



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO CON ADICIÓN DE ESPIRULINA (*Arthospira Platensis*) COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: ERCILIA LORENA SALAZAR VEGA

DIRECTOR: Ing. Fredy Patricio Erazo Rodríguez Ms.C

Riobamba-Ecuador

2023

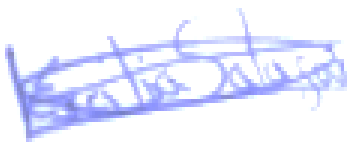
© 2023, Ercilia Lorena Salazar Vega

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, Ercilia Lorena Salazar Vega, declaro que el presente Trabajo de Titulación 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 autora 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: 13 de enero de 2023



Ercilia Lorena Salazar Vega
020232317-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Trabajo Experimental, **ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO CON ADICIÓN DE ESPIRULINA (*Arthospira Platensis*) COMO ALIMENTO FUNCIONAL**, realizado por la señorita: **ERCLIA LORENA SALAZAR VEGA**, 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.

	FIRMA	FECHA
Bqf. Sandra Elizabeth López Sampedro Dra. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023/01/13
Ing. Fredy Patricio Erazo Rodríguez Ms.C DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2023/01/13
Ing. Darío Javier Baño Ayala Dr. ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023/01/13

DEDICATORIA

Está dedicada al Arcángel San Miguel y la Virgen del Huayco, por ser mi apoyo espiritual porque me daba la paz y tranquilidad en los momentos más difíciles. Dedico a mi padre y a mi madre por haberme dado la vida, su paciencia y esfuerzo que realizaron y por darme la educación a pesar de las dificultades para que yo pueda cumplir con mis sueños de ser una profesional. A toda mi familia por sus oraciones, consejos y palabras de aliento que me han hecho mejor persona y me han seguido de una forma u otra para lograr todos mis sueños y metas. Finalmente, me gustaría dedicar esta tesis a mis amigas, por apoyarme cuando más lo eh necesitado y estar cerca en los momentos difíciles, estoy agradecida por el amor que me dan todos los días, de verdad gracias.

Lorena

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme sabiduría y guiarme a lo largo de mi carrera universitaria por ser el apoyo y fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida., en donde conocí a muchas personas, entre amigos, docentes en los que nos compartieron sus conocimientos, vivencias, anécdotas y experiencias en campo laboral y profesional. A mis padres, hermanas y demás familiares que estuvieron ahí dándome su apoyo incondicional con sus consejos, compañía y amor, en los momentos más difíciles y adversos a largo de mi formación académica

Lorena

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1.	MARCO TEORICO REFERENCIAL	3
1.1	Definiciones.....	3
<i>1.1.1</i>	<i>Leche.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Leche cruda</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3</i>	<i>Leche pasteurizada.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.4</i>	<i>Leche pasteurizada y homogenizada</i>	<i>3</i>
<i>1.1.5</i>	<i>Leche reconstituida</i>	<i>3</i>
<i>1.1.6</i>	<i>Leche modificada pasteurizada</i>	<i>4</i>
1.2	Queso	5
<i>1.2.1</i>	<i>Definición</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2</i>	<i>Origen</i>	<i>5</i>
<i>1.2.3</i>	<i>Clasificación.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.4</i>	<i>Características de la leche para elaboración de queso fresco</i>	<i>6</i>
1.3	Cloruro de calcio	7
1.4	Coagulación	7
<i>1.4.1</i>	<i>Cuajo.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2</i>	<i>Utilización del cuajo.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.3</i>	<i>Tipos de cuajo.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4.3.1</i>	<i>Cuajo Natural</i>	<i>8</i>
<i>1.4.3.2</i>	<i>Sustituto del cuajo natural</i>	<i>8</i>
<i>1.4.3.3</i>	<i>Hidrólisis enzimática</i>	<i>8</i>
1.5	Espirulina en el Ecuador.	8
<i>1.5.1</i>	<i>Condiciones de cultivo en otros países</i>	<i>9</i>
<i>1.5.2</i>	<i>Clasificación Taxonómica.</i>	<i>10</i>

1.5.3	<i>Morfología</i>	10
1.5.4	<i>Hábitat</i>	11
1.5.5	<i>Origen</i>	11
1.5.6	<i>Siembra o cultivo</i>	12
1.5.7	<i>Cosecha</i>	12
1.5.8	<i>Conservación</i>	13
1.5.9	<i>Composición fisicoquímica y sus características</i>	13
1.5.10	<i>Composición química de la Espirulina</i>	14
1.5.10.1	<i>Proteínas</i>	14
1.5.10.2	<i>Carbohidratos</i>	14
1.5.10.3	<i>Lípidos</i>	15
1.5.10.4	<i>Ácidos grasos</i>	15
1.5.10.5	<i>Vitaminas</i>	15
1.5.10.6	<i>Minerales</i>	16
1.5.10.7	<i>Ácidos nucleicos</i>	16
1.5.11	<i>Usos generales</i>	17
1.6	<i>Actividad antioxidante de la Espirulina</i>	17
1.6.1	<i>Acción antioxidante</i>	17
1.6.2	<i>Propiedades antioxidantes</i>	17
1.6.3	<i>Ciencia al servicio de los superalimentos</i>	18
1.6.4	<i>Beneficios de la ficocianina</i>	19
1.7	<i>Ficocianina y sus beneficios a el organismo</i>	19
1.8	<i>Alimento funcional</i>	19
1.8.1	<i>Definición de un Alimento Funcional y sus características</i>	19
1.8.1.1	<i>Un alimento funcional puede ser:</i>	19
1.8.2	<i>La Espirulina como Alimento Funcional</i>	20
1.8.2.1	<i>Proteína</i>	20
1.8.2.2	<i>Aminoácidos</i>	21
1.8.2.3	<i>Ácidos Grasos Esenciales</i>	21
1.8.2.4	<i>Minerales</i>	22
1.8.2.5	<i>Vitaminas</i>	23
1.8.2.6	<i>Pigmentos</i>	23
1.8.3	<i>Efectos Beneficiosos en la Salud</i>	23

CAPITULO II

2.	<i>MATERIALES Y METODOS</i>	25
-----------	--	-----------

2.1	Localización y duración del experimento.....	25
2.2	Unidades experimentales	25
2.3	Materiales, equipos e instalaciones - insumos.....	25
2.3.1	<i>Materiales</i>	<i>25</i>
2.3.2	<i>Materiales de vidrio</i>	<i>26</i>
2.3.3	<i>Equipos</i>	<i>26</i>
2.3.4	<i>Insumos</i>	<i>27</i>
2.3.5	<i>Reactivos</i>	<i>27</i>
2.3.6	<i>Ropa de trabajo</i>	<i>27</i>
2.4	Instalaciones	27
2.5	Tratamiento y diseño experimental	27
2.6	Mediciones experimentales.....	28
2.6.1	<i>Espirulina</i>	<i>28</i>
2.6.2	<i>Análisis bromatológicos</i>	<i>28</i>
2.6.3	<i>Análisis microbiológicos</i>	<i>28</i>
2.6.4	<i>Análisis Sensorial.....</i>	<i>29</i>
2.6.5	<i>Análisis Económico.....</i>	<i>29</i>
2.6.6	<i>Análisis estadísticos y pruebas de significancia.....</i>	<i>29</i>
2.7	Métodos	30
2.7.1	<i>Flujograma de la elaboración de queso fresco con adición de espirulina.....</i>	<i>30</i>
2.7.2.1	<i>Recepción de materia prima</i>	<i>31</i>
2.7.2.2	<i>Filtración</i>	<i>31</i>
2.7.2.3	<i>Pasteurización.....</i>	<i>31</i>
2.7.2.4	<i>Enfriamiento.....</i>	<i>31</i>
2.7.2.5	<i>Adición de CaCl₂</i>	<i>31</i>
2.7.2.6	<i>Adición del cuajo.....</i>	<i>31</i>
2.7.2.7	<i>Coagulación.....</i>	<i>31</i>
2.7.2.8	<i>Corte.....</i>	<i>31</i>
2.7.2.9	<i>Desuerado</i>	<i>32</i>
2.7.2.10	<i>Salado.....</i>	<i>32</i>
2.7.2.11	<i>Adición de espirulina</i>	<i>32</i>
2.7.2.12	<i>Moldeado</i>	<i>32</i>
2.7.2.13	<i>Prensado</i>	<i>32</i>
2.7.2.14	<i>Empaque.....</i>	<i>32</i>
2.7.2.15	<i>Almacenamiento.....</i>	<i>32</i>
2.9	Metodología de evaluación	33
2.9.1	<i>Determinación de la actividad antioxidante de la Espirulina</i>	<i>33</i>

2.9.2	Análisis fisicoquímico	33
2.9.2.1	Determinación de humedad y extracto seco	33
2.9.2.2	Determinación de cenizas	34
2.9.2.3	Determinación de proteína cruda	34
2.9.2.4	Determinación del contenido de grasa	35
2.9.2.5	Determinación del Cloruro de sodio:	36
2.9.3	Análisis microbiológicos	37
2.9.4	Análisis sensorial.....	37
2.9.5	Análisis económico.....	37

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
3.1	Actividad antioxidante de la Espirulina.....	38
3.2	Análisis fisicoquímicos del queso fresco	38
3.2.1	Humedad	38
3.2.2	Extracto seco	39
3.2.3	Proteína	39
3.2.4	Grasa.....	40
3.2.5	Cloruro de sodio	40
3.2.6	Cenizas.....	41
3.3	Análisis microbiológicos	42
3.4	Análisis sensorial	42
3.4.1	Valores del atributo color en el queso fresco	43
3.4.2	Valores del atributo olor en el queso fresco	43
3.4.3	Valores del atributo sabor en el queso fresco.....	44
3.4.4	Valores del atributo textura en el queso fresco	45
3.5	Análisis de beneficio costo del queso fresco	45
	CONCLUSIONES.....	47
	RECOMENDACIONES.....	48
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1:	Tipos de leches.....	4
Tabla 2-1:	Ubicación taxonómica de la espirulina.....	10
Tabla 3-1:	Propiedades físicas de la Espirulina	13
Tabla 4-1:	Contenido proteico de diferentes alimentos	14
Tabla 1-2:	Esquema de los tratamientos	27
Tabla 6-2:	Esquema del ADEVA.....	29
Tabla 3-2:	Formulación para la elaboración del queso fresco	33
Tabla 1-3:	Análisis físico químico del queso fresco con diferentes niveles de espirulina.....	38
Tabla 2-3:	Análisis microbiológicos	42
Tabla 3-3:	Resultados de las medias del análisis sensorial del queso fresco	42
Tabla 4-3:	Beneficio/Costo	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Parámetros de recepción de la leche cruda	6
Figura 2-1: Tipos de filamentos de la Espirulina.....	10
Figura 3-1: Ficocianina o Espirulina azul.....	18

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Diagrama del proceso de la elaboración de queso fresco.....	30
Gráfico 2-3:	Proteína del queso fresco con diferentes niveles de espirulina.....	39
Gráfico 3-3:	Cloruro de sodio del queso fresco con diferentes niveles de espirulina	40
Gráfico 4-3:	Cenizas del queso fresco con diferentes niveles de espirulina	41
Gráfico 5-3:	Valor del atributo color del queso fresco	43
Gráfico 6-3:	Valores del atributo olor del queso fresco	44
Gráfico 7-3:	Valores del atributo sabor del queso fresco con espirulina	44
Gráfico 8-3:	Valores del atributo textura del queso fresco	45

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA ESPIRULINA
- ANEXO B:** ANALISIS FISICO-QUIMICO
- ANEXO C:** ANALISIS SENSORIAL DEL QUESO FRESCO CON ESPIRULINA
- ANEXO D:** ELABORACION DE QUESO FRESCO CON ESPIRULINA
- ANEXO E:** ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL QUESO FRESCO
- ANEXO F:** ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL QUESO FRESCO
- ANEXO G:** ANALISIS SENSORIAL DEL QUESO FRESCO

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue elaborar quesos frescos suplementados con espirulina (*Arthospira Platensis*) como alimento funcional, para lo cual se crearon unas composiciones utilizando diferentes niveles (1, 3, 5) % de espirulina, sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, comprobar su rentabilidad con el beneficio costo. La espirulina se obtuvo de la ciudad de Quito, se determinaron las propiedades físicas y químicas del producto, se determinó la actividad antioxidante de la espirulina y el contenido de: humedad, extracto seco, proteína, grasa, cloruro de sodio y ceniza, en base a la normativa para quesos frescos. El estándar para las características del análisis microbiológico está definido en la norma INEN 1528-2012, que menciona que se debe hacer análisis a Enterobacteriáceas, Escherichia Coli, Staphylococcus Aureus, en el análisis sensorial se toma en cuenta a los atributos como: color, olor, sabor y textura. Según la prueba de Friedman para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Tukey y los resultados presentaron diferencias significativas en proteína, NaCl y cenizas, a diferencia de otros caracteres fisicoquímicos que no fueron significativos, el análisis microbiológico mostró ausencia total de microorganismos en los cuatro casos. Los tratamientos T0, T1, T2, T3 cumplen con la norma INEN 1528. El análisis sensorial se realiza en base a las características gustativas, el mejor tratamiento es el T1 y la prueba final de rentabilidad del producto es el T1. El ingreso total por kilogramo de queso es de 10,01 dólares. Se concluye que los componentes físico, químico y microbiano del producto es el T3, la humedad es 70.60%, la proteína es 22.71%, la grasa es 0.26%, los cuales cumplen con los estándares y la utilidad es de US\$1.20. Debido a las propiedades beneficiosas de la espirulina, se recomienda realizar más investigaciones sobre el uso de la espirulina en diversos productos alimenticios.

Palabras clave: <ESPIRULINA>, <PROTEÍNAS>, <PROPIEDADES FISICAS>, <ANÁLISIS SENSORIAL>, <ALIMENTO FUNCIONAL>.



ABSTRACT

The objective of this research was to elaborate fresh cheeses supplemented with spirulina (*Arthospira Platensis*) as a functional food, for which compositions were created using different levels (1, 3, 5) % of spirulina, its physicochemical, microbiological, and sensory properties, to check its profitability with the cost-benefit. The spirulina was obtained from the city of Quito. The physical and chemical properties of the product were determined. In addition, the antioxidant activity of spirulina and the content of moisture, dry extract, protein, fat, sodium chloride, and ash were determined based on the regulations for fresh cheeses. The standard for the characteristics of the microbiological analysis is defined in INEN 1528-2012, which mentions that analysis must be done for Enterobacteriaceae, Escherichia Coli, and Staphylococcus Aureus. In the sensory analysis, attributes such as color, odor, flavor, and texture are taken into account according to Friedman's test. Tukey's test was used for the statistical analysis, and the results showed significant differences in protein, NaCl, and ash, unlike other physicochemical characteristics that were not significant; the microbiological analysis showed a total absence of microorganisms in the four cases. Treatments T0, T1, T2, and T3 comply with INEN 1528. The sensory analysis is based on taste characteristics, the best treatment is T1, and the final test of product profitability is T1. The total income per kilogram of cheese is US\$10.01. It is concluded that the physical, chemical, and microbial components of the product are T3, moisture is 70.60%, protein is 22.71%, and fat is 0.26%, which meets the standards, and the profit is US\$1.20. Due to the beneficial properties of spirulina, further research on the use of spirulina in various food products is recommended.

Keywords: <SPIRULINA>, <PROTEINS>, <PHYSICAL PROPERTIES>, <SENSORY ANALYSIS>, <FUNCTIONAL FOOD>.

0381-DBRA-UPT-2023


Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MC.s.
0602698904

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación corresponde a la elaboración de tres quesos frescos procesados diferentes en base a la norma INEN 1528 de queso fresco, con 0% de espirulina como tratamiento control para determinar la composición óptima del queso fresco con diferentes niveles de espirulina (1%, 3%, 5%).

La espirulina es una microalga simbiótica azul verdosa, multicelular filamentosa, de reproducción por fusión binaria, en forma de bastón o disco. Es fotosintético, por lo que es autótrofo. Su principal pigmento fotosintético es la ficocianina, que es de color azul. Estas bacterias también contienen clorofila y carotenoides. Algunos contienen el pigmento lecitina de algas, que le da a la bacteria un color rojo o rosa. (Huntington, 2008, p 5). Por su forma estructural, la espirulina significa espiral en latín. (Álvarez, 2011, p 208-210).

Estas microalgas pertenecen a dos géneros separados, *Espirulina* *Arthospira*, que consta de unas 15 especies. De estos, el más común y extendido es *Arthospira Platensis*. (Huntington, 2008, p 5). Su geometría es espiral y sus células cilíndricas tienen un diámetro de 3 a 13 micrómetros y pueden tener una longitud de 100 a 200 micrómetros. Es un cultivo ideal para zonas desérticas ya que crece en aguas alcalinas y salobres con pocas posibilidades de contaminación.

En condiciones de laboratorio, la espirulina muestra un crecimiento óptimo entre 35 y 37 °C. El aumento de la temperatura exterior hasta los 39 °C durante unas horas no daña a estas bacterias ni a su capacidad fotosintética. Las cepas de espirulina termófilas o termotolerantes pueden crecer a temperaturas entre 35 y 40 °C. Esta característica tiene la ventaja de prevenir la contaminación microbiana mesófila. La temperatura mínima para el crecimiento de espirulina durante el día es de unos 15 °C. Por la noche, la espirulina puede soportar temperaturas relativamente bajas. La resistencia de la espirulina a los rayos UV suele ser bastante alta. (Huntington, 2008, p 5).

La espirulina tiene buenas posibilidades de aplicación en la industria alimentaria y como suplementos vitamínicos y proteicos en acuicultura. Se utiliza como alimento humano en muchos países africanos mediante la recolección de agua natural y el secado. También se utiliza como suplemento proteico y alimento saludable en muchos países asiáticos. (Huntington, 2008, p 5).

La espirulina se considera un futuro sustituto de los alimentos, especialmente para los países en desarrollo. Sin embargo, a pesar de la importancia de esta en la dieta diaria y sus múltiples beneficios para la salud son ampliamente discutidos, por esta razón, a medida que se desarrollan nuevos productos como los alimentos funcionales, es importante promover este alimento a través

de su contenido nutricional. La espirulina es rica en vitaminas y minerales, clorofila, proteínas de alta calidad, ácidos grasos, grasas esenciales y algas antioxidantes, que pueden utilizarse para prevenir y tratar muchas enfermedades como la hipertensión, la rinitis alérgica, la anemia, la diabetes y el síndrome metabólico, contiene compuestos inmunoestimulantes como la inulina y la ficocianina, que tienen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antitumorales. Estas algas también pueden jugar un papel importante en el tratamiento de enfermedades neurológicas y artritis.

Aplicar los niveles (1,3 y 5) % de espirulina, en la elaboración de queso fresco para sus características fisicoquímicas y funcionales.

Realizar los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y bromatológicos de los diferentes tratamientos.

Determinar el tratamiento de mejor aceptabilidad por medio de pruebas afectivas de aceptación.

Determinar el tiempo de vida útil a los 7, 14 y 21 días del tratamiento de mejor aceptabilidad.

Realizar un análisis costo beneficio para establecer la rentabilidad.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

1.1 Definiciones

1.1.1 *Leche*

Productos normalmente secretados por las glándulas mamarias de vacas lecheras intactas obtenidos durante uno o más ordeños diarios, completos y regulares, sin ninguna adición o extracción para procesamiento posterior antes del consumo. (INEN 9, 2008, p 1)

1.1.2 *Leche cruda*

Leche que no ha sido calentada de ninguna manera, es decir, no exceda la temperatura de la leche no más de 40°C inmediatamente después de la extracción de la ubre (INEN 9, 2012, p 1).

1.1.3 *Leche pasteurizada*

Destruye todos los microorganismos patógenos y casi todos los microorganismos saprofitos comunes sin alterar significativamente sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas, estén o no homogeneizados la leche cruda que ha pasado por un proceso de calentamiento garantizado.

1.1.4 *Leche pasteurizada y homogenizada*

Antes de la pasteurización, la leche se somete a un proceso físico (homogeneización) bajo presión y temperatura, que reduce el tamaño de los glóbulos de grasa y estabiliza la emulsión de grasa.

1.1.5 *Leche reconstituida*

Los productos homogeneizados no se consumen directamente, mediante un proceso adecuado que consiste en añadir la cantidad necesaria de agua potable a la leche en polvo. La leche debe tener las mismas propiedades fisicoquímicas y organolépticas que la leche líquida correspondiente.

1.1.6 Leche modificada pasteurizada

Es leche que ha sido total o parcialmente reducida a algunos ingredientes naturales o enriquecida con uno de ellos, luego pasteurizada. (INEN 10, 2012, pp 1).

Tabla 1.1: Tipos de leches

Principales tipos de leche	Tratamiento	Envases	Duración
Pasteurizada (fresca)	Debido a que la leche se expone a un calor suave, mata las bacterias más comunes y todas las bacterias formadoras de esporas mientras preserva las propiedades nutricionales y sensoriales de la leche.	Siempre en la nevera	2-3 días
UHT	Exposición muy breve a altas temperaturas (128-150 °C durante 20 segundos para sistemas indirectos y 4-6 segundos cada uno para sistemas directos). Las propiedades nutricionales de la leche permanecen prácticamente iguales o cambian muy poco.	Normalmente en brik, aunque también en botella de plástico	3 meses a temperatura ambiente 4- 6 días refrigerada una vez abierto el envase
Uperizada	La leche pasa por un proceso de calentamiento único que calienta la leche a 148°C durante 2-4 segundos permanece intacto.	Normalmente en brik, aunque también en botella	La misma que la UHT.
Esterilizada	Resistencia a altas temperaturas a largo plazo (115-120 °C durante 15-30 minutos). Destruye microorganismos y esporas por pérdida de vitaminas y algunos aminoácidos esenciales	Botella de plástico blanca opaca	5-6 meses a temperatura ambiente y 4.6 días refrigerada una vez abierto el envase

FUENTE: (PROLEC, 2010)

Realizado por: Salazar, E. 2023

1.2 Queso

1.2.1 Definición

Este es el resultado de la coagulación de la mayoría de los sólidos de la leche entera por una enzima (cuajo) que separa el suero de la leche. Definición de la FAO/OMS. " El queso es un producto fresco o maduro que es sólido o semi -sólido, o en crema estos productos que contienen proteína sérica.

Según (Bedolla Bernal, et al, 2011, pp 20-22). "El queso es la leche sólida conservada más antigua, ya que es un gel semideshidratado en el que se concentran los componentes más valiosos de la leche. El queso contiene diferentes proporciones de proteína, grasa, agua y sal según el tipo de queso. La capacidad de utilizar las diferentes proteínas lácteas proporcionadas por la leche para queso ha dado lugar a una amplia variedad de quesos. El queso es un producto pastoso blando, semiduro, duro o extraduro, maduro o sin madurar, a veces recubierto, en el que la relación entre la proteína del suero y la caseína supera la de la leche. Proteína de leche parcialmente coagulada, leche desnatada, leche semidesnatada, nata, suero de leche, mantequilla o cualquier combinación de estos con cuajo u otro material de coagulación adecuado y el cumplimiento liberal de los principios de fabricación de queso anteriores mediante la eliminación de parte del suero da como resultado una concentración más alta de proteína de leche y por lo tanto es una clara proteína de queso. (INEN 1528, 2012, p 1)

1.2.2 Origen

La elaboración de queso existe desde el año 5000 a. C., cuando se extrajeron los primeros coagulantes de estómagos de rumiantes (proteasas), así como coagulantes microbianos y vegetales. Se cree que el queso se originó en el Neolítico (hace 12.000 años). La cuestión no es tan clara como por dónde empezar: Europa, Asia Central, África del Norte u Oriente Medio. La teoría más popular sobre el origen del queso es que los nómadas árabes crearon y cuajaron accidentalmente los primeros quesos después de almacenar leche en los estómagos de animales, generalmente ovejas. La piel y los órganos dañados del animal se usan como recipientes para comida y agua, y el revestimiento del estómago de rumiantes jóvenes como ovejas, cabras y vacas contiene renina, una enzima que se usa naturalmente para hacer queso. (Miller, et al, 2012).

1.2.3 Clasificación

Aunque es difícil clasificar todos los quesos disponibles, generalmente se aplican los siguientes criterios para la clasificación. El método utilizado para coagular la caseína durante la producción: Hay una diferencia entre la cuajada y el queso coagulado con ácido. Algunos quesos se elaboran por el método de coagulación utilizando dos métodos (con enzima y ácido láctico). En esta categoría puedes encontrar quesos como:

Contenido de humedad: Se distinguen los quesos duros, semiduros y blandos. Los quesos duros como el parmesano, el cheddar y el emmental tienen un contenido de humedad más bajo. Rico en comidas blandas como el camembert y el brie. Principales microorganismos utilizados para la maduración. La mayoría de los quesos se envejecen bajo la influencia de las bacterias del ácido láctico. Sin embargo, algunos quesos maduran bajo la influencia de otros microorganismos. Puedes encontrar Tilsit, Port Salut y St. Pablo. (Miller, et al, 2012).

Textura del queso: Es importante distinguir entre quesos de ojos redondos, quesos de textura rugosa y quesos de textura cerrada. Los ojos o agujeros en el queso están formados por ciertas bacterias del ácido láctico que producen dióxido de carbono como subproducto de la fermentación durante el almacenamiento. El dióxido de carbono permanece en el espacio de coagulación. (Miller, et al, 2012).

1.2.4 Características de la leche para elaboración de queso fresco

Una vez recibida la leche después de todos los análisis pertinentes, se deben tener en cuenta los siguientes resultados para lograr un rendimiento óptimo durante la producción.

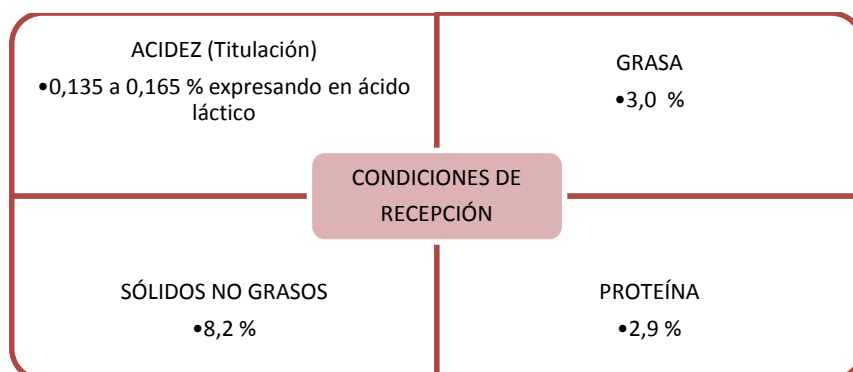


Figura 1-1: Parámetros de recepción de la leche cruda

Fuente: (INEN 9, 2008, p 1)

Realizado por: Salazar, E. 2023

Si la leche cumple con los requisitos anteriores, se almacena en tanques de acero inoxidable equipados con sistemas de enfriamiento y mezclado y se mantiene a una temperatura de 4-10°C durante el pretratamiento. Cabe señalar que el contenido de proteína afecta directamente el rendimiento del queso fresco, pero no se debe prestar atención a otros criterios que pueden causar irregularidades y defectos que afectan la calidad del producto como: El agua que afecta el proceso de curado. (Luquet, 2003, p 24-29)

1.3 Cloruro de calcio

Si la leche utilizada para hacer el queso es de mala calidad, la cuajada resultante será blanda. Esto provoca una gran pérdida de partículas finas (partículas de caseína) y grasa, lo que conduce a una mala electroforesis durante la elaboración del queso. La adición de 5 a 20 g de cloruro de calcio por cada 100 kg de leche suele ser suficiente para lograr un tiempo de coagulación constante y un poder de coagulación suficiente. Agregar demasiado cloruro de calcio puede hacer que el coágulo se endurezca y sea difícil de cortar. Durante la elaboración del queso bajo en grasa, se puede añadir a la leche fosfato disódico (Na_2PO_4) a dosis de 10-20 g/kg, si la ley lo permite, con adición previa de cloruro cálcico. Esto conduce a la formación de fosfato de calcio coloidal ($(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3$), que aumenta la elasticidad de la red de coagulación. Tiene un efecto similar a las gotas de grasa de mantequilla atrapadas en la cuajada. (Madrid, 1999, p 15-26)

1.4 Coagulación

1.4.1 Cuajo

Es un grupo de enzimas de origen natural o artificial que tiene la propiedad de coagular las proteínas de la leche. La concentración de queso, la fuerza de la enzima o la capacidad de cuajar del queso se define como el número de centímetros cúbicos de leche cuajada. centímetros cúbicos de enzima a una temperatura y tiempo determinados. La coagulación de la caseína es un proceso esencial en la producción de queso, generalmente llevado a cabo por enzimas en el estómago. El ingrediente activo del queso es una enzima llamada cuajo, por lo que cuando agrega cuajo a la leche, la coagulación se produce de inmediato. (Aurelio, 1982).

1.4.2 Utilización del cuajo

Se utilizan cantidades muy pequeñas para coagular la leche, es necesario un cambio de temperatura de 35-48°C para que la leche funcione correctamente; esto se debe a que, si la leche está demasiado fría o caliente, las enzimas del estómago están inactivas o funcionan con

demasiada lentitud. Agregar demasiado queso a la leche puede hacer que el proceso de coagulación sea demasiado rápido, lo que hace que la cuajada se endurezca, el suero quebradizo y el queso amargo. Además, hay una pérdida de proteína, que se libera en el suero en forma de partículas finas.

1.4.3 Tipos de cuajo

1.4.3.1 Cuajo Natural

Es una sustancia que se extrae de los pequeños estómagos de terneros y corderos porque sólo beben leche.

1.4.3.2 Sustituto del cuajo natural

Según (Madrid, 1999, p 15-26). El interés en estas alternativas ha aumentado en los últimos años debido a la falta de cuajo de animales de buena calidad. Hay dos tipos de coagulantes alternativos: la enzima de origen vegetal y la enzima de origen microbiano. La investigación muestra que las preparaciones de enzimas a base de plantas generalmente se cuajan mejor, ya que el queso tiene un sabor amargo después del almacenamiento.

1.4.3.3 Hidrólisis enzimática

La hidrólisis de proteínas alimentarias por proteasas cambia sus propiedades funcionales. La hidrólisis vigorosa por proteasas no específicas puede disolver incluso proteínas nativas poco solubles. Estos hidrolizados suelen contener péptidos de bajo peso molecular de 2 a 4 residuos de aminoácidos. La hidrólisis intensiva modifica las propiedades gelificantes, espumantes y emulsionantes. (Fennema R, et al, 2008)

1.5 Espirulina en el Ecuador.

La principal fábrica de espirulina de Ecuador se encuentra a 30 kilómetros de Quito en la cordillera de Pintag. Reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el alimento más nutritivo del planeta, este cultivo de microalgas se ha desarrollado como parte del sistema alimentario mundial. Un sistema único de unidades de producción que consta de pozos de cultivo y tanques de invernadero. Luego de un proceso de conversión directa, se convierte en polvo azul de pureza y calidad garantizada, que se exporta a USA, Colombia, Perú, Argentina,

Bélgica y Francia, República Checa y Alemania. Peter Mertens, experto y jefe de la fábrica de espirulina de Pintag, dijo que el antiguo sistema era propenso a la contaminación ambiental y no podía garantizar la calidad del producto. La salud de las microalgas que crecen en las profundidades del estanque se ve comprometida porque no están expuestas a la turbulencia que necesitan para crecer, por lo que no reciben suficiente luz y no pueden eliminar el oxígeno que producen, lo que hace que se oxiden en el estado afectado. Debido al ambiente costero, la espirulina también es rica en bacterias. La espirulina, una microalga azul verdosa, fue uno de los primeros signos de vida en la Tierra. Tiene una antigüedad de 3.100 a 3.500 millones de años, por lo que es la base absoluta de la cadena alimenticia que se construye a partir de él, con forma de pequeña espiral, como un sacacorchos, pero también sorprendente en su forma recta. Cuando se come seco, contiene 60-70% de proteína (el contenido de proteína más alto conocido) y, según un excelente perfil cualitativo y cuantitativo, contiene aminoácidos esenciales. La espirulina es un suplemento dietético ideal. La espirulina es rica en ácido linoleico poliinsaturado y ácido gamma-linolénico, que son precursores de varias prostaglandinas y hormonas que controlan funciones corporales esenciales como la regulación de la presión arterial, la síntesis de colesterol y la división celular. También contiene tres pigmentos muy importantes. Azul de ficocianina. clorofila, un carotenoide de color rojo anaranjado; al fortalecer el sistema inmunológico, la ficocianina estimula fuertemente la actividad de los linfocitos y previene enfermedades malignas, como el cáncer, al inhibir su crecimiento o recurrencia. (Huntington, 2008, p 5).

1.5.1 Condiciones de cultivo en otros países

La espirulina crece en ambientes hostiles como el suelo, los humedales, el agua dulce, el agua salobre, el agua de mar y las aguas termales. El agua salina (>30 g/L) con un pH alto (8.5-11) promueve una buena producción de espirulina, especialmente en presencia de una intensa radiación solar a gran altura en los trópicos. Por ejemplo, en los lagos del Valle del Rif en el este de África, donde el pH puede llegar a cerca de 11 y es rico en carbonato de sodio, el cultivo de espirulina puede producir de 20 a 70 gramos de sal por litro. El alto nivel de pH (8,2-8,5) probablemente explica la capacidad del organismo para utilizar el amoníaco como fuente de nitrógeno en un pH fuertemente alcalino. (Huntington, 2008, p 5).

El desarrollo socioeconómico del cultivo de espirulina tiene dos consecuencias: social y comercial. Socialmente, la espirulina se cultiva a pequeña escala en huertos familiares y granjas multifamiliares como complemento a la dieta tradicional. Se ofreció como una alternativa porque se construyó con materiales locales baratos y se operó con técnicas simples según el contexto cultural de la zona. (Bemariana, 2008, p 30). Se inició la industrialización a gran escala de la espirulina y el desarrollo e integración del cultivo de parches a pequeña escala. (Ayala, et al, 2010, p 82)

1.5.2 Clasificación Taxonómica.

Desafortunadamente, existe cierta confusión entre los términos *Espirulina* y *Arthospira*. Ambos se derivan de la definición científica de *espirulina* de calidad alimentaria y un nombre comercial fuera de lugar que data de la década de 1950, con un término superando al otro. El género *Arthospira* incluye un grupo de cianobacterias aprobadas para alimentos que se venden comercialmente con el nombre de *Espirulina* (*Espirulina* en francés, *Espirulina* en inglés). Nombres de algas verdeazuladas, cianobacterias o algas verdeazuladas, términos que consideran la compatibilidad. El primero se refiere a las relaciones taxonómicas y filogenéticas, mientras que el segundo se refiere a la relación ecológica y biológica. Por lo tanto, la evaluación actual de este microorganismo está de acuerdo con la Tabla 2-1. (Spiller, et al, 2001, p 123).

Tabla 2-1: Ubicación taxonómica de la *espirulina*

Dominio:	Bacteria
Clase:	<i>Cyanobacteria</i>
Orden:	<i>Oscillatoriales</i>
Familia:	<i>Oscillatoriaceae</i>
Género:	<i>Spirulina</i>
Especie:	<i>S. platensis</i> (<i>Arthospira</i>)

Fuente: (Spiller, et al, 2001, p 123).

Realizado por: Salazar, E. 2023

1.5.3 Morfología.

Espirulina pertenece a la familia *Oscillatoriaceae*, y 2-1 la figura muestra algunos de los tipos de filamentos de los que pueden alimentarse en sus hábitats.

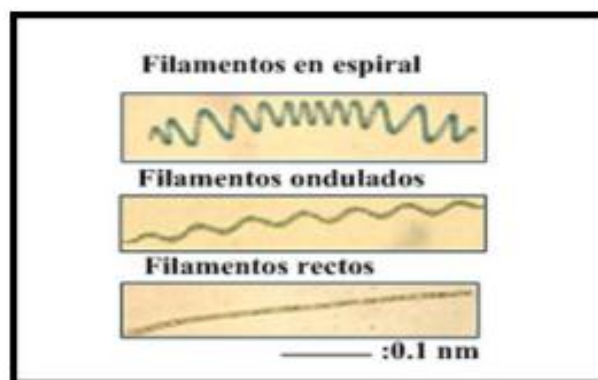


Figura 2-1: Tipos de filamentos de la *Espirulina*

Fuente: (Spiller, et al, 2001, p 123).

Realizado por: Salazar, E. 2023

La especie más representada en diferentes estudios fue *S. máxima*, también existen diferencias morfológicas entre ellos en la regularidad de los filamentos, las vacuolas y la vaina exterior o cápsula de cada filamento, lo que ayuda a determinar la clasificación de las diferentes especies. Esta familia incluye un grupo homogéneo de cianobacterias filamentosas caracterizadas por células espirales (tricomas) y una delgada membrana mucosa externa llamada tegumento. La Figura 2-1 muestra este tipo de característica utilizando un microscopio electrónico de alta resolución. El tamaño de la batería depende de la forma en que se enrolla la batería y la longitud del cable. Las condiciones ambientales de crecimiento también afectan su disposición, pero las constantes morfológicas siempre se mantienen en espiral. (Spiller, et al, 2001, p 123).

1.5.4 Hábitat

La especie más representada en diferentes estudios fue *S. Máxima*. También existen diferencias morfológicas entre ellos en los filamentos, las vacuolas y la regularidad de la vaina exterior o cápsula de cada filamento, lo que ayuda a determinar la clasificación de las diversas especies. Esto distingue al género *espirulina* de otras cianobacterias de la región, ya que estos microorganismos prosperan en aguas minerales, altamente alcalinas ya veces tibias. Estas condiciones excluyen a la mayoría de los organismos. El crecimiento de la *espirulina* en este ambiente se debe a tres fenómenos. Al reducir los carbonatos y bicarbonatos del ambiente, la *Espirulina* tiende a aumentar aún más la alcalinidad del fluido, llegando incluso a un pH de 11,5. Los filamentos altamente pigmentados, a menudo líquidos, de la *espirulina* forman una barrera altamente efectiva que mata las raras algas que pueden soportar condiciones de crecimiento a pleno sol. Se ha demostrado que la *espirulina* libera moléculas protectoras de proteínas en el entorno natural.

1.5.5 Origen

En la antigüedad algunos investigadores franceses estudiaron esta sustancia nutritiva y barata utilizada por la gente de Chad y Kanem y discutieron su consumo como alimento y valor nutricional. Las mujeres de estos pueblos son responsables de la cosecha, especialmente durante la temporada de lluvias, recogían a la *espirulina* en una canasta de mimbre y dejaron que el agua fluya a través de la olla de barro. Luego se vierte el puré de *espirulina* en una olla u otro recipiente, se filtra el agua y se deja secar al sol. Este se suele añadir a guisos que contienen pescado o ternera. Al consumir este alimento, estas personas pueden mantener una buena forma, salud, altura y, lo más importante, al consumirlo, convertirse en buenos corredores. La *espirulina* todavía se usa como fuente de alimento en México hoy en día, pero después de la conquista española, las algas fueron olvidadas. (Becker, et al, 1982, p 31-39)

1.5.6 Siembra o cultivo

Los concentrados de semillas se pueden obtener fácilmente a partir de cultivos completos extrayéndolos de la crema (sobrenadante) o diluyendo bloques de espirulina recién cosechados con medio, pero no es necesario prensar. A una concentración máxima de 3 g de espirulina (peso seco) por litro, las semillas se pueden almacenar y transportar durante una semana sin pérdida de calidad si el tanque está medio lleno y ventilado. Al menos dos veces al día. Gracias a las burbujas de aire de ventilación continua, se pueden alcanzar concentraciones de hasta 10 g/l. Sembrar es mezclar semillas con medio de cultivo. Se recomienda mantener un medio fresco con un contenido de espirulina de aprox. 0,3 g/l muy verde en la fase inicial y de crecimiento dilución gradual con medio nuevo. Si se aumenta la superficie del tanque dilución gradual, la profundidad de cultivo debe ser pequeña menos de 10 cm y la concentración de espirulina debe mantenerse en aproximadamente 0,3 g/l, la tasa de crecimiento es del 30% por hora al día si se requiere el área de superficie final del estanque, aumento el nivel de caldo y la concentración al nivel deseado antes de la cosecha la concentración óptima es de 0,4 g/l. (Becker, et al, 1982, p 31-39)

1.5.7 Cosecha

El secado del producto al sol lleva más tiempo más alto contenido de proteínas por la mañana, la cosecha filtrada más rápida consta básicamente de dos fases, filtros para la obtención de biomasa con un contenido de materia seca del 10% (11 = 100 g de materia seca). El medio restante se elimina por compresión para obtener espirulina fresca para consumo o seca, con un contenido aprox. 20-25% de materia seca dependiendo de la cepa y el contenido de sal en el medio. La filtración se puede realizar fácilmente por gravedad a través de una malla sintética perforada (poliéster o poliamida) o aprox. Malla de 40 μm (0,04 mm). El filtro puede ser una bolsa colocada en la parte superior del tanque para la recuperación directa del filtrado. Antes de la filtración, el inóculo debe pasarse a través de una pantalla o tamiz de 0,3 mm para eliminar materias extrañas como insectos y restos de plantas. Se pueden usar recipientes con bordes rectos sin comprometer el fondo sucio. La velocidad de filtrado se puede aumentar moviendo o frotando suavemente la pantalla. Una vez que se ha eliminado la mayor parte del agua, el movimiento de la red puede hacer que la espirulina (biomasa) se agrupe en "bolas" deformes o pegajosas. El prensado final se hace simplemente por presión: la biomasa se pasa en forma de torta de unos pocos centímetros de espesor a través de una red (puede ser la misma red utilizada para la filtración, preferiblemente cubierta con algodón fuerte) entre dos paneles perforados. Coloque objetos pesados (piedras, ladrillos, madera, etc.) sobre o dentro del lagar o lagar. Una presión de 0,2 kg/cm² durante 15

horas es suficiente para eliminar el agua intersticial. Este sistema elimina mejor los residuos de cultivo que enjuagar con agua sin destruir la espirulina. (Becker, et al, 1982, p 31-39)

1.5.8 Conservación

Es cierto que la espirulina fresca (biomasa prensada) es superior a todos los demás tipos de espirulina tanto desde el punto de vista organoléptico como en términos de valor nutricional y costo. Se puede conservar en el frigorífico a 7°C durante dos días o en el frigorífico a 1°C durante diez días. Además, se congela fácilmente. El salado puede ser otra opción para aquellos que no tienen refrigerador o congelador. Añadiendo un 10 % de sal fina a la biomasa prensada y añadiendo una fina capa de aceite, se puede asegurar una vida útil de aproximadamente un mes. La salazón cambia el producto: se vuelve más suave en textura, más oscuro en color (libera ficocianina azul) y sabe a pasta de anchoa. El secado es la única forma de mantener la frescura comercialmente, y la espirulina seca debidamente empaquetada y almacenada puede durar hasta cinco años; sin embargo, el secado es costoso ya que a menudo imparte sabores y olores al producto que los consumidores pueden encontrar desagradables. (Belay, 2002, p 27-29)

1.5.9 Composición fisicoquímica y sus características

Pertenciente al grupo de las cianobacterias, la espirulina forma paredes celulares únicas que ayudan a la digestión. Además, sus ingredientes se absorben por completo sin cocción u otro procesamiento. De esta forma, incluso los ingredientes más delicados (vitaminas, ácidos grasos esenciales, etc.) pueden utilizarse sin degradación. (Henrikson, 1994, p 12-15)

Tabla 3-1: Propiedades físicas de la Espirulina

PROPIEDADES FÍSICAS	
Apariencia	Polvo fino
Color	Verde oscuro
Olor y sabor	Fuerte; semeja a plantas marinas. Sin sabor
Densidad	0.5 gramos/litro
Tamaño de partícula	9 – 25 m de diámetro medio

Fuente: (Henrikson, 1994, p 12np -15)

Realizado por: Salazar, E. 2023

1.5.10 Composición química de la Espirulina

1.5.10.1 Proteínas

Contenido de proteína de espirulina. Constituye del 60 al 70 por ciento de su peso seco, que es tan único entre los microbios que incluso las mejores fuentes de proteínas de origen vegetal no representan más de la mitad. La harina de soya, por ejemplo, contiene menos del 35 por ciento de proteína cruda. El contenido de proteínas de la espirulina alcanza el 10-15% dependiendo del momento de la cosecha. El espectro de aminoácidos adicionales indica que el valor biológico de la proteína de espirulina es muy alto y se puede optimizar mediante la suplementación con buenas fuentes de aminoácidos azufrados y posiblemente lisina y/o lisina-histidina. Los cereales integrales como el trigo y el mijo o las semillas oleaginosas como el sésamo son buenas adiciones. Se diferencia de otros microorganismos (levadura, chlorella, Scenedesmus, etc.) propuestos como fuentes proteicas. El hecho de que la espirulina no contenga una pared de celulosa, pero contenga una cáscara de gordolobo relativamente frágil, explica la buena digestibilidad del 83-90% de la proteína después de un simple secado. (Sanchez, 2013, p 11-12)

Tabla 3-1: Contenido proteico de diferentes alimentos

Tipo de Alimento	(%) Proteína
Espirulina en Polvo	70
Huevo entero secado	47
Leche en polvo	37
Soya entera en harina	34
Queso tipo parmesano	34
Germen de trigo	27
Pollo	24
Pescado	22
Carne de res	22

Fuente: (Sanchez, 2013, p 11-12)

Realizado por: Salazar, E. 2023

1.5.10.2 Carbohidratos

En total, constituyen del 15% al 25% de la materia seca de la espirulina. El contenido de carbohidratos simples es muy bajo, incluyendo glucosa, fructosa y sacarosa. También hay polioles como la glicerina, el manitol y el sorbitol. Desde un punto de vista nutricional, los únicos carbohidratos interesantes de la espirulina son el fosfato de inositol fino y el inositol, que son excelentes fuentes de fosfatos orgánicos (350 - 850 mg/kg de materia seca). El contenido de este

último es casi ocho veces mayor en la carne de vacuno y cientos de veces en las verduras. Los polisacáridos pueden estar involucrados en los mecanismos de reparación del ADN, lo que explica el efecto radio protector de la espirulina que se ha mencionado en varias ocasiones. Se han propuesto otras explicaciones para explicar este efecto, como la neutralización de los radicales libres producidos por la radiación. Esta rápida neutralización se debe principalmente al betacaroteno. (Belay, 2002, p 27-29)

1.5.10.3 Lípidos

Aunque otras fuentes informan concentraciones de espirulina entre el 5,6 % y el 7 % del peso seco, se ha sugerido que se puede obtener más del 11 % de lípidos mediante un procedimiento de extracción modificado. (Belay, 2002, p 27-29)

1.5.10.4 Ácidos grasos

La necesidad nutricional humana de ácidos grasos esenciales es del 1-2% para adultos y del 3% para niños. Ahora se ha descubierto que la ingesta dietética de grasas esenciales influye (entre otros factores) en los sistemas inmunitarios humoral y celular. La presencia de ácido β -linolénico se encuentra en alimentos comunes y tiene un alto valor nutricional. Este ácido graso normalmente se sintetiza en el cuerpo (ácido linoleico 18:2n6 de origen vegetal), pero también se puede absorber directamente si hay problemas o una síntesis endógena insuficiente. La importancia de estos ácidos grasos radica en su biotransformación, ya que son precursores de prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos, así como mediadores químicos de la inflamación y de la respuesta inmune. (Sanchez, 2003, p 27).

Lípidos insaponificables, estos productos pueden constituir hasta el 1,5% de la fracción lipídica no polar de S. Máxima, aunque algunos estudios sugieren una falta de esteroides. La concentración aproximada es de 0,015% del peso seco. (Tiboni, et al, 1985, p 503-526).

1.5.10.5 Vitaminas

Provitamina A (β -caroteno) el betacaroteno constituye el 80% de los carotenoides en la espirulina. (Mitchell, et al, 1990).

Muchos estudios clínicos muestran un buen uso en humanos. Un estudio de 5000 niños en edad preescolar de la India mostró la eficacia de 1 gramo de espirulina al día. El tratamiento de la deficiencia crónica de vitamina A redujo la proporción de niños con deficiencia grave de vitamina A del 80 % al 10 % después de 5 meses de tratamiento. Este estudio muestra que una pequeña

cantidad de semillas de espirulina es suficiente para reducir significativamente el riesgo de ceguera y daño neurológico en bebés causado por la deficiencia de vitamina A. (Sanchez, 2003, p 27)

La vitamina E (tocoferoles) contiene alrededor de 50-190 mg kg de espirulina seca, que corresponde al germen de trigo. El requerimiento diario de vitamina E es de 15 o 12 mg de tocoferol libre. Las propiedades antioxidantes de los tocoferoles sobre los ácidos grasos insaturados explican la buena conservación de la espirulina. (Chamorro, et al, 2002, p 92-102)

1.5.10.6 *Minerales*

Los minerales particularmente importantes que se encuentran en la espirulina son hierro, magnesio, calcio, fósforo y potasio. La carencia de este mineral debe resaltar el alto contenido en hierro de la espirulina. Dado que hay una falta de buenas fuentes de este elemento alimentario, es muy común, especialmente para embarazadas y para niños. (Belay, 2002, p 27-29). Por otro lado, una de las mejores fuentes de hierro son los cereales integrales, que contienen sólo 150-250 mg/kg. Además, los suplementos dietéticos utilizados en forma de sulfatos pueden causar problemas de toxicidad y, a menudo, causar diarrea. (Chamorro, et al, 1996, p 67-77).

Esta alga contiene calcio, fósforo y magnesio comparables a la leche de vaca. Las cantidades relativas de estos elementos están equilibradas, lo que evita el riesgo de calcificación por exceso de fósforo. (Becker, et al, 1982, p 31-39).

1.5.10.7 *Ácidos nucleicos*

Al igual que la espirulina común, la concentración total de ácido nucleico en la materia seca es del 4,2 al 6 %, la proporción de ADN será de 1/4 a 1/3 de ARN el contenido de ácido nucleico en espirulina es mucho más bajo que en la mayoría de los microorganismos productores de proteínas unicelulares. El contenido de ácidos nucleicos (ADN y ARN) es un aspecto nutricional importante, ya que la descomposición bioquímica de algunos de sus componentes (purinas: adenina y guanina) finalmente produce ácido úrico. Los niveles elevados de plasma de este ácido también pueden causar cálculos renales y ataques de gota. En general, se acepta que la dosis máxima aceptable a largo plazo de ácidos nucleicos para adultos es de aproximadamente 4 gramos por día. Es importante señalar que, para el mismo contenido de purinas, el ARN produce el doble de ácido úrico que el ADN, y este aumento también depende de muchos factores, como la edad, el sexo y la obesidad. (Roldan, 1992, p 247 – 248, 251 – 266).

1.5.11 Usos generales

- Aplicaciones terapéuticas.
- Efecto antialérgico.
- Efecto antianémico
- Anticoagulación
- Efecto antiinflamatorio
- Efecto antitóxico
- Protección cardiovascular
- estimulantes inmunológicos
- Efecto antioxidante

1.6 Actividad antioxidante de la Espirulina

1.6.1 Acción antioxidante

Gracias a las vitaminas A y E y pigmentos como la clorofila y el betacaroteno, crean potentes cambios químicos que neutralizan la acumulación de radicales libres. Para ello, se incluyen ácidos grasos esenciales, que pueden proteger contra afecciones relacionadas con el envejecimiento celular, como cataratas, cáncer y otras. (Deng, et al, 2010, p 33-45).

1.6.2 Propiedades antioxidantes

Cuando se trata de espirulina, cabe señalar que los radicales libres de oxígeno y nitrógeno surgen de las funciones metabólicas normales del cuerpo o de componentes externos. Son altamente reactivos, capaces de afectar moléculas importantes como el ADN, carbohidratos y lípidos en el núcleo de la membrana celular. Un nutriente importante como el hierro, cuyo exceso promueve la formación de especies reactivas de oxígeno como superóxido, peróxidos y otras sustancias que alteran los niveles de antioxidantes y dañan biomoléculas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, lo que resulta en daño celular y tisular. (Garcia, et al, 2020, p 19)

(Mohanty, 2019, p 2). Después de la investigación, determinaron la actividad antioxidante de la espirulina y concluyeron que la suplementación dietética con espirulina aumentó la tolerancia a la toxicidad del hierro, como lo demuestran las reducciones significativas en el estrés oxidativo, la acumulación de metales y el aumento de la defensa antioxidante de los tejidos. La capacidad antioxidante de los compuestos se puede evaluar por varios métodos, la determinación de radicales libres de 1,1-difenil-2-picrilhidrazina (DPPH) es un método bien conocido, simple y

rápido para la determinación de la actividad antioxidante, y es ampliamente utilizado. usó. para muestras naturales y alimentarias. Esta prueba se utilizó para evaluar la capacidad antioxidante de la espirulina y, de manera similar, detectó moléculas con actividad eliminadora de radicales libres. Los carotenoides se consideran poderosos antioxidantes, y se realizó un estudio en diferentes marcas comerciales de espirulina (*Platensis* y *Maxima*) para determinar la capacidad antioxidante de los carotenoides.

Se ha descrito como un nutriente con beneficios nutricionales y funcionales, tiene una fuerte actividad antioxidante, afecta un mejor control glucémico y también es útil en el manejo de las complicaciones de la diabetes. Puede haber algunos efectos secundarios y reacciones adversas a su uso, especialmente indigestión, aunque estos son poco comunes a las dosis recomendadas, por lo que generalmente se considera un producto seguro. En Ecospirulina hemos desarrollado una técnica de cultivo que potencia al máximo los pigmentos naturales de la espirulina (además de la ficocianina, el pigmento azul, principalmente el betacaroteno en gama naranja, y la clorofila, el pigmento verde). Estos pigmentos permiten que la espirulina realiza la fotosíntesis en diferentes longitudes de onda de la luz solar para promover su desarrollo. Al mismo tiempo, se consideran poderosos antioxidantes en el cuerpo que limitan los efectos de los radicales libres. Actualmente, la ficocianina se utiliza para crear recetas culinarias originales, innovadoras y únicas. El maravilloso color azul que la ficocianina le da a los alimentos se usa para hacer postres, bebidas, cremas, helados y cualquier otra cosa que puedas imaginar. Además, es un compuesto totalmente natural e insípido que tiene propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. (Ecospirulina, 2022)



Figuras 3-1: Ficocianina o Espirulina azul

Fuente: (Ecospirulina, 2022)

Realizado por: Salazar, E. 2023

1.6.3 Ciencia al servicio de los superalimentos

Una empresa biotecnológica escocesa ha ido un paso más allá y está promocionando el color azul, pero no solo eso, también ha conseguido niveles más altos de ficocianina. La ficocianina es una proteína particularmente poderosa es 20 veces más fuerte que la vitamina C. Según algunos estudios, también es de 6000 a 7000 veces más activa que la espirulina. (Martin Sanjuan, 2019)

1.6.4 Beneficios de la ficocianina

- Fatiga, deficiencia de hierro o recuperación postejercicio esto se debe a que favorece la producción de células transportadoras y células protectoras circulantes en nuestro organismo.
- Ayudará a solucionar los problemas de las personas mayores ya retrasar el envejecimiento.
- Puede usarse en niños porque ayuda a combatir los microorganismos peligrosos que pueden causar infecciones o enfermedades. (Martin Sanjuan, 2019)

1.7 Ficocianina y sus beneficios a el organismo

La ficocianina es una proteína derivada de algas verdeazuladas que tiene propiedades antioxidantes, es un pigmento adicional a la clorofila, que forma parte de las ficobiliproteínas involucradas en la cadena de transferencia de energía fotosintética y es responsable de aprox. 50% en cianobacterias captadoras de luz como la espirulina. La ficocianina es un antioxidante natural que ha demostrado ser antiinflamatorio y reducir el daño al tejido inflamado, esta proteína también tiene un efecto curativo en las heridas de la piel. Además de estas propiedades, también ayuda a aumentar el tono muscular y la vitalidad general, ayuda a fortalecer el sistema inmunológico y fortalece la resistencia del cuerpo, es muy fácil de usar ya que es una proteína hidrosoluble que se puede utilizar en diversos jugos, helados o batidos. (Casado, 2018)

1.8 Alimento funcional

1.8.1 Definición de un Alimento Funcional y sus características

Estos suplementos no son pastillas, cápsulas u otras formas de alimentos funcionales y deben formar parte de su dieta diaria la prueba de su validez debe cumplir con los requisitos de la comunidad científica. Además de sus beneficios nutricionales inherentes, se cree que estos alimentos tienen efectos beneficiosos sobre la función adecuada de los órganos para mejorar la salud, el bienestar y reducir el riesgo de enfermedades. (Pelayo, 2006, p 40-45).

1.8.1.1 Un alimento funcional puede ser:

- Alimentos de los que se han eliminado los ingredientes para reducir los efectos negativos para la salud (p. ej., grasa saturada reducida).
- Alimentos en los que se han alterado químicamente las propiedades de uno o más ingredientes para mejorar la salud (por ejemplo, proteína hidrolizada añadida a la fórmula infantil para reducir el riesgo de alergias).

- Alimentos que aumentan la biodisponibilidad de uno o más ingredientes beneficiosos para aumentar la absorción.

No existe una definición específica de alimento funcional, propuso una definición positiva de un producto alimenticio, llamado alimento funcional, cuando hay buena evidencia de que tiene un efecto beneficioso sobre una función corporal específica, no solo a través del valor nutricional, sino también a través de un menor riesgo de enfermedad. (Pelayo, 2006, p 40-45).

Hoy en día, los cambios en el estilo de vida hacen que este tipo de alimentación sea cada vez más parte de la dieta y ofrezca una oportunidad para mejorar la salud. Por ello, el concepto de alimento funcional se ha extendido por todo el mundo y se ha popularizado entre los consumidores. Además, la industria alimentaria lo ve como una oportunidad para desarrollar nuevos productos en un mercado en auge. (Riquelme, 2008, p 41).

Los alimentos funcionales contienen ingredientes que son responsables de los efectos fisiológicos declarados en el producto, estos son los llamados compuestos bioactivos que son biológicamente activos en el organismo y producen efectos beneficiosos. Estos incluyen compuestos bioactivos que se encuentran en frutas y verduras como el ácido ascórbico, carotenoides (caroteno y luteína), vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles), polifenoles (flavonoides, ácidos fenólicos), cumarinas, estilbenos, lignanos y ligninas. Los alimentos funcionales abordan muchas áreas de la fisiología humana, incluido el crecimiento y desarrollo infantil, la regulación de los procesos metabólicos básicos, la protección contra el estrés oxidativo y la biología. Mejora la salud cardiovascular, cognitiva y mental, el estado de ánimo y la velocidad de reacción y el rendimiento, la condición física. (Riquelme, 2008, p 41).

1.8.2 La Espirulina como Alimento Funcional

La espirulina cumple funciones importantes en el cuerpo humano gracias a sus componentes, cada uno de los cuales se explica a continuación.

1.8.2.1 Proteína

La espirulina tiene un alto contenido en proteínas (hasta un 70 % de biomasa deshidratada) y es más fácil de digerir que otras proteínas porque las paredes celulares no contienen celulosa dura, que consiste en mucopolisacáridos blandos. Mejora la digestibilidad, más del 85% de la proteína se digiere y se absorbe a las 18 horas. Lo que lo convierte en una materia prima potencial para el desarrollo de productos que mejoren la absorción intestinal. La eficiencia de absorción de la

espirulina es del 85-95% debido al sistema digestivo, donde se asocia con una orientación helicoidal compatible con la rotación del ADN. (Huntington, 2008, p 5).

1.8.2.2 Aminoácidos

Los aminoácidos esenciales no pueden ser sintetizados por el cuerpo y deben obtenerse de los alimentos. Entre ellos se encuentran la fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina. Los aminoácidos esenciales son aminoácidos que se sintetizan en el cuerpo a partir de otros aminoácidos u otros metabolitos (alanina, ácido aspártico, asparagina, ácido glutámico, citrulina y serina), los aminoácidos no esenciales son arginina, hemi-cistina/cistina, glutamina, glicina, prolina y otros aminoácidos como la tirosina. (Reeds, et al, 2000).

La espirulina es una proteína completa que contiene todos los aminoácidos. Aunque importante, contiene niveles reducidos de metionina, cistina y lisina en comparación con las proteínas estándar como la carne, los huevos y la leche. Sin embargo, supera a todas las proteínas vegetales estándar, como las legumbres. (Huntington, 2008, p 5).

La espirulina contiene un buen equilibrio de aminoácidos, incluida la metionina, que no se encuentra en la mayoría de las especies de microalgas. La metionina permite la formación de colina, un precursor de la mielina, y se forma con cisteína, una fuente de azufre que convierte el cianuro en tiocianato y, por lo tanto, realiza una función de desintoxicación contra el cianuro. La espirulina se utiliza en dietas de adelgazamiento porque contiene fenilalanina. Este aminoácido produce colestistoquinina, que actúa sobre el hipotálamo y regula el apetito. (Álvarez, 2011, p 208-210).

1.8.2.3 Ácidos Grasos Esenciales

La espirulina contiene una gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (1,5-2,0 % del 5-6 % de la grasa total). Rico en ácido gamma-linolénico (36% del total de ácidos grasos poliinsaturados), incluido el ácido linoleico (36% del total). (Huntington, 2008, p 5).

Los ácidos grasos esenciales se encuentran en los componentes lipídicos, especialmente el ácido gamma-linolénico, precursor de las prostaglandinas, que tiene efectos beneficiosos sobre la artritis, la obesidad, el alcoholismo, los trastornos neuropsiquiátricos y la inflamación. (Álvarez, 2011, p 208-210).

1.8.2.4 Minerales

Los minerales inorgánicos son necesarios para restaurar las estructuras de los tejidos corporales y participar en procesos como el funcionamiento del sistema enzimático, la contracción muscular, la respuesta nerviosa y la coagulación de la sangre. (Álvarez, 2011, p 208-210).

La espirulina es una rica fuente de potasio y también contiene calcio, cromo, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, selenio, sodio y zinc. (Huntington, 2008, p 5). La deficiencia de hierro se considera el trastorno nutricional más común en el mundo y afecta a 2 millones de personas (Stoltzfus, 2001), especialmente al 16% de las mujeres de 12 a 49 años. (Looker, et al, 2002, p 897-899) Esta deficiencia se considera la causa más común de anemia nutricional y afecta la función física, la función cognitiva y la inmunidad. (Beard, 2001, p 568- 580). El hierro es esencial para la producción de hemoglobina, y la espirulina contiene 28,50 mg de hierro. Según la biodisponibilidad del hierro en la espirulina, se absorbe hasta un 60 % más que las tabletas de sulfato de hierro. Además, también tiene la ventaja de ser bajo en yodo y sodio, lo que es más aceptable para más consumidores. (Álvarez, 2011, p 208-210).

Las deficiencias en minerales como el manganeso, el boro y el zinc pueden ocurrir si la dieta se basa principalmente en alimentos básicos como los cereales refinados, que son bajos en minerales biodisponibles. (Christou, et al, 2004, p 22-43).

Sin embargo, esta deficiencia de minerales es más común en los países en desarrollo donde el acceso a alimentos frescos es difícil. Pero las deficiencias en otros minerales, como el calcio, ahora se conocen en todos los países desarrollados. Ahora las personas agregan minerales a las personas para evitar que diferentes enfermedades aumenten el interés en las personas tiene un alto contenido mineral que se puede agregar a algunos alimentos para producir alimentos para impulsar. Por ejemplo: cereales para el desayuno, productos lácteos, galletas, pasta, barras de cereales enriquecidas con calcio (para prevenir la osteoporosis) y snacks que contengan minerales esenciales. También se puede utilizar como ingrediente en alimentos enriquecidos para abordar las deficiencias dietéticas colectivas, es decir, compensa las posibles carencias de oligoelementos en el país. Por tanto, los alimentos utilizados como vehículos son los cereales, las fórmulas infantiles (grupo de riesgo de ferropenia), los lácteos, la margarina, la sal, el azúcar y las bebidas. Por ejemplo, la harina de trigo se usa ampliamente en muchos países para complementar minerales como el hierro y el zinc. Sin embargo, se debe probar la idoneidad de la espirulina en relación con la percepción sensorial del producto, principalmente por su color y sabor. (Gómez, Galera, et al, 2010, p 165-180).

1.8.2.5 Vitaminas

La espirulina contiene betacaroteno (provitamina A), que junto con la vitamina E protege las células del daño de los radicales libres (antioxidante). La vitamina A es necesaria para las células epiteliales y el crecimiento normal. Debido a que la vitamina E se absorbe mal, se encuentra en cantidades muy pequeñas en el cuerpo. Una alimentación inadecuada es la causa de la falta de vitaminas en el organismo, una sola dosis de 3 gramos de espirulina puede cubrir las necesidades de vitamina B12, y hay que añadir otras fuentes naturales de productos. (Álvarez, 2011, p 208-210).

1.8.2.6 Pigmentos

La espirulina contiene carotenoides, clorofila, ficobilina y otros pigmentos que constituyen el 20% de la proteína, las ficobilinas son compuestos fotosintéticos que incluyen ficocianina (azul) y ficoeritrina (rojo), la ficocianina es un pigmento azul altamente concentrado con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. (Álvarez, 2011, p 208-210). La clorofila es un pigmento verde que también está presente en alta concentración en la espirulina. Hay dos tipos de clorofila a y b. La diferencia entre los dos es que la clorofila a tiene un grupo metilo en el carbono C-7, mientras que la clorofila b tiene un grupo aldehído. La clorofila y sus derivados le dan los colores verde, azul y pardo oliva. La clorofila se utiliza como aditivo alimentario en aceites, chicles, helados, refrescos, sopas preparadas y productos lácteos. Estos pigmentos son importantes por su uso como colorantes y los efectos beneficiosos para la salud de su consumo. (Costa, et al, 2003, p 33-37). Otros pigmentos que se encuentran en la espirulina incluyen luteína, betacaroteno, ficobiliproteína, aloficocianina (azul) (Huntington, 2008, p 5).

1.8.3 Efectos Beneficiosos en la Salud

La espirulina se usa como suplemento dietético para personas con enfermedades intestinales o renales, diabetes, acné, enfermedades cardiovasculares, cáncer o SIDA. También se han estudiado sus efectos terapéuticos, antioxidantes o el aporte de hierro, ácido fólico y vitamina B12. La espirulina tiene importantes efectos antivirales porque contiene sulfoglicolípidos, compuestos encargados de potenciar la respuesta inmunitaria y la capacidad de estimular la actividad de los macrófagos, facilitando la eliminación de sustancias nocivas y reduciendo los efectos secundarios de algunos medicamentos. Se utiliza para tratar la desnutrición. proteína energética infantil (Álvarez, 2011, p 208-210). Se ha demostrado que tomar espirulina reduce los lípidos en la sangre y reduce el recuento de glóbulos blancos después de la radiación y la quimioterapia. (Huntington, 2008, p 5).

La espirulina está siendo estudiada para el buen estado físico de los atletas. Como resultado, el nivel de hemoglobina de las atletas femeninas aumentó, mientras que el nivel de hemoglobina de los atletas masculinos no aumentó significativamente después de tomar 10 gramos de tabletas de espirulina al día durante 4 semanas. La espirulina no afecta la presión arterial. (Huntington, 2008, p 5).

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y duración del experimento

Esta investigación fue desarrollada en el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos, Laboratorio de Ciencias Biológicas y Laboratorio de Ciencia de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias - ESPOCH se encuentra ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 ½ en la provincia de Chimborazo-Riobamba. Se desarrolló durante 120 días, divididos en la elaboración de análisis microbiológicos, bromatológicos y sensoriales del producto.

2.2 Unidades experimentales

Este estudio fue investigado el efecto de usar tres niveles de espirulina (0.1,3.5%) para encontrar cuál es la mejor composición de queso fresco usando un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, el tamaño de la unidad experimental será de 80g.

2.3 Materiales, equipos e instalaciones - insumos

2.3.1 *Materiales*

- Ollas
- Bandejas
- Tamiz
- Moldes de plástico
- Cuchara
- Jarra
- Gradillas
- Tanque de gas
- Papel aluminio
- Papel de cocina
- Alcohol al 90%
- Cajas Petri
- Crisoles
- Puntas de 1 ml y 10 ml

- Computadora portátil
- Lápiz

2.3.2 *Materiales de vidrio*

- Pipetas de 11 ml (pipetas Gerber)
- Vaso de precipitados de 100 ml
- Buretas graduadas
- Tubo de ensayo
- Vaso de precipitados
- Frascos resistentes al calor
- Probeta

2.3.3 *Equipos*

- Balanzas analíticas
- Desecador
- Estufa
- Baño María
- Centrífugas de Gerber
- Butirómetro Gerber y tapón de goma
- Autoclave
- Refrigerador
- Agitador magnético
- Mufla
- Mecheros
- Termobalanza
- Termómetro para leche
- Termómetro normal
- Pipetómetro
- Cocina
- Equipo Kjeldahl
- Digestor

2.3.4 Insumos

- Leche
- Cloruro de calcio
- Cloruro de sodio (sal común)
- Espirulina
- Cuajo
- Agares

2.3.5 Reactivos

- Sulfato de amonio
- Ácido Sulfúrico
- Alcohol amílico
- Nitrato de plata 0.1 N.
- Hidróxido de sodio 0,1 N
- Ácido bórico
- Hexano

2.3.6 Ropa de trabajo

- Mandil
- Mascarilla
- Cofia
- Guantes

2.4 Instalaciones

Laboratorio de Procesamiento de Alimentos, Laboratorio de Ciencias Biológicas, Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias

2.5 Tratamiento y diseño experimental

Las unidades experimentales se distribuyeron según un diseño completamente al azar, midiendo diferentes niveles de espirulina (0%, 1%, 3%, 5%), para lo cual se utilizaron 4 tratamientos experimentales con 4 repeticiones cada uno, como observamos en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Esquema de los tratamientos

Tratamientos	Código	Repetición	TUE*	Tratamiento/muestra
Testigo	T0	4	80g	320g
1 % de espirulina	T1	4	80g	320g
3 % de espirulina	T2	4	80g	320g
5 % de espirulina	T3	4	80g	320g
Total, de muestras				1280g

Realizado por: SALAZAR, E.2023

El tamaño de la unidad experimental (TUE*) fue de 80 g por tratamiento para un total de 1280 g de queso.

2.6 Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se consideraron en esta investigación fueron:

2.6.1 *Espirulina*

- Actividad antioxidante

2.6.2 *Análisis bromatológicos*

- Extracto seco (%)
- Cloruro de sodio (%)
- Humedad (%)
- Cenizas (%)
- Proteína (%)
- Grasa (%)

2.6.3 *Análisis microbiológicos*

- Enterobacteriáceas. Unidades propagadas de colonias (UPC/g)
- Escherichia Coli. Unidades propagadas de colonias (UPC/g)
- Staphylococcus Aureus. Unidades propagadas de colonias (UPC/g)

2.6.4 *Análisis Sensorial*

- Textura
- Sabor
- Olor
- Color

2.6.5 *Análisis Económico*

- Beneficio/Costo

2.6.6 *Análisis estadísticos y pruebas de significancia*

Los resultados obtenidos se evaluaron con las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias por la prueba de Tukey ($P < 0,05$).
- Prueba de Friedman para la evaluación sensorial

Tabla 2-2: Esquema del ADEVA

Fuente de Variación	GL
Total	15
Tratamiento	3
Error	12

Realizado por: Salazar, E.2023

2.7 Métodos

2.7.1 *Flujograma de la elaboración de queso fresco con adición de espirulina*



Gráfico 1-2: Diagrama del proceso de elaboración de queso fresco

Realizado por: Salazar, E, 2023

2.7.2 Proceso para la elaboración de queso fresco

2.7.2.1 Recepción de materia prima

La leche se recibió de la planta experimental de TUNSHI

2.7.2.2 Filtración

El proceso físico de eliminación de impurezas se realiza a través de un tamiz.

2.7.2.3 Pasteurización

En este proceso en el que la leche se calienta a 60-65 °C durante 15 minutos.

2.7.2.4 Enfriamiento

Enfriar la leche a 46°C para pasar al siguiente proceso.

2.7.2.5 Adición de CaCl₂

En este proceso, se agrega calcio y se homogeniza.

2.7.2.6 Adición del cuajo

Cuando la leche ha alcanzado los 40 o 38°C, se añade el cuajo, se homogeniza y se tapa la cuajada con plástico para que no pierda demasiado calor.

2.7.2.7 Coagulación

Después de agregar todas las sustancias y sus respectivas cantidades, esperar unos 10 minutos hasta que se muestre la coagulación.

2.7.2.8 Corte

El corte se hace con una lira en cubos pequeños, se deja reposar por 10 minutos.

2.7.2.9 Desuerado

En este proceso se elimina hasta el 80% del suero.

2.7.2.10 Salado

Este proceso consiste en añadir sal a la cuajada.

2.7.2.11 Adición de espirulina

En este paso, se debe agregar la espirulina en varios niveles de 1% ,3% y 5% antes de continuar con los pasos a continuación.

2.7.2.12 Moldeado

Una vez secos los quesos, se colocan en moldes y se aplica una ligera presión para mejorar la compactación y la textura deseada, volteando los moldes aproximadamente cada 30 minutos.

2.7.2.13 Prensado

En esta parte se separa la parte de suero estrujando la masa, que toma la forma de queso fresco. Generalmente se utilizan dos tipos de prensas, son verticales u horizontales.

2.7.2.14 Empaque

Para envasar este tipo de producto hay que tener en cuenta sus propiedades, y son la humedad, por lo que el envase debe ser en fundas ziploc para este tipo de queso.

2.7.2.15 Almacenamiento

Al final, el producto debe enfriarse, durante el período de entrega y de comercialización, siempre conservar la temperatura de 4 a 8 ° C, y la transmisión del producto final debe llevarse a cabo en condiciones ideales para garantizar que su punto de llegada.

Tabla 3-2: Formulación para la elaboración del queso fresco

Concepto	0%	1%	3%	5%
Leche (L)	25	24	24	24
Cloruro de calcio (ml)	6	6	6	6
Sal (g)	90	90	90	90
Cuajo (ml)	2,4	2,4	2,4	2,4
Espirulina (g)	0	6,4	18,2	32

Realizado por Salazar, E. 2023

2.9 Metodología de evaluación

2.9.1 Determinación de la actividad antioxidante de la Espirulina

Para el extracto total, previa medición en el espectrofotómetro, se utiliza sulfato de amonio saturado al 20% para la precipitación proteica, es decir, se agregan 0,3 g a 1,5 ml del extracto proteico crudo y se deja reposar a 30 °C durante 30 minutos. Centrifugar a 8000 rpm durante 20 min a 0 °C.

2.9.2 Análisis fisicoquímico

2.9.2.1 Determinación de humedad y extracto seco

Procedimiento

- Pesar 1 g de muestra, filtrar el peso y envolverlo en papel de aluminio; o colóquelo directamente en una cápsula de cerámica previamente pesada, distribuida uniformemente en el fondo de esta.
- Llevar a horno a 103 °C - 3 °C por 2 a 3 horas hasta que el peso sea constante.
- Enfriar a temperatura ambiente en un desecador y pesar.
- Las pruebas deben hacerse por duplicado.

Cálculos

$$SS (\%) = \{(m_2 - m) / (m_1 - m)\} \times 100$$

En donde:

SS= sustancia seca en porcentaje en masa.

m = masa de la cápsula en g

m1= masa de la cápsula con la muestra en g

m2= masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g

$$\% \text{HUMEDAD} = 100 - \% \text{SS}$$

2.9.2.2 Determinación de cenizas

Procedimiento:

Colocar la cápsula con la muestra seca resultado de la determinación del contenido de humedad en un mechero, para pre calcinar hasta ausencia de humos o directamente pese 1g de muestra.

Las cápsulas se transfieren a una mufla y se queman a 500-550 °C hasta obtener cenizas libres de residuos carbonosos (obtenidas después de 2-3 horas) y peso constante.

Las cápsulas se retiraron y se colocaron en un desecador y se pesaron después de enfriar.

Esta se debe hacer por duplicado.

Cálculos

$$\% C = \{(m1 - m / m2 - m)\} \times 100$$

En donde:

%C = contenido de cenizas en porcentaje de masa

m = masa de la cápsula vacía en g

m1 = masa de la cápsula con la muestra después de la incineración en g

m2 = masa de la cápsula con muestra antes de la incineración en g

2.9.2.3 Determinación de proteína cruda

Procedimiento

- Para la determinación de proteína se utiliza el método Kjeldahl, como se menciona en el libro “Análisis químico de los alimentos: métodos clásicos de Zumbano (2020, p. 243)”, que establece: Pesar exactamente 1g de muestra seca (sólida) o 2-5g de muestra fresca (líquido) y colóquelo en un matraz de fermentación Kjeldahl
- Agregar: 1 g de sulfato de cobre y 9 g de sulfato de sodio; añadir 25 ml de ácido sulfúrico concentrado p.a. Intenta no manchar las paredes en este
- Calentar las bolas en una vaporera hasta obtener un líquido verde esmeralda.

- Para enfriar el bulbo y su contenido, agregue 200 ml de agua destilada para disolver el contenido, que solidifica al enfriarse.
- Cierre el grifo, agregue 100 ml de NaOH al 40%, cierre el grifo para agregar agua y drene lentamente la retorta.
- Vierta el destilado en un vaso de precipitados que contenga 100 ml de H₃BO₃ al 2,5 % y de 3 a 4 gotas de indicador mixto rojo de metilo y verde de bromocresol. El tubo de salida estacionario debe sumergirse en el vaso de precipitados que contiene los reactivos.
- Destilar hasta aprox. Se obtienen 100 ml de destilado.
- Titular el destilado con HCl N/10
- Las decisiones deben tomarse por duplicado.

Cálculos

$$\%P = V \times N \times F \times 0.014/m *100$$

En donde:

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa

f = factor para transformar el %N₂ en proteína, y que es específico para cada alimento.

V = volumen de HCl o H₂SO₄N/10 empleado para titular la muestra en ml.

N1 = normalidad del HCl

m= masa de la muestra analizada.

2.9.2.4 Determinación del contenido de grasa

El método utilizado es el AOAC 2012.933.05 o método Gerber.

Fundamento

El método de Gerber para determinar la grasa del queso se basa en el uso de dos reactivos y la fuerza centrífuga, el ácido sulfúrico destruye el estado globular de la grasa y disuelve la caseína en la leche, en segundo lugar, la fuerza centrífuga separa la grasa y el alcohol isoamílico facilita la separación. reduciendo la tensión de la mezcla de grasa y yogur en la interfase. El contenido de grasa está determinado por la marca en la barra de escala del medidor de queso, que indica directamente el porcentaje de grasa en el queso.

Procedimiento

- Vierta 10 ml de ácido sulfúrico en el medidor de ácido butírico. No moje el cuello del medidor de pH con ácido, las muestras de queso deben ser homogéneas ya una temperatura de 20°C. Para ello, si es necesario, calentar ligeramente y dar varias vueltas al recipiente para favorecer la homogeneización y evitar la formación de espuma o el batido de la grasa.
- Pipetear 11 ml de muestra. Limpie la punta de la pipeta con papel de filtro. Vierta la solución de queso diluida en el medidor de ácido y coloque la pipeta contra la pared del cuello del medidor de ácido en un ángulo de 45° para que caiga uniformemente sobre el ácido. No moje el cuello de la taza de mantequilla con queso.
- Luego agregue 1 ml de alcohol amílico al medidor de ácido butírico. No moje el cuello del medidor de butirómetro con alcohol amílico. Colocar el tapón de goma para asegurarse de que el medidor de butirato esté bien cerrado.
- Inserte el tapón y agite la salsa de mantequilla enérgicamente hasta que los coágulos se disuelvan por completo. Debido a la reacción exotérmica durante la agitación, es imprescindible proteger el termómetro con un paño y protegerse las manos con guantes de goma. Agitar continuamente, no al revés. Luego se invierte al menos cuatro veces para homogeneizar el contenido del butirómetro, así como el contenido del bulbo y la barra de escala.
- Coloque inmediatamente el medidor de pH en una centrífuga Gerber a 60°C y centrifugue durante 4 minutos.
- Retire el indicador de leche de la centrífuga y coloque su tapa en un termostato a $65 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 5 minutos para sumergir todo el contenido del indicador de leche.
- Mantenga siempre el medidor de pH en posición vertical, no lo agite y retírelo del baño. Tome una toallita rápida y lea el porcentaje de grasa.

2.9.2.5 Determinación del Cloruro de sodio:

El nivel normal de sal en la leche y el queso, expresado como porcentaje de cenizas, debe ser superior al 0,64 %. Dentro de las sales minerales totales, uno de los principales componentes es el cloruro de sodio, con valores que van de 1,5 a 1,8 g/L (equivale a 1 g Cl/L y 0,5 g Na/L). Para el análisis de cloruro, la muestra se titula con nitrato de plata (AgNO_3) a pH neutro o ligeramente básico usando cromato de potasio (K_2CrO_4) como indicador. AgCl El cloruro de plata primero precipita cuantitativamente con el cloruro en la muestra, dando como resultado un precipitado blanco. Cuando el cloruro está completo, el AgNO_3 reacciona con el K_2CrO_4 para formar un precipitado rojo ladrillo de Ag_2CrO_4 .

Procedimiento

- Vierta 10 gramos de queso pesados con precisión en un vaso de precipitados.
- Agregar 2 ml de indicador (solución de bicromato de potasio).
- Titular a naranja con solución de nitrato de plata 0,1 N.

Cálculos e interpretación

El porcentaje de cloruro de sodio en el queso se calcula sustituyendo los mililitros de nitrato de plata consumidos en la siguiente ecuación:

$$\% \text{ NaCl} = 0,0585 \times \text{AgNO}_3 \text{ ml consumidos}$$

2.9.3 Análisis microbiológicos

En el análisis microbiológico del queso fresco, realizado mediante el método de siembra profunda, se compararon los resultados con los valores límite establecidos en la norma técnica ecuatoriana NTE IEN 1528 (2012-03) para la presencia de microorganismos en el queso fresco, como: Enterobacteriaceae, E. Coli, Staphylococcus aureus.

2.9.4 Análisis sensorial

El análisis sensorial del queso se realizó a cabo a los estudiantes del tercer año de Bachillerato de la Unidad Educativa del Milenio Ángel Polibio Chávez de San Miguel de Bolívar, se tuvo en cuenta la participación de estudiantes cuando fueron clasificados como jueces no capacitados. Para comprender el porcentaje de preferencia por el nivel de espirulina en la producción de queso fresco, se evaluaron las siguientes características: sabor, olor, color, textura, valoración del 1 al 4.

2.9.5 Análisis económico

Se determinó el beneficio/costo de producción de queso fresco.

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

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Actividad antioxidante de la Espirulina

Por la actividad antioxidante de la espirulina, con un valor de 37,30 μm Trolox/g, la espirulina es un potente antioxidante que forma parte de la respuesta antiinflamatoria del organismo. Se considera un superalimento debido a sus antioxidantes concentrados, que pueden proporcionar beneficios nutricionales y de salud más amplios. Según informes de investigación, la espirulina tiene propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que pueden retrasar los efectos del estrés oxidativo en el organismo y mejorar las funciones corporales provocadas por un exceso de importantes nutrientes como el hierro, que favorece la producción de especies reactivas del oxígeno como los peróxidos, puede alterar los niveles de antioxidantes y dañar biomoléculas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, lo que provoca daño celular. (Hernández Jiménez, 2019, 12-19).

3.2 Análisis fisicoquímicos del queso fresco

Tabla 1-3: Análisis físico químico del queso fresco con diferentes niveles de espirulina

Variables	Niveles de Espirulina				E. E	p-valor
	0%	1%	3%	5%		
Humedad (%)	72,59 a	71,16 a	70,65 a	70,60 a	0,31	0,5213
Extracto seco (%)	27,41 a	28,84 a	29,35 a	29,40 a	0,31	0,5213
Proteína (%)	16,15 d	17,90 b	19,67 c	22,71 a	0,02	<0,0001
Grasas (%)	0,23 a	0,24 a	0,25 a	0,26 a	0,03	0,4948
Cloruro de Sodio (%)	0,16 b	0,16 b	0,16 b	0,23 a	0,01	0,0001
Cenizas (%)	3,72 a	3,84 a	4,17 b	4,20 b	0,07	0,0008

Fuente: Salazar, E. 2023

3.2.1 Humedad

En la tabla 1-3 se observa que por efecto del nivel de espirulina no existe diferencia significativa ($p>0,05$) en el contenido de humedad al utilizar 5% y 0%, se registran valores desde 70,60% hasta 72,59%, por lo que se establece en 0% El mayor contenido de humedad fue para la espirulina, pero con 5% de espirulina se redujo a 70,60%. Contenido creado según las especificaciones. (INEN 1528, 2012, p 1), Para quesos frescos, su contenido de humedad no debe exceder el 80% para que

los valores obtenidos estén dentro del rango especificado. Por otro lado, (Rivera, 2012, pp. 53-72) cuando se utilizó diferentes niveles de romero con un contenido de humedad de 79,71% y 78,48%. (López, 2005, pp. 36-50), Se reportaron contenidos de humedad que oscilaron entre 80,12% y 79,64% en queso fresco de orégano utilizando diferentes niveles de cuajo, por lo que este estudio tiene valores similares.

3.2.2 *Extracto seco*

En la tabla 1-3. muestra que no presenta diferencias significativas ($p > 0.05$) en el porcentaje de extracto seco debido a la cantidad de espirulina utilizada, ya que el contenido de extracto seco varió de 27.41% a 29.40% usando 0% y 5%. espirulina, de acuerdo con la normativa de quesos frescos, se determinó que la adición de espirulina no tuvo efecto en la variable de estudio (INEN 1528, 2012, p. 1) no especifica un valor máximo o mínimo.

3.2.3 *Proteína*

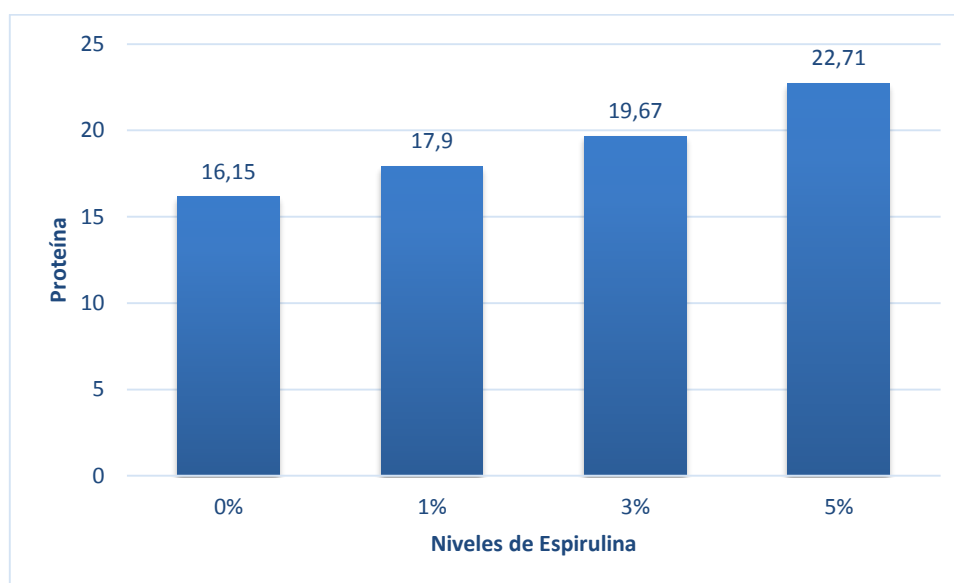


Gráfico 2-3: Proteína del queso fresco con diferentes niveles de espirulina

Realizado por: Salazar, E. 2023

En el contenido de proteína de los quesos frescos presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) por efecto del nivel de espirulina observado (grafico. 2-3). El tratamiento con menor contenido de proteína fue el 0%, con un valor de 16,15%, mientras que el tratamiento con mayor contenido de proteína fue el 5%, con un valor de 22,71%, cuando se utilizaron diferentes niveles de espirulina. El contenido de proteína que reporta (López, 2005, pp. 36-50) fue de 24.13% y 19.83% de proteína, respectivamente, y el contenido de orégano varió y viceversa (Rivera, 2012, pp. 53-72), reporta un contenido de proteína entre 18,98 y 17,36% utilizando diferentes niveles de romero, se

encontró que estos valores son similares a los encontrados en este estudio, también referenciado (FAO, 2000), que indica un valor de contenido de proteína de queso de 16%. Los estudios estuvieron dentro del rango determinado por esta fuente, correlacionando estos datos, los cuales fueron nuevamente comparados con (Becerra, 2003), los porcentajes de proteína fueron 17.11% y 18.76%, respectivamente.

3.2.4 Grasa

En la tabla 1-3 se observa que el contenido de grasa determinados en el queso fresco no presento diferencias significativas ($p > 0.05$), por efecto de los diferentes niveles de espirulina utilizados ya que el contenido de grasa varía entre 0,23% a 0,26%, debido a la utilización del 0% al 5% se registra un incremento al utilizar los diferentes niveles de espirulina. Según (Lopez, 2005, p 36-50) reporto en sus resultados haber obtenido un contenido de grasa del 0,20 al 0,5 %, con diferentes niveles de orégano. De igual forma, (Rivera, 2012, 53-72), observa un contenido de grasa de 0,18 a 0,3 % respectivamente por la utilización de diferentes niveles de romero, siendo estos valores similares a los resultados obtenidos en la presente investigación. De acuerdo con la clasificación de queso por su contenido de grasa en la Norma (INEN 1528, 2012, p 1) el queso fresco obtenido, pertenece al grupo de quesos bajos en grasa que su rango va de 0,1 a 0,3 % respectivamente por lo que los valores están dentro de lo establecido por la norma.

3.2.5 Cloruro de sodio

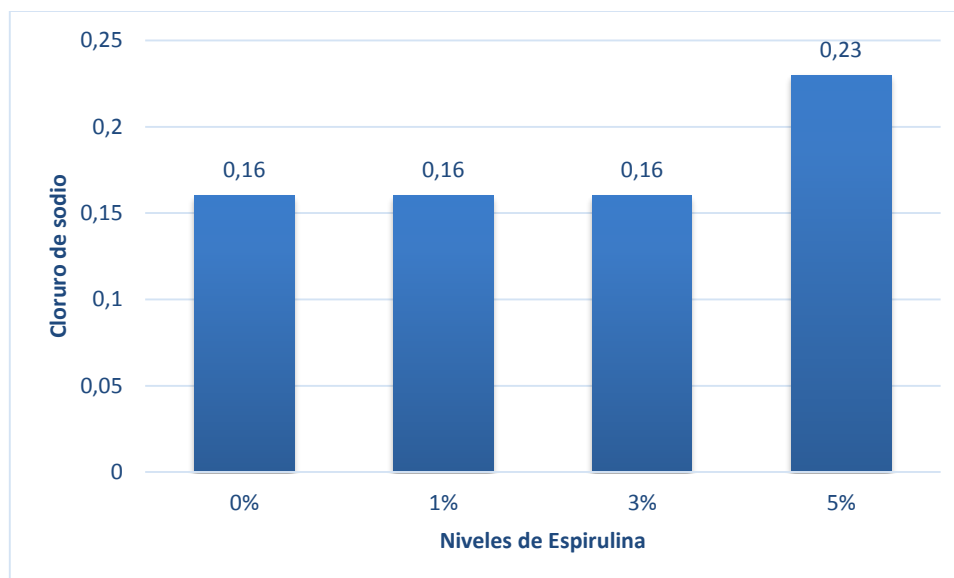


Gráfico 3-3: Cloruro de sodio del queso fresco con diferentes niveles de espirulina

Realizado por: Salazar, E. 2023

En el gráfico 3-3 se observa que el porcentaje de cloruro de sodio determinados en el queso fresco presenta diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) por efecto del factor de estudio ya que el contenido de cloruro de sodio varía entre 0,16% a 0,23%, debido a la utilización del 0% al 3% se registra los mismos valores, mientras que al utilizar el 5% de espirulina tiende a incrementar, ya que este actúa para dar sabor al queso. Los niveles de sal (NaCl) para cada variedad de queso existe un rango óptimo del contenido de sal, por ejemplo, en quesos frescos entre 0,1% y 0,4%, y en quesos madurados entre 0,9% y 3,0%. Los quesos que no difieren grandemente en su contenido de sal son las pastas hiladas, entre 1,2% y 1,9%. Los valores por debajo del rango óptimo de sal causan defectos debidos al crecimiento de bacterias no deseables y/o patógenas o a la actividad enzimática no regulada (Sutherland, et al, 2002, p 293-300), también se observa disminución en la firmeza y la salinidad, y pueden presentarse fermentaciones anormales, según (Katsiari, et al, 1997, 465-472); mientras que, por encima del rango, el principal defecto son los sabores desagradables.

3.2.6 Cenizas

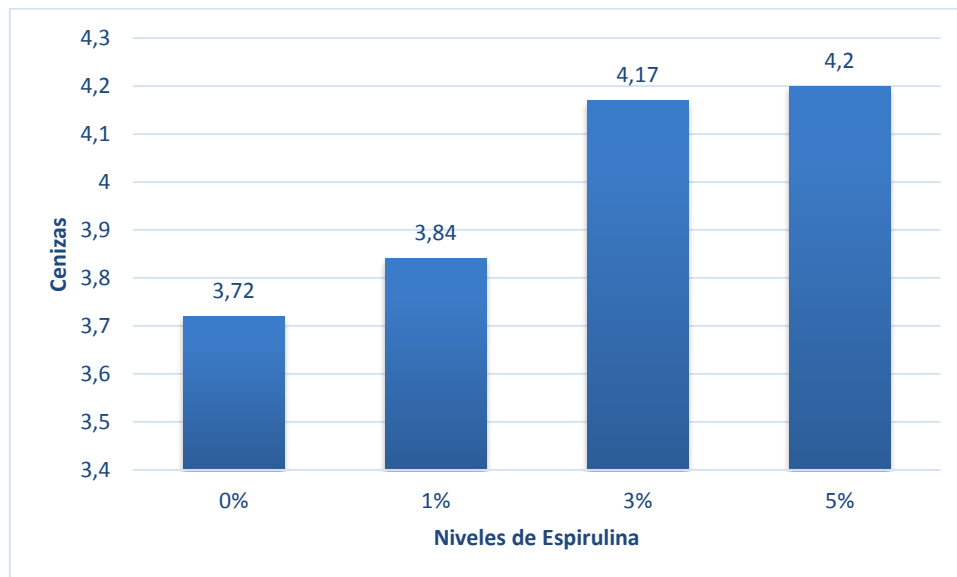


Gráfico 4-3: Cenizas del queso fresco con diferentes niveles de espirulina

Realizado por: Salazar, E.2023

En el gráfico 4-3 se observa que el contenido de ceniza determinados en el queso fresco presentan diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), por efecto de la utilización de diferentes niveles de espirulina, se registraron valores entre 3,72% a 4,20% cuando se utilizó el 0% y el 5% respectivamente, por lo que se determina que al utilizar el 0% de espirulina tiene el menor contenido de cenizas, pero que se va aumentando al momento de utilizar los diferentes niveles de espirulina para alcanzar el 4,20% cuando se utiliza el nivel de 5%. Los niveles de espirulina en la elaboración del queso fresco influyeron sobre el contenido de ceniza reportándose valores muy similares entre cada tratamiento, estos resultados están dentro de lo establecido por la (FAO, 2000),

indica que el queso fresco tiene un 5,0% de cenizas, manteniéndose relación con estudios de (López, 2005, p 36-50), (Paucar, 2006), quienes indican valores entre 3,50 y 4,82% de cenizas, respectivamente. Además, (Rivera, 2012, p 53-72), obtuvo un contenido de cenizas de entre 3,35 % a 3,11 %, siendo estos valores similares con los obtenidos en esta investigación.

3.3 Análisis microbiológicos

Los resultados microbiológicos de Enterobacteriáceas, Escherichia Coli, Staphylococcus Aureus analizados en el queso fresco como se puede observar en la tabla 3.3 en donde todos los tratamientos (0%, 1%, 3% y 5%), presentan ausencia de estas bacterias durante los días 1 y 7. Posterior a esto, en el día 14 todos los tratamientos presentan un crecimiento incontable en todos los tratamientos. Según la Norma INEN 1528 (2012, p 1) donde especifica que el requerimiento del análisis microbiológico correspondiente, a los quesos frescos no madurados deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas como podemos observar en la tabla 2-3.

Tabla 2-3: Análisis microbiológicos

TRATAMIENTOS	NIVELES DE ESPIRULINA			
	0%	1%	3%	5%
Enterobacteriáceas (UFC/ml)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Escherichia Coli (UFC/ml)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Staphylococcus Aureus (UFC/ml)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Salazar, E.2023

3.4 Análisis sensorial

Los resultados expuestos en la siguiente tabla.

Tabla 3-3: Resultados de las medias del análisis sensorial del queso fresco

TRATAMIENTOS	NIVELES DE ESPIRULINA				p-valor
	0%	1%	3%	5%	
Color	1,21 a	1,79 b	3,29 c	3,71 d	<0,0001
Olor	1,23 a	1,78 b	3,26 c	3,74 d	<0,0001
Sabor	3,28 c	3,59 d	1,83 b	1,31 a	<0,0001
Textura	2,35 a b	2,36 a	2,38 a b c	3,14 d	<0,0001

Realizado por: Salazar, E. 2023

3.4.1 Valores del atributo color en el queso fresco

Según la evaluación sensorial de las características de color en el queso fresco utilizando diferentes niveles de espirulina presenta diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), por lo que se determina que al utilizar el 0% de espirulina tiene un color muy bajo con una puntuación de 1,21 sobre 4 puntos, pero cuando se utiliza el 5% de espirulina el color se hace demasiado intenso con una puntuación de 3,71 sobre 4 puntos, como se observa en el gráfico 5-3

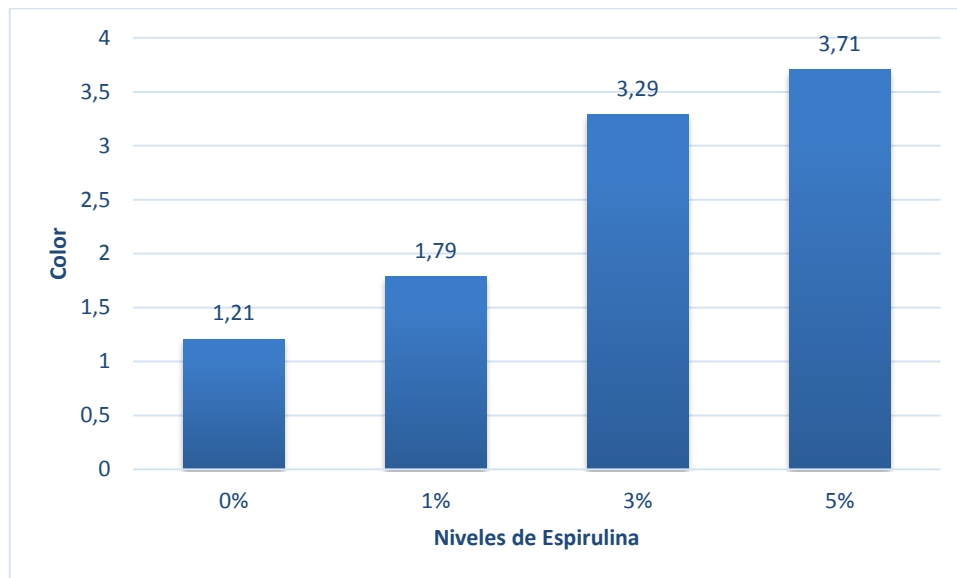


Gráfico 5-3: Valor del atributo color del queso fresco

Realizado por: Salazar, E. 2023

3.4.2 Valores del atributo olor en el queso fresco

Según la evaluación sensorial realizada para el atributo olor en el queso fresco utilizando diferentes niveles de espirulina presenta diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), por lo que se determina que al utilizar el 0% de espirulina tiene un olor pobre con una puntuación de 1,23 sobre 4 puntos, pero cuando se utiliza el 5% de espirulina el olor se hace demasiado fuerte con una puntuación de 3,74 sobre 4 puntos, como se observa en el gráfico 6-3.

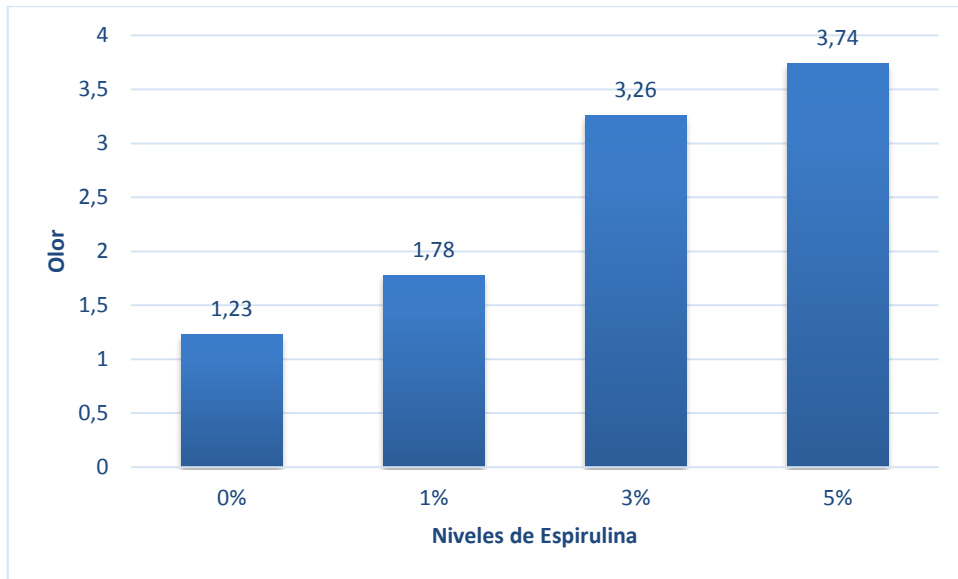


Gráfico 6-3: Valores del atributo olor del queso fresco

Realizado por: Salazar, E. 2023

3.4.3 *Valores del atributo sabor en el queso fresco*

El sabor del queso fresco elaborado se encuentra influenciado por los diferentes niveles de Espirulina debido a que los tratamientos presentan diferencias altamente significativas de acuerdo con el análisis sensorial realizado reportando un ($p < 0.01$) estableciéndose así el nivel con mayor aceptación es 3,59 sobre 4 puntos, equivalente a me gusta mucho que corresponde al 1%, mientras que el de menor aceptación es para el tratamiento del 5% con un valor de 1.31 sobre 4 puntos según el gráfico 7-3.

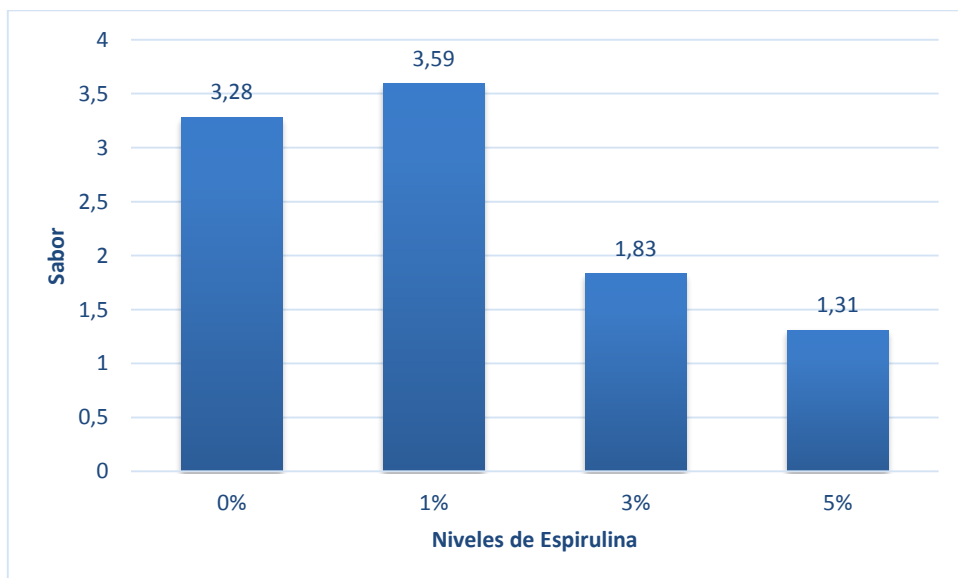


Gráfico 7-3: Valores del atributo sabor del queso fresco con espirulina

Realizado por: Salazar, E. 2023

3.4.4 Valores del atributo textura en el queso fresco

Analizando los resultados del atributo textura se puede notar que los tratamientos presentan diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) donde 5% con 3,14 sobre 4 puntos es el tratamiento que recibió la mayor puntuación considerado por los catadores como queso suave, por el contrario, el 0% con 2,10 sobre 4 puntos es el tratamiento con menor puntuación considerándose como queso semiblando, por lo que si existe un efecto por la utilización de los diferentes niveles de espirulina como se observa en el gráfico 8-3.

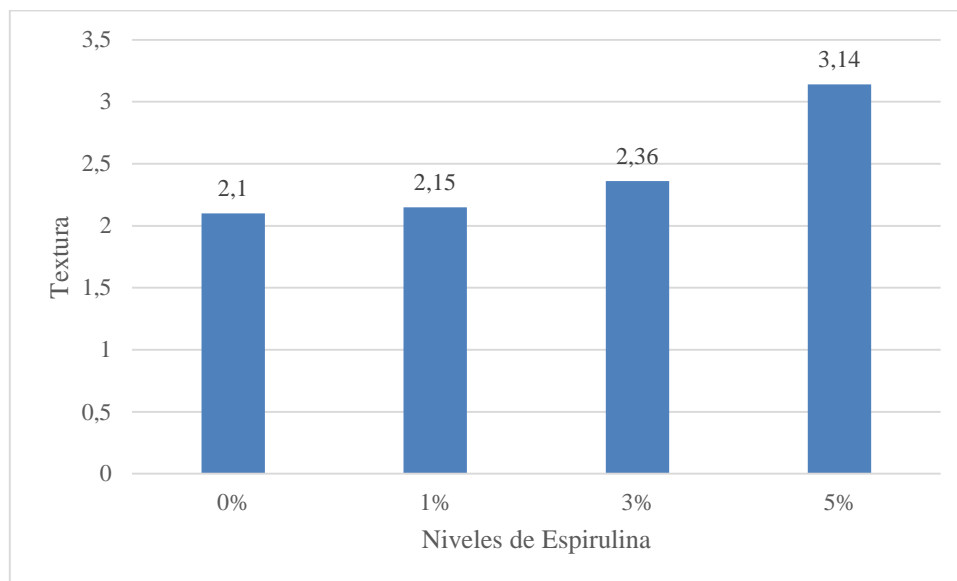


Gráfico 8-3: Valores del atributo textura del queso fresco

Realizado por: Salazar, E. 2022

3.5 Análisis de beneficio costo del queso fresco

El análisis de beneficio/costo, tabla 3.5, indica que el costo de producción por kg de queso producido varía entre dólares 2,10 hasta (dólares) 3,10 de acuerdo con los niveles de espirulina empleados, por lo tanto, el análisis Beneficio/Costo presenta mayor rentabilidad económica al emplear 1% de espirulina indicando que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 0,20 dólares.

Tabla 4-3: Beneficio/Costo

Materias primas	Cantidad	Costo unitario	Niveles de espirulina			
			0%	1%	3%	5%
Leche (dólares/L)	24	0,32	8,96	8,00	8,32	8,32
Espirulina (dólares/g)	1	12,00	0,00	1,54	3,00	3,60
Cuajo (dólares/ml)	1	1,25	0,13	0,10	0,10	0,10
Calcio (dólares/ml)	1	3,50	0,018	0,021	0,021	0,021
Sal (dólares/g)	1	0,25	0,05	0,05	0,05	0,05
Agua (dólares/ml)	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Fundas ziploc (dólares)	1	0,25	0,05	0,05	0,05	0,05
Total, egresos			9,45	10,01	11,79	12,39
Cantidad obtenida						
(Kg)			4	4	4	4
Costo de producción						
(dólares/kg)			2,36	2,50	2,95	3,10
Precio de venta			3,00	3,00	3,00	3,00
Total, ingresos			12,00	12,00	12,00	12,00
Beneficio/Costo			1,00	1,20	1,15	1,10

Realizado por: Salazar, E. 2023

CONCLUSIONES

- La adición de tres niveles de espirulina (1%, 3% y 5%) durante la elaboración de queso fresco permitió comprender el comportamiento de los parámetros que afectan el desarrollo del queso para desarrollar pautas para futuras investigaciones.
- Se evaluó la composición fisicoquímica de los diferentes tratamientos y se obtuvieron los mejores resultados en el 5%, humedad 70,60%, proteínas 22,71, grasa 0,26.
- En la evaluación sensorial del queso fresco, el tratamiento (5%) resultó ser el más aceptable en olor, color y textura, y el 1% supo obtener los mejores resultados en cuanto a sabor.
- En cuanto al análisis microbiológico presento ausencia total de microorganismos patógenos en los días 0 y 7 y el crecimiento de innumerables colonias en el día 14.
- En un análisis económico muestra que a medida que aumenta el nivel de espirulina disminuye la relación beneficio/costo, ya que aumentan los costos de producción y por ende disminuye la rentabilidad del queso.

RECOMENDACIONES

- Continuar investigando el uso de la espirulina en diversos productos por sus propiedades beneficiosas para los consumidores.
- Ampliar los experimentos actuales para mejorar las propiedades organolépticas del queso, principalmente parámetro como el sabor.
- Para extender la vida útil del queso y evitar el crecimiento microbiano, se puede sellar al vacío para mantener el producto más tiempo la vida útil del producto.

BIBLIOGRAFIA

ÁLVAREZ, C; & BAGUE, A. *Los alimentos funcionales: Una oportunidad para una mejor salud.* [en línea] Madrid-España. 2011. Ediciones AMV EDICIONES, pp. 208-210. [Consulta: 15 de Septiembre de 2021]. Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009703.pdf>

AYALA, F. & AYALA, A. *Cultiva tu Espirulina. Una primitiva forma de vida que nos ofrece posibilidades de supervivencia en un futuro posible.* [En línea] 12 de Junio de 2010. [Consulta: 10 de Octubre de 2021.] Disponible en: <https://studylib.es/doc/4606491/una-primitiva-forma-de-vida-que-nos-ofrece-posibilidades-de-supervivencia-en-un-futuroposible>.

BEARD, J. L. *Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning.* [En línea] 01 de Febrero de 2001. [Consulta: 12 de Octubre de 2021.] Disponible en: <https://academic.oup.com/jn/article/131/2/568S/4686826>.

BECERRA, F. *Calidad de los Quesos Frescos Elaborados con Tres Tipos de Cuajos (Microbiano, Animal y Vegetal) en Tres Niveles (0.8, 1.0 y 1.2 por ciento).* [En línea] Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba. 2003. [Consulta: 1 de 10 de 2021.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/918>.

BECKER, E. W. & VENKATARAMAN, L. V. *Biotechnology and explotación of algae –the indian Approach.* [En línea] *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)*. Colombia : Tercera edición, 1982, pp. 31-39. [Consulta: 12 de Octubre del 2022]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/biotechnology/andexplotacion-i/of/algae>.

BEDOLLA BERNAL, S, & Otros. *Introducción a la tecnología de alimentos.* [En línea] Mexico : Limusa, 2011, pp 20-22. [Consulta: 12 de octubre del 2022]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=V2IqmVapJWkC&pg=PA13&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false

BELAY, A. *The potential application of Spirulina (Arthospira) as a nutritional and therapeutic supplement in health management.* *J.Ame.Nutra.* Artículo de Journal [En línea] Colombia : Primera Edición, 2002, pp. 27-29. [Consulta: 15 de Septiembre del 2021. Disponible en: <https://www.algbiotek.com/bilimsel/PDF%20Dosyalarrrrrr/sagliktaspirulinaninbesinselveterapotiktakviyeolarakpotansiyelkullanimi.pdf>

CASADO, Victor. *Ficocianina, no sólo un colorante natural.* Neoalgae. [blog] 21 de Agosto de 2018. [Consulta: 15 de octubre de 2022.] <https://neoalgae.es/ficocianina/>.

CHAMORRO, G. & Otros. *Actualización en la farmacología de spirulina (Arthrospira), un alimento no convencional.* Revista Scielo [En línea] Colombia: 2002. [Consulta: 15 de Septiembre del 2021] Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222002000300002

CHAMORRO, G.; & Otros. *Farmacología y toxicología del agua Spirulina spp.* Artículo de Journal. [En línea] Colombia, 1996. pp. 67-77. [Consulta: 12 de Octubre del 2021] Disponible en: <https://www.algaespirulina.mx/pub/uploads/PDF%20ESPIRULINA/9.pdf>

CHRISTOU, P. & TWYMAN, R. M. *The potential of genetically enhanced plants to address food insecurity.* s.l. : Nutrition research reviews,[En línea] 2004, pp 23-42.[Consulta: 12 de Octubre del 2022] Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300952192>

DENG, R. & CHOW, T. *Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina.* [En línea] USA: 2010. pp 33-45.[Consulta: 28 de Noviembre del 2022] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2907180/>

ECOSPIRULINA. *Espirulina azul - Ficocianina.* [En línea] 2022. [Consulta: 10 de Octubre de 2022.] Disponible en: https://www.ecospirulina.com/espirlina-azul-ficocianina_14.htm.

FAO, FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. *Manual de elaboración de quesos.* [En línea] 2000. [Citado el: 15 de octubre de 2021.] Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315066554-56/food-agriculture-organization-fao-objectives-decision-making-bodies>.

GARCIA, R; RODRIGUEZ, J; & MEJIA, D. *Efecto hepatoprotector, antioxidante y anticancerígeno de la espirulina.* [En línea] 2020. [Citado el: 5 de Noviembre de 2021.] <https://www.redalyc.org/journal/1804/180465572005/html/>.

GÓMEZ-GALERA, S; & Otros. *Critical evaluation of strategies for mineral fortification of staple food crops.* s.l. : [En línea] Transgenic research,2010, pp, 165-180. [Consulta: 12 de Octubre del 2021] Disponible en: *Critical evaluation of strategies for mineral fortification of staple food crops.* s.l.

HENRIKSON, R. *Spirulina, super alimento del futuro, Propiedades químicas de la espirulina y fundamentos limnologico.* [En línea] Mexico : Ed. Universidad de Antioquia, 1994, pp 2-5. [Consulta: 5 de Noviembre del 2021] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v31n1/art16.pdf>

HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, É. *El uso de la espirulina en la gastronomía actual: la importancia de su aporte nutricional.* [En línea] 2019. [Consulta: 3 de octubre de 2021.] <http://aliatuniversidades.com.mx/conexxion/wp-content/uploads/2016/09/CHyG-13-Art-2.pdf>.

HUNTINGTON, Tim. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish- FAO. [En línea] 2008. [Consulta: 15 de Septiembre de 2021.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/336032759_a_review_on_culture_production_and_use_of_spirulina_as_food_for_humans_and_feeds_for_domestic_animals_and_fish.

INEN 10. *Leche pasteurizada, Definiciones, Requisitos.* [En línea] Quito- Ecuador : Primera edicion, Quinta revision, 2012, pp 1.[Consulta: 15 de Septiembre del 2021] Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/10-5.pdf>.

INEN 1528. *Norma general para quesos frescos no madurados, Definiciones, Requisitos.* [En línea] 3 de marzo de 2012. [Consulta: 3 de octubre de 2021.] Disponible en: <https://ia903209.us.archive.org/0/items/ec.nte.1528.2012/ec.nte.1528.2012.pdf>.

INEN 9. *Leche cruda requisitos.* [En línea] Quito-Ecuador : Quinta revision, 2012, pp 1. [Consulta: 12 de Octubre del 2021]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018/10/Documento_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf.

INEN 9. *Leche cruda Requisitos.* [En línea] 2008. [Consulta: 16 de septiembre de 2021.] Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9.pdf>.

KATSIARI, M.C, & Otros. *Reduction of sodium content in feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl.* [En línea] 1997. [Consulta: 10 de diciembre de 2022.] Disponible en: [oi:10.1016/s0958-6946\(97\)00032-0](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(97)00032-0).

Looker, A. C. Cogswell, M. E. & Gunter, M. T. *Iron deficiency-United States.* [En línea] U.S.A. : Wkly Rep, 2002, pp 897-899.[Consulta: 12 de Diciembre del 2021] Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/414802>

LOPEZ, M. *Niveles de cloruro de calcio Liquido y en polvo en la elaboracion de queso fresco de oregano pasteurizado.* [En línea] Tesis de grado. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba. 2005. [Consulta: 15 de diciembre de 2022.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/900>.

LUQUET, F. *Leche y productos lacteos.* [En línea] Zaragoza, España : Editorial Acribia, 2003,

pp 24-29. [Consulta: 12 de Noviembre del 2022] Disponible en: https://www.editorialacribia.com/libro/leche-y-productos-lacteos-vaca-oveja-y-cabra-volumen-1-la-leche-de-la-mama-a-la-lecheria_54048/

MADRID, Vicente A. *Tecnología quesera*. [En línea] Madrid- España : 2a ed. Mundi-Prensa Libros S.A. 1999, pp.15-26. [Citado el: 12 de Noviembre del 2021] Disponible en: <https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/tecnolog%EDa-quesera/autor/antonio-madrid/>

MARTIN SANJUAN, Laura. *Deporte y vida*. [En línea] 6 de Agosto de 2019. [Consulta: 15 de Noviembre del 2022.] Disponible en: https://as.com/deporteyvida/2019/08/06/portada/1565108135_044238.html.

MILLER, A. & Otros. *Chesse for dummies, Culture Magazine*. [En línea] USA : Wiley, 2012. [Consulta: 15 de Octubre del 2021] Disponible en: <https://www.wiley.com/en-us/Chess+For+Dummies,+4th+Edition-p-9781119280019>

MITCHELL, G.V; GRUNDEL, E; JENKINS, M; & BLAKELY, S.R. *Effects of graded dietary leves of Spirulina Maxima on vitamins Aand E in made rats* . [En línea] U.S.A. : Nutra. Oct, 1990.[Consulta: 12 de Octubre del 2021] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/147937412>.

MOHANTY, Samanta. *Dietary supplementation of Spirulina ameliorates iron-induced oxidative stress in Indian knife fish Notopterus Notopterus*. *Environ Toxicol Pharmacol*. [En línea] 26 de Abril de 2019. [Consulta: 10 de diciembre de 2022.] pp. 2. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15892631>.

PAUCAR, M. *Efecto de la adición de 3 niveles de rindente en la elaboración de queso fresco pasteurizado*. [En línea] Tesis de grado. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba. 2006. [Citado el: 5 de Diciembre del 2022] Disponible en: https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac_detail.pl?biblionumber=41320&shelfbrowse_itemnumber=59946#holdings.

PELAYO, E. *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Económica para la industria de zumos*. [En línea] Mexico : Limusa, 2006, pp. 40-45. [Consulta: 15 de Septiembre del 2021] Disponible en: <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/8766/1/Nutrac%C3%Acuticos-en-zumos.pdf>.

PROLEC, Escuela Española de Cata. *Catación de alimentos* [En línea] 2010. [Consulta: 15 de Septiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.anilact.pt/documentos/prolec001.pdf>.

RIQUELME, M. L. *Alimentos funcionales: definiciones y precisiones conceptuales*. Nestlé-

Nutrition. [En línea] Madrid : Limusa, 2008, pp 41.[Consulta: 21 de Octubre del 2021]
Disponible en:
<https://www.um.es/lafem/Actividades/OtrasActividades/CursoAntioxidantes/MaterialAuxiliar/2012-03-06-AntioxidantesSaludAlimentosFuncionales.pdf>

RIVERA, V. *Evaluación de distintos cuajos naturales y procesados para la realización del queso fresco con diferentes niveles de romero.* [En línea] Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador : 2012, pp. 53-72.[Consulta: 10 de Diciembre del 2022] Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/1855>

ROLDAN, G. *Fundamentos de limnología tropical.* [En línea] Medellín-Colombia : Ed. universidad de Antioquia.1992, pp. 247 – 248, 251 – 266. 2000 [Consulta: 10 de Octubre del 2022] Disponible en:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwik85jegKr9AhU_SzABHSm1BFAQFnoECEMQAQ&url=https%3A%2F%2Fbooks.google.com%2Fbooks%2Fabout%2FFundamentos_de_limnolog%25C3%25ADa_tropical.htm%3Fid%3DCXoltAEACAAJ&usg=AOvVaw19eB-XHyTBLAbsOWxfspaW

SANCHEZ, A. *Spirulina (Arthrospira): An edible microorganism: A review Scielo.* U.S.A. [En línea] : Universitas Scientiarum. 2013, pp. 11-12. [Consulta: 12 de Octubre del 2021] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000300016

SANCHEZ, P. *Contenido proteico y vitaminas en la espirulina.* . [blog] Bogota : Limusa. 2003, p.27. [Consulta: 12 de Octubre del 2021] Disponible en: <https://theconversation.com/que-beneficios-tiene-la-espirulina-el-alimento-de-los-astronautas-155097>

SPILLER, S & DENBEAUX, G. *Fine structure of Cyanobacteria, Spirulina platensis and Spirulina subsalsa, as viewed by x – ray microscope, XM – 1, beamline 6.1.2.* [En línea] Okland-U.S.A. : Mills Collage, 2001, pp.123. [Consulta: 12 de Octubre del 2021] Disponible en: <http://www.bashanfoundation.org/contributions/Vonshak-A/vonshakararthorspira.pdf>

STOLTZFUS, R. J. *Defining iron-deficiency anemia in public health terms: time for reflection.*[En línea] Argentina : s.n., 2001. [Consulta: 10 de diciembre del 2022] Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/iron-deficiency-anemia/symptoms-causes/syc-20355034>

SUTHERLAND, B.J: & GUINEE, T.P. *Cheese: salting of cheese; Salting and the role of salt in cheese.* [En línea] 26 de Abril de 2004. [Consulta: 10 de Diciembre de 2022.] <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00145.x>.



TIBONI, O & CIFERRI, O. *The biochemistry and industrial potential of Spirulina spp.* *Review of Microbiology* [En línea] Alemania : Primera Edición, 1985, pp. 503-526, 1985.[Consulta: 12 de Octubre del 2021] Disponible en: <https://www.reviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.mi.39.100185.002443>



ANEXOS

ANEXO A: ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA ESPIRULINA

MC-LSAIA-2201-07

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS <small>Panamericana Sur Km. 1, Cutugueña Tifs. 2690691-3007134, Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</small>	
---	---	---

**NOMBRE PETICIONARIO: Srta. Lorena Salazar	INFORME DE ENSAYO No: 22-0130	**INSTITUCIÓN: Particular
**DIRECCIÓN: Riobamba		**ATENCIÓN: Srta. Lorena Salazar
FECHA DE EMISIÓN: 07/11/2022		FECHA DE RECEPCIÓN: 21/10/2022
FECHA DE ANÁLISIS: Del 21 de octubre al 07 de noviembre del 2022		HORA DE RECEPCIÓN: 14H24
		ANÁLISIS SOLICITADO: Capacidad Antioxidante

ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	HENRIQUEZ, ALIAGA Y LISSI 2002	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	ABTS	
UNIDAD	%	µm Trolox/g	
22-0653	7,29	37,30	Espirulina en polvo

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME



Firma autorizada por:
IVAN RODRÍGUEZ SAMANIEGO MATIGUA

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO



Firma autorizada por:
VERÓNICA ALEXANDRA ARIAS BENÍTEZ

Quím. Verónica Arias
ANALISTA DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

ANEXO B: ANALISIS FISICO-QUIMICO

Análisis de la varianza

%HUMEDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%HUMEDAD	16	0,17	0,00	0,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,90	3	0,30	0,79	0,5213
TRATAMIENTOS	0,90	3	0,30	0,79	0,5213
Error	4,53	12	0,38		
Total	5,43	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28960

Error: 0,3774 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E. E.
T1	71,16	4	0,31 A
T2	70,65	4	0,31 A
T3	70,60	4	0,31 A
T0	72,59	4	0,31 A

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

% Extracto seco

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%EXTRACTO SECO	16	0,17	0,00	3,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,90	3	0,30	0,79	0,5213
TRATAMIENTOS	0,90	3	0,30	0,79	0,5213
Error	4,53	12	0,38		
Total	5,43	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28960

Error: 0,3774 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T0	29,41	4	0,31	A
T3	29,40	4	0,31	A
T2	29,35	4	0,31	A
T1	28,84	4	0,31	A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% PROTEINA	16	1,00	1,00	0,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102,98	3	34,33	33765,02	<0,0001
TRATAMIENTOS	102,98	3	34,33	33765,02	<0,0001
Error	0,01	12	1,0E-03		
Total	103,00	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06694

Error: 0,0010 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T3	22,71	4	0,02	A	
T2	19,67	4	0,02		B
T1	17,90	4	0,02		C
T0	16,15	4	0,02		D

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%GRASA	16	0,17	0,00	21,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	2,3E-03	0,85	0,4948
TRATAMIENTOS	0,01	3	2,3E-03	0,85	0,4948
Error	0,03	12	2,7E-03		
Total	0,04	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10925

Error: 0,0027 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T0	0,25	4	0,03	A
T1	0,24	4	0,03	A
T3	0,23	4	0,03	A
T2	0,23	4	0,03	A

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

CLORURO DE SODIO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%NaCl	16	0,82	0,77	8,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	4,6E-03	18,14	0,0001
TRATAMIENTOS	0,01	3	4,6E-03	18,14	0,0001
Error	3,0E-03	12	2,5E-04		
Total	0,02	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03333

Error: 0,0003 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	0,23	4	0,01	A
T2	0,16	4	0,01	B
T1	0,16	4	0,01	B
T0	0,16	4	0,01	B

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

CENIZAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZAS	16	0,74	0,68	3,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,69	3	0,23	11,45	0,0008
TRATAMIENTOS	0,69	3	0,23	11,45	0,0008
Error	0,24	12	0,02		
Total	0,93	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29684

Error: 0,0200 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	4,20	4	0,07	A
T2	4,17	4	0,07	A
T1	3,84	4	0,07	B
T0	3,72	4	0,07	B

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

ANEXO C: ANALISIS SENSORIAL DEL QUESO FRESCO CON ESPIRULINA

Ficha de evaluación sensorial

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PRODUCTO: QUESO FRSCO CON ADICION DE ESPIRULINA.

Nombre:

Fecha:

INTRODUCCIÓN: Por favor pruebe las muestras del queso fresco en el orden que se le presenta e indique de forma creciente según su aceptación conociendo que los códigos son: **210, 220, 230, 240.**

COLOR	CÓDIGO
Demasiado intenso (4)	
Ligeramente intenso (3)	
Normal (2)	
Muy bajo (1)	

OLOR	CÓDIGO
Muy fuerte (4)	
Ligeramente fuerte (3)	
Normal (2)	
Pobre (1)	

SABOR	CÓDIGO
Me gusta mucho (4)	
Me gusta ligeramente (3)	
Me gusta poco (2)	
No me gusta (1)	

TEXTURA	CÓDIGO
Suave (4)	
Semisuave (3)	
Blando (2)	
Semiblando (1)	

MUCHAS GRACIAS

Prueba de Friedman para el valor del atributo color en el queso fresco con diferentes niveles de espirulina

Prueba de Friedman

210= 0%	220=1%	230=3%	240=5%	T ²	p
1,21	1,79	3,29	3,71	257,57	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 8,314

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
210= 0%	48,50	1,21	40	A
220=1%	71,50	1,79	40	B
230=3%	131,50	3,29	40	C
240=5%	148,50	3,71	40	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Prueba de Friedman para el valor del atributo olor en el queso fresco con diferentes niveles de espirulina

Prueba de Friedman

210= 0%	220=1%	230=3%	240=5%	T ²	p
1,23	1,78	3,26	3,74	229,87	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 8,809

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
210= 0%	49,00	1,23	40	A		
220=1%	71,00	1,78	40		B	
230=3%	130,50	3,26	40			C
240=5%	149,50	3,74	40			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Prueba de Friedman para el valor del atributo sabor en el queso fresco con diferentes niveles de espirulina

Prueba de Friedman

210= 0%	220=1%	230=3%	240=5%	T ²	p
3,28	3,59	1,83	1,31	125,01	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 11,051

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
240=5%	52,50	1,31	40	A		
230=3%	73,00	1,83	40		B	
210= 0%	131,00	3,28	40			C
220=1%	143,50	3,59	40			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Prueba de Friedman para el valor del atributo textura en el queso fresco con diferentes niveles de espirulina

Prueba de Friedman

210= 0%	220=1%	230=3%	240=5%	T ²	p
2,35	2,15	2,36	3,14	8,92	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 16,351

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
220=1%	86,00	2,15	40	A		
210= 0%	94,00	2,35	40	A	B	
230=3%	94,50	2,36	40	A	B	C
240=5%	125,50	3,14	40			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

ANEXO D: ELABORACION DE QUESO FRESCO CON ESPIRULINA



Figura 1: Materia prima



Figura 2: Pesado de la espirulina



Figura 3: Pesado de la sal



Figura 4: Pasteurización de la leche



Figura 5: Enfriado de la leche



Figura 6: Adición de calcio y cuajo



Figura 7: Corte de la cuajada

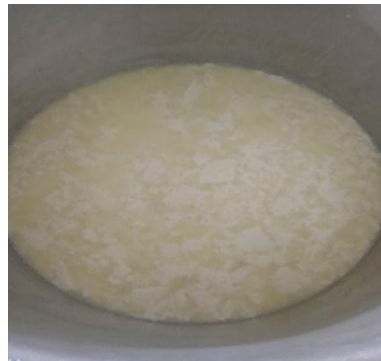


Figura 8: Reposo y desuerado



Figura 9: Salado



Figura 10: Adición de espirulina



Figura 11: Mezclado



Figura 12: Moldeado y prensado

ANEXO E: ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL QUESO FRESCO



Figura 13: Determinación de la humedad y extracto seco



Figura 14: Pesado del crisol



Figura 15: Calcinación



Figura 16: Incineración en la mufla



Figura 17: Determinación de la grasa

ANEXO F: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL QUESO FRESCO



Figura 17: Muestras del queso fresco

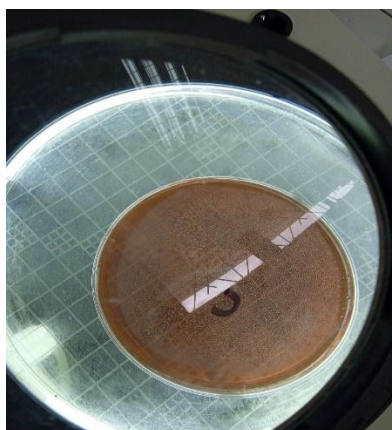


Figura 18: Conteo de E.Coli, Enterobacteriáceas

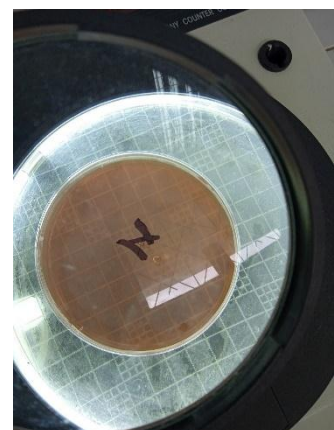


Figura 19: Conteo de Staphylococcus Aureus

ANEXO G: ANALISIS SENSORIAL DEL QUESO FRESCO



Figura 20: Explicación de la realización del análisis



Figura 21: Repartición de las muestras a evaluar



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: 28 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Ercilia Lorena Salazar Vega
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniera en Industrias Pecuarias
f. responsable: Ing. Crithian Fernando Castillo Ruiz

0381-DBRA-UTP-2023