



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

“APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO (*Clinopodium nubigenum*) EN LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: DAISY JOHANA ALBACURA COLCHA

DIRECTORA: BQF. MARÍA VERÓNICA GONZÁLEZ CABRERA. Mg.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Daisy Johana Albacura Colcha

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, Daisy Johana Albacura Colcha, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo 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 Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de agosto de 2023

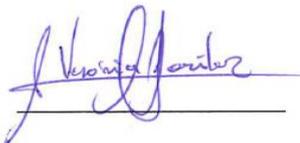
A handwritten signature in blue ink that reads "Daisy Albacura". The signature is written in a cursive style with a horizontal line crossing through the middle of the name.

Daisy Johana Albacura Colcha

1728039148

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO (*Clinopodium nubigenum*) EN LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA**”, realizado por la señorita: **DAISY JOHANA ALBACURA COLCHA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dra. Marina Leonor Bonilla Lucero PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-08-22
Bqf. María Verónica González Cabrera, Mg. DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-08-22
Bqf. Carmen Alicia Zavala Toscano ASESORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-08-22

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo quiero dedicar a Dios por haberme brindado salud y fuerza emocional para seguir adelante con mi educación. A mi hermano Dilan Albacura por haber sido el mejor regalo que me han dado mis padres ya que ha sido mi persona de confianza y compañía a lo largo de mi vida, por esos momentos disfrutables, felices y divertidos. A mis padres Margoth Colcha y Luis Albacura por su sacrificio y soporte incondicional para poder alcanzar un objetivo que es culminar la carrera universitaria, por velar por mi bienestar y educación. A mi enamorado Christian por haberme brindado su apoyo, por ayudarme a crecer y mejorar como persona.

Daisy

AGRADECIMIENTO

A la directora del proyecto la Bqf. Verónica González y Asesora Bqf. Alicia Zavala por su paciencia y apoyo incondicional en la elaboración del trabajo de titulación. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde logré obtener mi profesión y representó la base mis conocimientos ayudándome a crecer como futura profesional. A dios por brindarme fuerza para seguir adelante. A mi familia por su apoyo moral y financiero gracias a ellos la meta de culminar este trabajo se ha logrado.

Daisy

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	2

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Sunfo.....	3
2.1.1. <i>Generalidades</i>	3
2.1.2. <i>Descripción botánica</i>	3
2.1.3. <i>Usos</i>	4
2.1.4. <i>Taxonomía del sunfo</i>	5
2.1.5. <i>Características organolépticas del sunfo</i>	5
2.1.6. <i>Principios activos</i>	5
2.1.6.1. <i>Principios activos del sunfo</i>	6
2.1.7. <i>Propiedades fisicoquímicas del sunfo</i>	6
2.1.8. <i>Antioxidantes</i>	7
2.1.8.1. <i>Actividad antioxidante del sunfo</i>	7
2.1.8.2. <i>Metodologías para determinar capacidad antioxidante</i>	8
2.2. Liofilización	8

2.2.1. <i>Definición</i>	8
2.2.2. <i>Ejemplos de liofilización de hierbas aromáticas</i>	9
2.2.3. <i>Etapas de la liofilización</i>	10
2.2.3.1. <i>Congelación</i>	10
2.2.3.2. <i>Desecación primaria</i>	10
2.2.3.3. <i>Desecación secundaria</i>	10
2.2.4. <i>Ventajas de la liofilización</i>	11
2.3. Queso mozzarella	12
2.3.1. <i>Definición</i>	12
2.3.2. <i>Propiedades químicas del queso mozzarella</i>	12
2.3.3. <i>Materia prima utilizada en la elaboración de queso mozzarella</i>	13
2.3.3.1. <i>Leche</i>	13
2.3.4. <i>Aditivos</i>	14
2.3.4.1. <i>Cloruro de calcio</i>	14
2.3.4.2. <i>Cultivos lácticos</i>	14
2.3.4.3. <i>Cuajo</i>	14
2.3.4.4. <i>Sal</i>	14

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	15
3.1. Localización y duración del experimento	15
3.2. Unidades experimentales	15
3.3. Materiales, equipos, reactivos e insumos	15
3.3.1. <i>Materiales</i>	15
3.3.2. <i>Equipos</i>	16
3.3.3. <i>Reactivos</i>	17
3.3.4. <i>Insumos para elaboración de queso</i>	17
3.4. Tratamientos y diseño experimental	17
3.5. Mediciones experimentales	18
3.5.1. <i>Evaluación fisicoquímica del liofilizado de sunfo</i>	18
3.5.2. <i>Características fisicoquímicas del producto terminado (queso mozzarella)</i>	18
3.5.3. <i>Características microbiológicas del producto terminado (queso mozzarella)</i>	18
3.5.4. <i>Características organolépticas del producto terminado (queso mozzarella)</i>	18
3.5.5. <i>Indicadores económicos</i>	18
3.6. Análisis estadísticas y pruebas de significancia	18

3.6.1.	<i>Esquema del ADEVA</i>	19
3.7.	Procedimiento experimental	19
3.7.1.	<i>Procedimiento para la obtención del liofilizado de sunfo</i>	19
3.7.2.	<i>Procedimiento para la obtención de queso mozzarella con adición de liofilizado de sunfo.</i>	21
3.8.	Metodología de evaluación	23
3.8.1.	<i>Evaluación fisicoquímica del liofilizado sunfo</i>	23
3.8.1.1.	<i>Determinación de humedad</i>	23
3.8.1.2.	<i>Determinación de cenizas insolubles en HCL</i>	24
3.8.2.	<i>Evaluación fisicoquímica del queso mozzarella</i>	25
3.8.2.1.	<i>Humedad %</i>	25
3.8.2.2.	<i>Grasa en extracto seco, (m/m) %</i>	26
3.8.2.3.	<i>Capacidad antioxidante</i>	26
3.8.2.4.	<i>Prueba fosfatasa</i>	27
3.8.3.	<i>Evaluación microbiológica del queso mozzarella.</i>	27
3.8.4.	<i>Características sensoriales del queso mozzarella</i>	28
3.8.5.	<i>Evaluación económica</i>	29

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	30
4.1.	Evaluación fisicoquímica del liofilizado de sunfo	30
4.1.1.	<i>Humedad</i>	30
4.1.2.	<i>Cenizas insolubles</i>	30
4.2.	Características fisicoquímicas del queso mozzarella con los diferentes niveles de liofilizado de sunfo	31
4.2.1.	<i>Extracto seco</i>	31
4.2.2.	<i>Humedad</i>	31
4.2.3.	<i>Grasa en extracto seco</i>	32
4.2.4.	<i>Capacidad antioxidante</i>	32
4.2.5.	<i>Prueba de fosfatasa</i>	33
4.3.	Características microbiológicas del queso mozzarella con los diferentes niveles de liofilizado de sunfo	33
4.4.	Características organolépticas del producto terminado (queso mozzarella)	34
4.4.1.	<i>Color</i>	34
4.4.2.	<i>Olor</i>	35

4.4.3. <i>Sabor</i>	35
4.4.4. <i>Textura</i>	36
4.5. Costos de producción	37

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
5.1. Conclusiones	39
5.2. Recomendaciones	40

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Análisis proximal del Sunfo en diferentes provincias del Ecuador	6
Tabla 2-2:	Composición química del queso mozzarella de diferentes autores	12
Tabla 2-3:	Requisitos fisicoquímicos del queso mozzarella según la normativa (NTE INEN 82, 2011)	13
Tabla 3-1:	Esquema del experimento de la evaluación de queso mozzarella	17
Tabla 3-2:	Esquema del ADEVA.....	19
Tabla 3-3:	Condiciones de crecimiento microbiológico	28
Tabla 3-4:	Valoración mediante escala hedónica de 1 al 5 en el queso mozzarella.....	29
Tabla 3-5:	Parámetros sensoriales del queso mozzarella a evaluar	29
Tabla 4-1:	Estadística descriptiva de la evaluación fisicoquímica del liofilizado de Sunfo ...	30
Tabla 4-2:	Características fisicoquímicas del queso mozzarella con los diferentes niveles de liofilizado de Sunfo	31
Tabla 4-3:	Características microbiológicas del queso mozzarella con los diferentes niveles de liofilizado de Sunfo	33
Tabla 4-4:	Características organolépticas del producto terminado (queso mozzarella).....	34
Tabla 4-5:	Costos de producción y beneficio/costo	37

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Sunfo (<i>Clinopodium nubigenum</i>)	4
Ilustración 2-2:	Punto Triple	9
Ilustración 2-3:	Pasos del proceso de liofilización	11
Ilustración 2-4:	Diagrama de fases del agua y sistemas de secado	11
Ilustración 3-1:	Diagrama de flujo del procedimiento de liofilizado de sunfo.....	19
Ilustración 3-2:	Diagrama de flujo del procedimiento de elaboración de queso mozzarella..	21
Ilustración 4-1:	Color	34
Ilustración 4-2:	Olor	35
Ilustración 4-3:	Sabor	36
Ilustración 4-4:	Textura	36

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3-1:	Determinación del porcentaje de materia seca del liofilizado de Sunfo	24
Ecuación 3-2:	Determinación del porcentaje de humedad del liofilizado de Sunfo	24
Ecuación 3-3:	Determinación del % de cenizas insolubles en HCL del liofilizado de Sunfo	25
Ecuación 3-4:	Determinación del porcentaje de materia seca del queso mozzarella.....	25
Ecuación 3-5:	Determinación del porcentaje de humedad del queso mozzarella	26
Ecuación 3-6:	Determinación de capacidad antioxidante	27
Ecuación 3-7:	Determinación de UFC/g	28
Ecuación 4-1:	Determinación de beneficio costo.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO B:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO EXTRACTO SECO EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO C:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO D:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE GRASA EN QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO E:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO F:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE AEROBIOS MESÓFILOS EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO G:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE AEROBIOS S.AUREOS EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO H:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COLOR EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO I:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL OLOR EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO J:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL SABOR EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO K:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TEXTURA EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO L:** SELECCIÓN, RECOLECCIÓN Y LAVADO DE MATERIA PRIMA.
- ANEXO M:** LIOFILIZADO DEL SUNFO
- ANEXO N:** EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL LIOFILIZADO DE SUNFO
- ANEXO Ñ:** ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.
- ANEXO O:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL QUESO MOZZARELLA CON

APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO

ANEXO P: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.

ANEXO Q: ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO

ANEXO R: BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.

ANEXO S: ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE QUESO MOZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo aplicar el liofilizado de sunfo (*Clinopodium nubigenum*) en la elaboración de queso mozzarella. El trabajo experimental se llevó a cabo en los laboratorios de bromatología, biotecnología y la estación experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; además del departamento de nutrición y calidad del INIAP. Se aplicó una estadística descriptiva en el porcentaje de humedad y cenizas insolubles en HCL obtenidos de la hierba aromática liofilizada con resultados de 5,68% y 3,18% respectivamente. Se evaluó las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de 4 repeticiones por cada tratamiento de queso mozzarella con liofilizado de sunfo de 400 g como tamaño de unidad experimental a concentraciones de 0%, 0,25%, 0,50%, y 0,75%, bajo un diseño completamente al azar con separación de medias por tukey ($P < 0,05$) y una escala hedónica con base de cinco puntos para el sensorial; en cuanto al análisis fisicoquímico solo se obtuvieron diferencias altamente significativas en capacidad antioxidante donde se determinó los mejores resultados en los tratamientos T2 y T3 con 201,35 y 204,45 $\mu\text{m Trolox/g}$ respectivamente; en el análisis microbiológico no se encontraron diferencias estadísticas determinando ausencia en, coliformes, listeria y salmonella; en el análisis sensorial el tratamiento T1 y T2 se obtuvo la mejor aceptación con una calificación de 4 (me gusta) en todos los parámetros de evaluación. Finalmente, al determinar los costos de producción mediante el indicador beneficio/costo, el mejor beneficio económico se obtuvo con el tratamiento T0 con un costo de producción de 7,56 el kilo debido a la nula aplicación de liofilizado. Se concluye que, el tratamiento T2 responde a las mejores características fisicoquímicas, sensoriales y que a pesar de no tener el mejor beneficio económico éste varía \$0,02 en relación al mejor tratamiento. Se recomienda realizar más estudios sobre el sunfo y su capacidad antioxidante.

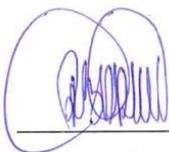
Palabras clave: <SUNFO (*Clinopodium nubigenum*)>, <LIOFILIZACIÓN>, <QUESO MOZZARELLA>, <ANTIOXIDANTES >, <HIERBA ARÓMATICA>.



ABSTRACT

The aim of this study was to apply freeze-dried sunfo (*Clinopodium nubigenum*) in the production of mozzarella cheese. The experimental work was carried out in the bromatology and biotechnology laboratories, the Tunshi Experimental Station of Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, and the nutrition and quality department of the National Institute Agricultural Research (INIAP). Descriptive statistics were applied to the percentage of moisture and HCL-insoluble ashes obtained from the freeze-dried aromatic herb, resulting in 5.68% and 3.18%, respectively. The physicochemical, microbiological, and sensory properties were evaluated with 4 replicates for each mozzarella cheese treatment containing 400 g of sunfo freeze-dried as the experimental unit size at concentrations of 0%, 0.25%, 0.50%, and 0.75%. This was conducted under a completely randomized design with mean separation by Tukey ($P < 0.05$) and a 5-point hedonic scale for sensory evaluation. Regarding the physicochemical analysis, highly significant differences were only observed in antioxidant capacity, and the best results were found in treatments T2 and T3, with 201.35 and 204.45 $\mu\text{m Trolox/g}$, respectively. The microbiological analysis did not show any statistical differences, indicating the absence of coliforms, listeria, and salmonella. In the sensory analysis, T1 and T2 received the highest acceptance with a rating of 4 (like) in all evaluation parameters. Finally, when determining production costs using the cost-benefit ratio, the best economic benefit was obtained with treatment T0, with a production cost of \$7.56 per kilogram due to the absence of freeze-dried application. We conclude that T2 exhibited the best physicochemical and sensory characteristics, and despite not having the best economic benefit, the difference was only \$0.02 compared to the best treatment. Further studies on sunfo and its antioxidant capacity are recommended.

Keywords: <SUNFO (*Clinopodium nubigenum*)>, <FREEZE DRYING>, <MOZZARELLA CHEESE>, <ANTIOXIDANTS>, <AROMATIC HERB>.



Dra. Rocío Barragán M.

0602768293

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país considerado con una riqueza biológica excepcional en especies vegetales como, variedad de plantas medicinales y aromáticas entre ellas se encuentra el sunfo (*Clinopodium nubigenum*). El sunfo es consumido de manera tradicional a manera de infusiones por poblaciones indígenas de zonas rurales pertenecientes al páramo andino, debido a sus características organolépticas agradables, propiedades antioxidantes, antiinflamatoria y analgésica (Coral, 2018, p. 16).

La liofilización es un proceso donde el producto a secar pasa por congelación mediante una exposición a aire muy frío, considerado uno de los métodos más convenientes para el secado de ciertos extractos acuosos de plantas medicinales, extractos de café, hierbas aromáticas, especias, verduras, zumo de frutas. (Siccha & Lock, 1995, p. 1). Los compuestos responsables de los aromas en los alimentos se perdían en las operaciones de secado convencionales y la liofilización se desarrolló para superar estas pérdidas (Ramírez et al., 2020, p. 15).

El Ecuador en el 2020 el mercado del queso manifestó una fase de crecimiento que viene desarrollándose en términos económicos y cuantitativos desde el 2017. El principal motivo que expresa este crecimiento es una mayor demanda de queso por parte de los consumidores ecuatorianos debido a que el Ecuador es un país con una gran tradición productora de queso (Lara, 2020 citado en Arteaga & Parra, 2020, p. 22) y en el Ecuador en el año 2017 según la (FAO, 2021 citado en Concha, 2020, p. 13) se llegó a producir 36.260.925 kilos de queso

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El sunfo ha sido utilizado principalmente como planta para infusiones aromáticas debido a su agradable olor, sabor y propiedades medicinales, sin embargo, al ser una hierba aromática es susceptible a perder sus propiedades fisicoquímicas, por lo cual a pesar de los principios activos que ésta planta presenta no ha sido aprovechada de forma industrial sobre todo como antioxidante en productos alimentarios.

1.2. Justificación

El presente trabajo, busca mediante el proceso de liofilización conservar en gran medida las propiedades funcionales del sunfo e incorporarlo en el queso mozzarella, presentando a la sociedad una manera de aprovechar las cualidades y beneficios de esta especie, además de dar un valor agregado a un producto que tradicionalmente se lo expende como planta medicinal. En la elaboración de alimentos procesados la incorporación de aromas es primordial, debido a que el agregado de hierbas aromáticas y especias, complementa el sabor de los alimentos, proporcionando características organolépticas más atractivas y en algunos casos aportar propiedades antioxidantes, es así como se busca la obtención de un queso mozzarella potenciando su sabor y aroma, generando un producto de calidad y rentable económicamente.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Aplicar el liofilizado de sunfo (*Clinopodium nubigenum*) en la elaboración de queso mozzarella.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- Obtención y evaluación fisicoquímica del liofilizado de sunfo.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del queso mozzarella con la adición de liofilizado de sunfo a concentraciones de 0%, 0,25%, 0,50% y 0,75%.
- Determinar los costos de producción mediante el indicador beneficio/costo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sunfo

2.1.1. Generalidades

En general el sunfo es una planta muy poco conocida debido a que carece de un desarrollo y protección idóneo que permita el impulso de su frontera agrícola (UTN, 2008 citado en Coral, 2018, pp. 18-19). El sunfo (*Clinopodium nubigenum*) comúnmente crece en tierras andinas, bajo una temperatura de 10 y 15 °C pero se puede llegar a desarrollar incluso en un clima semitropical a temperatura máxima de 26 °C (AME, 2014; citado en Coral, 2018, p. 23). El sunfo se desarrolla en una variedad de suelos que retienen gran cantidad de humedad, siendo adecuado los suelos francos, ligeros, húmiferos, areno-arcillosos, o terrenos de aluvión, también se desarrolla en suelos calcáreos, fértiles y de buen drenado cercanas a ríos u ojos de agua (Coral, 2018, p. 24), el pH ideal del suelo para el cultivo de sunfo debe fluctuar entre 6 y 7,5 es decir neutro (AME, 2014; citado en Coral, 2018, p. 24).

Según (Caicedo Á. y Otavalo M., 2011, p. 67) en su estudio donde determinó el tiempo y temperatura de deshidratación de sunfo, (*Clinopodium nubigenum*) para la elaboración de té, concluye que el rango entre 41 - 45°C y 46-50°C son las temperaturas idóneas para el proceso de deshidratación del sunfo. En cuanto a la operación de secado el tiempo óptimo es de 4.5 horas, pero en un rango de 46 - 50° C el tiempo es independiente. Según (Lituma L. y Molina V., 2008, p. 101) el contenido de humedad de sunfo que pasa por un proceso de secado natural es de un valor del 12%.

2.1.2. Descripción botánica

El sunfo es una planta rastrera herbácea que puede llegar a medir 15cm de altura con un tallo marcadamente cuadrangular y una corteza ligeramente exfoliante en los tallos con ramificación típicamente verticilada. En su tallo posee hojas opuestas simples de 3 mm ancho por 4 mm de largo; de forma oval-lanceoladas, un recto a obtuso ápice, borde entero o ligeramente sinuoso, base ligeramente truncada el cual posee un olor agradable y característico. Tiene flores pequeñas y vistosas de 3-5mm, zigomorfos labiados; 5 sépalos verdes, 5 pétalos desiguales, estambres basifijos, con filamentos curvos (Salazar A y Mayanquer S., 2011, p. 23) como se puede observar en la ilustración 2-1.



Ilustración 2-1: Sunfo (*Clinopodium nubigenum*)

Realizado por: Albacura D., 2023

La planta de sunfo es una especie nativa del Ecuador, la cual se puede encontrar en las provincias de la región interandina en los páramos de Bolívar, Chimborazo, Tungurahua, Cañar, Cotopaxi, Imbabura, Pichincha en la comunidad de Pesillo (ruta ventana grande) perteneciente al cantón Cayambe. Inclusive se encuentra presente en países como: Colombia, Perú, Venezuela, y el resto de Latinoamérica de forma extendida y se ubica desde los 3 200 hasta los 4 300 msnm. El inconveniente de esta planta se encuentra en la postcosecha, debido a que al ser una planta de los páramos su cultivo es delicado y al no ser un producto agrícola tradicional los agricultores no le prestan importancia a la planta (Illescas A. y Lovato C., 2020, pp. 21-31).

2.1.3. Usos

El sunfo no ha sido aprovechado de forma industrial debido a que es poco conocida lo cual no ha propiciado su industrialización, pero de manera histórica se le ha asignado usos y propiedades variadas que han sido utilizadas por los nativos del Ecuador en las regiones andinas siendo transmitidas durante generaciones.

Comúnmente es usado a manera de infusiones debido a su agradable olor para aliviar dolores estomacales, problemas de frío, malestares, pulmonía, tos, dolores musculares, afecciones de la cabeza y enfermedades respiratorias como la congestión nasal. Las hojas se trituran para hacer extractos aromáticos y elaborar licor (Ecociencia, 2001, citado en Illescas A. y Lovato C., 2020, p. 31).

En un estudio realizado por (Quimbiamba, 2021, p. 85) donde se elaboró una infusión de ataco y sunfo endulzada con stevia, mediante un análisis sensorial se determinó la formulación óptima para realizar la infusión, obteniendo los mejores resultados al utilizar 25 % de sunfo, 40 % de flores de ataco y 25% hojas de ataco y 10 % de hojas de Stevia a 90 ° C por 3 minutos ya que el tiempo y temperatura de inmersión resultaron ser los óptimos para resaltar el color, olor, sabor y apariencia al introducir la bolsita filtrante en el agua para su degustación.

Según (Gómez, 2018, p. 16) en su estudio acerca de la “Sensibilidad microbiana y poder insecticida de los aceites esenciales de *Clinopodium nubigenum* y *Ambrosia arborescens*”, mediante diferentes concentraciones, los aceites esenciales de *C. nubigenum* y *A. arborescens* probaron actividad insecticida con mortalidades de 80% y 58,8% respectivamente, donde el sunfo en todas sus concentraciones fue repelente, mientras que *A. arborescens* presentó menor repelencia y en 1 y 2 ul/ml de concentraciones incluso presentó neutralidad. Dichos resultados abren la posibilidad de utilizar aceites esenciales en la formulación de bioplaguicidas botánicos ecológicos efectivos para el sector agropecuario, con el fin de reducir el uso de agroquímicos y contribuir con el cuidado del medio ambiente.

2.1.4. Taxonomía del sunfo

- Orden: Lamiales Bromhead
- Familia: Lamiaceae Martinov
- Género: *Clinopodium* L.
- Especie: *C. nubigenum*
- Nombre científico: *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze
- Sinónimos: *Micromeria nubigena*. *Satureja nubigera*
- Nombre común: Sunfo, sunfillo, surumba

(Caicedo y Otavalo, 2007 citado en Coral, 2018, p. 20)

La familia de las Lamiaceae debe su nombre a la forma de su cáliz, divididos en dos partes desiguales en forma de labios. Son plantas herbáceas, matas o arbustos, de hojas opuestas, flores hermafroditas y fruto de cuatro núculas o aquenios (tetraquenio). Esta familia agrupa plantas aromáticas y medicinales muy conocidas como el orégano, romero, albahaca, melisa, menta o hierbabuena, salvia, mejorana, y las famosas lavandas (Caguana M. y Quinaluisa V., 2017, p. 29).

2.1.5. Características organolépticas del sunfo

- **Color:** según (Illescas A y Lovato C, 2020, p. 31) las hojas de sunfo son de color verde característico.
- **Olor:** el sunfo tiene un olor característico mentolado, orégano, herbal seco (Amores, 2019, p. 15)
- **Sabor:** el sunfo tiene matices de un sabor dulce y umami poco amargo (Amores, 2019, p. 16)

2.1.6. Principios activos

Son de gran importancia los principios bioactivos de las plantas en la agroindustria debido a que extiende en gran medida las alternativas y posibilidades para mejorar los procesos alimentarios (OMS, 2014 citado en Illescas A y Lovato C, 2020, p. 20)

2.1.6.1. Principios activos del sunfo

Los principios activos del sunfo primordialmente se localizan en su aceite esencial como: ácido butírico, borneol, geraniol, carvacrol, limoneno, citroneol, ácido valérico y acético, presentando acciones antiproliferativa del ácido butírico, es decir, podría ser utilizado en tratamientos de cáncer para evitar la multiplicación de células cancerígenas; por otra parte debido a su contenido de geraniol se le atribuye el olor tan característico que tiene esta planta. (Lituma L. & Molina M., 2008 citado en Fonseca, 2016, p. 15).

Al sunfo se le puede atribuir a la presencia de flavonoides responsables de brindar a la planta propiedades antioxidantes que protegen al hígado y estómago, además de su capacidad antibacteriana, antiinflamatoria y analgésica (Coral, 2018, p. 71).

(Illescas A. y Lovato C., 2020, p. 20) en su estudio se encontraron presencia de los siguientes metabolitos en el sunfo: en extracto etéreo (compuestos grasos, agrupamiento lactónico, triterpenos); en extracto etanólico (agrupamiento lactónico, catequinas, saponinas, quinonas, y de manera regular compuestos fenólicos); en extracto acuoso (azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, flavonoides, principios amargos).

2.1.7. Propiedades fisicoquímicas del sunfo

Tabla 2-1: Análisis proximal del sunfo en diferentes provincias del Ecuador

Contenido	Cotopaxi	Tungurahua	Pichincha
Cenizas%	9,14	19,08	18,29
Humedad %	10,97	57,45	15,70
Extracto etéreo %	1,51	1,60	1,72
Proteína %	7,46	7,10	7,34
Fibra cruda %	29,24	20,54	23,08
ELN %	53,36	52,80	49,57

Fuente: (Castillo, 2020, pp. 49-58)

En otro estudio según (Caguana M y Quinaluisa V., 2017, p. 62) el sunfo en cuanto a su análisis físico químico presenta 6,97% de cenizas, 64,7% de humedad, 4,12% de proteína, 7,06% de fibra cruda, 0,4% de grasa, 16,7% de carbohidratos totales y 365 Kcal/100g de energía.

2.1.8. Antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos que actúan como protector de la oxidación, contrarrestando el efecto de radicales libres que son los responsables de daños a nivel celular que ocasionan un envejecimiento prematuro y otros efectos. Los antioxidantes eliminan una serie de especies reactivas de oxígeno que se dan cuando la materia viva está expuesta a diferentes fuentes las cuales producen una ruptura del equilibrio que debe existir entre los factores pro oxidantes y las sustancias (Ibarra, 2020, p. 17).

Las propiedades antioxidantes son una oportunidad para frenar el deterioro oxidativo que ciertamente afecta a los alimentos. Nos encontramos con varias sustancias sintéticas como el hidroxianisol butilado (BHA) o el hidroxitolueno butilado (BHT) siendo eficientes secuestradores de radicales libres; pero éstos están siendo limitados debido a que pueden llegar a ser carcinogénicos, Incrementando un interés en los antioxidantes naturales como las que provienen de plantas medicinales y/o alimenticias. Siendo que la actividad antioxidante de plantas se debe a la presencia de compuestos fenólicos principalmente, los cuales son potentes secuestradores de especies reactivas de oxígeno y son capaces de inhibir a enzimas productoras de radicales libres (Doroteo et al., 2013, p. 2).

2.1.8.1. Actividad antioxidante del sunfo

Se evidenció que el aceite esencial de *C. nubigenum* (Kunth.) Kuntze mostró de forma significativa actividad antioxidante probablemente atribuida a la presencia acetato de carvacrol como uno de sus componentes principales, además de otros compuestos como el timol, el limoneno, el δ -elemeno y γ muroleno, por esta razón presenta la mejor efectividad en las pruebas para evaluar la capacidad captadora de electrones y capacidad antioxidante (Cajas, 2016 citado en Illescas A. y Lovato C., 2020, p. 33).

La actividad antioxidante del sunfo proveniente de la provincia de pichincha obtenida mediante el método ABTS corresponde a 377,73 μ mol Trolox/g según (Castillo, 2020, p. 59) Al someter el sunfo a una solución hidroalcohólica se pudo evaluar el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante y al valorar el extracto optimizado de la extracción hidroalcohólica a partir

del sunfo, se evidenció una actividad antioxidante de 825,3 μ mol Fe²⁺/ g, contenido de polifenoles de 0,23mg/g y un pH de 4,9 (Alvarez C. y Arcos Y., 2021, p. 77)

2.1.8.2. Metodologías para determinar capacidad antioxidante

ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6- sulfúrico): Cuantifica las moléculas antioxidantes que se pueden encontrar en las plantas, consiste en la formación de un compuesto cromóforo verde-azulado generado por la radicalización del reactivo ABTS por la reacción con persulfato de potasio a temperatura ambiente en oscuridad durante 16 horas. El radical ABTS fue diluido con etanol hasta alcanzar una absorbancia entre 0,70 a una longitud de onda de 754 nm. Al igual que el método DPPH, el cambio de color es monitoreado por medio de un espectrofotómetro UV para determinar los parámetros de actividad antioxidante. La medición se la realiza al instante (Kuskoski et al., 2005 citado en Guerra, 2016, p. 33).

DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl): Método desarrollado por Brand-Williams y otros (1995). El reactivo DPPH es un radical de nitrógeno comercialmente disponible, sencillo de aplicar y realizar, donde se requiere un espectrofotómetro UV (Torrenegra, 2014 citado en Guerra, 2016, p. 32). La solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante al ser disuelta en metanol o etanol, el cual dona un átomo de hidrógeno cambiando de color el reactivo DPPH de violeta a amarillo éste cambio es monitoreado al instante continuamente con agitación y ayuda de un espectrofotómetro para la determinación de las propiedades antioxidantes (Tovar, 2013 citado en Guerra, 2016, p. 33)

Conocer la presencia de compuestos de tipo antioxidante permite encontrar la presencia de compuestos: flavonoides, terpenos, flavonoles, carotenoides. Los cuales son aprovechados por la industria farmacéutica y alimenticia. En la industria alimenticia éstos nos ayudan a combatir contra los radicales libres, los cuales son precursores de cáncer, por lo que se recomienda mantener una dieta rica en antioxidante ya que nos ayuda en la prevención de enfermedades y aumentar las defensas del sistema inmunológico. (Castillo, 2020, p. 59)

2.2. Liofilización

2.2.1. Definición

La liofilización es la eliminación del agua de un producto por sublimación del agua libre de la fase sólida seguida de la evaporación de algunas porciones residuales de agua no congelable.

Cuando la temperatura y la presión de vapor están por debajo del punto triple del agua ocurre la sublimación. La liofilización es un método de conservación de alimentos el cual nos permite alargar el tiempo de vida útil, manteniendo las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y nutricionales relacionadas con la calidad, ya que poseen baja actividad de agua (Ayala et al., 2010, p. 2).

La liofilización se lleva a cabo por debajo del punto triple del disolvente (agua) para evitar con esto, el paso por la fase líquida. Este punto triple es aquel, donde el agua líquida, agua sólida y agua vapor se encuentran en equilibrio, este punto se produce a 0.006 atm (4.56 mm de Hg) de presión y a 0.16°C (Nireesha et al., 2013 citado en Conde et al., 2020, p. 31).

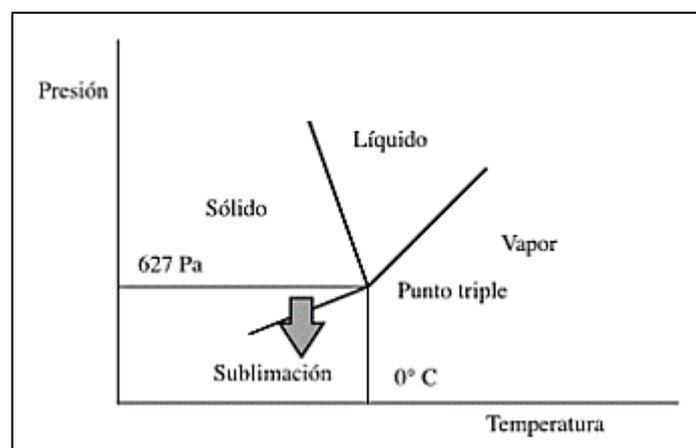


Ilustración 2-2:Punto triple

Fuente: (Tejeda, 2018 citado en Conde et al., 2020, p. 32)

El secado de plantas medicinales es para su conservación y el método más usado normalmente es por convección natural o forzada de aire (SC) pero llegan a perder características sensoriales (sabor y aroma), por tal motivo existen otros sistemas industriales más sofisticados como la liofilización (Ramírez et al., 2019, p. 2). Algunos métodos pueden llegar a disminuir las concentraciones fitoquímicas ya que pueden afectar el contenido de aceite volátil y la microflora de las plantas medicinales. Además, el tamaño de la raíz de algunas plantas rastreras afecta la velocidad de secado debido a que las más grandes tardan más en secarse que las raíces pequeñas provocando que el secado no se efectúe de forma proporcionada. (Illescas A. y Lovato C., 2020, p. 25). Según (Vidanaturalia, 2015 citado por Coral, 2018, p. 32) se debe tener en claro que mientras más rápido se realice el proceso de secado de la planta, mejor será la conservación de los principios activos.

2.2.2. Ejemplos de liofilización de hierbas aromáticas

- Se liofilizó plantas aromáticas (yerbabuena con tallo, yerbabuena hoja, albahaca) con 24h en cuanto a tiempo empleado, el cual es considerado alto ya que se alcanza a percibir pérdidas de las propiedades organolépticas de las plantas (aroma, sabor y color)(Peña S. y Parra H., 2015, p. 83)
- Se liofilizó cilantro, tomillo, perejil, hierbabuena, para ser aplicados en productos terminados como maíz tostado, vinagreta dulce de limón, dip de ajo y mojitos respectivamente. (Ramírez et al.2020, p. 6).
- Según (Ramírez et al., 2019, p. 1) se optimizó experimentalmente el proceso de liofilización de las hojas de estragón ruso (*A. druncunculus*) con el fin de utilizarlo como materia prima en los sectores de alimentos o como infusión.

2.2.3. Etapas de la liofilización

2.2.3.1. Congelación

En esta etapa la finalidad es congelar el disolvente (comúnmente agua) del alimento a bajas temperaturas de forma rápida produciendo pequeños cristales de hielo, con una estructura solida sin partes en las que haya líquido para ayudar que ocurra por sublimación todo el secado disminuyendo el daño a la estructura celular del alimento (Conde et al., 2020, p. 33).

2.2.3.2. Deseccación primaria

En la desecación primaria hielo es sublimado a presiones por debajo del punto triple del agua formando una capa porosa de material seco (Conde et al., 2020, p. 33). Sublimación también se le conoce como un proceso físico donde un sólido se transforma en un gas sin pasar por el estado líquido (Sawgras, 2018. p.4).

2.2.3.3. Deseccación secundaria

Deseccación secundaria o desorción es la etapa en donde la humedad remanente en el producto después del proceso de secado primario se absorbe por el material o se adsorbe por la superficie del mismo (Ramírez, 2006, p. 17).

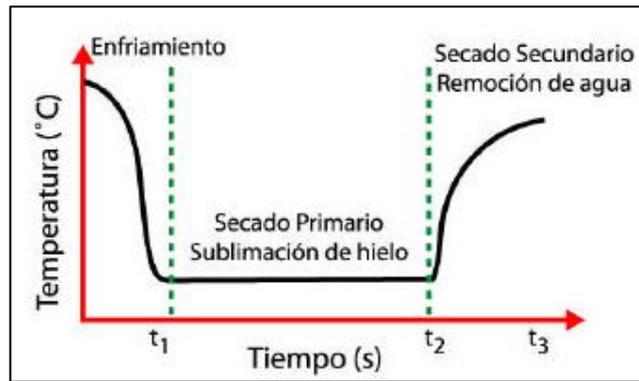


Ilustración 2-3: Pasos del proceso de liofilización

Fuente: (Ramírez, 2006, p. 13).

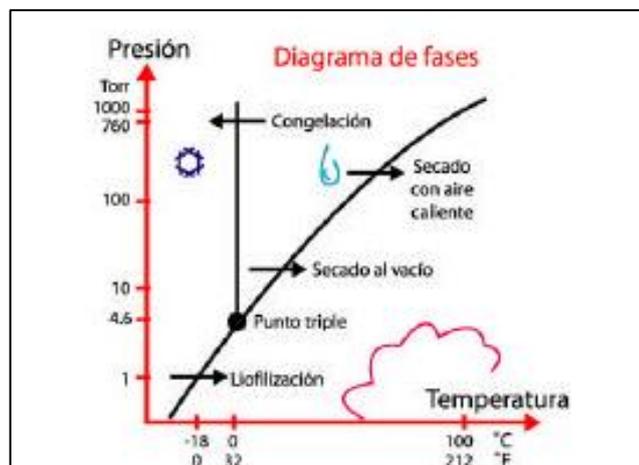


Ilustración 2-4: Diagrama de fases del agua y sistemas de secado

Fuente: (Ramírez, 2006, p. 13).

2.2.4. Ventajas de la liofilización

La liofilización permite extraer más del 95% de agua contenida en un alimento beneficioso con respecto al costo del transporte ya que la mercadería se puede cargar en mayor cantidad sin necesidad de cadena de frío siendo más estable ante la presencia de microorganismos e inclusive inhibiendo el crecimiento bacteriano (Parzanese, 2012, p.2).

El alimento se convierte en una estructura rígida capaz de conservar forma, volumen con un peso reducido conjuntamente con sus características nutricionales y organolépticas con la posibilidad de recuperar textura, aroma y sabor original al rehidratarlo (Parzanese, 2012, p.2).

En la liofilización al ser despreciable la humedad remanente, el alimento puede ser guardado por un tiempo ilimitado, pese a larga estabilidad manteniendo sus propiedades originales, propiciando

ayuda a los consumidores para minimizar la compra del alimento de manera seguida, permitiendo economizar en gastos (Tocagon et al., 2020, p. 5).

El bajo peso del producto permite una manipulación fácil, sin la obligación de refrigeración durante el almacenamiento y transporte, con prolongados períodos de conservación ya que se elimina del 95% al 99.5% del agua (Tocagon et al., 2020, p. 5).

2.3. Queso mozzarella

2.3.1. Definición

Según la NTE INEN 82,2011 el queso mozzarella es un queso elástico y blando de estructura fibrosa de largas hebras de proteínas posicionadas en paralelo sin la aparición de gránulos de cuajada. Al queso se le puede dar diferentes formas y no tiene corteza.

El queso mozzarella es un tipo de queso que tiene su origen en Italiana y Bulgaria, que originalmente se realiza con leche de búfala, pero en el resto del mundo se prepara con leche de vaca además se come fresco y preferentemente en pocas horas después de su elaboración (Retamal et al., 2020, p. 8) y en cuanto a la capacidad antioxidante de queso según (Benito, 2018, p. 1) corresponde a 51,26 mgTrolox /100g.

2.3.2. Propiedades químicas del queso mozzarella.

De acuerdo a varios factores la composición de un queso mozzarella puede llegar a variar, estos factores pueden ser el origen de la leche, proceso de elaboración, el tipo de maduración, el cultivo utilizado, etc (Castillo, 2001 citado en Ruiz 2017 p.26). En la siguiente tabla se puede observar características químicas del queso mozzarella.

Tabla 2-2: Composición química del queso mozzarella de diferentes autores

Características	Mozzarella (Madrid,1996)	Mozzarella (Furtado, 2001)
Humedad%	60-61	52-60
Grasa%	16-17	20-22
Proteína%	19-20	20-22
Carbohidratos%	1	1,5
Minerales%	3,6	3,8

Fuente: (Furtado, 2001 citado en Ruiz 2017 p.26)

Tabla 2-3: Requisitos fisicoquímicos del queso mozzarella según la normativa (NTE INEN 82, 2011)

Requisito	Min	Máx	
Grasa láctea en extracto seco, % (m/m): Queso con alto contenido de humedad.	20		
Queso con bajo contenido de humedad	18		
Prueba de fosfatasa	Negativo		
	Según el contenido de grasa en el extracto seco, de acuerdo con la siguiente tabla.		
Extracto seco lácteo, (m/m) %	Contenido de grasa láctea en extracto seco (m/m)	Contenido de extracto seco mínimo correspondiente (m/m)	
		Bajo contenido	Alto contenido
	>18,0% < 30,0%	34,0%	-
	>20,0% < 30,0%	-	24%
	>30,0% < 40,0%	39%	26%
	>40,0% < 45,0%	42%	29%
	>45,0% < 50,0%	45%	31%
	>50,0% < 60,0%	47%	34%
	>60,0% < 85,0%	53%	38%

Fuente: (NTE INEN 82, 2011)

2.3.3. Materia prima utilizada en la elaboración de queso mozzarella

2.3.3.1. Leche

Producto de la secreción de las glándulas mamarias de forma normal la cual se obtiene a partir del ordeño higiénico e íntegro de vacas completamente sanas, libre de materias extrañas a su naturaleza, destinado al consumo en su forma natural (NTE INEN 9: 2012). Según (Benjamín, 2011, p.11). la leche es la secreción natural de las glándulas mamarias de los mamíferos destinada a la alimentación de sus crías (Benjamín, 2011, p.11).

Se denomina leche de vaca al producto de las mismas en estado saludable siendo un alimento de primera necesidad y básico en la dieta de niños, ancianos, enfermos, y en general de toda la

población debido a una gran demanda por su alto valor nutricional reflejado en sus componentes (Gómez D y Mejía O., 2005, p. 2)

2.3.4. Aditivos

2.3.4.1. Cloruro de calcio

El cloruro cálcico es un compuesto químico, utilizado como “fuente de iones de calcio en una solución. Para la elaboración de queso si la leche utilizada es pobre el coágulo formado será blando generando pérdidas de partículas de caseína y grasa, por esta razón el cloruro de calcio añadido de 15-20g por cada 100kg de leche permite conseguir un tiempo de coagulación constante obteniendo firmeza suficiente del coágulo (Vinuela, 2015, p. 55).

2.3.4.2. Cultivos lácticos

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son con mayor frecuencia los cultivos iniciadores utilizados en la fermentación de la leche. Las más típicas se agrupan en *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Lactococcus* y *Pediococcus*, géneros que junto a las BAL se agrupan en algunos casos también a especies de géneros como *Bifidobacterium* y *Propionibacterium* por encontrarse en los mismos hábitats o por utilizarse con la misma intención (Mayo, 2016, p. 1).

2.3.4.3. Cuajo

El cuajo proveniente del estómago de los rumiantes se considera un clásico en la elaboración de quesos, sin embargo, el cuajo puro se obtuvo hasta solo en 1879. El cuajo está formado por las enzimas digestivas (quimosina y pepsina) obtenidas del cuajar de las terneras jóvenes. Las enzimas tienen la función de romper la caseína de la leche produciendo su coagulación (Rivera, 2012, p. 25).

2.3.4.4. Sal

La sal o cloruro de sodio es un compuesto importante, debido a que determina la calidad del producto en gran parte, además de la aceptación del consumidor ya que proporciona sabor a los alimentos. El salado del queso tiene influencia en su calidad debido a sus efectos sobre el crecimiento microbiano, textura, reología y actividad enzimática (Ramírez et al. 2017.p.1)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en la planta procesadora de lácteos Tunshi, ubicada en el km 12 vía a Licto y en los laboratorios de biotecnología, bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1½ en la ciudad de Riobamba, por otro lado, la evaluación de la capacidad antioxidante se realizó en los laboratorios del INIAP estación experimental Santa Catalina. La investigación tuvo una duración de 70 días aproximadamente.

3.2. Unidades experimentales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó diferentes niveles de liofilizado de sunfo (0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%) para ser evaluados en el queso mozzarella, teniendo cada unidad experimental un peso de 400g, dándonos un total de 6400 g de queso mozzarella, de las cuales se tomaron las muestras respectivas para los análisis correspondientes.

3.3. Materiales, equipos, reactivos e insumos

Los materiales, equipos, reactivos e insumos que se utilizaron en la investigación son:

3.3.1. *Materiales*

- Vasos de precipitación
- Probeta
- Tubos de ensayo
- Gradillas para tubos de ensayo
- Mortero
- Tanque de nitrógeno
- Fósforos
- Cernideros
- Espátula de laboratorio
- Pinza para crisoles

- Papel filtro
- Crisoles de porcelana
- Lira de corte
- Butirómetro de gerber
- Pipetas
- Balanza analítica
- Balanza gramera
- Micropipeta
- Recipientes
- Bota caucho blanco
- Cofias
- Mascarilla
- Mandil
- Guantes
- Termómetro de alimentos
- Espátula drigalsky
- Mesa de acero inoxidable
- Olla de acero inoxidable
- Tanque de enfriamiento
- Paleta de agitación de acero inoxidable
- Tela filtro
- Cuaderno de apuntes

3.3.2. Equipos

- Estufa de secado
- Mufla Lindberg
- Liofilizador Labconco FreeZone
- Vortex
- Centrifuga gerber
- Autoclave
- Congelador
- Cocina
- Cronómetro
- Incubadora

3.3.3. Reactivos

- Ácido sulfúrico al 99 %
- Alcohol amílico al 100 %
- Ácido clorhídrico al 10 %
- Agua destilada

3.3.4. Insumos para elaboración de queso

- Sunfo liofilizado
- Leche fresca
- Cuajo
- Cloruro de calcio al 33%
- Fermento láctico

3.4. Tratamientos y diseño experimental

La presente investigación utilizó cuatro tratamientos que corresponden a (0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%) liofilizado de sunfo, con cuatro repeticiones por cada tratamiento. Las unidades experimentales fueron modeladas bajo un diseño completamente al azar (DCA), que se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo

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

Dónde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

Tabla 3-1: Esquema del experimento de la evaluación de queso mozzarella

Tratamiento	Código	Repeticiones	*T.U.E(g)	g/trat
0% liofilizado de sunfo	T0	4	400	1600
0,25% liofilizado de sunfo	T1	4	400	1600
0,50% liofilizado de sunfo	T2	4	400	1600
0,75% liofilizado de sunfo	T3	4	400	1600
TOTAL				6400

Realizado por: Albacura D., 2023.

3.5. Mediciones experimentales

3.5.1. Evaluación fisicoquímica del liofilizado de sunfo

- Humedad
- Cenizas insolubles en ácido clorhídrico

3.5.2. Características fisicoquímicas del producto terminado (queso mozzarella)

- Extracto seco lácteo, (m/m) %
- Humedad %
- Grasa en extracto seco, % (m/m)
- Capacidad antioxidante
- Prueba de fosfatasa

3.5.3. Características microbiológicas del producto terminado (queso mozzarella)

- Aerobios mesófilos, (UFC/g)
- Staphylococcus aureus (UFC/g)
- Coliformes Totales (UFC/g)
- Listeria monocytogenes 25/g
- Salmonella spp en 25 g

3.5.4. Características organolépticas del producto terminado (queso mozzarella)

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura

3.5.5. Indicadores económicos

- Costos de producción mediante el indicador Beneficio/costo

3.6. Análisis estadísticas y pruebas de significancia

Los resultados fueron evaluados mediante las siguientes pruebas estadísticas:

- Estadística descriptiva
- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA)
- Separación de medias con la prueba estadística TUKEY con nivel de significancia 5%.
- Evaluación organoléptica se realizará evaluación en escala hedónica de aceptabilidad mediante Kruskal-Wallis

3.6.1. Esquema del ADEVA

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

FV		GL
Total	(n-1)	15
Tratamiento	(t-1)	3
Error	(n-1) - (t-1)	12

Realizado por: Albacura D., 2023

3.7. Procedimiento experimental

3.7.1. Procedimiento para la obtención del liofilizado de sunfo

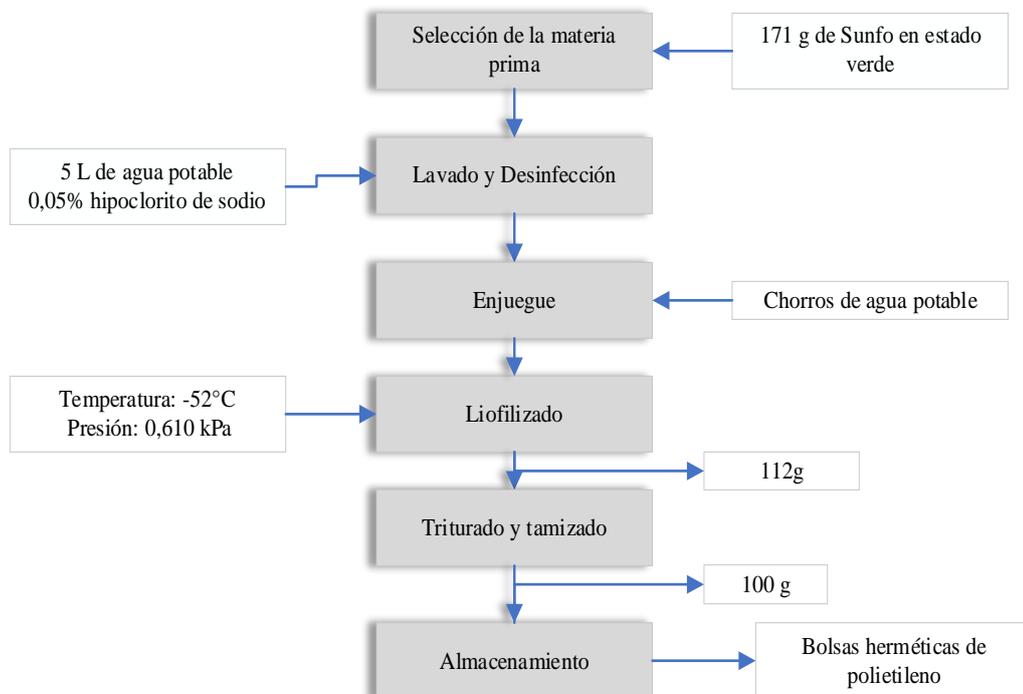


Ilustración 3-1: Diagrama de flujo del procedimiento de liofilizado de sunfo

Realizado por: Albacura D., 2023

- **Selección de la materia prima**

Para la realización de esta investigación se procedió a la selección de la planta sunfo (*clinopodium nubigenum*) en un estado verde y fresco que se encontró en buen estado, sin presencia de plagas o enfermedades en la comunidad de Pesillo.

- **Lavado y desinfección**

Se utilizó agua potable para realizar el lavado, con el fin de quitar agentes extraños como tierra, polvo, entre otros elementos; además se introdujo el sunfo en una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 0,05% para desinfectar, y se dejó en reposo durante 5 minutos (Illescas A y Lovato C, 2020, p. 48).

- **Enjuague**

Se aplicó chorros de agua potable para eliminar el desinfectante y finalmente se dejó reposar la planta para retirar el excedente.

- **Liofilizado**

La planta de sunfo se congeló en nitrógeno líquido para posteriormente ser llevado al equipo de liofilización en donde el equipo trabajó a una temperatura de -52°C y presión de 0,610 kPa, por 24h para la obtención del liofilizado de Sunfo.

- **Triturado y tamizado**

El sunfo una vez liofilizado se trituró en un mortero previamente seco para posteriormente ser tamizado, obteniendo un polvo fino.

- **Almacenamiento**

El liofilizado se almacenó en bolsas herméticas de polietileno hasta su uso en los siguientes análisis.

3.7.2. Procedimiento para la obtención de queso mozzarella con adición de liofilizado de sunfo.

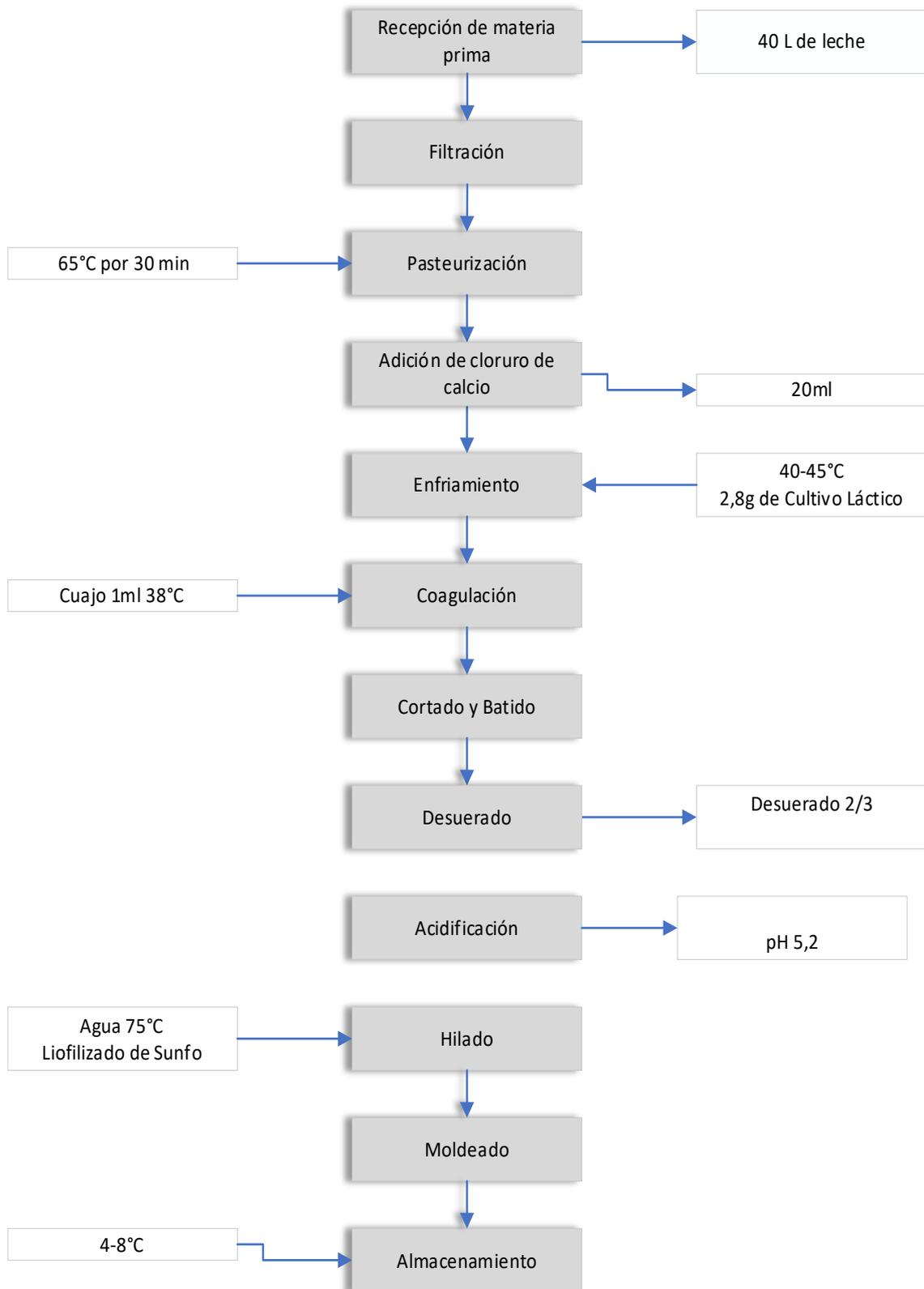


Ilustración 3-2: Diagrama de flujo del procedimiento de elaboración de queso mozzarella

Realizado por: Albacura D., 2023

- **Recepción de materia prima**

Se utilizó 40 litros de leche que fueron transportados y recibidos en recipientes de acero inoxidable.

- **Filtración**

La leche se pasó por un filtro para la remoción de cuerpos extraños e impurezas como polvo, piedras, pelo, paja.

- **Pasteurización**

La leche se sometió a un proceso térmico durante 30 min a 65°C según la normativa requisitos leche pasteurizada (NTE INEN 10, 2012) para la destrucción de microorganismos patógenos.

- **Adición de cloruro de calcio**

Se adicionó 20 ml de cloruro de calcio al 33% a los 48°C por cada 40 litros de leche y se dejó reposar.

- **Enfriamiento**

Se disminuyó la temperatura de la leche hasta los 40-45°C para la adición del cultivo láctico utilizando en este caso 2,8g de fermento por 40 litros de leche, dejando en reposo por 40min aproximadamente.

- **Coagulación**

Posteriormente se añadió 1ml de cuajo a temperatura de 38°C, por lo cual se debió esperar un tiempo de 30 minutos aproximadamente.

- **Cortado y batido**

Con unas liras de corte se obtuvo cubos de dimensiones de 4x4 cm aproximadamente, por medio del deslizamiento de forma horizontal y vertical de la lira, además se realizó agitaciones durante 1h con la finalidad de facilitar el desuerado y el proceso de fermentación.

- **Desuerado**

Se eliminó 2/3 del suero de leche.

- **Acidificación**

La cuajada se colocó sobre la mesa quesera, dejándola en reposo hasta que llegó a un pH de 5,2.

- **Hilado**

La cuajada se pesó en la balanza y se hiló en agua caliente con sal a una temperatura de 75°C durante 2 min hasta que ésta mostró brillo y plasticidad, luego se procedió a realizar el amasado incorporando a su vez la hierba aromática liofilizada de manera homogénea en toda la masa del queso.

- **Moldeado**

Una vez hilado se procedió a colocar en moldes de 400 g para que la cuajada tome forma.

- **Almacenamiento**

El queso mozzarella se almacenó a temperatura de refrigeración de 4 a 8 °C.

3.8. Metodología de evaluación

3.8.1. Evaluación fisicoquímica del liofilizado sunfo

3.8.1.1. Determinación de humedad

Para determinar el contenido de humedad se utilizó el método de la AOAC 930.15 denominado determinación de humedad o contenido de agua del alimento.

- Se llevó los crisoles a la estufa de secado por un lapso de 2 a 4 horas.
- Se retiraron los crisoles de la estufa para ser tarados en el desecador por 20 min
- Con los crisoles previamente tarados, se pesó 3 gramos de muestra
- Se pesó la muestra con los crisoles y se colocó en la estufa a 105°C ± 2 ° C durante 4 horas.

- Se retiró las muestras de la estufa y se puso en el desecador por 20 min para enfriar.
- Se pesó los crisoles con la muestra seca en la balanza analítica (AOAC 930.15, 2000)

Cálculos

$$\%MS = \frac{Pf - Pv}{Pm} * 100\%$$

Ecuación 3-1: Determinación del porcentaje de materia seca del liofilizado de sunfo

Donde:

%MS = Materia seca.

Pf = Peso final del crisol más la muestra seca en gramos

Pv = Peso del crisol vacío

Pm = Peso del crisol más la muestra húmeda en gramos

El % humedad del liofilizado de sunfo se determinó en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \%MS$$

Ecuación 3-2: Determinación del porcentaje de humedad del liofilizado de sunfo

3.8.1.2. Determinación de cenizas insolubles en HCL

Para determinar el porcentaje de ceniza insoluble en HCL en el liofilizado de sunfo se utilizó la metodología descrita en ISO-1577 determinación de cenizas insolubles en ácido.

- En una cápsula previamente calcinada y tarada se pesó 5 g de muestra
- La muestra fue pre calcinada en una placa calefactora, evitando que se inflame.
- Después se colocó la muestra en la mufla a 550 °C hasta obtener cenizas blancas o grisáceas.
- Las cenizas con la cápsula se colocaron en un desecador para dejarla enfriar.
- Posteriormente se adicionó 25 ml HCL al 10% y se llevó a baño de arena caliente durante 10 min
- El contenido se filtró a través de un papel filtro previamente pesado.
- Se realizó un lavado del papel filtro y de la cápsula con agua caliente hasta que los lavados estuvieran libres del ácido
- Una vez filtrado se colocó el papel filtro con la muestra en la cápsula.
- Se calentó el horno, controlando a 525°C, hasta que el residuo se seque
- Luego se enfrió en el desecador y luego se pesó las cenizas insolubles. (ISO-1577, 1987).

El contenido de cenizas insolubles en HCL se determinó en base a la siguiente fórmula.

$$\% \text{cenizas insolubles en HCL} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100$$

Ecuación 3-3: Determinación del % de cenizas insolubles en HCL del liofilizado de sunfo

Donde:

% Cenizas insolubles en HCL = contenido de cenizas insolubles en HCL expresado en porcentaje

m₂ = masa de la cápsula con las cenizas insolubles en HCL, en g

m₁ = masa de la cápsula con la muestra, en g.

m₀ = masa de cápsula vacía, en g.

3.8.2. Evaluación fisicoquímica del queso mozzarella

3.8.2.1. Humedad %

Para determinar el contenido de humedad se utilizó el método de la AOAC 930.15 denominado porcentaje de humedad por método gravimétrico.

- Los crisoles fueron llevados a la estufa de secado por un lapso de 2 a 4 horas.
- Se retiraron los crisoles de la estufa para ser tarados en el desecador por 20 min
- Con los crisoles previamente tarados, se pesó 3 gramos de muestra
- Se pesó la muestra con los crisoles y se colocó en la estufa a 105°C ± 2 ° C durante 4 horas.
- Se retiró las muestras de la estufa y se puso en el desecador por 20 min para enfriar.
- Los crisoles con la muestra seca fueron pesadas en la balanza analítica (AOAC 930.15, 2000)

El contenido de materia seca en el queso mozzarella se determinó en base a la siguiente fórmula

$$\%MS = \frac{Pf - Pv}{Pm} * 100\%$$

Ecuación 3-4: Determinación del porcentaje de materia seca del queso mozzarella

Donde:

%MS = Materia seca.

Pf = Peso final del crisol más la muestra seca en gramos

Pv = Peso del crisol vacío

Pm = Peso del crisol más la muestra húmeda en gramos

El % humedad del queso mozzarella se determinó en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \% \text{MS}$$

Ecuación 3-5: Determinación del porcentaje de humedad del queso mozzarella

3.8.2.2. Grasa en extracto seco, (m/m) %

Para la determinación del contenido de grasa en extracto seco, se utilizó el método de Gerber por butirimetría de (Niklaus Gerber, 1892 citado en Funke-Gerber, 2009, p. 22.)

- Se pesó 3 g de muestra y se trituró con un mortero.
- Se colocó 15 ml de ácido sulfúrico al 99% en el butirómetro
- El butirómetro se llevó a baño maría, a temperatura de 70°C durante 60 minutos,
- Luego se agitó hasta que el queso sea consumido
- Después se añadió 1 ml alcohol amílico al 100%.
- Con el butirómetro cerrado se llevó a baño maría, a temperatura de 65°C + 2°C durante 60 minutos.
- Se retiró el butirómetro del baño maría y se llevó a la centrifuga Gerber durante 5-6 minutos a velocidad constante.
- El butirómetro se retiró de la centrifuga y se volvió a llevar a baño maría a una temperatura de 65°C + 2°C, con la tapa hacia abajo.
- Se verificó que queden cubiertos de agua, hasta que se observó la separación de columna de grasa.
- Se retiró el butirómetro del agua y se procedió a su lectura directa (Funke-Gerber, 2009, p. 22)

3.8.2.3. Capacidad antioxidante

La determinación de capacidad antioxidante del queso mozzarella con liofilizado de sunfo fue realizado por el departamento de Nutrición y Calidad del INIAP, siguiendo el método de Henríquez, Aliaga, & Lissi, 2002, denominado, formación y descomposición del catión radical derivado de ABTS.

- Se pesó 0,3 g de la muestra liofilizada en 3 tubos plásticos.
- Se añadió 5 ml de solución extractora (acetona: agua: ac. fórmico) (70:30:0.1).
- Con los tubos tapados se agitó, durante 5 minutos, en el agitador.
- Se llevó las muestras al ultrasonido por 10 minutos y luego a la centrifuga por otros 10 minutos.

- La parte líquida se pasó a un balón de 25 ml
- Se preparó la solución activada ABTS⁺ un día antes del análisis con una relación 1:1 (2 ml de la solución ABTS con 2 ml de persulfato de potasio) en un frasco ámbar.
- Se diluyó la solución activada ABTS⁺ con buffer fosfato hasta que llegó a una absorbancia de 1,1 con una longitud de onda 734 nm.
- Con la misma extracción de la muestra que se realizó anteriormente, se hizo un factor de dilución 100.
- Se tomó 200 µL de la muestra diluida y se añadió 3800 µL de solución ABTS⁺ con la absorbancia de 1,1 en un tubo de ensayo.
- Se agitó los tubos y se dejó en reposo por 45 minutos, se midió la absorbancia de cada muestra con una longitud de onda de 734 nm
- La absorbancia de las muestras fue calculada mediante la siguiente fórmula (Henríquez et al, 2002 citado en Córdor, 2019, pp. 41-42)

$$ABS_{\text{muestra y/o patrón trólox}} = ABS_{\text{solución de trabajo inicial}} - ABS_{\text{muestra 45 min}} - ABS_{\text{blanco}}$$

Ecuación 3-6: Determinación de capacidad antioxidante

3.8.2.4. Prueba fosfatasa

La prueba de la fosfatasa en queso mozzarella se determinó mediante el método Phosphatesmo MI de (Macherey-Nagel, 2009, p. 45). Esta prueba se realizó mediante el uso de tiras reactivas para la detección de fosfatasa alcalina.

- El método consistió en introducir la tira reactiva por aproximadamente 1 segundo en la muestra, y luego se incubó por 1 hora a 36 °C.
- Se verificó la coloración de la zona reactiva
- Si la zona reactiva se tornaba amarilla, indica que la fosfatasa alcalina no se puede dar por completamente desactivada y el proceso de pasteurización no fue concluido; por otro lado, si la zona reactiva no tuvo coloración, la fosfatasa alcalina fue desactivada y el proceso de pasteurización fue eficaz (Macherey-Nagel, 2009, p. 45).

3.8.3. Evaluación microbiológica del queso mozzarella.

Para la determinación del análisis microbiológico se aplicó la técnica de siembra por extensión en superficie que se describe en el Manual de Microbiología General (Reynoso et al., 2015, p. 49).

Procedimiento

- Se preparó cada uno de los agares que son específicos para cada microorganismo como se muestra en la tabla 3-3.
- El material se esterilizó en el autoclave a 120 °C por 15 min (tubos de ensayo con 9 ml de agua destilada, pipetas, cajas petri)
- Dentro de la cámara de flujo laminar se colocó 10 ml de agar en las diferentes cajas petri
- Las cajas se dejaron en reposo para que solidifique el agar.
- Se preparó diluciones de la muestra a 10⁻¹ (1 g de muestra en 9 ml de agua destilada) para la siembra de aerobios, staphylococcus, coliformes y 25 g de muestra en 225 ml de agua destilada para la siembra de listeria y salmonella.
- Se pipeteó 1 ml de la dilución depositándola sobre la superficie de la caja petri que contenía el medio de cultivo solidificado.
- Con una espátula de drigalsky estéril se diseminó la muestra por toda la superficie, con movimientos rotatorios hasta su completa absorción.
- Se incubó a temperaturas óptimas correspondientes a cada macroorganismo como se muestra en la tabla 3-3 por 24-48 horas para luego anotar el número de colonias.

Tabla 3-3: Condiciones de crecimiento microbiológico

Microorganismo	Medio de cultivo	Condición	Temperatura óptima
<i>Aerobios mesófilos</i>	Agar nutritivo	Agar	30°C
<i>Coliformes Totales</i>	Mac Conkey	Agar	37 °C
<i>Listeria monocytogenes</i>	BD Listeria	Agar	30°C
<i>Staphylococcus aureus</i>	BD Baird-Parker Agar	Agar	37°C
<i>Salmonella spp</i>	BD Salmonella	Agar	37°C

Realizado por: Albacura D., 2023

Para el cálculo de la UFC/g se utilizó la siguiente fórmula

$$\frac{UFC}{g} \text{ o } \frac{UFC}{ml} = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias } \times \text{ factor de dilución}}{ml \text{ o } g \text{ de la muestra sembrada.}}$$

Ecuación 3-7: Determinación de UFC/g

3.8.4. Características sensoriales del queso mozzarella

Se procedió a realizar la evaluación a un panel de 80 catadores no entrenados mayores de 18 años. Esta prueba tuvo el objetivo de determinar el grado de aceptación de los atributos organolépticos

del producto, así como: el color, olor, sabor y textura en función de una escala hedónica con base de 5 puntos.

Tabla 3-4: Valoración mediante escala hedónica de 1 al 5 en el queso mozzarella

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta Ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Realizado por: Albacura D., 2023

Tabla 3-5: Parámetros sensoriales del queso mozzarella a evaluar

ANÁLISIS	VALORACIÓN
Color	5 puntos
Olor	5 puntos
Sabor	5 puntos
Textura	5 puntos

Realizado por: Albacura D., 2023

3.8.5. Evaluación económica

Los costos de producción se establecieron tomando en cuenta todos los insumos, aditivos y materias primas que fueron utilizadas en el proceso de elaboración del queso mozzarella con liofilizado de sunfo.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evaluación fisicoquímica del liofilizado de sunfo.

Tabla 4-1: Estadística descriptiva de la evaluación fisicoquímica del liofilizado de sunfo

Variable	n	Mín	Máx	Media
% Humedad	4	5,61	5,76	5,68
% Cenizas insolubles en ácido	4	2,97	3,52	3,18

Realizado por: Albacura D., 2023.

4.1.1. Humedad

De acuerdo a lo que indica la tabla 4-1, el porcentaje de humedad del liofilizado de sunfo presentó una media de 5,68% con un valor mínimo de 5,61% y máximo de 5,76%, dado que según (Marín et al., 2006, p. 9) los productos liofilizados suelen tener un contenido de humedad muy bajo, cercano al 5%. Dichos valores son similares a los reportados por (Illescas A y Lovato C, 2020, p. 58) donde se obtuvo un 5,74% de humedad de sunfo después de un tiempo de secado de 48h a 40°C.

4.1.2. Cenizas insolubles

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 4-1, el liofilizado de sunfo presentó una media de 3,18% de cenizas insolubles en ácido clorhídrico con un valor mínimo de 2,97% y un máximo de 3,52% siendo bajo, ya que según (Delgado et al., 2005, p. 2) un contenido de cenizas insolubles en HCL de 0-5% es considerado bajo, de 5-10% medio y mayor a 10% alto. La contaminación con tierra (determinación de sílice o dióxido de silicio) se ha estimado con el método de cenizas insolubles en ácido clorhídrico (Delgado et al., 2005, p. 2). Esta determinación se aplica con el fin de identificar la presencia de material silíceo tal como arena, grava o tierra (Thea, 2013, p. 40). No obstante, la exposición que se presenta con sílice en una concentración importante y en tiempos prolongados, ocasiona efectos sobre la salud al ingresar al organismo, síntomas respiratorios como: dificultad para respirar, especialmente después del ejercicio físico, tos seca, fatiga, pérdida del apetito, dolor en el pecho, así como la disminución de sus mecanismos de defensa a otras enfermedades (Morales et al., 2015, pp. 1-6).

4.2. Características fisicoquímicas del queso mozzarella con los diferentes niveles de liofilizado de sunfo.

Tabla 4-2: Características fisicoquímicas del queso mozzarella con los diferentes niveles de liofilizado de sunfo

VARIABLES	Niveles de liofilizado de sunfo				E. E	p-valor
	0%	0,25%	0,50%	0,75%		
	T0	T1	T2	T3		
% Extracto seco (ES)	45,52 a	46,35 a	46,54 a	46,71 a	0,62	0,5535
% Humedad	54,48 a	53,65 a	53,46 a	53,29 a	0,62	0,5535
% Grasa en extracto seco (GES)	45,25 a	45,38 a	45,40 a	45,63 a	0,26	0,7826
Capacidad Antioxidante $\mu\text{m Trolox/g}$	51,48 a	53,04 a	204,45 b	201,35 b	1,32	<0,0001
Fosfatasa	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo		

E.E: Error Experimental

Prob. >0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: Existen diferencias estadísticas.

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

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Realizado por: Albacura D., 2023

4.2.1. Extracto seco

De acuerdo a la tabla 4-2, para Extracto seco se muestra que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$), mostrando valores de 45,52% (T0) a 46,71% (T3). Dichos valores cumplieron con la normativa de requisitos de queso mozzarella (NTE INEN 82-1:2011) que admite valores de 45%-53% y además tuvieron similitud con el estudio de (Bustamante, 2012, p. 43) que al evaluar queso mozzarella con orégano el cual pertenece a la misma familia que el sunfo obtuvo un valor de 48,98% de extracto seco.

4.2.2. Humedad

Según la tabla 4-2, para el porcentaje de humedad no existió diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre los tratamientos donde se apreció valores entre 53,29% (T3) y 54,48% (T0) que tienen similitud con lo mostrado por (Bustamante, 2012, p. 43) con 50,95% de humedad en queso mozzarella con orégano el mismo que pertenece a la misma familia que el sunfo. Dichos valores se encuentran

dentro del límite señalado por la normativa requisitos de queso mozzarella (NTE INEN 82:1973) donde establece que el queso mozzarella tiene un valor máximo de 60% de humedad.

4.2.3. Grasa en extracto seco

El contenido de grasa en extracto seco en el queso mozzarella no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos como se observa en la tabla 4-2, donde se apreció valores entre 45,25% (T0) y 45,63% (T3) por lo cual los valores reportados en este estudio cumplieron con la normativa requisito para queso mozzarella (NTE INEN 82:1973) que establece un valor mínimo de 45% de grasa en extracto seco. Dichos valores fueron similares a lo descrito por (García, 2019, p. 65) quien reportan valores entre 40- 69,29% de grasa en extracto seco lácteo en queso mozzarella.

4.2.4. Capacidad antioxidante

Como se observa en la tabla 4-2, la capacidad antioxidante en el queso mozzarella tuvo diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) por efecto de los niveles de liofilizado de sunfo registrando valores altos en el tratamiento (T2 y T3) con 201,35 y 204,45 $\mu\text{m Trolox/g}$ respectivamente y valores bajos en los tratamientos (T0 y T1) con 51,48 y 53,04 $\mu\text{m Trolox/g}$. Esto quiere decir que a mayor cantidad de liofilizado de sunfo habrá mayor capacidad antioxidante en el producto debido a que según (Castillo, 2020, p. 59) la capacidad antioxidante del sunfo corresponde a 377,73 $\mu\text{mol Trolox /g}$, en otro estudio según (Mena G y Salas E, 2022, p. 51) el aceite esencial de sunfo obtuvo valores de 289,84 $\mu\text{mol ET /g}$; la capacidad antioxidante es un parámetro importante a evaluar debido a que según (Ibarra, 2020, p. 17) los antioxidantes son compuestos que actúan como protector de la oxidación, contrarrestando el efecto de radicales libres que son los responsables de daños a nivel celular que ocasionan un envejecimiento prematuro y enfermedades. Además, las propiedades antioxidantes son una oportunidad para frenar el deterioro oxidativo que ciertamente afecta a los alimentos, siendo que la actividad antioxidante de plantas se debe a la presencia de compuestos fenólicos principalmente. (Doroteo et al., 2013, p. 2). Por otro lado, la actividad antioxidante se expresa como micromoles de Equivalentes Trolox (ET) por unidad de peso o de volumen de la muestra analizada; el Trolox es un análogo hidrosoluble del alfa-tocoferol que es universalmente empleado como estándar o antioxidante de referencia en las curvas de comparación de diversos ensayos de actividad antioxidante (Kuskoski et al., 2004, pp.1-2).

4.2.5. Prueba de fosfatasa

De acuerdo a la tabla 4-2, en el resultado de fosfatasa no existió diferencias significativas por tanto al obtener resultados negativos en todos los tratamientos como señala la normativa (NTE INEN 82-1:2011) requisitos de queso mozzarella la presencia de ésta enzima fue inactivada. La prueba de fosfatasa es un parámetro de calidad debido a que la fosfatasa es una enzima presente en la leche cruda (Acosta, 2012 citado en Orozco, 2018, p. 20); Además según (Domínguez et al., 2011, p. 13) ésta prueba permite verificar si la leche o sus derivados han alcanzado las condiciones de tiempo y temperatura adecuadas para una pasteurización asegurando la destrucción de los gérmenes patógenos. Además si existe presencia de la enzima en la leche, el proceso fue inefectivo puesto a que en una correcta pasteurización se tendría la inhibición de la fosfatasa (Chacón, 2005 citado en Orozco, 2018, p. 21).

4.3. Características microbiológicas del queso mozzarella con los diferentes niveles de liofilizado de sunfo.

En la tabla 4-3, descrita a continuación se puede observar los valores obtenidos del análisis microbiológico, estos valores están expresados en unidades formadoras de colonias según los parámetros requeridos por la norma NTE INEN 82-1:2011 requisitos de queso mozzarella.

Tabla 4-3: Características microbiológicas del queso mozzarella con los diferentes niveles de liofilizado de sunfo

VARIABLES	Niveles de liofilizado de sunfo				E. E	p-valor
	0%	0,25%	0,50%	0,75%		
	T0	T1	T2	T3		
<i>Aerobios mesófilos</i>	112,5 a	157,5 a	195 a	197,5 a	22,97	0,0721
<i>Staphylococcus aureus</i>	25 a	30 a	42,5 a	30 a	6,73	0,3416
<i>Coliformes Totales</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		
<i>Salmonella spp</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		

Realizado por: Albacura D., 2023

De acuerdo a la tabla 4-3, no presentó diferencias estadísticas, obteniendo valores de 112,5 (T0) a 197 UFC/g (T3) en cuanto *aerobios mesófilos* encontrándose por debajo de 289 ufc/g valores donde según la norma INDECOPI en su calidad de Organismo Peruano de Normalización

(INDECOPI citado en Acevedo et al., 2013) se encuentra dentro límites permitidos, la determinación de éste parámetro es importante para determinar la calidad y seguridad del queso debido a que incluye un amplio número de microorganismos patógenos y no patógenos, capaces de desarrollarse a temperatura ambiente y en ambientes como: fincas, granja donde es elaborado el queso artesanal u obtenida la materia prima (Merchán et al., 2019, p. 5).

En cuanto a los demás microorganismos cumplen con la normativa (NTE INEN 82-1:2011) requisitos de queso mozzarella, donde se pudo evidenciar <100UFC/g en *Staphylococcus aureus* y total ausencia en *coliformes totales*, *listeria monocytogenes* y *salmonella spp.*

4.4. Características organolépticas del producto terminado (queso mozzarella)

La evaluación sensorial del queso mozzarella con diferentes niveles de liofilizado de sunfo se describe en la tabla 4-4, donde se los valores obtenidos en atributos como, color, olor, sabor, y textura.

Tabla 4-4: Características organolépticas del producto terminado (queso mozzarella)

Atributos de evaluación	Niveles de liofilizado de sunfo				p-valor
	0%	0,25%	0,50%	0,75%	
	T0	T1	T2	T3	
Color	3,45 a	3,70 b	3,55 ab	3,30 a	0,0012
Olor	3,30 ab	3,80 bc	4,05 c	2,95 a	<0,0001
Sabor	3,65 a	3,85 b	3,90 b	3,75 ab	0,0057
Textura	4,1 b	3,85 ab	4 b	3,6 a	0,0101

Realizado por: Albacura D., 2023

4.4.1. Color

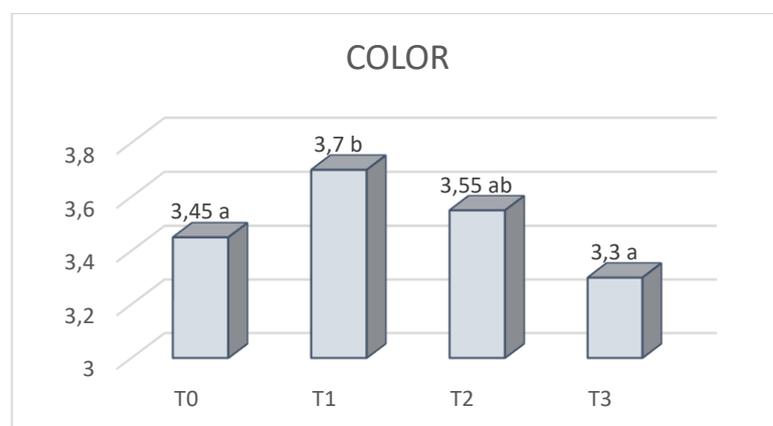


Ilustración 4-1: Color

Realizado por: Albacura D., 2023

Como se puede observar en la ilustración 4-1, el color del queso mozzarella tuvo diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) por efecto de los niveles de liofilizado de sunfo, registrando la puntuación más alta en el T1(0,25%) que logró una valoración de 3,70 ubicándose dentro de la categoría de (me gusta), mientras el T3(0,75%) obtuvo 3,30 puntos entrando en la categoría de (no me gusta ni me disgusta). Al adicionar el liofilizado de sunfo en pequeñas cantidades, el color fue del agrado de los consumidores debido a su tonalidad blanco crema característico del queso mozzarella con ligeras tonalidades verdes debido a que según (Illescas A y Lovato C, 2020, p. 31) las hojas de sunfo son de color verde característico, llamando la atención del consumidor, llegando a acentuarse en mayor proporción en el T3 como amarillo-verdoso.

4.4.2. Olor

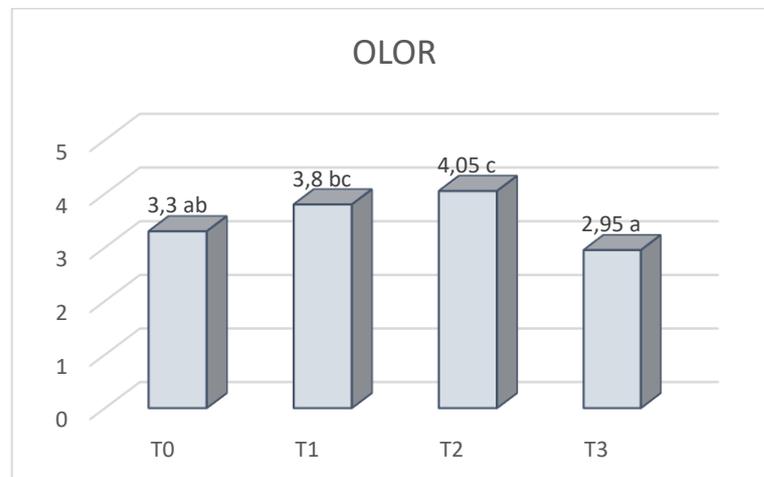


Ilustración 4-2: Olor

Realizado por: Albacura D., 2023

Como se muestra en la ilustración 4-2, en el parámetro de olor existió diferencias estadísticas ($p < 0,01$). El resultado que tuvo mayor aceptación fue el T2 (0,50%) con una valoración de 4,05 equivalente a (me gusta) ya que el sunfo tiene un olor característico mentolado y a orégano (Amores, 2019, p. 15) y a medida que aumenta los niveles de sunfo la aceptación disminuye alcanzando una valoración de 2,95 en el T3 (0,75%) de liofilizado entrando en la categoría de (no me gusta ni me disgusta).

4.4.3. Sabor

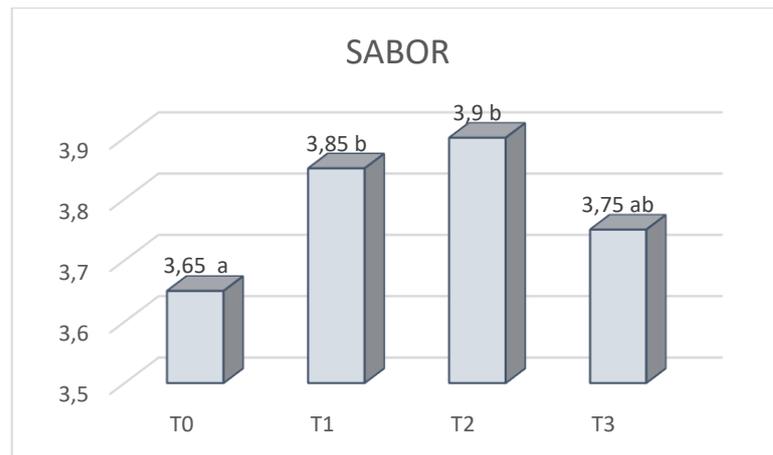


Ilustración 4-3: Sabor

Realizado por: Albacura D., 2023

De acuerdo a la ilustración 4-3, el sabor del queso mozzarella presentó diferencias estadísticas ($p < 0,01$) entre el tratamiento T0 y los tratamientos T1 y T2, donde la valoración más alta fue en el T2(0,50%) con 3,90 puntos situándose dentro de la categoría de (me gusta) para los evaluadores. Sin embargo, en el tratamiento T0 se obtuvo una calificación de 3,65 siendo ésta la valoración más baja. Debido a que el sunfo tiene matices de un sabor dulce y umami según (Amores, 2019, p. 16) resulta que la aplicación del liofilizado de sunfo fue del agrado de los consumidores.

4.4.4. Textura

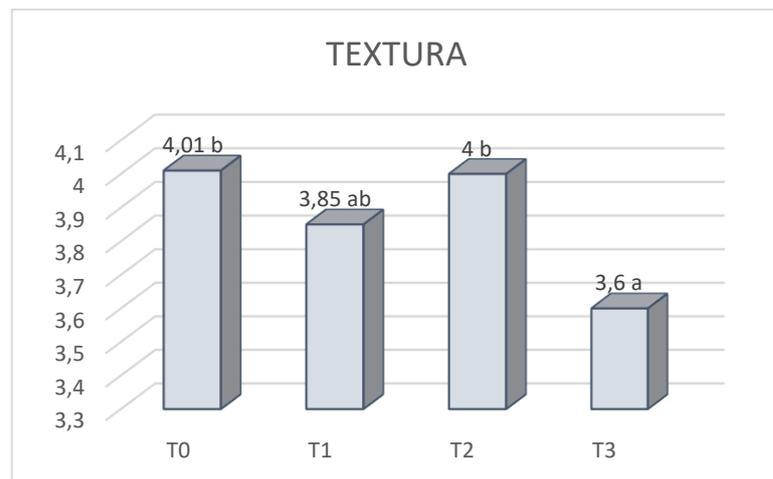


Ilustración 4-4: Textura

Realizado por: Albacura D., 2023

Según la ilustración 4-4, en cuanto al análisis de textura del queso mozzarella con diferentes niveles de sunfo liofilizado existió diferencias estadísticas ($p < 0,01$) entre los tratamientos, donde los resultados más altos se obtuvieron en el T0 (0%) y T2 (0,50%) con una valoración de 4,10 y

4,00 puntos respectivamente entrando en la categoría de (me gusta), mientras que el tratamiento T3 (0,75%) obtuvo resultados con una valoración de 3,6 puntos. A medida que aumenta la adición de especias en un queso puede provocar la percepción de partículas durante la masticación pudiendo ser de tipo arenoso, granuloso o fibroso (Catast, 2013, p. 13).

4.5. Costos de producción

Los costos de producción del queso mozzarella con diferentes niveles de liofilizado de sunfo (0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%) se describe en la tabla 4-5.

Tabla 4-5: Costos de producción y beneficio/costo

PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TRATAMIENTOS			
				0%	0,25%	0,50%	0,75%
				T0	T1	T2	T3
Leche	40000	ml	16,4	1,23	1,23	1,23	1,23
cloruro de calcio	20	ml	0,67	0,05	0,05	0,05	0,05
Fermento	2,8	g	2,2	0,17	0,17	0,17	0,17
Cuajo	1	ml	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01
Sal	220	g	0,1012	0,01	0,01	0,01	0,01
Liofilizado de sunfo	100	g	2,55	0,00	0,03	0,05	0,08
Fundas	16	ud	0,2	0,02	0,02	0,02	0,02
Luz				0,50	0,50	0,50	0,50
Gas				0,20	0,20	0,20	0,20
Mano de obra				0,85	0,85	0,85	0,85
Total				3,03	3,05	3,08	3,10
Cantidad de queso mozzarella obtenido (kg)				0,40	0,40	0,40	0,40
Costo de producción por kg en \$				7,56	7,63	7,69	7,75
Precio de venta por porción kg en \$				11,00	11,00	11,00	11,00
Ingreso Total				4,40	4,40	4,40	4,40
Beneficio/Costo				1,45	1,44	1,43	1,42

Realizado por: Albacura D., 2023

$$B/C = \frac{\text{Valor de ingresos totales}}{\text{valor de los costos de inversión}}$$

Ecuación 4-1: Determinación de beneficio costo

- B/C mayor que 1 significa que el proyecto es rentable.
- B/C igual o menor que 1 significa que el proyecto no es rentable

De acuerdo al análisis económico en la tabla 4-5 del queso mozzarella con adición de liofilizado de sunfo, se encontró que los costos de producción por kg presentaron una ligera variación según el nivel de liofilizado de sunfo. Encontrándose costos de producción por kg de 7,56; 7,63; 7,69; 7,75\$ al aplicar 0%; 0,25%; 0,50; 0,75% de liofilizado respectivamente, es decir que a medida que se incrementa la cantidad de liofilizado de sunfo aumenta de forma insignificante el costo de producción. Para determinar la relación beneficio costo se tomó en cuenta el costo total de ingresos sobre el costo total invertido obteniendo un resultado del 1,45 (T0); 1,44 (T1); 1,43 (T2); 1,42 (T3) el cual representa que por cada dólar invertido se obtiene una rentabilidad de 0,45; 0,44; 0,43; 0,42 ctv respectivamente, indicando que el producto es rentable económicamente ya que la relación costo-beneficio es mayor que la unidad (1) por lo tanto los beneficios serán mayores que los costos de inversión. En comparación con otros productos similares como el queso mozzarella kiosko el cual tiene un precio de venta de 12,50 el kilo asemejándose a nuestro producto ya que el kilo cuenta 11\$ siendo un producto competitivo.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Al evaluar los componentes fisicoquímicos como humedad y cenizas insolubles se identificó que el liofilizado de sunfo se caracteriza por presentar un contenido de humedad 5,68% y de ceniza insoluble 3,18% siendo valores bajos e ideales para su utilización.
- Al evaluar los parámetros fisicoquímicos de los diferentes niveles de liofilizado de sunfo (0%, 0,25%, 0,50% y 0,75%) en queso mozzarella no se establecieron diferencias estadísticas en cuanto extracto seco, humedad, grasa y fosfatasa, por otro lado, la capacidad antioxidante obtuvo diferencias altamente significativas por la aplicación de liofilizado de sunfo llegando a obtener los mejores valores en los tratamientos 2 y 3 con 204,45 y 201, 35 μm Trolox/g respectivamente. En cuanto al análisis microbiológico todos los tratamientos son estadísticamente iguales presentando ausencia en cuanto a coliformes, listeria, salmonella y en cuanto a aerobios mesófilos y staphylococcus aureus cumpliendo con las normativas. Por otro lado, la evaluación sensorial en los tratamiento T1 y T2 se obtuvo la mejor aceptación con una calificación de 4 (me gusta) en todos los parámetros de evaluación, sin embargo, la calificación más alta la obtuvo el T2 para las variables de color olor, sabor, y textura, mientras que el tratamiento T3 y T0 obtuvieron una calificación de 3 en cuanto a color y olor que corresponde a (ni me gusta ni me disgusta) y calificaciones de 4 (me gusta) en sabor.
- Según el estudio económico en todos los tratamientos se generaron utilidades, y a pesar de que el tratamiento T0 fue el mejor económicamente debido a la cantidad de liofilizado de sunfo, la variación entre los tratamientos resultó ser mínima, determinando que el mejor tratamiento fue con 0,50% de liofilizado de sunfo (T2) puesto a que obtuvo los mejores resultados tanto fisicoquímicos como sensoriales generando un costo de producción de \$7,69 USD y un beneficio/costo \$1,43 USD.

5.2. Recomendaciones

- Incentivar más investigaciones sobre el uso agroindustrial del sunfo (*Clinopodium nubigenum*) para posteriores aplicaciones en otras áreas como la industria cárnica, láctea, así como, bebidas probióticas principalmente por su actividad antioxidante y aromatizante.
- Expandir la investigación realizando más evaluaciones del liofilizado de sunfo, analizando más parámetros fisicoquímicos, microbiológicos.
- Al momento de elaborar un queso mozzarella con la adición de liofilizado de sunfo, garantizar la correcta emulsión y formación de la masa durante el hilado aportando gran parte del contenido funcional del sunfo, mejorando en gran parte las características organolépticas del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, Iría; et al. “Evaluación de la Calidad Bacteriológica por Método Rida Counten Quesos Tipo Mozzarella de Bufala Artesanal”. Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara [en línea], 2012, (Venezuela) 3(6), p. 1. [Consulta: 05 julio 2023]. ISSN 2244 - 7733. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7792097>

ALVAREZ, Pamela; & ARCOS, Erika. Optimización del proceso de extracción hidroalcohólica a partir del sunfo (*Clinopodium nubigenum Kuntze*) en función del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2021. p. 77. [Consulta: 08 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10138/1/PC-002591.pdf>

ALBUJA, Ana, et al. “Evaluación de la calidad microbiológica del queso de hoja tradicional de ecuador elaborado artesanal e industrialmente”. Analesranf [en línea], 2020, (Ecuador) 86(2), p. 5. [Consulta: 4 julio 2023]. ISSN 1697- 428X. Disponible en: https://analesranf.com/wp-content/uploads/2020/86_02/8602_03.pdf

AMORES, Jéssica. Estudio sobre la importancia del consumo del «Sunfillo» (*Clionopodium Nubigenum Kunth Kuntze*) como bebida energética tradicional de la reserva natural de Pisayambo en el cantón Píllaro [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Ecuador. 2019. pp. 15-16 [Consulta: 05 julio 2023]. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/10275/1/ARTCIENTUESC003-2019.pdf>

AOAC 930-15. *Determinación del Porcentaje de humedad por método gravimétrico.*

ARTEAGA, Manuel; & PARRA, Alex. Diseño del sistema productivo de la fabricación de queso mozzarella hilado para el incremento de la capacidad de producción en la empresa de lácteos [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2021. p. 22. [Consulta: 08 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8360/1/PI-001907.pdf>

AYALA, Alfredo; et al. “Liofilización de pitahaya amarilla (*selenicereus megalanthus*)”. alimentos: Ciencia, Tecnología e Ingeniería [en línea], 2010, (Colombia) 17(2), p. 2. [Consulta: 09 julio 2023]. ISSN 0121-4004. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-40042010000200002&script=sci_arttext

BENITO, Mily. Evaluación de la capacidad antimicrobiana, antioxidante y propiedades físicas, del aceite esencial de chachacoma (*Senecio nutans Sch.*) en queso fresco tipo paria [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional del Altiplano, Perú. p. 1 [Consulta: 06 julio 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3226435>

BENJAMIN, Franklin. *El Libro Blanco de la Leche y los Productos Lácteos* [en línea]. México; CANILEC, 2011. p. 11. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf

BUSTAMANTE, Manuel. Efecto de la Utilización de Culantro, Orégano, y Ají en la Elaboración de Queso [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012. p. 43. [Consulta: 04 julio 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2182>

CAGUANA, Manuel; & QUINALUISA, Verónica. Diagnóstico del potencial agroindustrial de sunfo (*Clinopodium nubigenum*) y eneldo (*Anethum graveolens*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2017. pp. 29-62. [Consulta: 08 julio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4190>

CATAST. *La cata de quesos* [blog]. Catast, 2013. [Consulta 05 julio 2023]. Disponible en: <http://www.catast.com/Documentos/Guiesdetast/Guiatastformatge.pdf>

CASTILLO, Dennis. Caracterización de los compuestos bioactivos del sunfo (*clinopodium nubigenum*), con propósitos agroindustriales [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. 2020. pp. 49-59. [Consulta 06 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12187>

CONCHA, Diana. Prácticas correctas de higiene basadas en la resolución 057 del arcsa, en las queseras artesanales [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2020. p. 13. [Consulta 06 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16172/1/27T00517.pdf>

CONDE, Alicia; et al. Obtención de un alimento funcional mediante la liofilización y secado por aspersión de un producto generado a partir de la microbiota del kéfir [en línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Instituto Tecnológico de Orizaba División de Estudios de Posgrado e Investigación, Veracruz, México. 2020. pp. 31-33. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080/xmlui/handle/123456789/541>

CÓNDOR, Yoselyn. Caracterización de compuestos bioactivos, físicos y químicos del fruto milagroso (*Synsepalum Dulcificum*) para aplicaciones agroindustriales [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de las Americas, Quito, Ecuador. 2020. pp. 41-42. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11808>

CORAL, Paul. Diseño de una planta para la elaboración de un deshidratado para infusiones de Sunfo *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2018. pp. 16-24 [Consulta: 07 julio 2023]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19876>

DELGADO Pertññez; et al. “Caracterización de la hoja de limpia de almazara” Nota Breve [en línea], 2005, (Spain), 46(173), p. 2. [Consulta 04 julio 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1409391.pdf>

DOMÍNGUEZ, Aurelio; et al. “El queso Oaxaca como un caso de estudio del centro de México”. Alimentos artesanales y tradicionales [en línea], 2011, (México). 19(38), p. 13. [Consulta 04 julio 2023]. INNS 0188-4557. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-45572011000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

DOROTEO, Víctor; et al. “Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas”. Revista de la Sociedad Química del Perú [en línea], 2013, (Perú) 79(1). p. 2. [Consulta 09 julio 2023]. ISSN 1810-634X. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000100003

FUKE, Gerber. Catálogo de laboratorio y Análisis para Lácteos [en línea], p. 22. [consulta: 04 julio 2023] Disponible en: <https://www.rbmlaboratorios.com.mx/descargas/CATALOGO%20FUNKE%20GERBER%202009.pdf>

GARCÍA, Demetrio. Optimización de parámetros de hilado y rendimiento de queso mozzarella en una marmita semiautomática [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú. 2019. p. 65 [Consulta 04 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5703>

GOMEZ, Divier; & MEJÍA Oswaldo. “Composición nutricional de la leche de ganado vacuno”. Revista Lasallista de Investigación [en línea], 2005, (Colombia) 2(1), p. 2. [Consulta: 09 julio 2023]. ISSN 1794 - 4449. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>

GÓMEZ, Evelyn. Sensibilidad microbiana y poder insecticida de los aceites esenciales de *clinopodium nubigenum* y ambrosia [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica del Norte, Imbabura, Ecuador. 2018. p. 16. [Consulta 04 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8457>

GUERRA, Pablo. Evaluación de la actividad antioxidante Bioautográfica de dos variedades de aceites esenciales andinos *Clinopodium nubigenum* (Kunt) Kuntze y *Baccharis* [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. 2016. p. 33. [Consulta 08 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12183>

IBARRA, Jazmín. Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el tuberculo *Tropaeolum Tuberosum* (Mashua Naranja) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Chimbote, Perú. 2020. p. 17. [Consulta 08 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/15784>

ISO 1577: 1987-2. *Tea. Dermination of acid insoluble ash.*

ILLESCAS Adriana; & LOVATO Carlos. Estudio del Perfil Fitoquímico y posibles aplicaciones de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del Sunfo (*clinopodium nubigenum* (*kunth*) *kuntze*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2020. pp. 20- 48. [Consulta: 04 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6998>

KUSKOSKI, Marta; et al. “Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos”. Universidad de Sevilla [en línea], 2004, (Brasil) 25(4), pp. 1-2. [Consulta: 04 julio 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cta/a/B58T9S5zLLxjBL5PVzZXHCF/?format=pdf&lang=es>

LITUMA, Liza; & MOLINA Viviana. Determinación del efecto analgésico del tipo (*Clinopodium nubigenum*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2008. p. 101 [Consulta: 04 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20267>

MACHEREY, Nagel. Análisis Rápidos [blog], p 45. [Consulta: 04 julio2023]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Desktop/informacion/fosfatsa%20metodologia.pdf>

MARÍN, Eduardo; et al. “La rehidratación de alimentos deshidratados”. Revista chilena de nutrición [en línea], 2006, (Chile) 33(3), p. 9. [Consulta: 04 julio 2023]. ISSN 0717-7518. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182006000500009>

MAYO, Baltasar. 2016. Cultivos lácteos funcionales: Origen y aplicaciones. [blog]. España. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/186784>

MENA, Gabriela. & SALAS Estefany. 2022. Extracción del aceite esencial de sunfo (*Clinopodium nubigenum Kunth Kuntze*) por el método de arrastre de vapor, para su caracterización química, antioxidante y microbiológica [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2022. p. 51. [Consulta: 06 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9427>

MERCHÁN, Nuri; et al. “Determinación de la inocuidad microbiológica de quesos artesanales según las normas técnicas colombianas”. Revista chilena de nutrición [en línea], 2019, (Colombia) 7(1), pp. 1-6. [Consulta: 05 julio 2023]. ISSN 2145 - 5333. Disponible en: <https://revistas.curn.edu.co/index.php/cienciaysalud/article/view/468/418>

MORALES José; et al. “Salud y riesgos laborales por el manejo de sílice en el proceso de sandblasting”. Artículo de revisión ciencias y salud [en línea], 2015, (Colombia) 46(3), p. 5. [Consulta: 05 julio 2023]. ISSN 0717 - 7518. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/267966169.pdf>

NTE INEN 10, 2012. *Leche Pasteurizada. Requisitos.*

NTE INEN-ISO 11290-2, 2017. *Método horizontal para la detección y recuento de Listeria monocytogenes y de Listeria spp.*

NTE INEN 1529-14, 1998. *Control Microbiológico de los Alimentos. Staphylococcus aureus.*

NTE INEN 1529-15, 2013. *Control Microbiológico de los Alimentos. Salmonella.*

NTE INEN 1529-5, 2006. *Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos.*

NTE INEN 2392-2, 2017. *Hierbas Aromáticas. Requisitos.*

NTE INEN 82, 1973. *Queso mozzarella. Requisitos*

NTE INEN 82, 2011. *Queso mozzarella. Requisitos*

NTE INEN 9, 2012. *Leche cruda. Requisitos*

OROZCO, Belén. Incidencia de Enterobacteriaceae y Staphylococcus aureus en quesos frescos en empresas del cantón Cayambe [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. 2018. p. 20 [Consulta 04 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9974>

PARZANESE, Magali. 2012. *Tecnología para la Industria Alimentaria Liofilización de alimentos* [blog] p. 2. [Consulta 09 julio 2023]. Disponible en: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf

PEÑA, Sebastian; & PARRA Hugo. Diseño y Construcción de un liofilizador para el secado de plantas aromáticas [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. 2015. p. 83 [Consulta 04 julio 2023]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/2796>

QUIMBIAMBA, Jaqueline. 2021. Elaboración de una infusión de ataco (*Amaranthus hybridus* L.) y sunfo (*Clinopodium nubigenum*) (Kunth)(kuntze) endulzada con stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador. 2021. p. 85 [Consulta: 08 julio 2023]. Disponible en: <http://www.repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1332>

RAMÍREZ, Juan; et al. “La sal en el queso: diversas interacciones”. Revisión bibliográfica [en línea], 2017, (Colombia) 28(1), p.1. [consulta: 09 julio 2023] ISSN 2215 - 3608. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637024.pdf>

RAMÍREZ, Juan. Liofilización en Alimentos [en línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad del Valle, Cali, Colombia. 2006. pp. 13-17. [Consulta 09 julio 2023]. Disponible en: https://www.academia.edu/25497591/Liofilizaci%C3%B3n_de_alimentos

RAMÍREZ, Juliana; et al. “Optimización del proceso de liofilización y comparación con el secado por convección de estragón ruso (*Artemisia dracunculus L.*)”. Acta Agronómica [en línea], 2019, (Colombia) 68 (3), p. 2. [Consulta: 09 julio 2023]. ISSN 0120 – 2812. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1699/169965183002/html/>

RAMÍREZ, Juliana; et al. “Liofilización de hierbas aromáticas y su aplicación en preparaciones gastronómicas”. Acta Agronómica [en línea], 2020, (Colombia) , pp. 6-15. [Consulta: 09 julio 2023]. ISBN 978 - 958 Disponible en: <https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2020/08/CARTILLA-LIOFILIZADOS.pdf>

RETAMAL, Georgina; et al. “Tendencias de consumo de queso mozzarella en la ciudad de Quito”. Revista eruditus [en línea], 2020 (Ecuador) 1(1), p. 8. [Consulta: 09 julio 2023]. ISSN: 2697 - 3413 Disponible en: <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/re/article/view/288/141>

REYNOSO, María; et al. Manual de Microbiología General [en línea] Argentina, Uni Río, 2015 [Consulta: 04 julio 2023]. Disponible en: <http://www.unirioeditora.com.ar/wp-content/uploads/2018/10/978-987-688-124-1.pdf>

RIVERA, Verónica. Evaluación de Distintos Cuajos Naturales y Procesados (Bovinos, Ovinos y Cuy) Para la Realización de Queso Fresco [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012. p. 25. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1855>

RUÍZ, Geovany. Evaluación de queso mozzarella elaborado con leche de tres especies zootécnicas [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2017. p. 26. [Consulta: 04 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7087>

RUÍZ, Luis. Aplicación de tres niveles de quinua como extensor para elaboración de queso mozzarella [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2023. p. 42. [Consulta: 04 julio 2023] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18801>

SAWGRAS. *Guía completa para el éxito con la sublimación.* Cromos [blog] Uruguay, Cromos, 2018 [Consulta: 09 julio 2023] Disponible en: http://www.cromos.net.uy/images/sawgrass_web.pdf

SICCHA, Ana; & LOCK, Olga. “Liofilización”. Revista Química [en línea], 1995, (Perú) 5(2), p. 1. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: file:///C:/Users/HP/Downloads/5565-Texto%20del%20art%C3%ADculo-21431-1-10-20130416%20(7).pdf

THEA, Ana. Diferencias en los parámetros fisicoquímicos de calidad entre los distintos tipos de té (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze elaborados en Argentina. [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional de Misiones, (Argentina). 2013. p. 40. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: <https://rid.unam.edu.ar/handle/20.500.12219/2785>

TOCAGON, Wiston; et al. Proceso conservación alimentos por el método de liofilización [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Colombia, Bogotá, Colombia. 2020. p. 5. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: https://drive.google.com/drive/folders/1_8ofypuDivW6GIxyLJS6bpF89D0OD-lp?usp=sharing. <https://repositorio.cun.edu.co/handle/cun/1151>

VINUEZA, Sandy. Influencia de la temperatura de pasteurización, coagulación y de cloruro de calcio en el rendimiento de queso fresco elaborado a partir de leche de vaca [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015. p. 55. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4490>

Bertha Quintana



ANEXOS

ANEXO A ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL LIOFILIZADO DE SUNFO

Medidas resumen

<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>E.E.</u>	<u>CV</u>	<u>Mín</u>	<u>Máx</u>	<u>Mediana</u>
%Humedad	4	5,68	0,07	0,03	1,15	5,61	5,76	5,67
%Cenizas								
<u>Insolubles</u>	<u>4</u>	<u>3,18</u>	<u>0,25</u>	<u>0,13</u>	<u>7,94</u>	<u>2,97</u>	<u>3,52</u>	<u>3,12</u>

ANEXO B: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO EXTRACTO SECO EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO.

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% Extracto seco.	16	0,15	0,00	2,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3,34	3	1,11	0,73	0,5535
Tratamiento	3,34	3	1,11	0,73	0,5535
Error	18,31	12	1,53		
<u>Total</u>	<u>21,65</u>	<u>15</u>			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,59313

Error: 1,5258 gl: 12

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T0	45,52	4	0,62	A
T1	46,35	4	0,62	A
T2	46,54	4	0,62	A
<u>T3</u>	<u>46,71</u>	<u>4</u>	<u>0,62</u>	<u>A</u>

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

ANEXO C: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Humedad	16	0,15	0,00	2,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,34	3	1,11	0,73	0,5535
Tratamiento	3,34	3	1,11	0,73	0,5535
Error	18,31	12	1,53		
Total	21,65	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,59313

Error: 1,5258 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	53,29	4	0,62	A
T2	53,46	4	0,62	A
T1	53,65	4	0,62	A
T0	54,48	4	0,62	A

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

ANEXO D: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE GRASA EN EXTRACTO SECO EN QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa en ES %	16	0,08	0,00	1,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,29	3	0,10	0,36	0,7826
Tratamiento	0,29	3	0,10	0,36	0,7826
Error	3,25	12	0,27		
Total	3,54	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,09169

Error: 0,2704 gl: 12

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T0	45,25	4	0,26	A
T1	45,38	4	0,26	A
T2	45,40	4	0,26	A
T3	45,63	4	0,26	A

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

ANEXO E: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Capacidad				
Antioxidante	12	1,00	1,00	1,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	68092,34	3	22697,45	4321,90	<0,0001
Tratamientos	68092,34	3	22697,45	4321,90	<0,0001
Error	42,01	8	5,25		
Total	68134,36	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,99204

Error: 5,2517 gl: 8

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T0	51,48	3	1,32	A
T1	53,04	3	1,32	A
T3	201,35	3	1,32	B
T2	204,45	3	1,32	B

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

ANEXO F: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE AEROBIOS MESÓFILOS EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aerobios mesófilos	16	0,43	0,29	27,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19068,75	3	6356,25	3,01	0,0721
Tratamiento	19068,75	3	6356,25	3,01	0,0721
Error	25325,00	12	2110,42		
Total	44393,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=96,44170

Error: 2110,4167 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0	112,50	4	22,97 A
T1	157,50	4	22,97 A
T2	195,00	4	22,97 A
T3	197,50	4	22,97 A

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

ANEXO G: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE AEROBIOS S.AUREOS EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.aureos	16	0,24	0,04	42,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	668,75	3	222,92	1,23	0,3416
Tratamiento	668,75	3	222,92	1,23	0,3416

Error	2175,00	12	181,25
Total	2843,75	15	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=28,26310

Error: 181,2500 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	25,00	4	6,73	A
T3	30,00	4	6,73	A
T1	30,00	4	6,73	A
T2	42,50	4	6,73	A

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

ANEXO H: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COLOR EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p
Color	T0	8	3,46	0,14	3,45	3	0,97	15,38	0,0012
Color	T1	8	3,69	0,08	3,70				
Color	T2	8	3,51	0,16	3,55				
Color	T3	8	3,28	0,23	3,30				

Trat.	Ranks	
T3	8,19	A
T0	14,38	A
T2	17,19	A B
T1	26,25	B

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

ANEXO I: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL OLOR EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p
Olor	T0	8	3,33	0,13	3,30	3	0,97	28,73	<0,0001
Olor	T1	8	3,75	0,11	3,80				

Olor	T2	8	4,05	0,09	4,05
Olor	T3	8	2,94	0,15	2,95

Trat. Ranks

T3	4,69	A	
T0	12,31	A	B
T1	20,56		B C
T2	28,44		C

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

ANEXO J: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL SABOR EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p
Sabor	T0	8	3,65	0,09	3,65	3	0,96	12,10	0,0057
Sabor	T1	8	3,88	0,13	3,85				
Sabor	T2	8	3,93	0,23	3,90				
Sabor	T3	8	3,74	0,11	3,75				

Trat. Ranks

T0	8,25	A	
T3	13,94	A	B
T1	21,81		B
T2	22,00		B

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

ANEXO K: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TEXTURA EN EL QUESO MOZZARELLA CON DIFERENTES NIVELES DE LIOFILIZADO DE SUNFO

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p
Textura	T0	8	4,05	0,11	4,10	3	0,98	11,12	0,0101
Textura	T1	8	3,89	0,20	3,85				
Textura	T2	8	3,95	0,34	4,00				

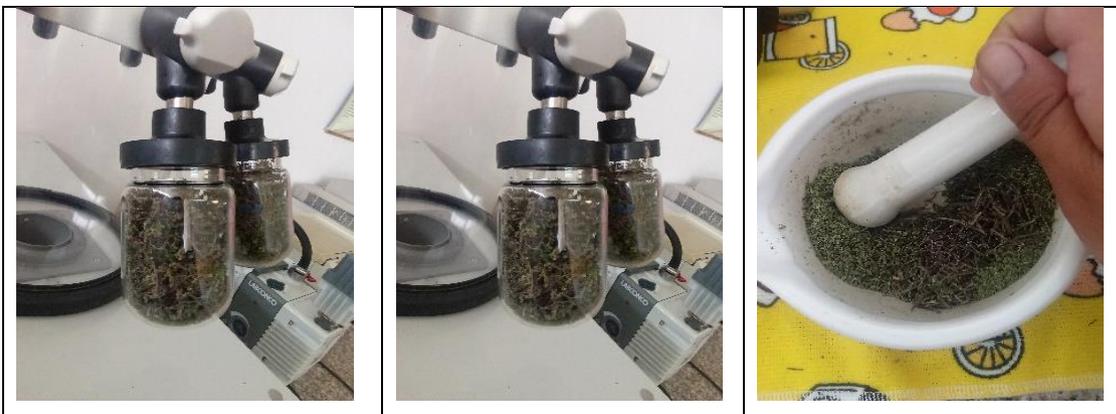
Textura	T3	8	3,59	0,25	3,60
---------	----	---	------	------	------

Trat.	Ranks		
T3	7,75	A	
T1	16,50	A	B
T2	18,94		B
T0	22,81		B

ANEXO L: SELECCIÓN, RECOLECCIÓN Y LAVADO DE MATERIA PRIMA.



ANEXO M: LIOFILIZADO DEL SUNFO



ANEXO N: EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL LIOFILIZADO DE SUNFO





ANEXO Ñ: ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.



ANEXO O: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.



ANEXO P: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.



ANEXO Q: ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.



ANEXO R: BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
PRUEBA SENSORIAL DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO

Evaluación de Queso Mozzarella con diferentes niveles de liofilizado de Sunfo.

Fecha: Nombre: Edad: Género:

Solicito su colaboración para determinar el nivel de aceptación del siguiente producto

Indicaciones:
Frente a usted se presentan 4 muestras de queso mozzarella, por favor, observe y evalúe cada una de ellas de izquierda a derecha. Indique su nivel de agrado de acuerdo al puntaje que se presenta a continuación detallando el número correspondiente al cuadrado del código de cada muestra.

Nota: Tomar agua antes de la evaluación y entre cada muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta Ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Código	Color	Olor	Sabor	Textura

"GRACIAS POR SU COLABORACIÓN"

ANEXO S: ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE QUESO MOZZARELLA CON APLICACIÓN DE LIOFILIZADO DE SUNFO.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
Panamericana Sur Km. 1, CutuglaguaTfH, 2690991-3007134, Fax 3007134
Casilla postal 17-01-340

INFORME DE ENSAYO No: 23-079

****NOMBRE PETICIONARIO:** Srta. Daisy Albacura

****DIRECCIÓN:** Ibarra

FECHA DE EMISIÓN: 27/06/2023

FECHA DE ANÁLISIS: Del 01 al 27 de junio del 2023

****INSTITUCIÓN:** Particular

****ATENCIÓN:** Srta. Daisy Albacura

FECHA DE RECEPCIÓN: 01/06/2023

HORA DE RECEPCIÓN: 14h20

ANÁLISIS SOLICITADO: Capacidad Antioxidante (ABTS)

ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Q	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-L-SAIA-01.01	HENRIQUEZ, ALIAGA Y LISSI 2002	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	ABTS	
UNIDAD	%	* µm Trolox/g	
23-0414	63,84	51,59	Queso Mozzarella con sunfo T0
		51,38	
23-0415	68,47	52,12	Queso Mozzarella con sunfo T1
		53,97	
23-0416	71,14	207,39	Queso Mozzarella con sunfo T2
		201,52	
23-0417	63,55	197,95	Queso Mozzarella con sunfo T3
		204,74	

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente
* Resultados en muestra desengrasada

Quim. Verónica Arias
RESPONSABLE TÉCNICO

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE DNC

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

Página 1 de 2

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
Panamericana Sur Km. 1, CutuglaguaTfH, 2690991-3007134, Fax 3007134
Casilla postal 17-01-340

INFORME DE ENSAYO No: 23-079

****NOMBRE PETICIONARIO:** Srta. Daisy Albacura

****DIRECCIÓN:** Ibarra

FECHA DE EMISIÓN: 27/06/2023

FECHA DE ANÁLISIS: Del 01 al 27 de junio del 2023

****INSTITUCIÓN:** Particular

****ATENCIÓN:** Srta. Daisy Albacura

FECHA DE RECEPCIÓN: 01/06/2023

HORA DE RECEPCIÓN: 14h20

ANÁLISIS SOLICITADO: Capacidad Antioxidante (ABTS)

ANÁLISIS	HUMEDAD	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Q	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-L-SAIA-01.01	HENRIQUEZ, ALIAGA Y LISSI 2002	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	ABTS	
UNIDAD	%	* µm Trolox/g	
23-0414	63,84	51,48	Queso Mozzarella con sunfo T0
23-0415	68,47	53,04	Queso Mozzarella con sunfo T1
23-0416	71,14	204,45	Queso Mozzarella con sunfo T2
23-0417	63,55	201,35	Queso Mozzarella con sunfo T3

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente
* Resultados en muestra desengrasada

Quim. Verónica Arias
RESPONSABLE TÉCNICO

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE DNC

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. De igual manera, la información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, está 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.



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: 25 / 10 / 2023

INFORMACIÓN DE LA AUTORA
Nombres – Apellidos: Daisy Johana Albacura Colcha
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniera Agroindustrial
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz <i>Bertha Quintanilla</i>



1791-DBRA-UTP-2023