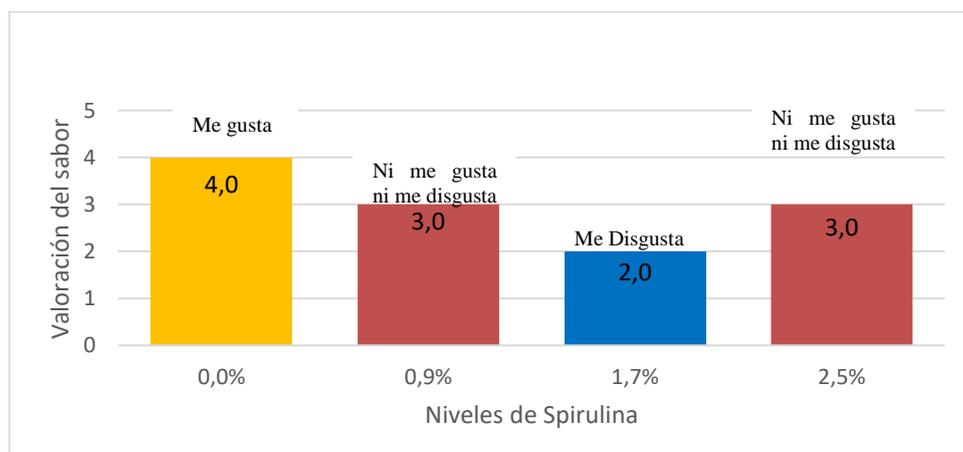


**Ilustración 8-3:** Valor sensorial del atributo olor

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

Con respecto al parámetro del olor se afirma que existió diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), lo que se puede afirmar que los tratamientos, con diferentes niveles de spirulina, aplicados en la bebida de avena y maracuyá poseen un efecto significativo sobre el resultado de la evaluación sensorial en el atributo olor, lo cual en la ilustración 8-3 indica que el tratamiento con diferencia estadística es con el 0% de spirulina, con una valoración de 5, lo que en la calificación hedónica corresponde a me gusta mucho, mientras que los demás tratamientos, con el (0.9, 1.7, 2.5)% no poseen diferencias estadísticas, con una valoración de 3, correspondiente a ni me gusta ni me disgusta, afirmando que al adicionar spirulina al producto se ve afectado en el olor.

### 3.3.3 Sabor

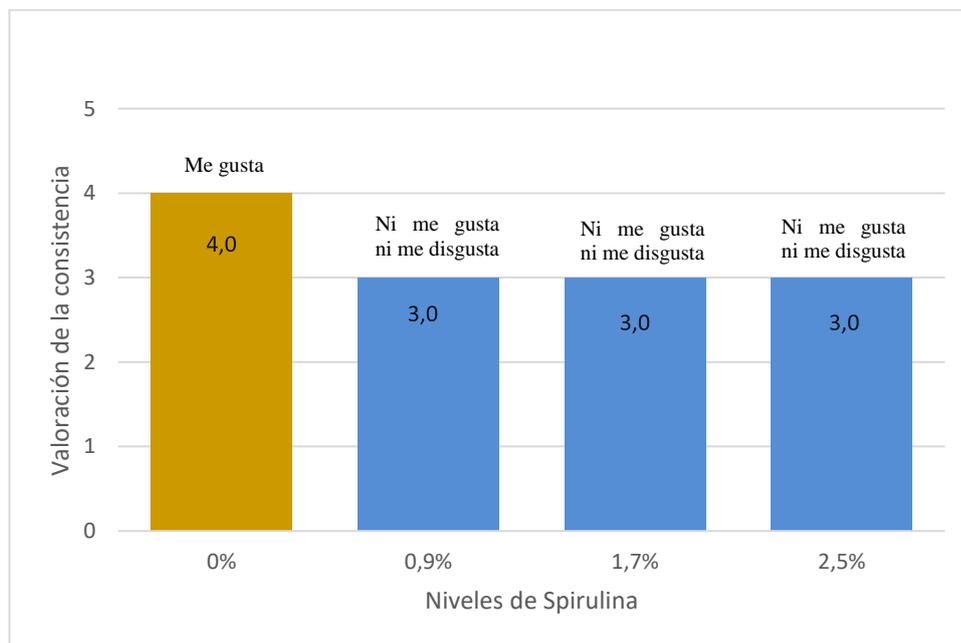


**Ilustración 9-3:** Valor sensorial del atributo sabor

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

En cuanto al sabor, los valores de los tratamientos presentan diferencias estadísticas ( $p>0,05$ ), por efecto que posee los niveles de spirulina los sobre la bebida de avena y maracuyá, en donde las formulaciones con el 0.9% y 2.5% tuvo una valoración de 3,00 que en la calificación hedónica corresponde a ni me gusta ni me disgusta sin embargo el tratamiento control tuvo una valoración de 4,00 correspondiente a me gusta como lo revela la ilustración 9-3 por lo tanto, el sabor se vio afectado por el incremento de los niveles de spirulina, ya que a los panelistas les resulto agradable.

### 3.3.4 Consistencia



**Ilustración 10-3:** Valor sensorial del atributo consistencia  
**Realizado por:** Cuenca, David, 2023.

La consistencia de la bebida a base de avena y maracuyá presentó diferencias altamente significativas ( $p>0,05$ ), en evaluación, debido a la influencia de los niveles de spirulina, registrando valores promedio durante el uso 0.9%,1.7% y 2.7% que tiene medianas de 3,00 con una valoración de ni me gusta ni me disgusta, por otro lado la muestra que se utilizó 0% de spirulina tuvo una calificación de 4,00 que corresponde a me gusta como lo demuestra la ilustración 10-3, esto se debe a que los niveles de spirulina utilizados afectan al atributo consistencia del producto.

### 3.4 Análisis económico del producto elaborado

Para el análisis económico de la bebida de avena con adición de diferentes niveles de spirulina se tomó en cuenta los ingresos y egresos totales que intervinieron en el proceso de elaboración, cabe recalcar que el costo de producción se realizó a todos los tratamientos.

**Tabla: 4-3** Análisis económico de la elaboración de la bebida con diferentes niveles de spirulina

| Rubro                                    | Unidades | Niveles de spirulina |         |         |         |
|--|----------|----------------------|---------|---------|---------|
|  |          | 0%                   | 0,9%    | 1,7%    | 2,5%    |
| Spirulina                                | Kg       | 0                    | 0,0008  | 0,0015  | 0,0022  |
| Avena                                    | Kg       | 0,00006              | 0,00007 | 0,00007 | 0,00007 |
| Maracuyá                                 |          | 0,90                 | 0,90    | 0,90    | 0,90    |
| Agua                                     | Lt       | 0,375                | 0,38    | 0,38    | 0,38    |
| Miel                                     | Kg       | 0,0012               | 0,0012  | 0,0012  | 0,0012  |
| Envases                                  |          | 0,40                 | 0,40    | 0,40    | 0,40    |
| <b>EGRESOS TOTALES</b>                   |          | 1,676                | 1,677   | 1,678   | 1,678   |
| Bebida obtenida en ml                    |          | 1000                 | 1000    | 1000    | 1000    |
| Costo prod. /unidad bebida en (250ml)    |          | 0,42                 | 0,42    | 0,42    | 0,42    |
| Precio de venta, dólares/unidad (250 ml) |          | 0,5                  | 0,5     | 0,5     | 0,5     |
| <b>INGRESOS TOTALES</b>                  |          | 0,081                | 0,081   | 0,081   | 0,080   |
| <b>BENEFICIO/COSTO</b>                   |          | 0,2                  | 0,19    | 0,19    | 0,19    |

Realizado por: Cuenca, David, 2023.

#### 3.4.1 Costo de producción del producto

En cuanto al análisis económico se demuestra en la tabla 4-3, donde los costos de producción por cada 250 ml de la bebida de avena y maracuyá con diferentes niveles de spirulina son similares conforme va aumentando el nivel de spirulina, ya que el tratamiento control y con el (0.9%, 1.7%, y 2.5%) reportaron unos costos de producción de \$ 0.42.

### ***3.4.2 Beneficio costo de la Bebida con diferentes niveles de spirulina***

Con respecto a los costos de producción en relación a beneficio costo en el presente estudio, lo cual se evaluó a todos los tratamientos determinando que la formulación control es decir el 0% de spirulina obtuvo una ganancia de 0,20 centavos, mientras que las demás formulaciones con el (0.9, 1.7, y 2.5) % de spirulina obtuvo una ganancia de 0,19 centavos, por lo tanto se pudo evidenciar que al aumentar los niveles de spirulina en la bebida a base de avena y maracuyá los costos se mantienen es decir no aumentan ni disminuyen, por ende el producto obtenido es rentable en todos sus tratamientos.

## CONCLUSIONES

Se logro elaborar una bebida de avena, maracuyá endulzado con agave con tres diferentes concentraciones de spirulina, lo cual en la formulación con el (0.9%) se utilizó 9 g de spirulina, cuando se realizó con el (1.7%) se utilizó 17 g y con el (2.5%) 25 g, todas estas concentraciones a 1000 ml de bebida.

Se evaluó el producto obtenido donde en los análisis bromatológicos se evidencio que cuando se le adiciona el 2.5% de spirulina en cuanto a proteína obtiene un 1.57%, en pH 3.88, en solidos solubles 7.68, en acidez 1.06 g/100ml, en fibra un 0.40% en cenizas un 0.61% y una humedad de 91.49% siendo así el mejor tratamiento, en los análisis microbiológicos todos los tratamientos presentaron ausencia cumpliendo con la normativa (NTE INEN 2337, 2008, p.10) y finalmente con respecto a los resultados organolépticos y de aceptación del producto el mejor tratamiento en cuanto a sabor, olor, color y consistencia fue el tratamiento con el 0,9% con una puntuación de 3 que corresponde a no me gusta ni me disgusta.

Se determinó que todos los tratamientos con el (0, 0.9, 1.7 y 2.5) % de spirulina poseen un costo-beneficio similares de \$ 0.20 centavos, lo cual se afirma que el producto elaborado es rentable en todas sus formulaciones.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomendaría utilizar niveles más altos de spirulina para determinar una composición nutricional más elevada y nutritiva.

Al momento de realizar la aceptabilidad del producto se recomendaría utilizar jueces entrenados para una mejor evaluación.

Se recomendaría utilizar otras materias primas con un análisis de calidad al momento de realizar una bebida a base de spirulina para dar una mejor aceptación al producto y por ende una mejor rentabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

**BARAHONA, David; et al.** Desarrollo de una bebida a base de espirulina, maracuyá y agua de coco (Trabajo de titulación) ( Ingeniería). [En línea]. Universidad San Francisco De Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería. Quito. 2020. pp. 16-19. [Consulta:2023-02-03]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8726?mode=simple>

**BAUTISTA, Karina.** Elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (*Spirulina platensis*), y mora (*Morus nigra*), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio) (Trabajo de titulación) ( Ingeniería). [En línea]. Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de ingeniería Agroindustrial. Latacunga.2013. pp. 10-13 [Consulta:2023-02-06]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2669/1/T-UTC-00205.pdf>

**BAUTISTA, Karina.** Desarrollo de una bebida vegetal con proteína de espirulina (*arthrospira platensis*), apta para el público diabético ecuatoriano. (Trabajo de titulación) ( Maestría). [En línea].Universidad De Las Américas, Facultad de Postgrado Quito. 2018. pp. 6-10 [Consulta:2023-03-09]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10379/1/UDLA-EC-TMACSA-2018-19.pdf>

**CAMACHO, Xavier.** Obtención de un hidrolizado de Spirulina (*Arthrospira platensis*) en polvo, mediante secado por aspersión, como ingrediente funcional. (Trabajo de titulación) ( Ingeniería). [En línea].Universidad Técnica de Ambato, Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos, Carrera De Ingeniería Bioquímica. Ambato. 2017. pp 28-36 [Consulta:2023-01-07]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25303/1/BQ%20118.pdf>

**DÁVILA, Lissé, et.al** , "Efecto del  $\beta$ -glucano de avena sobre el índice glicémico y carga glicémica de un suplemento nutricional edulcorado con sucralosa en adultos sanos: Un ensayo clínico aleatorizado". Revista scielo [En línea],2016, Caracas, Vol. 35, pp.1- 9. [Consulta: 2023-02-25]. ISSN 0798-0264 Disponible en : [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:vkOnNNfCyHgJ:ve.scielo.org/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS0798-02642016000400001&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:vkOnNNfCyHgJ:ve.scielo.org/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS0798-02642016000400001&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec)

**ECURED.** *Bebidas no Alcohólicas* [blog]. 2020. [Consulta: 8 marzo 2023]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Bebidas\\_no\\_Alcoh%C3%B3licas](https://www.ecured.cu/Bebidas_no_Alcoh%C3%B3licas)

**ESNECA,** *Guía sobre los Tipos de Cereales: ¿cuáles son* [blog]. 2021. [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.esneca.com/blog/tipos-cereales-guia/>

**ESPINDOLA, Valeria, et. al.** “Caracterización de aguamiel y jarabe de agave originario del Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala”. *Revista scielo* [En línea],2018, México, Vol. 3, pp.1- 7. [Consulta: 2023-02-25]. Disponible en : <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/9/87.pdf>

**ESPINOSA, Laura,** " Generalidades e importancia de los agaves en México". *Herbario cicy* [En línea],2015, México, Vol. 7, pp.1- 4. [Consulta: 2023-02-25]. ISSN 2395-8790 Disponible en : [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2015/2015-10-22-Espinosa\\_Barrera-Generalidades\\_e\\_importancia\\_de\\_los\\_agaves\\_en\\_Mexico.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2015/2015-10-22-Espinosa_Barrera-Generalidades_e_importancia_de_los_agaves_en_Mexico.pdf)

**FAO y LATHAM, Michael C.** *Nutrición humana en el mundo en desarrollo* [En línea]. Roma. Alimentación y nutrición N° 29, 2002. [Consulta:2023-03-09]. Disponible en : <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0z.htm#bm35>

**FLORES.** *Agave Características, reproducción, hábitat, usos Planta, flores* [blog]. 2018. [Consulta: 26 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.flores.ninja/agave/>

**FUNDACIÓN ESPAÑOLA DEL CORAZON.** *Cereales* [blog].2022. [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/alimentos/793-cereales-y-derivados.html>

**GIL, Marielsa.** *Agar EMB: qué es, fundamento, preparación, usos* [blog]. 22 enero 2019. [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/agar-emb/>

**GÓMEZ, Andrea, et al.** Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena. (Trabajo de titulación) ( Ingeniería). [En línea].Fundación Española de la Nutrición. España. 2017 pp 1-8 [Consulta:2023-02-07]. Disponible en:

[https://www.fen.org.es/storage/app/media/PUBLICACIONES%202017/INFORME%20AVENA\\_FEN\\_v2\\_2017\\_\\_AvenaFEN2017\\_ok%201.pdf](https://www.fen.org.es/storage/app/media/PUBLICACIONES%202017/INFORME%20AVENA_FEN_v2_2017__AvenaFEN2017_ok%201.pdf)

**GOTTAU, Gabriela.** *Todo sobre la avena: propiedades, beneficios y su uso en la cocina* [blog]. 26 mayo 2017. [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.vitonica.com/alimentos/todo-sobre-la-avena-propiedades-beneficios-y-su-uso-en-la-cocina>

**HERNÁNDEZ, Elizabeth.** *Evaluación sensorial* [En línea]. Bogotá. Universidad Nacional Abierta y A distancia, 2005. [Consulta:2023-03-09]. Disponible en : [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PIIkR6zqfmgJ:https://www.academia.edu/22625186/EVALUACION\\_SENSORIAL&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PIIkR6zqfmgJ:https://www.academia.edu/22625186/EVALUACION_SENSORIAL&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec)

**HERNÁNDEZ, Irma & ACEVEDO, Francisca.** *Qué nos aportan los agaves. Biodiversidad Mexicana* [blog]. 2020. [Consulta: 26 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/que-nos-aportan/N\\_agaves](https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/que-nos-aportan/N_agaves)

**HERRERO, Noelia.** *Avena y diabetes: propiedades y beneficios* [blog]. 27 febrero 2018. [Consulta: 26 febrero 2023]. Disponible en: <https://dulcesdiabeticos.com/avena-diabetes-propiedades-beneficios/>

**INEN 401, 2013.** *Conservas vegetales. Determinación de cenizas.*

**INEN 2304, 2017.** *Refrescos o bebidas no carbonatadas. Requisitos*

**INEN-1842, 2013.** *Productos vegetales y de frutas, determinación de pH.*

**INEN 2172, 2014.** *NTE INEN-ISO 2172. Jugo de Frutas-Determinación del contenido de sólidos solubles- método picnométrico (ISO 2172:1983, IDT).*

**INEN-ISO 2172, 2014.** *Jugo de frutas - determinación del contenido de sólidos solubles - método picnométrico.*

**INEN 2337, 2008.** *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos.*

**INEN-ISO 750, 2013.** *Productos vegetales y de frutas-determinación de la acidez titulable.*

**LA VANGUARDIA.** *Avena: propiedades, beneficios y valor nutricional de este alimento* [blog]. 6 agosto 2018. [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180806/6330/avena-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>

**LÓPEZ, Andrea & HORTA, Samanta,** Estudio comparativo de la composición química y grado de aceptabilidad de tres bebidas artesanales a base de Avena, Amaranto y Quinoa. (Trabajo de titulación) ( Ingeniería). [En línea]. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Nutrición. Córdoba. 2017. pp.5-8. [Consulta: 2023-02-25]. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4718> Accepted: 2017-05-17T15:03:31Z

**LÓPEZ, Guadalupe.** Elaboración, control de calidad y evaluación de la actividad antidiabética de la miel de agave (Agave americana L. (Trabajo de titulación) ( Ingeniería). [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Nutrición. Riobamba. 2014. pp.31-39. [Consulta: 2023-02-25]. Disponible en: <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?3Fbiblionumber%3D48346&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec56T00408>

**MANFUGÁS, Julia Espinosa.** *Evaluación Sensorial de los Alimentos* [En línea]. Cuba. Editorial Universitaria (Cuba), 2020. [Consulta:2023-02-09]. Disponible en : <https://books.google.com.ec/books?id=heDzDwAAQBAJ>

**NMX-F-428, 1982.** *Alimentos - Determinacion De Humedad (Método Rapido De La Termobalanza ).*

**PARADISI, Ana.** *Tipos de cereales, clasificación y características* [blog]. 13 enero 2018. [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: <https://bligoo.com.ve/cereales/>

**PARDO, Oriana.** "La agave americana (agave americana): uso alimentario en el Perú". *Chloris chilensis* [En línea], 2015, Perú, Vol. 8, pp.1- 4. [Consulta: 2023-02-26]. Disponible en : <https://www.chlorischile.cl/agavepardo/agavetexto.htm>

**PATERSON, Mayra.** *6 beneficios de la avena que te harán amarla* [blog]. 5 julio 2019. [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.cuerpomente.com/alimentacion/superalimentos/beneficios-avena\\_2239](https://www.cuerpomente.com/alimentacion/superalimentos/beneficios-avena_2239)

**PATO, Silvia.** *Espirulina: beneficios y peligros de esta alga* [blog]. 19 diciembre 2021. [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.publico.es/psicologia-y-mente/espirlina-beneficios-y-peligros-de-esta-alga/>

**PEÑA, Cesar, PEÑA, Luis y MORENO, Gonzalo,** " Sistema de Visión Artificial para el Reconocimiento y el Conteo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC)". *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada* [En línea], Colombia, Vol. 1, pp.9- 15. [Consulta: 2023-02-27]. ISSN 1692-7257 Disponible en : [https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_40/recursos/03\\_v13\\_18/revista\\_17/03122011/02.pdf&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec](https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_40/recursos/03_v13_18/revista_17/03122011/02.pdf&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec)

**PÉREZ, Porto y GARDEY.** *Definición de bebida* [blog]. 2017. [Consulta: 23 febrero 2023]. Disponible en: <https://definicion.de/bebida/>

**PETROCCHI, Fabio.** *Agave - Información sobre la planta - Propiedades y cultivo* [blog]. 2019. [Consulta: 26 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.elicriso.it/es/como\\_cultivar/agave/](https://www.elicriso.it/es/como_cultivar/agave/)

**PONCE, Ernesto.** "Superalimento para un mundo en crisis: Spirulina a bajo costo.)". *Revista Scielo* [En línea] 2013, Chile, Vol. 31, pp.3- 5. [Consulta: 2023-02-27]. DOI 10.4067/s0718-34292013000100016. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292013000100016](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292013000100016)

**RAE.** *Cereal Diccionario de la lengua española* [blog]. 2022. [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/cereal>

**RODRÍGUEZ, Claudio & ZHURBENKO, Raisa,** *Manual de medios de cultivo* [En línea]. Cuarta Edición . Cuba. Editorial Centro Nacional de Biopreparados, 2018. [Consulta:2023-02-09]. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:s8wkjq5akmgj:https://docplayer.es/209614267-manual-de-medios-de-cultivo-2018.html&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

**SAENZ, Maria de los ángeles & VALLADARES, Joneth.** Bebida de spirulina (Spirulina platensis.), cushuro (Nostoc commune) y carambola (Averrhoa carambola L. ) para prevenir la anemia en escolares de la institución educativa Luis Fabio Xammar Jurado-distrito de Santa María. (Trabajo de titulación) ( Ingeniería). [En línea]. Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión. Perú. 2021. pp. 61-75 [Consulta:2023-02-25].Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:OfD9kUxbdawJ:https://repositorio.unj.fsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6091&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

**SÁNCHEZ, Ana & LAFARGA, Tomás.** *¿Qué beneficios tiene la espirulina, el «alimento de los astronautas»?* [blog]. 25 febrero 2021. [Consulta: 26 febrero 2023]. Disponible en: <http://theconversation.com/que-beneficios-tiene-la-espirulina-el-alimento-de-los-astronautas-155097>

**VIZUETE, Aránzazu & ANTA, Rosa María."** Efectos del consumo del beta-glucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: una revisión o". *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética.* [En línea],2016, España, Vol. 20, pp.2- 10. [Consulta: 2023-02-23]. DOI 10.14306/renhyd.20.2.183. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S217451452016000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S217451452016000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

**WWW.VEGAFFINITY.COM.** *Verduras* [blog]. 2014 . [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/alga-espirulina-cruda-beneficios-informacion-nutricional--f1177>

**ZANIN, Tatiana.** *Espirulina: para qué sirve, beneficios y cómo tomar* [blog]. diciembre 2022 .  
[Consulta: 26 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.tuasaude.com/es/espirulina>

**ZUMBARNO, Héctor.** *Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos* [En línea]. Habana, 2004. [Consulta:2023-02-11]. Disponible en: <https://juliocruz82.files.wordpress.com/2011/08/analisis-quimico-de-los-alimentos-mc3a9todos-clc3a1sicos.pdf>



## ANEXOS

### ANEXO A: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO ESTADÍSTICAMENTE DE LA BEBIDA DE SPIRULINA

#### Análisis de la varianza del pH de la bebida

##### pH

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | Aj   | CV |
|----------|----|----------------|----------------|------|----|
| pH       | 16 | 0,92           | 0,90           | 1,77 |    |

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

| F.V.         | SC   | gl | CM      | F     | p-valor |
|--------------|------|----|---------|-------|---------|
| Modelo.      | 0,59 | 3  | 0,20    | 47,20 | <0,0001 |
| TRATAMIENTOS | 0,59 | 3  | 0,20    | 47,20 | <0,0001 |
| Error        | 0,05 | 12 | 4,2E-03 |       |         |
| Total        | 0,64 | 15 |         |       |         |

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13551

Error: 0,0042 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. |   |
|--------------|--------|---|------|---|
| T3           | 3,88   | 4 | 0,03 | A |
| T2           | 3,78   | 4 | 0,03 | A |
| T1           | 3,58   | 4 | 0,03 | B |
| T0           | 3,38   | 4 | 0,03 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Análisis de la varianza de la acidez de la bebida

##### ACIDEZ TITULABLE 100g/ml

| Variable          | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | Aj   | CV |
|-------------------|----|----------------|----------------|------|----|
| ACIDEZ TITULABLE% | 16 | 0,93           | 0,92           | 1,97 |    |

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

| F.V.         | SC   | gl | CM      | F     | p-valor |
|--------------|------|----|---------|-------|---------|
| Modelo.      | 0,09 | 3  | 0,03    | 57,08 | <0,0001 |
| TRATAMIENTOS | 0,09 | 3  | 0,03    | 57,08 | <0,0001 |
| Error        | 0,01 | 12 | 5,0E-04 |       |         |
| Total        | 0,09 | 15 |         |       |         |

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04684

Error: 0,0005 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. |   |
|--------------|--------|---|------|---|
| T0           | 1,25   | 4 | 0,01 | A |
| T1           | 1,13   | 4 | 0,01 | B |
| T2           | 1,09   | 4 | 0,01 | C |
| T3           | 1,06   | 4 | 0,01 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Análisis de la varianza de los sólidos solubles de la bebida

### °Brix

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| °Brix    | 16 | 0,24           | 0,05              | 5,00 |

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

| F.V.         | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.      | 0,53 | 3  | 0,18 | 1,26 | 0,3308  |
| TRATAMIENTOS | 0,53 | 3  | 0,18 | 1,26 | 0,3308  |
| Error        | 1,67 | 12 | 0,14 |      |         |
| Total        | 2,20 | 15 |      |      |         |

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,78316

Error: 0,1392 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

|    |      |   |      |   |
|----|------|---|------|---|
| T3 | 7,68 | 4 | 0,19 | A |
| T2 | 7,53 | 4 | 0,19 | A |
| T0 | 7,48 | 4 | 0,19 | A |
| T1 | 7,18 | 4 | 0,19 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis de la varianza de la Humedad de la bebida

#### HUMEDAD %

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------|----|----------------|-------------------|------|
| HUMEDAD % | 16 | 1,00           | 1,00              | 0,04 |

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

| F.V.         | SC    | gl | CM      | F        | p-valor |
|--------------|-------|----|---------|----------|---------|
| Modelo.      | 57,77 | 3  | 19,26   | 12645,32 | <0,0001 |
| TRATAMIENTOS | 57,77 | 3  | 19,26   | 12645,32 | <0,0001 |
| Error        | 0,02  | 12 | 1,5E-03 |          |         |
| Total        | 57,79 | 15 |         |          |         |

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08193

Error: 0,0015 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

|    |       |   |      |   |
|----|-------|---|------|---|
| T0 | 96,18 | 4 | 0,02 | A |
| T1 | 93,01 | 4 | 0,02 | B |
| T2 | 91,55 | 4 | 0,02 | C |
| T3 | 91,49 | 4 | 0,02 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis de la varianza de la proteína de la bebida

#### PROTEÍNA%

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------|----|----------------|-------------------|------|
| PROTEÍNA% | 16 | 0,95           | 0,94              | 5,85 |

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

| F.V.         | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo.      | 1,27 | 3  | 0,42 | 76,99 | <0,0001 |
| TRATAMIENTOS | 1,27 | 3  | 0,42 | 76,99 | <0,0001 |
| Error        | 0,07 | 12 | 0,01 |       |         |
| Total        | 1,33 | 15 |      |       |         |

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15540**

Error: 0,0055 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. |   |
|--------------|--------|---|------|---|
| T3           | 1,57   | 4 | 0,04 | A |
| T2           | 1,52   | 4 | 0,04 | A |
| T1           | 1,01   | 4 | 0,04 | B |
| T0           | 0,96   | 4 | 0,04 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza cenizas de la bebida

### CENIZAS%

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| CENIZAS% | 16 | 1,00           | 1,00              | 1,22 |

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

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F       | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|---------|---------|
| Modelo.      | 0,49    | 3  | 0,16    | 6013,77 | <0,0001 |
| TRATAMIENTOS | 0,49    | 3  | 0,16    | 6013,77 | <0,0001 |
| Error        | 3,2E-04 | 12 | 2,7E-05 |         |         |
| Total        | 0,49    | 15 |         |         |         |

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01093**

Error: 0,0000 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E.    |   |
|--------------|--------|---|---------|---|
| T3           | 0,61   | 4 | 2,6E-03 | A |
| T2           | 0,57   | 4 | 2,6E-03 | B |
| T1           | 0,34   | 4 | 2,6E-03 | C |
| T0           | 0,19   | 4 | 2,6E-03 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza de la fibra de la bebida

### FIBRA%

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| FIBRA%   | 16 | 0,05           | 0,00              | 1,41 |

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

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F    | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|------|---------|
| Modelo.      | 1,9E-05 | 3  | 6,3E-06 | 0,20 | 0,8944  |
| TRATAMIENTOS | 1,9E-05 | 3  | 6,3E-06 | 0,20 | 0,8944  |
| Error        | 3,8E-04 | 12 | 3,1E-05 |      |         |
| Total        | 3,9E-04 | 15 |         |      |         |

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01174**

Error: 0,0000 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E.    |   |
|--------------|--------|---|---------|---|
| T2           | 0,40   | 4 | 2,8E-03 | A |
| T3           | 0,40   | 4 | 2,8E-03 | A |
| T1           | 0,40   | 4 | 2,8E-03 | A |
| T0           | 0,40   | 4 | 2,8E-03 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO B: ANÁLISIS SENSORIAL DEL LA BEBIDA CON DIFERENTES NIVELES DE SPIRULINA**

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

**PRODUCTO: Bebida de avena con diferentes niveles de Spirulina.**

**Nombre:**

**Fecha:**

**INTRODUCCIÓN:** Por favor pruebe las muestras de la bebida en el orden que se le presentan e indique de forma creciente según su aceptación conociendo que los códigos son: **115, 107,141, 111, 155**

| <b>OLOR</b>                    | <b>CÓDIGO</b> |
|--------------------------------|---------------|
| Me gusta mucho (5)             |               |
| Me gusta (4)                   |               |
| No me gusta ni me disgusta (3) |               |
| Me disgusta (2)                |               |
| Me disgusta mucho (1)          |               |

**Observaciones.....**

| <b>SABOR</b>                   | <b>CÓDIGO</b> |
|--------------------------------|---------------|
| Me gusta mucho (5)             |               |
| Me gusta (4)                   |               |
| No me gusta ni me disgusta (3) |               |
| Me disgusta (2)                |               |
| Me disgusta mucho (1)          |               |

**Observaciones.....**

| <b>CONSISTENCIA</b>            | <b>CÓDIGO</b> |
|--------------------------------|---------------|
| Me gusta mucho (5)             |               |
| Me gusta (4)                   |               |
| No me gusta ni me disgusta (3) |               |
| Me disgusta (2)                |               |
| Me disgusta mucho (1)          |               |

**Observaciones.....**

| <b>COLOR</b>                   | <b>CÓDIGO</b> |
|--------------------------------|---------------|
| Me gusta mucho (5)             |               |
| Me gusta (4)                   |               |
| No me gusta ni me disgusta (3) |               |
| Me disgusta (2)                |               |
| Me disgusta mucho (1)          |               |

**Observaciones.....**

**MUCHAS GRACIAS**

**Prueba de Prueba de Kruskal Wallis para el valor del atributo color en el producto**

| Variable | Tratamientos | N  | Medias | D.E. | Medianas | Promedio rangos | H     | p       |
|----------|--------------|----|--------|------|----------|-----------------|-------|---------|
| Color    | T0           | 53 | 4,40   | 0,60 | 4,00     | 176,15          | 92,94 | <0,0001 |
| Color    | T1           | 53 | 2,51   | 1,10 | 2,00     | 92,10           |       |         |
| Color    | T2           | 53 | 2,28   | 1,01 | 2,00     | 81,52           |       |         |
| Color    | T3           | 53 | 2,17   | 1,07 | 2,00     | 76,23           |       |         |

| Trat. | Medianas | Ranks    |
|-------|----------|----------|
| T3    | 2,00     | 76,23 A  |
| T2    | 2,00     | 81,52 A  |
| T1    | 2,00     | 92,10 A  |
| T0    | 4,00     | 176,15 B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,01)*

**Prueba de Prueba de Kruskal Wallis para el valor del atributo olor en el producto**

| Variable | Tratamientos | N  | Medias | D.E. | Medianas | Promedio rangos | H     | p       |
|----------|--------------|----|--------|------|----------|-----------------|-------|---------|
| Olor     | T0           | 53 | 4,49   | 0,70 | 5,00     | 170,58          | 81,08 | <0,0001 |
| Olor     | T1           | 53 | 3,00   | 1,09 | 3,00     | 98,85           |       |         |
| Olor     | T2           | 53 | 2,58   | 0,95 | 3,00     | 78,75           |       |         |
| Olor     | T3           | 53 | 2,53   | 1,15 | 3,00     | 77,82           |       |         |

| Trat. | Medianas | Ranks    |
|-------|----------|----------|
| T3    | 3,00     | 77,82 A  |
| T2    | 3,00     | 78,75 A  |
| T1    | 3,00     | 98,85 A  |
| T0    | 5,00     | 170,58 B |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,01)*

**Prueba de Prueba de Kruskal Wallis para el valor del atributo sabor en el producto**

| Variable | Tratamientos | N  | Medias | D.E. | Medianas | Promedio rangos | H     | p       |
|----------|--------------|----|--------|------|----------|-----------------|-------|---------|
| Sabor    | T0           | 53 | 3,77   | 0,91 | 4,00     | 149,69          | 37,09 | <0,0001 |
| Sabor    | T1           | 53 | 2,79   | 1,06 | 3,00     | 99,47           |       |         |
| Sabor    | T2           | 53 | 2,49   | 1,05 | 2,00     | 82,73           |       |         |
| Sabor    | T3           | 53 | 2,68   | 1,19 | 3,00     | 94,11           |       |         |

Trat. Medianas Ranks

|    |      |        |   |
|----|------|--------|---|
| T2 | 2,00 | 82,73  | A |
| T3 | 3,00 | 94,11  | A |
| T1 | 3,00 | 99,47  | A |
| T0 | 4,00 | 149,69 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,01$ )

**Prueba de Prueba de Kruskal Wallis para el valor del atributo consistencia en el producto**

| Variable        | Tratamientos | N  | Medias | D.E. | Medianas | Promedio rangos | H     | p       |
|-----------------|--------------|----|--------|------|----------|-----------------|-------|---------|
| Concistencia T0 |              | 53 | 3,77   | 0,67 | 4,00     | 150,45          | 39,41 | <0,0001 |
| Concistencia T1 |              | 53 | 3,08   | 0,87 | 3,00     | 104,01          |       |         |
| Concistencia T2 |              | 53 | 2,75   | 0,94 | 3,00     | 86,23           |       |         |
| Concistencia T3 |              | 53 | 2,75   | 0,98 | 3,00     | 85,31           |       |         |

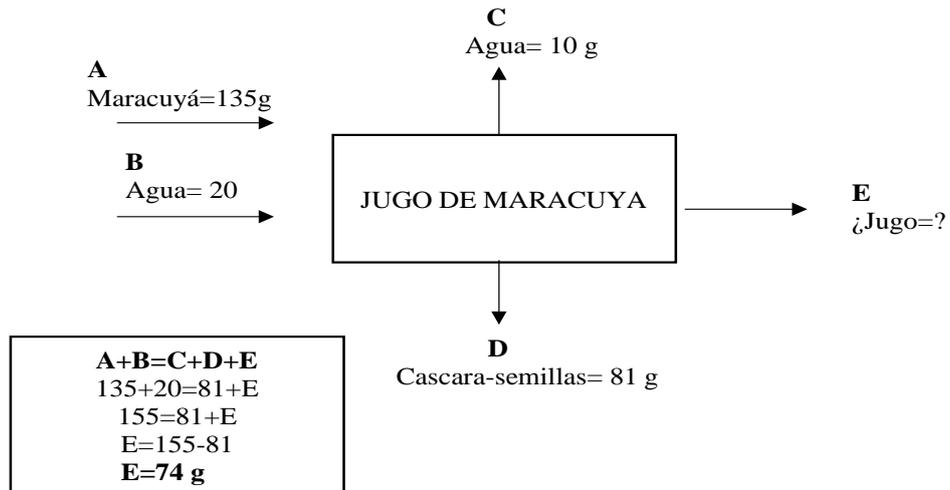
Trat. Medianas Ranks

|    |      |        |   |
|----|------|--------|---|
| T3 | 3,00 | 85,31  | A |
| T2 | 3,00 | 86,23  | A |
| T1 | 3,00 | 104,01 | A |
| T0 | 4,00 | 150,45 | B |

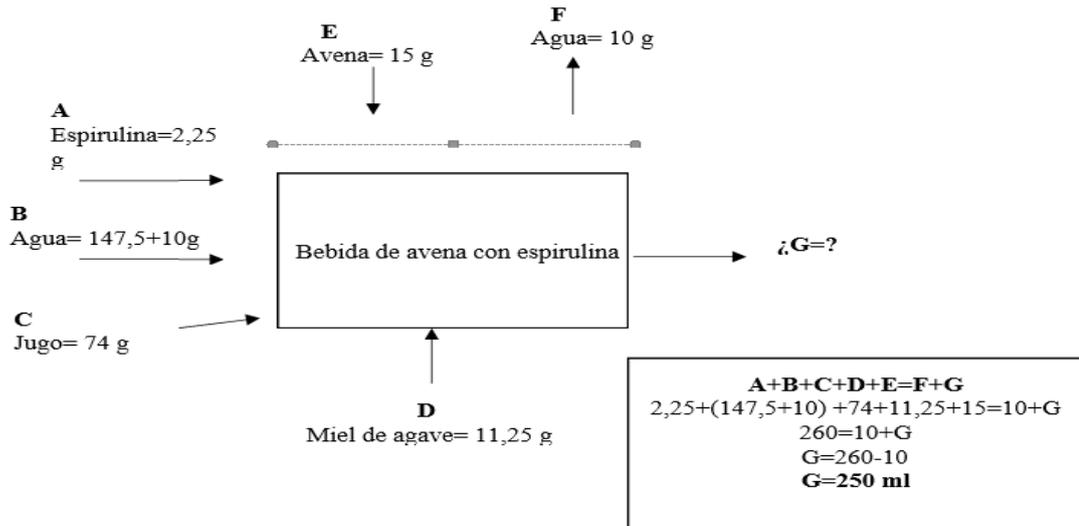
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,01$ )

**ANEXO C: BALANCE DE MASA DE LA BEBIDA CON SPIRULINA**

**Elaboración del jugo de maracuyá**



**Elaboración de la bebida de avena con diferentes niveles de Spirulina**



## ANEXO D: CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

### Identificación de *Coliformes totales*.

|         |     | UNIDAD              | LIMITES | METODOS DE ENSAYO |
|---------|-----|---------------------|---------|-------------------|
|         |     | NMP/cm <sup>3</sup> | < 3     | NTE-INEN 1529-6   |
| Muestra | Rep | RESULTADOS          |         |                   |
| T0      | R1  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R2  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R3  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R4  | AUSENCIA            |         |                   |
| T1      | R1  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R2  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R3  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R4  | AUSENCIA            |         |                   |
| T2      | R1  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R2  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R3  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R4  | AUSENCIA            |         |                   |
| T3      | R1  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R2  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R3  | AUSENCIA            |         |                   |
|         | R4  | AUSENCIA            |         |                   |

### Identificación de *Coliformes fecales*

|         |     | UNIDAD              | LIMITES | METODOS DE ENSAYO |
|---------|-----|---------------------|---------|-------------------|
|         |     | NMP/cm <sup>3</sup> | < 3     | NTE-INEN 1529-8   |
| Muestra | Rep | RESULTADOS          |         |                   |
| T0      | R1  | AUSENCIA            |         |                   |

|    |    |          |
|----|----|----------|
|    | R2 | AUSENCIA |
|    | R3 | AUSENCIA |
|    | R4 | AUSENCIA |
| T1 | R1 | AUSENCIA |
|    | R2 | AUSENCIA |
|    | R3 | AUSENCIA |
|    | R4 | AUSENCIA |
| T2 | R1 | AUSENCIA |
|    | R2 | AUSENCIA |
|    | R3 | AUSENCIA |
|    | R4 | AUSENCIA |
| T3 | R1 | AUSENCIA |
|    | R2 | AUSENCIA |
|    | R3 | AUSENCIA |
|    | R4 | AUSENCIA |

**Identificación de mohos y levaduras.**

|         |     | UNIDAD     | LIMITES | METODOS DE ENSAYO |
|---------|-----|------------|---------|-------------------|
|         |     | UP/cm3     | < 10    | NTE-INEN 1529-10  |
| Muestra | Rep | RESULTADOS |         |                   |
| T0      | R1  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R2  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R3  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R4  | AUSENCIA   |         |                   |
| T1      | R1  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R2  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R3  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R4  | AUSENCIA   |         |                   |
| T2      | R1  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R2  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R3  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R4  | AUSENCIA   |         |                   |
| T3      | R1  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R2  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R3  | AUSENCIA   |         |                   |
|         | R4  | AUSENCIA   |         |                   |

**ANEXO D: ELABORACIÓN DE LA BEBIDA DE AVENA CON DIFERENTES NIVELES DE SPIRULINA**





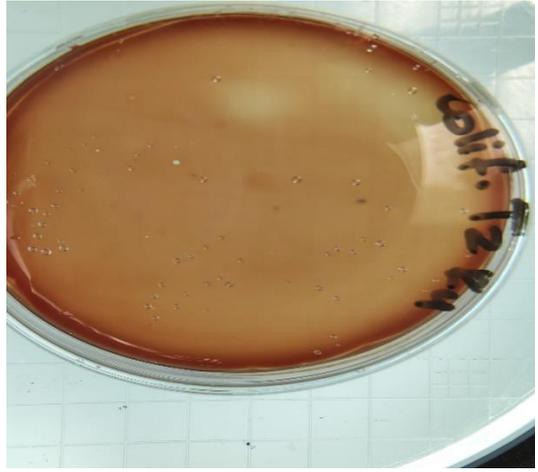
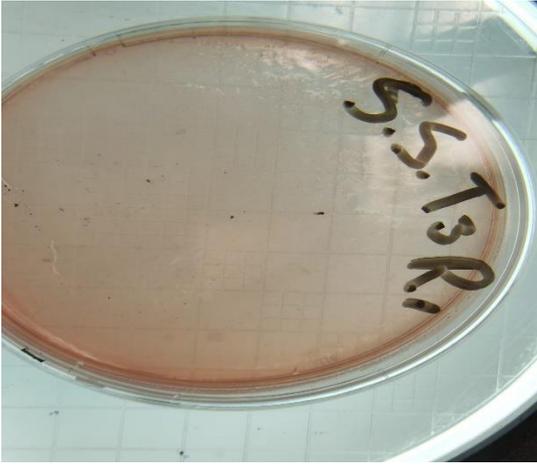
**ANEXO E. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA BEBIDA A BASE DE SPIRULINA**





**ANEXO F. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA A BASE DE SPIRULINA**







epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16 / 03 / 2023

|  |
|--|
| <b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>                           |
| <b>Nombres – Apellidos:</b> Franklin David Cuenca Naula      |
| <b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>                             |
| <b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias                          |
| <b>Carrera:</b> Ingeniería en Industrias Pecuarias           |
| <b>Título a optar:</b> Ingeniero en Industrias Pecuarias     |
| <b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz |



Ing. Cristhian Fernando Castillo

0513-DBRA-UTP-2023