

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

A mediados de la década de 1980, la cifra de producción para el queso fundido en la Unión Europea (UE), EE.UU., Noruega, Finlandia, Austria, Suiza y Australia fue de 1,4 millones de toneladas, aumentando a 1,53 millones de toneladas en 2004. Las cifras detalladas de producción para los 30 países miembros de la Federación Internacional de Lechería (IDF, 1995).

Es posible que la producción mundial de queso procesado se incrementará en el futuro, reflejado por el crecimiento esperado en la producción mundial de los quesos naturales, es decir, una tasa de crecimiento anual del 1,8 % entre 2004 y 2014. Sin embargo, los datos de producción anual para el queso fundido en algunos países seleccionados son los siguientes: 30 - 40 toneladas en Egipto, 8,7 toneladas en Siria y 113,4 toneladas en Brasil. (IDF, 2005)

El queso fundido necesariamente debe incluir entre sus ingredientes una alta proporción de quesos; estos pueden incorporarse como una mezcla de quesos de distintos estados de madurez: frescos, medianamente madurados y muy madurados. Cada tipo de estos quesos impartirá características sensoriales y funcionales específicas al producto. Así, los quesos frescos con proteína poco degradada, impartirán características de consistencia y rentabilidad al producto; los muy madurados, en cambio, por tener una “caseína corta” debido a la proteólisis durante su afinamiento, influirán menos en la textura y más en el aporte de sabor. (Villegas, 2004)

El valle central de Tarija, concentra la mayor producción de leche en el municipio de San Lorenzo. Según datos del Censo Lechero en el departamento, se produce 44,933 litros diarios de leche, de los cuales el 65 % en San Lorenzo en 21 comunidades,

Padcaya el 15 % en 12 comunidades, Cercado 12 % en 13 comunidades y con un 8 % en Uriondo en 13 comunidades. (SEDAG, 2018)

La microempresa artesanal La Prodigiosa inicio en noviembre del año 2017, en la actualidad cuentan con un total de 22 vacas de raza Holstein las cuales 10 producen alrededor de 140 litros de leche diario. Se dedican a la venta de leche y a la elaboración de quesos frescos donde los cuales se continúan haciendo de manera tradicional empleando ingredientes naturales como la panchera, que son las vísceras de la vaca y que sirve para cuajar la leche para la elaboración de queso. Se elabora entre 16 kg de queso por semana ya que la producción de leche de los días hábiles es entregada a la empresa PIL Tarija. (Avedaño, 2022)

El sector lechero, es uno de los rubros potenciales del Valle Central de Tarija, ya que se tiene muchos productores de leche, quienes, elaboran quesos criollos de manera artesanal para el consumo de la población. Empresa como Pil Tarija, Sanilac y microempresas como ser Lácteos San Nicolas asociaciones como Tarija Aromas y Sabores son las más conocidas en la elaboración de queso fundidos (Ecos, 2020).

1.2 Justificación

- La microempresa artesanal La Prodigiosa, cuenta con 22 cabezas de vaca de raza Holstein las cuales actualmente 10 están en producción proporcionando 140 L/día. Se entrega toda la producción de leche de los días hábiles de la semana a la empresa Pil Tarija; lo cual crea la necesidad de destinar la producción de los fines de semana en un derivado de la leche en queso fresco.
- En la actualidad La Prodigiosa produce 26 kg queso fresco por semana, sin embargo, la saturación por los diferentes quesos en los mercados locales de

Tarija y el bajo costo de los mismos, se convierte en la competencia directa ocasionando pérdidas económicas.

- Debido a la producción y disponibilidad de queso fresco, el presente trabajo pretende coadyuvar a la microempresa artesanal La Prodigiosa, transformando el queso fresco semi maduro en un derivado lácteo, (queso fundido saborizado). Se plantea esta alternativa para diversificar sus productos y tener más opciones para ofertar al mercado, y así evitar pérdidas económicas debido a la poca venta de queso fresco.
- El presente trabajo busca elaborar queso fundido saborizado; con el fin de establecer una metodología a nivel experimental y coadyuvar a la microempresa artesanal La Prodigiosa que produce queso fresco.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados para el siguiente trabajo de investigación, se describen a continuación.

1.3.1 Objetivo general

Plantear una metodología experimental para la elaboración de queso fundido saborizado mediante el proceso de emulsión láctea; que permita obtener un producto de calidad para la microempresa artesanal La Prodigiosa de la comunidad del Habra de San Miguel.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso fresco semi maduro de la microempresa artesanal La Prodigiosa, con la finalidad de establecer sus características fisicoquímicas y microbiológicas.

- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso Caiseño, con la finalidad de establecer sus características fisicoquímicas y microbiológicas.
- Determinar las variables del proceso para la elaboración de queso fundido saborizado.
- Realizar la evaluación sensorial de las pruebas preliminares, para determinar la muestra ideal.
- Realizar el control de los parámetros en las pruebas preliminares, con la finalidad de realizar un seguimiento en el queso fundido saborizado.
- Aplicar el diseño experimental en la etapa de dosificación de queso fundido para untar saborizado, con la finalidad de establecer las variables en el proceso.
- Realizar el análisis sensorial de las muestras experimentales, con el fin de evaluar la aceptabilidad del producto.
- Realizar el análisis físico y fisicoquímico del producto final, con la finalidad de conocer sus propiedades físico y fisicoquímicas del producto.
- Aplicar el balance de materia y energía con la finalidad de conocer las entradas y salidas de la materia, el gasto de energía a nivel experimental y determinar el rendimiento del proceso.

1.4 Objeto de estudio

Aplicación de la metodología experimental del proceso de emulsificación láctea para obtener queso fundido saborizado.

1.5 Campo de acción

Para el presente trabajo de investigación, el campo de acción se divide en tres:

➤ **Espacial:**

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (U.A.J.M.S) de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

➤ **Temporal:**

El periodo de tiempo donde se ejecutó el presente trabajo de investigación fue en las gestiones 2021-2022.

➤ **Institución:**

El presente trabajo dirigido fue desarrollado para la microempresa artesanal La Prodigiosa que se encuentra ubicado en la comunidad del Habra de San Miguel provincia Arce del departamento de Tarija; y las instituciones en donde se realizó el trabajo fueron: Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A) y el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (L.C.I.A), ambos pertenecientes a la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

1.6 Situación problema

El queso fresco elaborado por la microempresa artesanal La Prodigiosa de la comunidad del Habra de San Miguel de la provincia Arce del departamento de Tarija, presenta problemas en su comercialización, en cuanto se refiere al precio que existe en el mercado local por la oferta de quesos artesanales y que es difícil para la empresa competir con su producto. Así mismo, no existe una diversificación en cuanto se refiere a obtener derivados a partir del queso; con el fin de mejorar los ingresos para la microempresa La Prodigiosa.

El presente trabajo de investigación pretende coadyuvar a la microempresa La Prodigiosa mediante la elaboración de queso fundido para untar saborizado; aplicando el proceso de emulsión láctea, con la finalidad de obtener un producto de calidad y que permita diversificar su producción para la satisfacción de sus clientes.

1.7 Formulación del problema

¿Cuál será la metodología experimental a ser aplicada a nivel experimental, que permita obtener queso fundido saborizado aplicando el proceso de emulsificación láctea para la microempresa artesanal La Prodigiosa?

1.8 Formulación de hipótesis

Mediante la aplicación de proceso de emulsión láctea a nivel experimental propuesta se logrará elaborar queso fundido saborizado de calidad para la microempresa artesanal La Prodigiosa.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del queso fundido

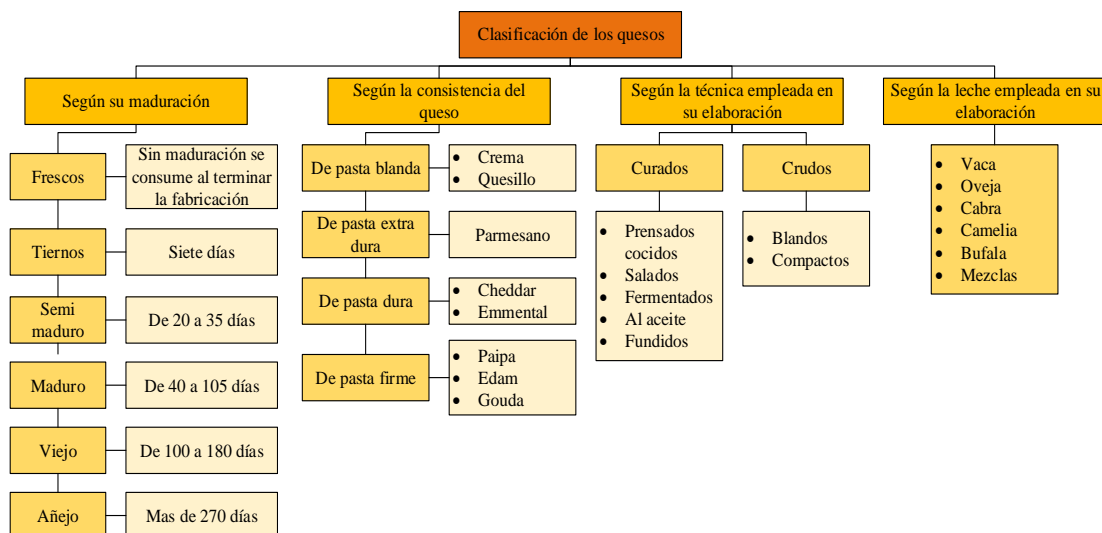
La producción de queso fundido se originó en Suiza en el continente Europeo, podría datar del siglo XIX mediados de la década de 1890. Los quesos naturales son de vida útil limitada y, dependiendo de muchos factores (es decir, el nivel de contenido de humedad, las condiciones sanitarias durante las fases de fabricación y las condiciones de conservación del producto), esta puede variar desde unas pocas semanas hasta un par de años. Es posible sugerir que la idea de queso procesado se originó a partir de un deseo de extender la vida útil de queso natural o para desarrollar un nuevo tipo de queso, que era más suave en gusto o más estable. (Tamine, 2011).

2.2 Definición de queso fundido

Se entiende por "queso fundido", o "queso fundido para untar o extender de una variedad denominada" son los productos lácteos que se fabrican mediante la molturación, mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico y agentes emulsionantes de una o más variedades de queso, con o sin la adición de productos alimenticios. (CODEX STAN A-8, 1978)

2.3 Clasificación de quesos

La gran diversidad de quesos es consecuencia de la puesta en práctica de distintas técnicas de fabricación. Los quesos, se clasifican teniendo en cuenta varios aspectos, según la leche empleada en su elaboración, por la técnica empleada en su elaboración y de acuerdo a la conservación (SENA, 1987). En la figura 2.1, se muestra la clasificación del queso según el origen de la leche, la técnica empleada en su elaboración y de acuerdo a su clasificación.



Fuente: (SENA, 1987).

Figura 2.1: Clasificación de los quesos

2.3.1 Descripción de la clasificación de los quesos

Según (SENA, 1987); indica que la clasificación de los quesos es la siguiente, como se mostró en la figura 2.1.

2.3.1.1 Quesos según la técnica empleada en su elaboración

El queso se clasifica según su técnica empleada en su elaboración y pueden diferenciar los siguientes aspectos:

2.3.1.1.1 Crudos

Los quesos crudos están hechos de cuajada de cortes más grandes que se calientan suavemente a una temperatura más baja. Esto también expulsa humedad suero de la cuajada, pero no tanto. (SENA, 1987).

❖ Blandos

Los quesos blandos son aquéllos donde la masa no es ni prensada ni cocida. Su textura es generalmente es cremosa, untuosa y fácil de fundir; en particular, poseen un aroma y un sabor característico, su textura suele ser cremosa y muy blanda. (SENA, 1987).

❖ **Compactos**

Los quesos denominados se caracterizan por su aspecto formas redondas, cilíndricas o en bloques, con un color amarillo pálido hasta amarillo oscuro, sabor salado o agrio suaves a fuertes, o de dulce suave a picante, de acuerdo al cuajo empleado y al tiempo de añejamiento, textura Compacta, firme, lisa y cremosa. (SENA, 1987).

2.3.1.1.2. Curados

Por queso curado entendemos de forma general, al conjunto de quesos que se han sometido a un proceso de curación o a un añejado. Un proceso por el cual se secan y se aplican técnicas de conservación. (SENA, 1987).

❖ **Prensados cocidos**

Son aquellos quesos prensados donde se somete la cuajada a una cocción con temperaturas entorno a los 53-55 °C. (SENA, 1987);

❖ **Fermentados**

El queso fermentado es aquel que ha sido sometido a un proceso químico específico para una conservación más duradera sin los agentes patógenos que puedan afectar a sus propiedades nutricionales o de calidad. (SENA, 1987).

❖ **Al aceite**

El queso curado en aceite es una técnica de conservación de quesos, que consiste en la inmersión de un queso en un medio graso. Suele emplearse en la mayoría de las ocasiones aceites, donde los quesos empleados poseen previamente un cierto grado de maduración. (SENA, 1987).

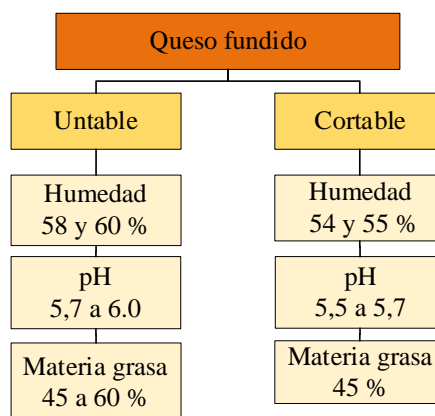
❖ **Fundido**

El queso procesado, queso manufacturado o queso fundido es un producto lácteo elaborado a partir de queso y, a veces, de algunos productos lácteos fermentados, a los

que se añade un emulgente (sales fundentes), algo de sal y de colorante alimenticio. (SENA, 1987).

2.4. Tipos de queso fundido

El queso fundido es clasificado en dos, queso fundido cortable y queso fundido untable según su consistencia y untabilidad cuya diferencia están sustentadas en sus características fisicoquímicas, pH, materia grasa y humedad como se muestra a continuación en la figura 2.2.



Fuente: (FAO, 1964).

Figura 2.2: Clasificación de queso fundido

2.4.1 Descripción de la clasificación del queso fundido

Según (FAO, 1964). el queso fundido está clasificado en dos tipos de queso fundido cortable y untable, como se mostró en la figura 2.2.

2.4.1.1 Queso fundido untable

El queso de tipo untable, se caracteriza por tener un cuerpo débil y marcadas características de esparcibilidad. Se busca en este tipo de quesos que tengan finalmente un pH entre 5,7 - 6,0 un contenido de humedad de 58 - 60 % y un porcentaje de materia grasa de 45 - 60% en los sólidos totales. (FAO, 1964).

2.4.1.2 Queso fundido cortable

Los quesos de tipo cortables presentan una humedad entre 54 – 55 %, pH entre 5,5 - 5,7 y materia grasa alrededor de un 45 % en materia seca. Como consecuencia de esto, el queso presenta un cuerpo firme, textura cerrada y al cortarlo se pueden obtener rebanadas o trozos en forma definida. (FAO, 1964).

2.5 Composición fisicoquímica del queso fundido unttable

En la tabla 2.1, se muestra las propiedades fisicoquímicas en 250 g de queso fundido.

Tabla 2.1

Composición fisicoquímica del queso fundido neutro

Parámetros	Valor	Unidad
Proteína	8,0	G
Hidratos de carbono	3,5	G
Azucares	6,5	G
Grasas	3,6	G
Fibra	0,0	G
Sodio	0,3	G
Calcio	120,0	G
Humedad	58 - 60	%
pH	5,7 - 6,0	-
Densidad	1025 - 1030	g/L

Fuente: Huallpa, 2018

2.6 Materias primas en la elaboración de queso fundido saborizado

La materia prima requerida para la elaboración de queso fundido saborizado, se detallan a continuación.

2.6.1 Queso fresco

Es el queso que está listo para el consumo poco después de su fabricación. El queso fresco es aquel que no se refina ni se deja madurar. Se trata de un queso blando y húmedo que conserva parte del suero. (SENA, 1987).

2.6.1.1 Composición fisicoquímica del queso fresco

En la tabla 2.2, se detalla la composición fisicoquímica que proporciona un queso fresco.

Tabla 2.2

Composición fisicoquímica del queso fresco

Composición	Unidad	Valor
Humedad	%	46,0 - 57,0
Grasa	%	18,0 - 29,0
Proteína	%	17,0 - 21,0
Ceniza	%	0,0
Lactosa	%	0,0
Calcio	%	0,0
Fosforo	%	0,0
Sal	%	1,0 - 3,0
pH	%	6,1

Fuente: Ramírez, 2012

2.6.1.2 Valor nutricional del queso fresco

En la tabla 2.3, se detalla el valor nutricional que proporciona un queso fresco.

Tabla 2.3

Valor nutricional del queso fresco

Composición	Unidad	Valor
Valor energético	Kj/Kcal	1223 / 294
Grasa	g	22,20
Ácidos grasos saturados	g	17,00 - 21,00
Hidratos de carbono	g	0,22
Azúcares	g	0,22
Proteínas	g	23,40
Sal	g	1,20

Fuente: Ramírez, 2012

2.6.2 Queso semi maduro

El queso semi maduro tiene una textura blanda. El cual tiene una maduración de entre 20 a 35 días. (SENA, 1987).

2.6.2.1 Composición fisicoquímica del queso semi maduro

En la tabla 2.4, se detalla la composición fisicoquímica que proporciona un queso semi maduro.

Tabla 2.4

Composición fisicoquímica del queso semi maduro

Composición	Unidad	Valor
Humedad	%	51,34
Grasa	%	15,24
Proteína	%	21,48
Ceniza	%	2,93
Sal	%	2,11
pH	%	5,03

Fuente: Ramírez, 2012

2.6.1.2 Valor nutricional del queso semi maduro

En la tabla 2.3, se detalla el valor nutricional que proporciona un queso semi maduro.

Tabla 2.2

Valor nutricional del queso semi maduro

Composición	Unidad	Valor
Valor energético	Kcal	384,0
Grasa	g	28,0
Hidratos de carbono	g	0,5
Calcio	mg	800,0
Proteínas	g	32,5
Sal	g	2,0
Agua	g	52,0

Fuente: Ramírez, 2012

2.7 Caracterización de los insumos en la elaboración del queso fundido saborizado

Los insumos requeridos en la elaboración de queso fundido unttable, se detalla a continuación:

2.7.1 Sal fundente

Según (Fernández, 2006) La sal fundente son compuestos capaces de inactivar al ion calcio, lo que determina la estabilidad de la masa al formar el gel y permite la solubilización de la caseína, donde la sal fundente debe tener las siguientes propiedades:

- Capacidad de convertir por la acción del calor la masa granular en una emulsión suave, cremosa y fluida.
- Efecto regulador de pH.
- Permitir durante el enfriamiento la solidificación de la emulsión.
- No influir en la palatabilidad y aroma del producto final.
- No descomponerse o recristalizarse durante el almacenamiento.
- Ser soluble en poca agua
- Tener acción bacteriostática.

La principal tarea de una sal fundente es la de solubilizar la caseína con la formación de una solución homogénea con buena capacidad de fijar el calcio, en segundo lugar, las sales fundentes deben peptidizar la caseína que se encuentra en estado heterogéneo debido a las modificaciones ocurridas en la leche o en el queso por factores de calidad como calidad de la materia prima, grado de maduración, y alteraciones microbiológicas o físico-químicas. La partidización de la caseína es la causante de la estabilidad de la emulsión y en consecuencia del producto final. Tras el efecto ocurrido entre la caseína y la sal fundente, ocurren efectos secundarios que promueven la reducción de la masa y alteraciones en el estado de hidratación de la caseína identificado como el efecto cremificante de las sales fundentes citado por (Fernández, 2006).

2.7.1.1. Sal fundente JOHA S9

Es la composición de Polifosfato (Emulsificante con código E 452) y ortofosfato sódico (E 339). Se trata de sales de sodio, potasio, calcio, amonio con fosfatos. Son sales Producidas sintéticamente a partir de los carbonatos respectivos y del ácido fosfórico. Actúan como secuestrantes (retiene), estabilizantes y emulsificantes. También son utilizados para evitar la pérdida de agua durante el procesamiento y almacenamiento de productos. Joha S9 se emplea para la producción de queso procesado extendible (untable) y firme y para preparaciones de queso procesado. La cantidad recomendada a emplearse es de aproximadamente 2,8 - 3,2 % calculado sobre la base de materia prima a emplearse. (Pescanova, 2022)

2.7.2. Corrector de pH

Los correctores de acidez son aditivos alimentarios que se utilizan para mantener o modificar el pH de los alimentos, controlando la acidez o alcalinidad, y así asegurar que el producto mantiene sus propiedades y permanece inalterado durante toda su vida útil. (Pescanova, 2022)

2.7.2.1 Corrector de pH JOHA T-NEU

Es el fosfatomonosódico con el código (E 339). Se trata de sales de sodio del ácido fosfórico. Comercialmente es un producto producido a partir del ácido fosfórico obtenido a partir del fosfato. El fosfatomonosódico es utilizado como regulador de la acidez y como agente quelante o secuestrante. Previene la deshidratación y además es utilizado como un estabilizador ácido en los productos en polvo. Ayuda a prevenir la formación de coágulos e incrementa la actividad de los antioxidantes. Los parámetros que caracterizan a las sales fundentes son el pH, el poder tampón, la capacidad de intercambio iónico y su efecto bacteriostático. (Pescanova, 2022)

2.7.3 Sorbato de potasio

El sorbato de potasio o sal de potasio del ácido sórbico es también conocido por el número E-202. Está formado por ácidos grasos insaturados que se presentan con aspecto de polvo de cristales blancos y su principal función es actuar como conservante alimentario. Es un conservante suave, fungicida y bactericida de elevada eficacia y seguridad, recomendado por la OMS y la FAO (Nusbaum, 2000)

2.7.4 Carragenina

Son carbohidratos naturales que están presentes en “la estructura de ciertas variedades de algas marinas rojas (Rhodophyceas) son extraídas por medios físicos y químicos principalmente como un agente gelificante y estabilizante”. Las ocho carrageninas son extraídas por medio de una serie de procesos físicos y químicos, obteniéndose un

ingrediente funcional de amplio uso en productos alimenticios, principalmente como un agente gelificante, espesante y estabilizante (FAO, 1989).

2.7.5 Saborizantes

Los saborizantes son preparados de sustancias que contienen los principios de sápidos-aromáticos, extraídos de la naturaleza (vegetal) o sustancias artificiales, de uso permitido en términos legales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato, pero no exclusivamente, ya sea para reforzar el propio (inherente de alimento), o transmitiéndole un sabor o/o aroma determinado, con el fin de hacerlo más apetitoso. Estos suelen estar en estado líquido, polvo o pasta, que pueden definirse en otros términos los ya mencionados como concentrados de sustancias. (Patiño, 2010)

2.7.5.1 Cheddar

Saborizante artificial en polvo sabor cheddar elaborado a base de suero de leche, leche en polvo, sal, maltodextrina, glutamato monosódico que es un potenciador de sabor, azúcar, sabor artificial a natilla, harina de trigo, colorantes artificiales, aceite vegetal, dióxido de silicio que es un antiaglomerante y oleoresina de paprika como colorante natural. (NATUREX, 2021)

2.7.5.2 Jamón

Es un saborizante en polvo artificial sabor jamón, este saborizante está elaborado a base de sal, lactosa, glutamato monosódico y guanilatos disódicos, proteína de soja hidrolizada, preparaciones y sustancias aromatizantes, queso en polvo y aroma de humo. (ADITEC, 2021) Fue utilizado para saborizar el queso fundido para untar.

2.7.5.3 Salame

Saborizante en polvo artificial a salame está elaborado a partir de cloruro de sodio azúcar coriandro molido pimienta blanca molida ajo deshidratado extracto de paprika aceite esencial clavo de olor y extracto de pimienta (ADITEC, 2021)

2.7.5.4 Tocino

El saborizante artificial a tocino está elaborado a base de Harina de trigo, sal, glutamato monosódico (potenciador de sabor), maltodextrina, azúcar, sabor artificial a tocino, mezcla de especias y vegetales deshidratados, proteína vegetal hidrolizada con sabor a res, dióxido de silicio (antiaglomerante), oleoresina de paprika (colorante natural) y sabor natural a humo. (NATUREX, 2021)

2.8. Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado

Los procesos tecnológicos que se utilizó para la elaboración de queso fundido untable se detallan a continuación:

2.8.1 Proceso de emulsión

Una emulsión es el resultado del mezclado de dos líquidos inmiscibles mediante la dispersión en forma de gotas de uno, denominado como fase dispersa, en otro (fase continua). Para conseguir la formación de una emulsión de manera estable es necesario que la tensión interfacial sea mínima, para lo que se requiere el uso de una sustancia denominada emulsionante. Las propiedades de una emulsión (estabilidad, propiedades reológicas, etc.) dependen no sólo de la presencia de un agente emulsionante sino también de la distribución del tamaño de gota por lo que el proceso de formación de la emulsión es esencial. (Galus & Kadzinska, 2015).

Una emulsión son dos líquidos inmiscibles (no se mezclan entre sí) donde uno de ellos se dispersa en el otro en forma de pequeñas gotitas, generalmente sucede con agua y aceite. Estas pueden clasificarse de acuerdo a como está distribuida la proporción de la fase oleosa y la acuosa. Un sistema en donde gotas de aceite están dispersadas en agua se llama Emulsión de Aceite en Agua. Mientras que por el contrario una emulsión donde las gotas de agua se encuentran en aceite se denomina Emulsión de Agua en Aceite (McClements, 2015).

La temperatura es un factor indispensable en la formación de la emulsión, la temperatura mínima deseada es de 65 a 70 °C. En el queso procesado solo ocurren

cambios en la estructura de la masa cuando la temperatura es mayor a los 85 °C, en esta etapa ocurre la hidratación de la proteína o cronificación. (Fernández, 2006).

2.9.2 Proceso de fusión

Consiste en el tratamiento al cual es sometida la mezcla, puede utilizarse vapor directo como vapor indirecto. El uso de vacío es opcional y puede ser usado para controlar la humedad en el producto terminado. La fusión propiamente dicha consiste en el calentamiento de la masa a una temperatura de 80 a 85 °C, la fusión debe ser rápida y sobre agitación constante para evitar que la masa se quemé. (DRUNKEL, 2009).

La combinación de tiempo/temperatura varía entre 70 - 95 °C de 4 - 15 minutos, dependiendo de la formulación, del nivel de agitación y de las características deseadas en el producto terminado en términos de textura, consistencia y vida útil. El proceso de fusión de queso procesado en presencia de sales fundentes es descrito en la literatura como una secuencia de reacciones que ocurren simultáneamente: remoción del calcio del sistema proteico; solubilización o partidización y dispersión de la proteína; hidratación; estabilización del pH y formación de una nueva estructura proteica durante el enfriamiento (Fernández, 2006).

El queso empieza a fundirse a 57 °C – 60 °C, pero esta temperatura no asegura la pasteurización del producto. La temperatura mínima es la de 74 °C pero se debe subir más para garantizar esta buena conservación (Keating, 2006)

2.9.3. Proceso de homogenización

Homogeneización es un término empleado en muchos campos tales como la Química, Ciencias agrícolas, Tecnología de los Alimentos, sociología y biología celular. La homogeneización es un término que connota un proceso por el que se hace que una mezcla presente las mismas propiedades en toda la sustancia, por regla general en la tecnología de los alimentos se entiende que se realiza una mejora en la calidad final del producto. Este proceso combina diversas sustancias para producir una mezcla uniformemente consistente. Se utiliza principalmente con componentes que no son

solubles uno en el otro, que apenas son miscibles o no son miscibles en absoluto. (S.A.S., 2011)

CAPÍTULO III
DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Desarrollo del trabajo experimental

La parte experimental del presente trabajo de investigación para la elaboración de queso fundido saborizado, se llevó a cabo en el Laboratorio del Taller de Alimentos (L.T.A), y Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (L.A.C.I.A); dependientes de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho del departamento de Tarija.

3.2. Tipo de intervención para la parte experimental

La metodología experimental que se utilizó para la obtención de resultados experimentales del presente trabajo se detalla a continuación:

- Análisis fisicoquímico y microbiológico del queso fresco semi maduro.
- Análisis fisicoquímico y microbiológico del queso caiseño.
- Aplicación de diseño experimental 2³ en el proceso emulsificación láctea para la elaboración de queso fundido untable.
- Análisis sensorial para obtención de queso fundido neutro.
- Análisis físico, fisicoquímico y análisis microbiológico del queso fundido neutro.
- Análisis físico, fisicoquímico y análisis microbiológico del queso fundido saborizado
- Operacionalización de las variables para el proceso de emulsión láctea.

3.3. Paradigma investigativo

Según (Montero, 1992). El paradigma, es un modelo de acción que se usa para la búsqueda del conocimiento, que nos muestra cómo hacer para hallar la respuesta a los problemas que se nos plantean siendo un modo de conocer, una vía preferente de conocimiento. Así mismo, (Pérez, 2004). define que el paradigma como los marcos teórico metodológicos utilizados por el investigador para interpretar los fenómenos donde el paradigma positivista busca los hechos o causas donde el único conocimiento aceptable es el científico que obedece a ciertos principios metodológicos únicos.

El paradigma para el presente trabajo corresponde a un modelo de investigación positivista y descriptiva. Así mismo, relacionando las variables independientes y dependientes con el objeto de comprobar una hipótesis.

3.4. Enfoque de la investigación

Así mismo (Boniolo, 2005), dice que el enfoque cuantitativo es caracterizado por privilegiar la lógica empírico-deductiva, a partir de procedimientos rigurosos, métodos experimentales y el uso de técnicas de recolección de datos estadísticos. Así mismo, (Almeo, 2011); dice que el enfoque cuantitativo involucra el análisis de los números para obtener una respuesta a la pregunta o hipótesis de la investigación. Explicativo, investiga el porque es que ocurren y en qué condiciones se manifiestan los fenómenos físicos.

En el presente trabajo de investigación desarrolló un enfoque cuantitativo, debido a que es secuencial y probatorio donde los resultados experimentales serán expresados en números y medidos por medio de instrumentos.

3.5. Métodos técnicas e instrumentos

Se entiende por método a la cadena ordenada de pasos basadas en reglas que permiten avanzar en el proceso y al plantearlos, se realizan acciones que se vincula a la técnica, entendida como el conjunto de reglas y procedimientos que le permiten al investigador establecer relación con el objeto de la investigación, es decir las normas y criterios que rigen la producción, manipulación y control de los hechos; así, pueden señalarse como ejemplo, las técnicas de muestreo, técnicas estadísticas, etc. (Hernández et al., 2018). La técnica de investigación cuantitativa son las que permiten contabilizar características, atributos, elementos, con el objetivo de respaldar o refutar una hipótesis. (Questionpro, 2017)

Los métodos utilizados fueron con la finalidad de determinar los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos; tanto del queso fresco madurado y queso fundido saborizado untable.

3.5.1 Análisis fisicoquímico del queso fresco madurado

En la figura 3.1, se muestran los métodos y técnicas que se utilizaron para determinar los análisis fisicoquímicos en el queso fresco semi maduro de la microempresa artesanal La Prodigiosa, realizados en el CEANID (Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo); dependiente de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

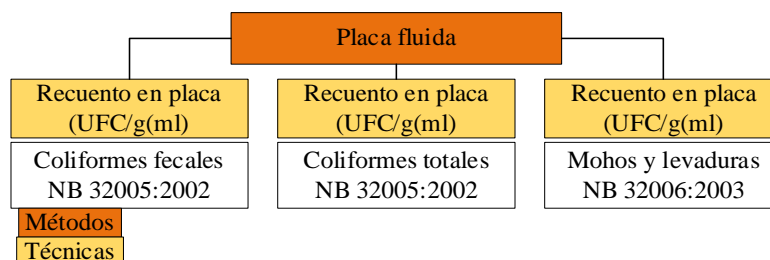
Gerber	Gravimetría	Volumetría	Cálculo	Ensayo de kreis	Potenciometrico	Kjendahl
Butímetro	Digestión ácida	Estequiometría	Cálculo indirecto	Semicuantitativo	Medida directa	Destilado valoración
Materia grasa NB 228-1998	Fibra	Cloruro de sodio NB 33011:2004	Sólidos no grasos NB 706:1998	Índice de rancidez NB 34009:2006	pH	Proteína NB/ISO 8968-1:2008
	Secado en estufa	Titulación	Cálculo indirecto			
	Humedad NB 38039:2009	Acidez NB 229-1998	Carbohidratos			
	Calcinación en mufla					
Método	Ceniza					
Técnica	NB 39034:2010					

Fuente: CEANID, 2022

Figura 3.1: Métodos y técnicas para determinar análisis fisicoquímicos del queso fresco semi maduro de La Prodigiosa

3.5.2 Análisis microbiológicos del queso fresco madurado

En la figura 3.2, se muestra los análisis microbiológicos realizados en el queso fresco madurado elaborado por la microempresa artesanal La Prodigiosa, desarrollados en el CEANID (Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo); dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

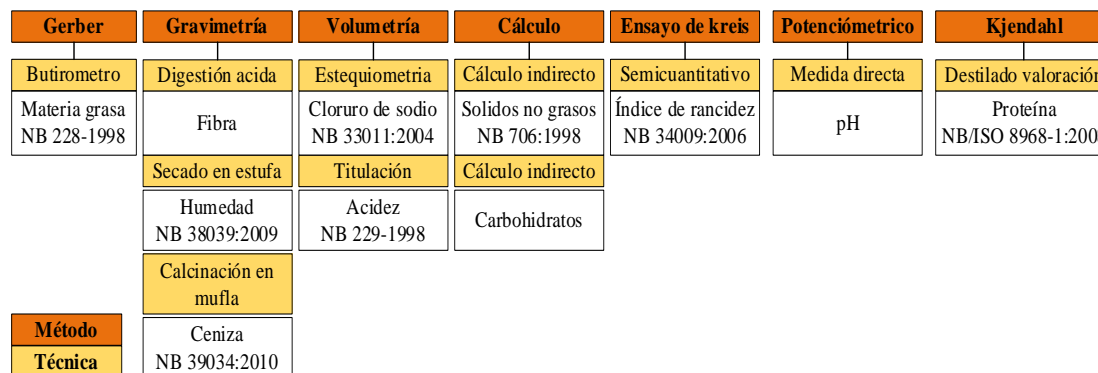


Fuente: CEANID, 2022

Figura 3.2: Análisis microbiológicos del queso fresco semi madurado La Prodigiosa

3.5.3 Análisis fisicoquímico del queso caiseño

En la figura 3.3, se muestran los métodos y técnicas que se utilizaron para determinar los análisis fisicoquímicos en el queso caiseño, realizados en el CEANID (Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo); dependiente de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

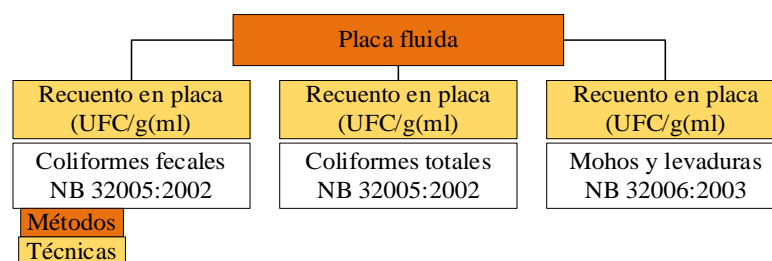


Fuente: CEANID, 2022

Figura 3.3: Métodos y técnicas para determinar análisis fisicoquímicos del queso caiseño

3.5.4 Análisis microbiológicos del queso fresco madurado

En la figura 3.4, se muestran los análisis microbiológicos realizados en el queso caiseño, desarrollados en el CEANID (Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo); dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.



Fuente: CEANID, 20212

Figura 3.4: Métodos y técnicas para determinar los análisis microbiológicos del queso caiseño

3.5.5. Análisis fisicoquímicos del queso fundido saborizado

En la figura 3.5, se muestra los métodos y técnicas que se utilizaron para determinar los análisis fisicoquímicos del producto terminado, realizados en el CEANID (Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo); dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

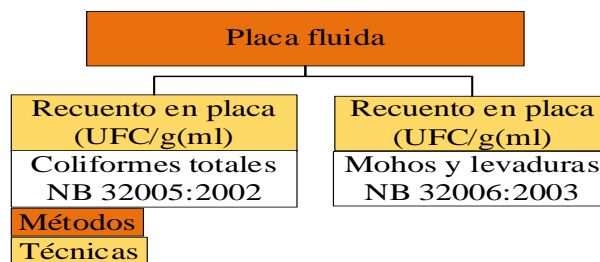
Gravimetría	Volumetría	Cálculo	Gerber	Potenciométrico	Kjendahl
Secado en estufa	Estequiometría	Cálculo indirecto	Butímetro	Medida directa	Destilado valoración
Humedad NB 38039:2009	Cloruro de sodio NB 33011:2004	Sólidos no grasos NB 706:1998	Materia grasa NB 228-1998	pH	Proteína NB/ISO 8968-1:2008
Calcinación en mufla	Titulación	Cálculo indirecto			
Ceniza NB 39034:2010	Acidez NB 229-1998	Carbohidratos			
					Método
					Técnica

Fuente: CEANID, 2022

Figura 3.5: Métodos y técnicas para determinar el análisis fisicoquímico del queso fundido saborizado

3.5.6 Análisis microbiológicos del queso fundido saborizado

En la figura 3.6, se muestra los análisis microbiológicos realizados en el producto terminado (queso fundido para untar saborizado) desarrollados en el CEANID (Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo); dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.



Fuente: CEANID, 20212

Figura 3.6: Métodos y técnicas para la determinar los análisis microbiológicos del queso fundido saborizado

3.6 Descripción de equipos, instrumentos de laboratorio, material de laboratorio y utensilios de cocina

Durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo para la elaboración de queso fundido saborizado, se utilizaron equipos, instrumentos de laboratorio, material de laboratorios y utensilios de cocina, los cuales se detallan a continuación:

3.6.1 Equipos

En la figura 3.7, se detallan los equipos de proceso utilizados para la elaboración de queso fundido saborizado, los cuales son detallados en el (Anexo H.2)

Equipos	Especificaciones técnicas
Molino manual	Molino manual numero 500, fabricado en fierro vaciado, discos de molienda en fierro aleado de alta resistencia..
Cocina industrial	Marca DAKO, potencia 3.0 KW, presión 2.8Kpa
Licuadaora	Modelo Oster reversible de de 600 W y una capacidad de 1,5 litro.
Frezzer	Marca Consul, potencia de 226W, 220V, con una capacidad de 33.7 kg. Se

Fuente: LTA, 2022

Figura 3.7: Equipos de proceso requerido para la elaboración de queso fundido saborizado

3.6.2 Instrumentos de laboratorio

En la figura 3.8, se detalla los instrumentos de laboratorio utilizados para realizar el proceso de elaboración de queso fundido saborizado los cuales se muestran en el (Anexo H.1)

Instrumentos de laboratorio	Descripción
Balanza analítica	Marca METTLER TOLEDO modelo PB1502 con una fuerza electromotriz 8-14,5 V, industria española rango de precisión 0,1g capacidad máxima 1510g y mínima de 0,5g.
pH-metro digital	Marca Horiba, industria japonesa, pantalla LCD, parámetros pH/ORP/Ion/ Temperatura (°C), rango de pH - 2.00 a 19.99pH precisión de 0.003pH.
Viscosímetro	Marca SELECTA , modeloSTS-2011R, red electrica 100-230V/50-60Hz,rango de temperatura 0,0 a 100,0 °C, rango de medida 20 a 40000000 Cp, potencia de 15W .
Bureta digital	Marca JENCONS, modelo digitrate pro 50, industria española con un rango de 0,01 -50ml, precisión 0,2 y es de operacionalización manual.
Termobalanza digital	Marca RADWA BALANGE & SCALES, modelo PM 60.3Y.WH Tiene una capacidad máxima de 60g, d=0,1mg y de temperatura 250°C.

Fuente: LCIA, 2022

Figura 3.8: Instrumentos de laboratorio

3.6.3 Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio necesarios para realizar en el presente trabajo, se detallan en la tabla 3.1, los cuales se muestran en el (Anexo H.3).

Tabla 3.1

Materiales de laboratorio

Material de laboratorio	Material	Capacidad
Termómetro	Vidrio con vulvo de alcohol	0 - 100 °C
Varilla	Vidrio	25 cm
Vaso de precipitación	Vidrio	50 ml
Vaso de precipitación	Vidrio	500 ml
Probeta	Vidrio	100 ml
Piceta	Plástico	200 ml
Pipeta volumétrica	Vidrio	10 ml
Espátula	Acero inoxidable	-

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 Utensilios de cocina

Los utensilios de cocina que son necesarios para el presente trabajo, se detallan en la tabla 3.2, los cuales se muestran en el (Anexo H.4).

Tabla 3.2

Utensilios de cocina

Utensilios de cocina	Material	Tamaño
Cuchillo	Acero inoxidable	Mediano
Cuchara	Madera	Mediana
Fuentes	Aluminio	Medianas
Olla	Acero inoxidable	Mediana
Jarra	Plástico	Mediana
Tabla de picar	Plástico	Mediana
Espátula	Goma	Mediana

Fuente: Elaboración propia

3.7 Descripción de insumos alimentarios

Los insumos alimentarios que se utilizaron para realizar el presente de trabajo de elaboración de queso fundido para untar saborizado, se detallan a continuación:

3.7.1 Insumos de uso alimentario

Los aditivos de uso alimentario que se utilizaron para realizar el presente trabajo, se detallan en la tabla 3.3 los cuales se muestran en el (Anexo H.5)

Tabla 3.3

Insumos de uso alimentario

Aditivo	Marca	Procedencia	Estado
Sal fundente	Joha S9	La Paz-Bolivia	Sólido
Corrector de pH	Joha T-Neu	La Paz-Bolivia	Sólido
Carragenina	Solquifar	Tarija-Bolivia	Sólido
Sorbato de potasio	Solquifar	Tarija-Bolivia	Sólido
Saborizante cheddar	Naturex	Cochabamba-Bolivia	Sólido
Saborizante tocino	Naturex	Cochabamba-Bolivia	Sólido
Saborizante salame	Aditec	Santa Cruz-Bolivia	Sólido
Saborizante jamón	Aditec	Santa Cruz-Bolivia	Sólido

Fuente: Elaboración propia

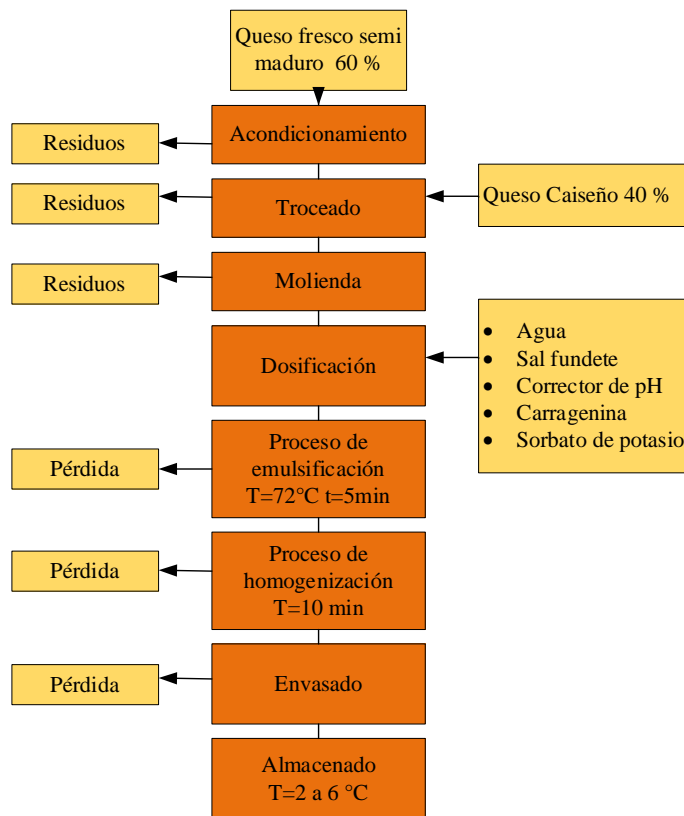
3.7.2 Reactivos químicos

Los reactivos químicos utilizados en el presente trabajo de investigación, se detallan a continuación:

- **Hidróxido de sodio (NaOH):** concentración 0,1N.
- **Fenolftaleína:** líquida concentración 0,1%.
- **Agua destilada.**

3.8. Diagrama del proceso elaboración de queso fundido saborizado

En la figura 3.9, se muestra el diagrama para la elaboración de queso fundido saborizado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9: Diagrama del proceso elaboración de queso fundido saborizado

3.8.1 Descripción del diagrama de proceso de elaboración de queso fundido saborizado

Las operaciones implicadas en la elaboración del queso fundido, se detallan a continuación.

3.8.2.1 Acondicionamiento

Se realizó el acondicionamiento del queso fresco semi maduro de 30 días proveniente de la microempresa artesanal La Prodigiosa, se retiró la corteza seca del contorno de manera manual con cuchillo de acero inoxidable. En la figura 3.10, se muestra el acondicionamiento del queso fresco con una maduración de 30 días.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: Acondicionamiento

3.8.2.2 Troceado

Se procede a cortar el queso semi maduro y el queso caiseño en trozos de 10 cm por 3 cm, con la finalidad de facilitar la molienda en la máquina de moler. En la figura 3.11, se muestra el troceado de ambos quesos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.11: Troceado

3.8.2.3 Molienda

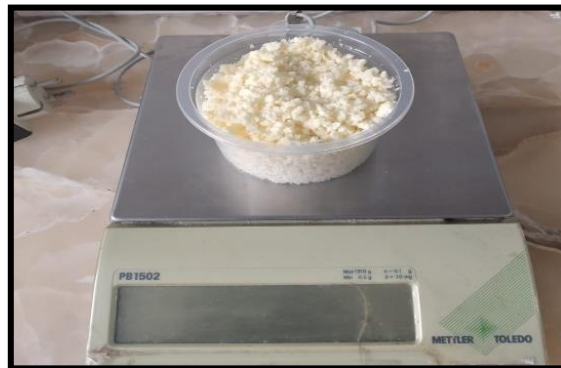
Se realiza la molienda del queso previamente acondicionado y troceado, la finalidad de facilitar el proceso de emulsión, fusión y homogenización. En la figura 3.12, se muestra la molienda del queso fresco madurado de 30 días y el queso caiseño fresco.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.12: Molienda

3.8.2.4 Dosificación

Una vez obtenido la molienda se dosificó de queso semi maduro de queso caiseño, los insumos, saborizantes de acuerdo a la cantidad de queso acondicionado. En la figura 3.13, se muestra la dosificación de la materia prima e insumos.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.13: Dosificación

3.8.2.5 Proceso de emulsión

Mezclar en una olla de acero inoxidable el queso semi maduro 20,36 %, queso caiseño 30,55 %, sal fundente 1,29 %, corrector de pH 0,17 %, Carragenina 0,02 %, sorbato de potasio 0,10 % y agua 47,59 % previamente dosificados. Agitar constantemente para evitar que la mezcla se pegue hasta que alcance una temperatura de 72 °C por 5 min. En la figura 3.14, se muestra el proceso de emulsificación.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.14: Emulsificación

3.8.2.6 Proceso de homogenización

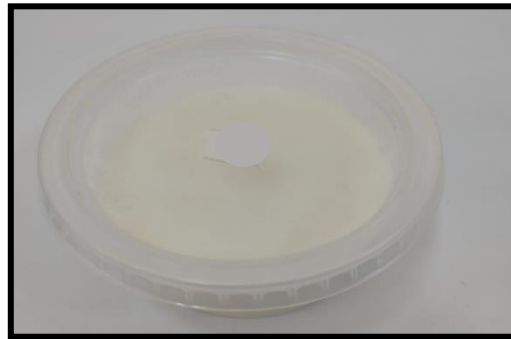
Después del proceso de emulsificación, se lleva la mezcla a la licuadora por 5 minutos para estabilizar la emulsión mejorar la consistencia y aspecto de untuosidad del queso fundido saborizado unttable. En la figura 3.15, se muestra el proceso de homogenización.



Fuente: Elaboracion propia
Figura 3.15: Proceso de homogenizacion

3.8.2.7 Envasado

Después de la homogenización se envasa en caliente sin espacio de cabeza utilizando envases de plástico de 300 g de capacidad. En la figura 3.16, se muestra el proceso de envasado al queso fundido saborizado unttable.



Fuente: Elaboracion propia
Figura 3.16: Envasado

3.8.2.8 Almacenado

Una vez envasado enfriar el queso fundido para untar saborizado almacenando en un freezer a temperatura (2 a 6) °C. En la figura 3.17, se muestra el proceso de almacenado del queso fundido para untar saborizado.



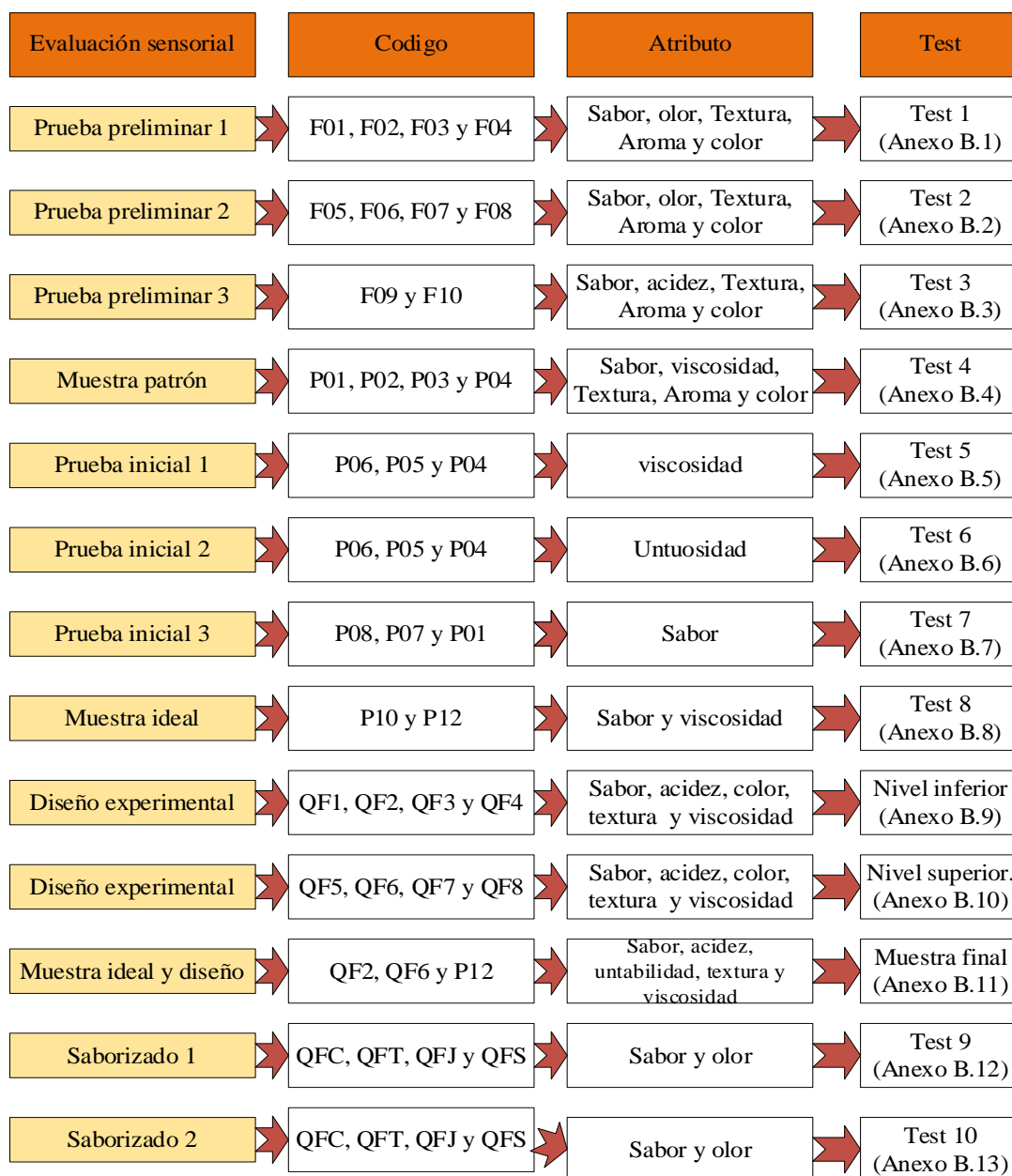
Fuente: Elaboracion propia

Figura 3.17: envasado

3.9 Análisis sensorial de los alimentos

Según (Bota & Castro, 1999) definen al análisis sensorial de alimentos, en un sentido más estricto, “como el examen de los caracteres organolépticos de un producto mediante los sentidos, obteniendo datos cuantificables y objetivables” surge como la disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor.

En la figura 3.18, se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo para la elaboración de queso fundido saborizado, con el objeto de caracterizar las propiedades organolépticas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.19: Evaluaciones sensoriales en el proceso de queso fundido saborizado

3.10 Diseño experimental

El diseño experimental es considerado parte del proceso científico siendo esta etapa el lugar donde se establece la forma en la que funcionan los procesos. Este aprendizaje se lo realiza a través de una serie de actividades donde se realizan conjeturas sobre el proceso, para realizar experimentos generando de esta manera datos del proceso

específico utilizando estos para realizar nuevas conjeturas que permitan nuevos experimentos, siendo si comportamiento cíclico. (Mongomery, 1991)

3.10.1. Diseño Factorial 2^3

Con el diseño factorial 2^3 se estudian tres factores en dos niveles cada uno. Consta de 8 tratamientos diferentes, los cuales pueden identificarse con las mismas notaciones introducidas con el diseño 2^2 . Con este diseño se pueden estudiar los $2^3 - 1 = 7$ efectos: tres efectos principales A, B, C; tres interacciones dobles AB, AC, BC y una interacción triple ABC. Por lo general, el interés se enfoca en estudiar los efectos principales y las interacciones dobles. (Gutierrez y De la Vara, 2018)

El diseño factorial aplicado en la parte experimental del presente trabajo de investigación se muestra en la ecuación 3.1.

$$2^K \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Dónde:

2 = número de niveles

K = número de variables

Según (Gutierrez & De la Vara, 2018), un modelo de regresión permite expresar los resultados de una variable respuesta en función de las variables independientes de forma matemática. En la ecuación 3.2, se describe el modelo de regresión a ser aplicado:

$$\text{Ecuación 3.2}$$

$$y = \beta_0 + \beta_A X_A + \beta_B X_B + \beta_C X_C - \beta_{AB} X_A X_B - \beta_{AC} X_A X_C - \beta_{BC} X_B X_C + \beta_{ABC} X_A X_B X_C$$

Donde:

β = coeficientes de regresión

X_A, X_B, X_C = Valor codificado del factor de diseño

3.10.2 Diseño factorial en la etapa dosificación para la elaboración de queso fundido saborizado

El diseño factorial en la etapa de dosificación para la elaboración de queso fundido saborizado, para esto se aplicó en función a la ecuación con lo que el diseño factorial sería:

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ corridas/prueba}$$

Donde los niveles de variación de cada factor son los siguientes:

- Porcentaje de sal fundente (a) = 2 niveles
- Porcentaje de agua (b) = 2 niveles
- Porcentaje de variación de quesos (c) = 2 niveles

En la tabla 3.4, se detalla la matriz del diseño factorial experimental para que sea aplicado durante la elaboración del queso fundido para untar saborizado, teniendo en cuenta que sus variables son: porcentaje de sal fundente, porcentaje de agua y porcentaje de variación de quesos.

Tabla 3.4

Matriz de variables en la etapa de dosificación del queso fundido

Combinación de tratamientos	Variables			Interacciones				Variable respuesta	
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y _{i1}	Y _{i2}
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁	Y ₁
A	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂	Y ₂
B	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃	Y ₃
Ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄	Y ₄
C	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅	Y ₅
Ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆	Y ₆
Bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇	Y ₇
Abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈	Y ₈

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

Y_i = viscosidad del queso fundido medido en unidades de centipoise (cP),

Y_i = humedad en porcentaje (%)

Yi = pH
 Yi = Acidez

En la tabla 3.5; muestran los niveles de variación de los factores, analizando el porcentaje alto y porcentaje bajo que se aplica en la etapa de dosificación, este está conformado por tres variables: porcentaje de sal fundente, porcentaje de agua, y porcentaje de variación de quesos.

Tabla 3.5

Niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación de queso fundido

Variables	Unidad	Nivel alto	Nivel bajo
Porcentaje de sal fundente (A)	%	1,22	1,00
Porcentaje de agua (B)	%	48,00	46,64
Porcentaje de variación de quesos(C)	%	60 - 40	40 - 60

Fuente: Elaboración propia

3.11 Operacionalización de las variables para la elaboración de queso fundido saborizado

Para el presente trabajo, se realizó la operacionalización de las variables dependientes e independientes (cuadro 3.1) en base a el proceso llevado a cabo para obtener el producto final.

Cuadro 3.1***Operacionalización de variables para elaborar queso fundido saborizado***

Hipótesis	Variables		Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
Mediante la aplicación de proceso de emulsión láctea a nivel experimental se obtendrá queso fundido saborizado de calidad para la microempresa artesanal La Prodigiosa.	Variable independiente	Proceso de emulsificación láctea	Una emulsión es el resultado del mezclado de dos líquidos inmiscibles mediante la dispersión (Galus & Kadzinska, 2015).	Tiempo	5 min
				Temperatura	72 °C
	Variable dependiente	Queso fundido saborizado	Queso fundido para untar o extender producto lácteo obtenido mediante la molturación, mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico y agentes emulsionantes de una o más variedades de queso, (CODEX STAN A-8, 1978	Humedad	%
				Hidratos de carbono	%
				pH	-
				Valor energetico	%
				proteína	%
				Coliformes totales	(UFC/g)
				Escherichia coli	(UFC/g)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del queso fresco semi maduro producido por la microempresa artesanal La prodigiosa y queso caiseño

Para la caracterización del queso fresco semi maduro de 30 días y el queso caiseño, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímico y microbiológico.

4.1.1 Análisis fisicoquímico del queso fresco semi maduro producido por la microempresa artesanal La prodigiosa

En la tabla 4.1, se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos de queso fresco semi maduro de 30 días elaborado por la microempresa artesanal La Prodigiosa de datos extraídos del (Anexo A.1) del (Anexo A).

Tabla 4.1

Análisis fisicoquímico del queso fresco semi maduro producido por la microempresa artesanal La prodigiosa

Parámetros	Unidad	Resultado
Acidez (ácido láctico)	%	1,13
Cenizas	%	2,93
Cloruro de sodio	%	2,11
Fibra	%	0,00
Materia grasa	%	15,24
Hidratos de carbono	%	9,01
Humedad	%	51,34
Proteína total (Nx6,38)	%	21,48
pH	-	5,03
Rancidez	Pos/neg	Negativo
Sólidos no grasos	%	33,42
Valor energético	Kcal/100g	259,12

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.1, se observa que el queso fresco semi maduro tiene 1,13 % acidez (ácido láctico), cenizas 2,93 %, cloruro de sodio 2,11 %, fibra 0,00 %, materia grasa 15,24 %, hidratos de carbono 9,01 %, humedad 51,34 %, proteína total (Nx6,38) 21,48 %, rancidez negativa, sólidos no grasos 33,42 % y valor energético 259,12 kcal/100g.

4.1.2 Análisis microbiológico del queso fresco semi maduro producido por la microempresa artesanal La Prodigiosa

En la tabla 4.2, se muestra el análisis microbiológico realizado para el queso fresco semi maduro elaborado por la microempresa artesanal La Prodigiosa de datos extraídos del (Anexo A.1) del (Anexo A).

Tabla 4.2

Análisis microbiológico del queso fresco semi maduro elaborado por la microempresa artesanal La Prodigiosa

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes fecales	UFC/ml	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Coliformes totales	UFC/ml	$8,0 \times 10^2$
Mohos y levaduras	UFC/ml	$5,3 \times 10^2$

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.2, se observa que el queso fresco semi maduro presenta coliformes fecales de $< 1,0 \times 10^1$ (*) ((*) = no se observa desarrollo de colonias); UFC/ml, Coliformes totales $8,0 \times 10^2$ UFC/ml; mohos y levaduras con $5,3 \times 10^2$ UFC/ml.

4.1.3 Análisis fisicoquímico del queso caiseño

En la tabla 4.3, se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos de queso caiseño de datos extraídos del (Anexo A.2.) del (Anexo A).

Tabla 4.3

Análisis fisicoquímico del queso caiseño

Parámetros	Unidad	Resultado
Acidez (ácido láctico)	%	0,70
Cenizas	%	4,76
Cloruro de sodio	%	2,63
Materia grasa	%	30,00
Hidratos de carbono	%	2,06
Humedad	%	44,95
Proteína total (Nx6,38)	%	18,23
pH	-	5,50
Sólidos no grasos	%	25,05
Valor energético	Kcal/100g	351,16

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.3, se observa que el queso caiseño tiene 0,70 % de acidez (ácido láctico), cenizas 4,76 %, cloruro de sodio 2,63 %, materia grasa 30,00 %, hidratos de carbono 2,06 %, humedad 44,95 %, proteína total (Nx6,38) 18,23 %, pH (20°C) 5,50, sólidos no grasos 25,05 % y valor energético 351,16 kcal/100g.

4.1.4 Análisis microbiológico del queso caiseño

En la tabla 4.4, se muestra el análisis microbiológico realizado para el queso caiseño, de datos extraídos del (Anexo A.2.) del (Anexo A).

Tabla 4.4

Análisis microbiológico del queso caiseño

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes fecales	UFC/ml	$5,6 \times 10^3$
Coliformes totales	UFC/ml	$1,7 \times 10^4$
Mohos y levaduras	UFC/ml	$9,1 \times 10^3$

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.2, se observa que el queso caiseño presenta coliformes fecales $5,6 \times 10^3$ UFC/ml, Coliformes totales $1,7 \times 10^4$ UFC/ml; mohos y levaduras con $9,1 \times 10^3$ UFC/ml.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de queso fundido saborizado

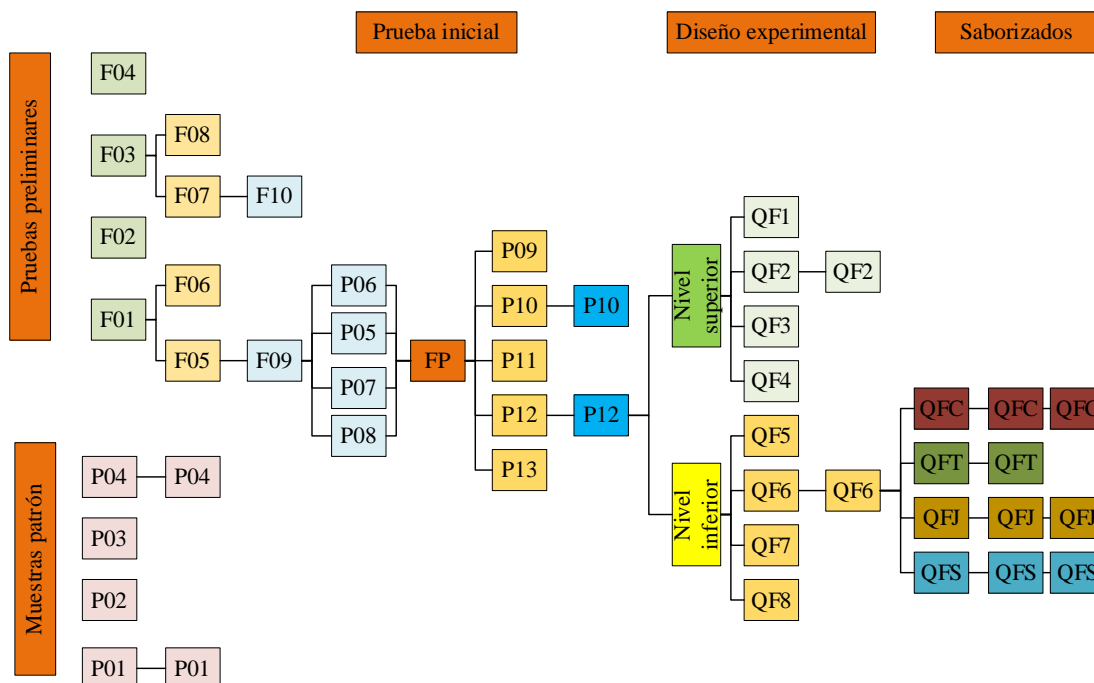
Para realizar la caracterización de las variables del proceso de queso fundido saborizado, se tomaron en cuenta pruebas preliminares; con el fin de obtener la metodología experimental a nivel de laboratorio.

4.2.1 Pruebas experimentales para la elaboración de queso fundido neutro

En la figura 4.1, se muestra el desarrollo de las pruebas experimental del presente trabajo de elaboración de queso fundido neutro; se realizaron pruebas preliminares; inicialmente se efectuaron cuatro pruebas (F01, F02, F03 y F04) donde se hizo variar el tiempo de maduración del queso elaborado por la microempresa artesanal La Prodigiosa y en base a estas muestras, se procedió a variar el porcentaje de sal fundente

para las muestras (F05, F06, F07 y F08). Así mismo, se procedió a realizar pruebas iniciales (P05 y P06) donde se hicieron variar el porcentaje de agua y sal fundente; así mismo (P07 y P08), variando el porcentaje de queso fresco semi maduro y queso caiseño.

En base a las pruebas P06 y P07, se realizaron (P09, P10, P11, P12 y P13) donde se hizo variar el porcentaje del corrector de pH y porcentaje de carragenina; utilizando el mismo porcentaje de queso fresco semi maduro y queso caiseño; con la finalidad de obtener muestra ideal de queso fundido para untar saborizado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1: Pruebas experimentales para la obtención de muestra ideal de queso fundido neutro

4.2.2 Selección del queso fresco en función del tiempo de maduración para las pruebas preliminares

Para el presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta la elaboración de queso fundido (Erazo, 2012) y (Hernández, 2019) con la finalidad de obtener la metodología experimental para seleccionar el tiempo de maduración de queso fresco proveniente de la microempresa artesanal La Prodigiosa en función del tiempo de maduración,

(10, 20, 30 y 40) días; partiendo de cuatro muestras preliminares para la elaboración de queso fundido para untar neutro, como se muestra en la tabla 4.5.

Tabla 4.5

Selección del queso fresco en función del tiempo de maduración para queso fundido

Muestras	Tiempo de madurado de queso fresco
F01	10 días
F02	20 días
F03	30 días
F04	40 días

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.2, muestra la dosificación porcentual de insumos tomados en cuenta para la elaboración de las cuatro muestras de queso fundido neutro, elaborados de acuerdo al tiempo de maduración del queso fresco en función de la tabla 4.5.

Dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración del queso fresco			
F01 %	F02 %	F03 %	F04 %
Queso (10 días) 51,00	Queso (20 días) 51,00	Queso (30 días) 51,00	Queso (40 días) 51,00
Agua 47,00	Agua 47,00	Agua 47,00	Agua 47,00
Sal fundente 1,54	Sal fundente 1,54	Sal fundente 1,54	Sal fundente 1,54
Otros 0,46	Otros 0,46	Otros 0,46	Otros 0,46

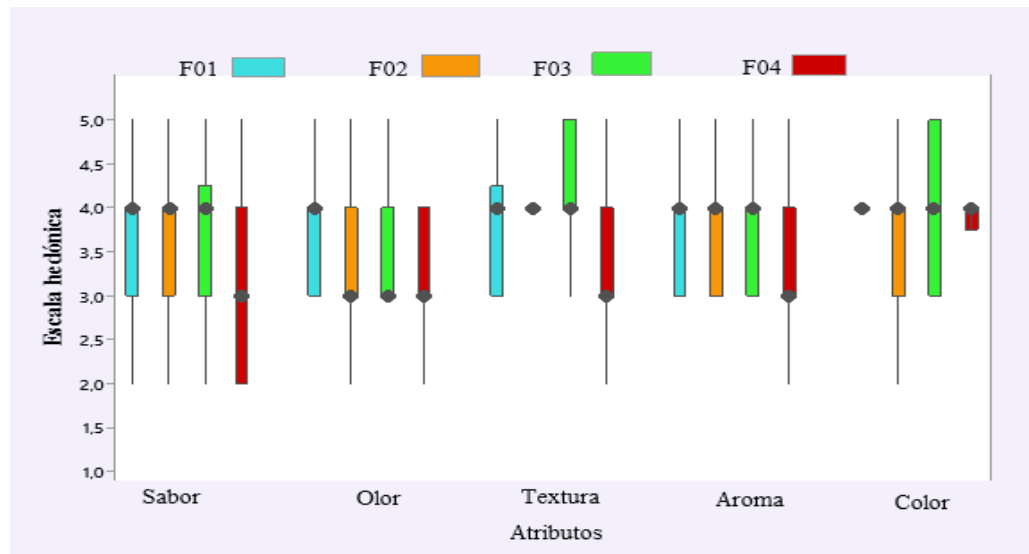
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: Dosificación porcentual de insumos para elaborar queso fundido

En base a las muestras preliminares de la figura 4.2, como ser (F01, F02, F03 y F04) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, olor, textura, aroma y color; utilizando escala hedónica de cinco puntos con 26 jueces no entrenados.

4.2.2.1 Estadístico caja y bigote para selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración del queso fresco

En la figura 4.3, se muestra el estadístico caja y bigote en función de los atributos sabor (tabla C.2), olor (tabla C.3.1), textura (tabla C.4), aroma (tabla C.5) y color (tabla C.6) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Caja y bigote para selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración del queso fresco

En la figura 4.3, se puede observar los resultados de la escala hedónica en función de los atributos cuya mediana es: sabor 4,0 (F03); olor 4,00 (F01); textura 4,00 (F03); aroma 4,00 (F01) y color 4,00 (F03). Así mismo, se realizó análisis estadístico de varianza se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa entre los atributos sabor y textura. Sin embargo, no existe diferencia estadística para el atributo olor, aroma y color para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.2.1.1 Estadístico de Tukey del atributo sabor para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración del queso fresco

En la tabla 4.4, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor (tabla C.2.4.) de datos extraídos de (Anexo C)

Tabla 4.6

Estadístico de Tukey del atributo sabor para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
F01-F03	0,12	0,53	No significativo
F01-F02	0,23	0,53	No significativo
F01-F04	0,81	0,53	Significativo
F03-F02	0,12	0,53	No significativo
F03-F04	0,69	0,53	Significativo
F02-F04	0,58	0,53	Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.6, se puede observar que existe diferencia estadística entre los tratamientos F01-F04, F02-F04 y F03-F04. Sin embargo, en los tratamientos F01-F02, F01-F03 y F02-F03, no existe diferencia para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

4.2.2.1.2 Estadístico de Tukey del atributo textura para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración del queso fresco

En la tabla 4.7, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo textura (tabla C.4.4.) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.7

Estadístico de Tukey del atributo textura para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
F03-F02	0,19	0,44	No Significativo
F03-F01	0,23	0,44	No Significativo
F03-F04	0,83	0,44	Significativo
F02-F01	0,04	0,44	No Significativo
F02-F04	0,64	0,44	Significativo
F01-F04	0,60	0,44	Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.7, se muestra que los tratamientos que presentan una diferencia significativa son: F03-F02, F02-F04 y F01-F04; mientras que para los tratamientos:

F03-F02, F03-F01 y F02-F01 no existe diferencia para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

De acuerdo al tiempo de maduración del queso fresco se pudo evidenciar que los jueces tienen mayor preferencia por las muestras F01 (queso de 10 días de maduración) y F03 (queso de 30 días de maduración) por presentar sabor agradable y buena textura en comparación con las muestras F02 (queso 20 días de maduración) y F04 (queso 40 días de maduración), que presentaron un sabor poco agradable y una consistencia muy viscosa y menor contenido de humedad.

4.2.2.2 Control de humedad, viscosidad y pH para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos de humedad viscosidad y pH de las cuatro muestras preliminares (F01, F02, F03 y F04); con el fin de realizar un seguimiento en función al tiempo de maduración del queso fresco.

4.2.2.2.1 Control de humedad para selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

En la tabla 4.8, se muestran los resultados obtenidos del contenido de humedad en función al tiempo de maduración de los quesos utilizados de datos extraídos de la (tabla E.1) (Anexo E), para la elaboración de queso fundido para untar neutro utilizando el método de la termobalanza detallada en el (Anexo D.3)

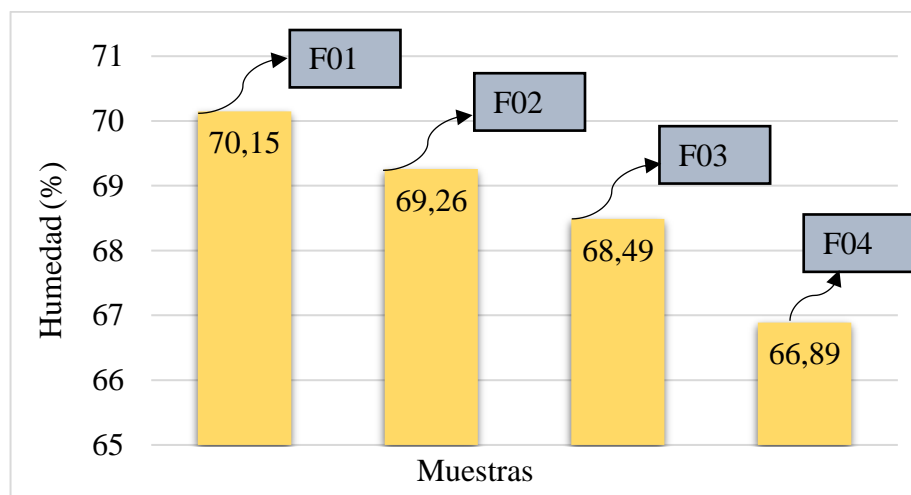
Tabla 4.8

Contenido de humedad para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

Muestras	F01	F02	F03	F04
Humedad %	70,15	69,26	68,49	66,89

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.4, se muestra los resultados del contenido de humedad de las muestras de queso fundido en función del tiempo de maduración del queso fresco y en base a datos de la tabla 4.5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Contenido de humedad en queso fundido en función del tiempo de maduración

Según la figura 4.4, se puede observar que las pruebas preliminares F01 y F02 presentan un mayor contenido de humedad debido al tiempo de maduración del queso entre (10-20) días; en comparación con las pruebas F03 y F04 que presentaron menor porcentaje de humedad, debido al tiempo de maduración del queso entre (30-40) días.

4.2.2.2.2 Control de viscosidad para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

En la tabla 4.9, se muestran los resultados obtenidos de la viscosidad en función del tiempo de maduración del queso fresco de datos extraídos de la (tabla E.2) del (Anexo E), para la elaboración queso fundido para untar neutro utilizando la técnica para viscosidad (viscosímetro rotacional) que se detalla en el (Anexo D.4).

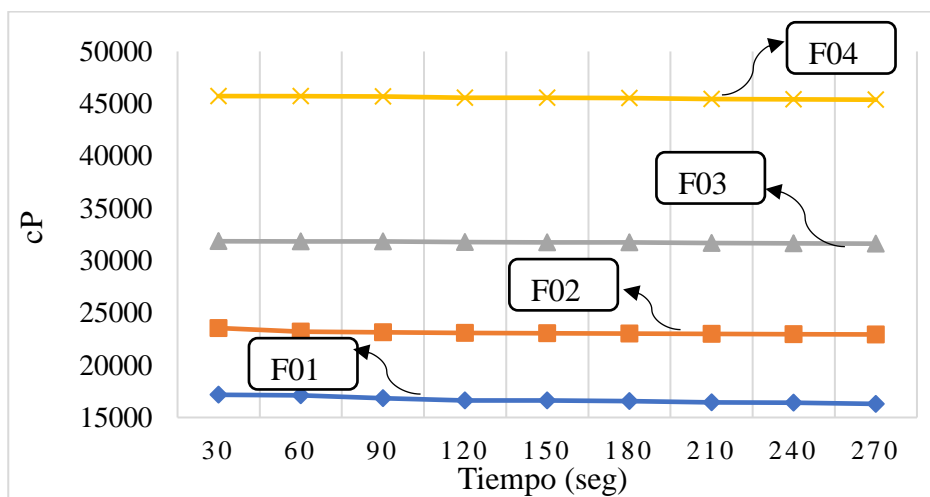
Tabla 4.9

Viscosidad para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

Tiempo Segundos	Viscosidad (cP)			
	Muestras			
	F01	F02	F03	F04
30	17170	23555	31851	45735
60	17115	23212	31838	45720
90	16835	23140	31836	45702
120	16640	23093	31770	45585
150	16635	23045	31752	45560
180	16570	23029	31732	45540
210	16445	22981	31669	45451
240	16405	22972	31652	45415
270	16300	22940	31620	45386

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.5, se muestran los valores de la viscosidad en función del tiempo de maduración del queso fresco para la elaboración de queso fundido para untar neutro y en base a los datos de la tabla 4.9.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5: Viscosidad en queso fundido en función al tiempo de maduración

En la figura 4.5, se observa las curvas de variación de viscosidad (cP) versus tiempo tomando medias cada 30 segundos, de cuatro muestras preliminares en donde (F01) fue la muestra menos viscosa; en comparación con la muestra (F04) y cuando el tiempo

aumenta, la temperatura sube y por ende disminuye la viscosidad, es así que se puede observar que la muestra F04 mientras más maduro es el queso más viscoso es el producto.

4.2.2.2.3 Control de pH para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

En la tabla 4.10, se muestran los resultados obtenidos de pH en función del tiempo de maduración del queso fresco de datos extraídos de la (tabla E.3) (Anexo E), para la elaboración de queso fundido neutro utilizando la técnica del pH de productos lácteos que se detallada en el (Anexo D.3)

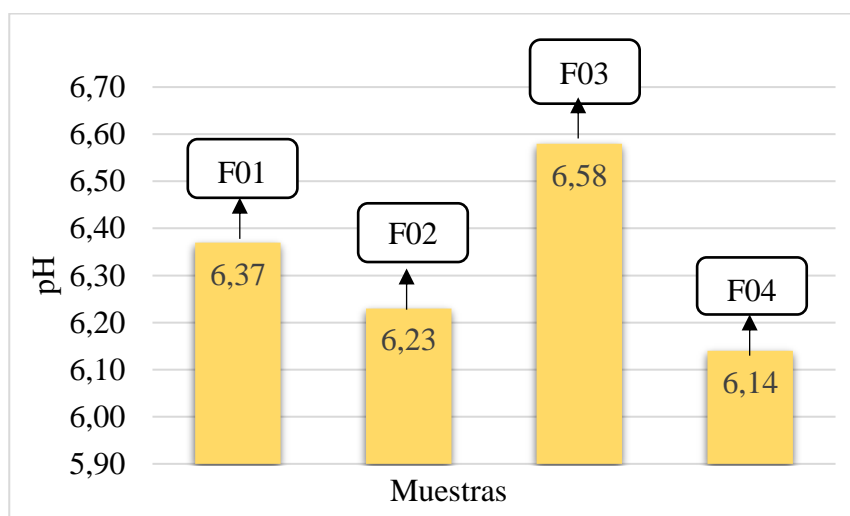
Tabla 4.10

Contenido de pH para la selección de dosificación de queso fundido en función al tiempo de maduración

Muestras	F01	F02	F03	F04
pH	6,37	6,23	6,58	6,14

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.6, se muestra el control del pH de las muestras variando el tiempo de maduración del queso fresco para la elaboración de queso fundido para untar neutro, en base a datos de la tabla 4.10.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6: Control de pH en queso fundido en función al tiempo de maduración

Según la figura 4,6, se puede observar que las muestras preliminares F01, F02, F03 y F04 con un tiempo de maduración entre (10 - 40) días; presentaron una varianza del pH entre (6,14 - 6,58).

Realizado el control de pH, viscosidad y contenido de humedad en las muestras para la selección del tiempo de maduración del queso fresco, se pudo observar que (F01) de 10 días de maduración, contenido de humedad de 70,15 %, pH de 6,37 y (F03) de 30 días de maduración con contenido de humedad de 68,49 %, pH de 6,58 son las muestras elegidas para la selección de dosificación en función del tiempo de maduración.

4.2.3. Variación porcentual de sal fundente en pruebas preliminares para la elaboración de queso fundido

En la figura 4.2, se muestran las cuatro muestras de queso fundido, elaborados variando el porcentaje de sal fundente, utilizando la misma dosificación.

Variación porcentual de cantidad de sal fundente							
F05 %		F06 %		F07 %		F08 %	
Queso 30 días	51,18	Queso 30 días	51,39	Queso 10 días	51,18	Queso 10 días	51,39
Agua	47,16	Agua	47,36	Agua	47,16	Agua	47,36
Sal fundente	1,20	Sal fundente	0,79	Sal fundente	1,20	Sal fundente	0,79
Otros	0,46	Otros	0,46	Otros	0,46	Otros	0,46

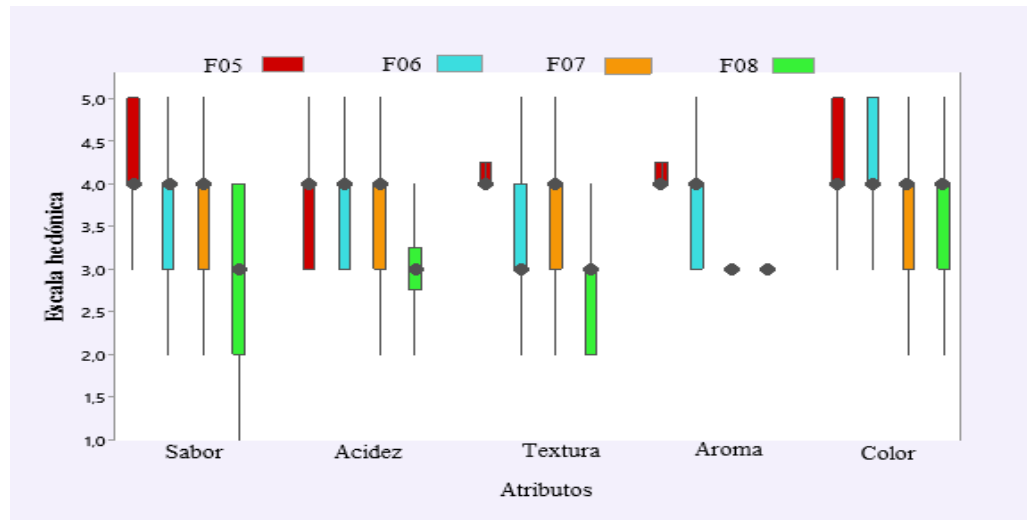
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Selección de prueba preliminar en función a la sal fundente

En base a las muestras preliminares de la figura 4.7, como ser (F05, F06, F07 y F08) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, olor, textura, aroma, color; utilizando escala hedónica de cinco puntos con 26 jueces no entrenados, con el fin de elegir la muestra más adecuada de queso fundido.

4.2.3.1 Estadístico de caja y bigote para la variación porcentual de sal fundente en pruebas preliminares de queso fundido

En la figura 4.8, se muestra el estadístico caja y bigote en función a los atributos sabor (tabla C.7), olor (tabla C.8), textura (tabla C.9), aroma (tabla C.10) y color (tabla C.11) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Caja y bigote para la selección del porcentaje de sal fundente

En la figura 4.8, se puede observar los resultados de la escala hedónica en fusión de los atributos cuya mediana es: sabor 4,0 (F05); olor 4,00 (F05); textura 4,00 (F05); aroma 4,00 (F05) y color 4,00 (F05). Así mismo, se realizó análisis estadístico de varianza donde se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa entre los atributos sabor, acidez, textura y aroma. Sin embargo, no existe diferencia estadística para el atributo color para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.3.1.1 Estadístico de Tukey para atributo sabor para la variación porcentual de sal fundente en las pruebas preliminares

En la tabla 4.11, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor (tabla C.7.4) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.11

Estadístico de Tukey para atributo sabor para la variación porcentual de sal fundente

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
F05-F06	0,31	0,47	No significativo
F05-F07	0,42	0,47	No significativo
F05-F08	1,19	0,47	Significativo
F06-F07	0,12	0,47	No significativo
F06-F08	0,88	0,47	Significativo
F07-F08	0,77	0,47	Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.11; se observa en los tratamientos (F05-F08), (F06-F08) y (F07-F08), si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (F05-F06), (F05-F07) y (F06-F07); no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.2.3.1.2 Estadístico de Tukey para atributo olor para la variación porcentual de sal fundente en las pruebas preliminares

En la tabla 4.12, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo olor (tabla C.8.4) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.12

Estadístico de Tukey para atributo acidez para la variación porcentual de sal fundente

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
F05-F07	0,23	0,43	No significativo
F05-F06	0,26	0,43	No significativo
F05-F08	0,92	0,43	Significativo
F07-F06	0,03	0,43	No significativo
F07-F08	0,69	0,43	Significativo
F06-F08	0,66	0,43	Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.12, se observa en los tratamientos (F05 - F08), (F07 - F08) y (F06 - F08), si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (F05 - F07), (F05 - F06) y (F07 - F06); no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.3.1.3 Estadístico de Tukey para atributo textura para la variación porcentual de sal fundente en las pruebas preliminares

En la tabla 4.13, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo textura (tabla C.9.4) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.13

Estadístico de Tukey para atributo textura para la variación porcentual de sal fundente

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
F05-F07	0,54	0,49	Significativo
F05-F06	0,58	0,49	Significativo
F05-F08	1,19	0,49	Significativo
F07-F06	0,04	0,49	no significativo
F07-F08	0,65	0,49	Significativo
F06-F08	0,62	0,49	Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.13, se puede observar que entre los tratamientos (F05 - F07), (F05 - F06), (F05 - F08), (F07 - F08) y (F06 - F08) si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (F07 - F06), no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.3.1.4 Estadístico de Tukey para atributo aroma para la variación porcentual de sal fundente en las pruebas preliminares

En la tabla 4.14, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo aroma (tabla C.10.4) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.14

Estadístico de Tukey para atributo aroma en la variación porcentual de sal fundente

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
F05-F06	0,27	0,37	No significativo
F05-F07	0,96	0,37	Significativo
F05-F08	1,00	0,37	Significativo
F06-F07	0,69	0,37	Significativo
F06-F08	0,73	0,37	Significativo
F07-F08	0,04	0,37	No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.14, se puede observar que entre los tratamientos (F05 - F07), (F05 - F08), (F06 - F07) y (F06 - F08) si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (F05 - F06) y (F07 - F08), no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

De acuerdo al porcentaje de sal fundente, se puede evidenciar que los jueces tienen mayor preferencia por las muestras F05 (1,20 % sal fundente) y F07 (1,20 % sal fundente) por presentar sabor agradable y mejor textura; en comparación con las pruebas F06 (0,79 % sal fundente) y F08 (0,79 % sal fundente) por no presentar sabor agradable y buena textura

4.2.3.2 Control del contenido humedad, viscosidad, pH en función del porcentaje de sal fundente en las pruebas preliminares

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos de humedad, viscosidad y pH en las pruebas preliminares F05, F06, F07 y F08; con el fin de realizar un seguimiento en función al porcentaje de sal fundente.

4.2.3.2.1 Control del contenido de humedad en las muestras en función del porcentaje de sal fundente

En la tabla 4.15, se muestran los resultados obtenidos del contenido de humedad en función al porcentaje de sal fundente, de datos extraídos de la (tabla E.4) (Anexo E),

para la elaboración de queso fundido para untar saborizado utilizando el método de la termobalanza detallada en el (Anexo D.3).

Tabla 4.15

Contenido de humedad en muestras preliminares en función del porcentaje de sal fundente

Muestras	F05	F06	F07	F08
Humedad %	70,71	69,21	70,92	70,16

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.9, se muestra el contenido de humedad de las muestras variando el porcentaje de sal fundente para la elaboración de queso fundido neutro, en base a los datos de la tabla 4.15.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9: Contenido de humedad en función al porcentaje de sal fundente

Según la figura 4.9, se puede observar que las pruebas preliminares F05 queso madurado de 30 días (70,71 %) y F07 queso madurado de 10 días (70,92 %); debido al porcentaje de sal fundente (1,20 %) presentaron mayor contenido de humedad en comparación con las pruebas preliminares F06 queso madurado de 30 días (69,21 %) y F08 queso madura de 10 días (70,16 %), debido al porcentaje de sal fundente (70,79 %), presentaron menor contenido de humedad.

4.2.3.2.2 Control de la viscosidad en las muestras en función del porcentaje de sal fundente

En la tabla 4.16, se muestran los resultados obtenidos en relación de la viscosidad en función al porcentaje de sal fundente de datos extraídos de la (tabla E.5) (Anexo E), para la elaboración queso fundido neutro; utilizando la técnica para viscosidad (viscosímetro rotacional) que se detalla en el (Anexo D.4).

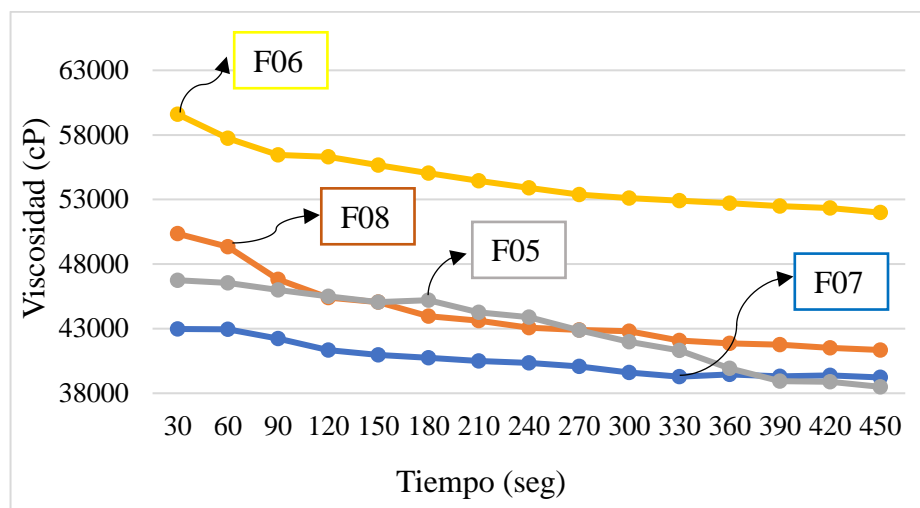
Tabla 4.16

Viscosidad de muestras preliminares en función del porcentaje de sal fundente

Tiempo Segundos	Viscosidad (cP) Muestras			
	F07	F08	F05	F06
30	42975	50350	46750	59600
60	42950	49350	46550	57750
90	42225	46825	46000	56450
120	41350	45400	45500	56300
150	40975	45050	45050	55650
180	40750	43975	45200	55050
210	40500	43625	44275	54450
240	40350	43075	43900	53900
270	40075	42900	42875	53386
300	39600	42805	41975	53100
330	39275	42075	41325	52900
360	39450	41850	39925	52700
390	39300	41750	38925	52500
420	39375	41520	38885	52350
450	39225	41350	38500	51985

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.10, se muestra los valores de viscosidad de las muestras variando el porcentaje de sal fundente para la elaboración de queso fundido neutro; en base a datos de la tabla 4.16.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Viscosidad para selección de porcentaje de sal fundente

En la figura 4.10, se observa las curvas de variación de viscosidad en función al tiempo, tomando medidas cada 30 segundos en donde la muestra (F06) es la muestra con más viscosidad; en comparación con la muestra (F07), menos viscosa. Se puede ver que a medida que el tiempo aumenta la temperatura se aumenta y por ende disminuye la viscosidad, es así, que la muestra a menos cantidad de sal fundente, el queso fundido para untar es más viscoso.

4.2.3.2.3 Control de pH en las muestras en función del porcentaje de sal fundente

En la tabla 4.17, se muestran los resultados obtenidos de pH en función al porcentaje de sal fundente de datos extraídos de (tabla E.6) (Anexo E), para la elaboración de queso fundido para untar saborizada utilizando la técnica de pH para productos lácteos que se detallada en el (Anexo D.3).

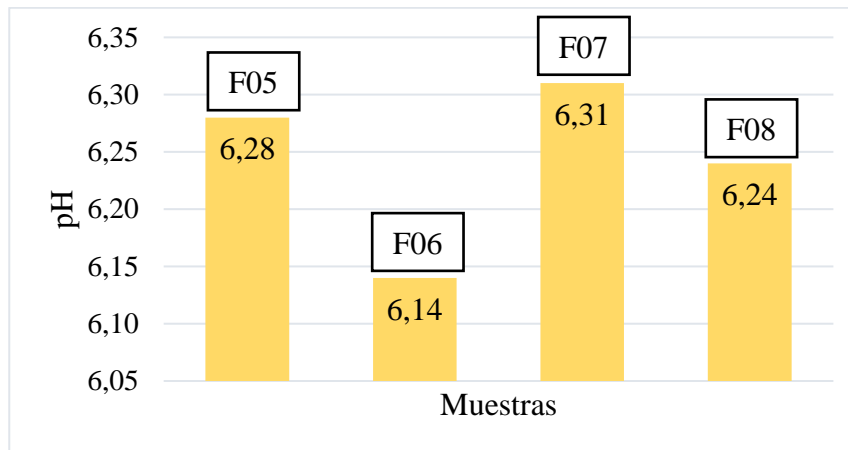
Tabla 4.17

Contenido de pH en las muestras preliminares de selección de porcentaje de sal fundente

Muestras	F05	F06	F07	F08
pH	6,28	6,14	6,31	6,24

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.11, se muestra el control del pH en función al porcentaje de sal fundente en base a datos de la tabla 4.17.



Fuente: Elaboración propia

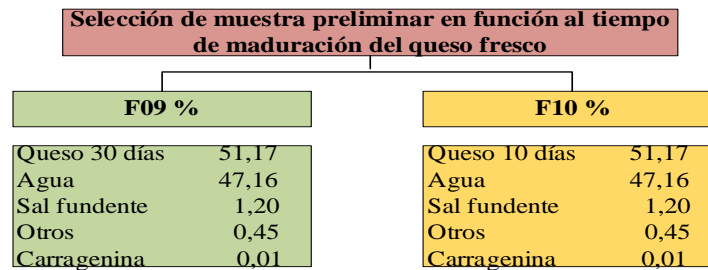
Figura 4.11: Control de pH de muestras para la selección de porcentaje de sal fundente

En la figura 4,11, se puede observar que las muestras preliminares (F05 y F06), queso de 30 con 1,20% sal fundente que presentan menos pH y (F07 y F08) queso de 10 días con 0,79% de sal fundente presentó mayor pH; lo cual indica que a más cantidad de sal fundente menor es el pH y cuando es menor cantidad de sal fundente mayor pH.

Realizado el control de pH, viscosidad y contenido de humedad en las muestras y la evaluación sensorial, se tomó en cuenta las muestras F05 con un contenido de humedad (70,71%), pH (6,28) y viscosidad (38500) y F07 con (70,92%) de contenido de humedad, pH (6,31) y viscosidad (39225) para la elaboración de queso fundido.

4.2.4. Selección de muestra preliminar final en función del tiempo de maduración del queso fresco

Para seleccionar la muestra final de las pruebas preliminares de queso fundido para untar, se procedió a tomar en cuenta las muestras (F09 y F10), en las cuales fueron evaluadas sensorialmente; con el fin de determinar el tiempo de maduración de queso fresco a ser utilizado para el queso fundido neutro, como se muestra en la figura 4.12.



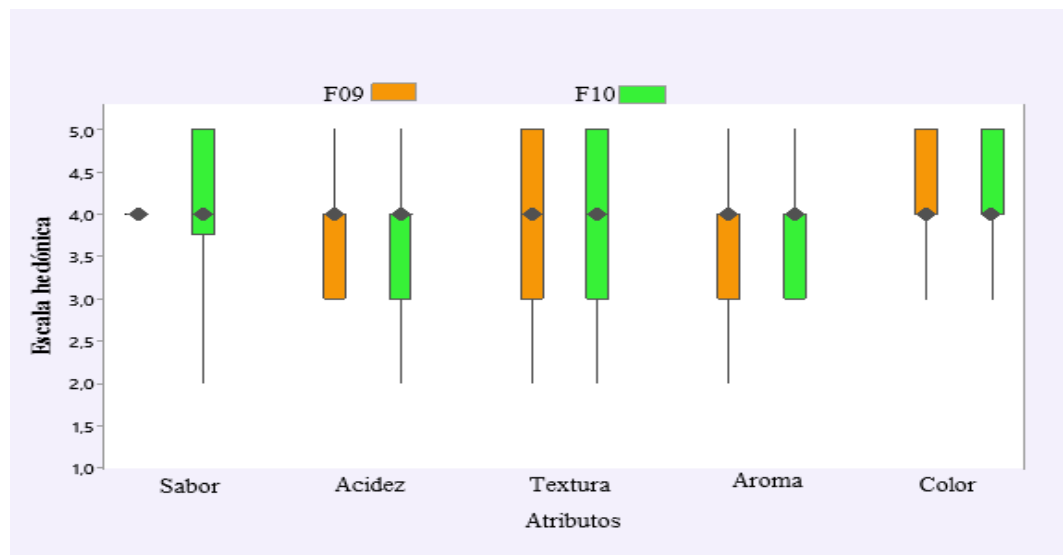
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12: Selección de muestra preliminar final en función del tiempo de maduración del queso fresco

En base a las muestras preliminares de la figura 4.12, como ser (F09 y F10) de las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, acidez, textura, aroma y color; utilizando escala hedónica de cinco puntos con 26 jueces no entrenados con el fin de elegir muestra más adecuada de queso fundido neutro.

4.2.4.1 Estadístico de caja y bigote para las pruebas de queso fundido neutro

En la figura 4.13, se muestran el estadístico caja y bigote en función a los atributos sabor (tabla C.12), acidez (tabla C.13), textura (tabla C.14), aroma (tabla C.15) y color (tabla C.16) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

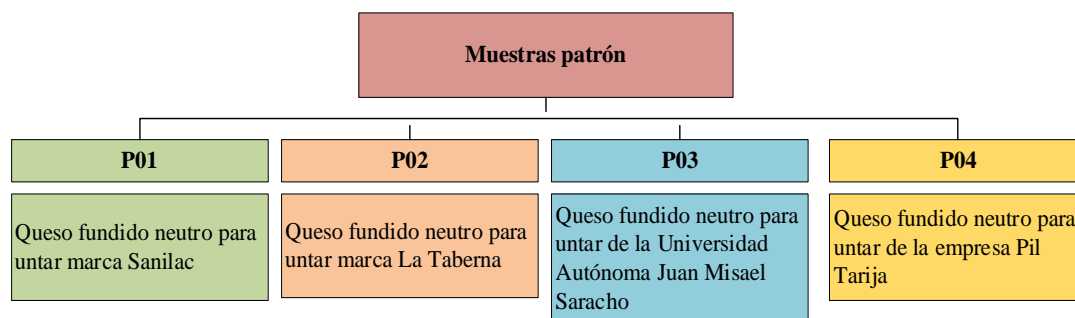
Figura 4.13: Caja y bigote para la selección de muestra preliminar final en función del tiempo de maduración del queso fresco

En la figura 4.13, se puede observar los resultados de la escala hedónica en función de los atributos cuya mediana es: sabor 4,0 (F09); Acidez 4,00 (F09); 4,00 (F09); aroma 4,00 (F10) y color (F09).

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos evaluados de queso fundido; se pudo evidenciar que los jueces tuvieron mayor preferencia por la muestra F09 (tiempo de maduración de 30 días) por presentar un mejor sabor y aroma; en comparación con la muestra F10 (tiempo de maduración de 10 días) que presentó aroma y sabor pronunciado a leche. Por tales motivos y de acuerdo al proceso de emulsión láctea aplicado, se procedió a tomar en cuenta a la muestra F09 para el proceso de elaboración de queso fundido para untar neutro.

4.2.5 Determinación de muestra patrón de queso fundido neutro

Para seleccionar la muestra patrón de queso fundido neutro, se procedió a tomar en cuenta cuatro muestras (P01, P02, P03, P04) la cuales fueron evaluadas sensorialmente; con el fin de escoger la mejor muestra patrón de queso fundido neutro en cuanto a sabor y viscosidad; donde se utilizaron muestras de diferentes marcas como se muestra en la figura 4.14.



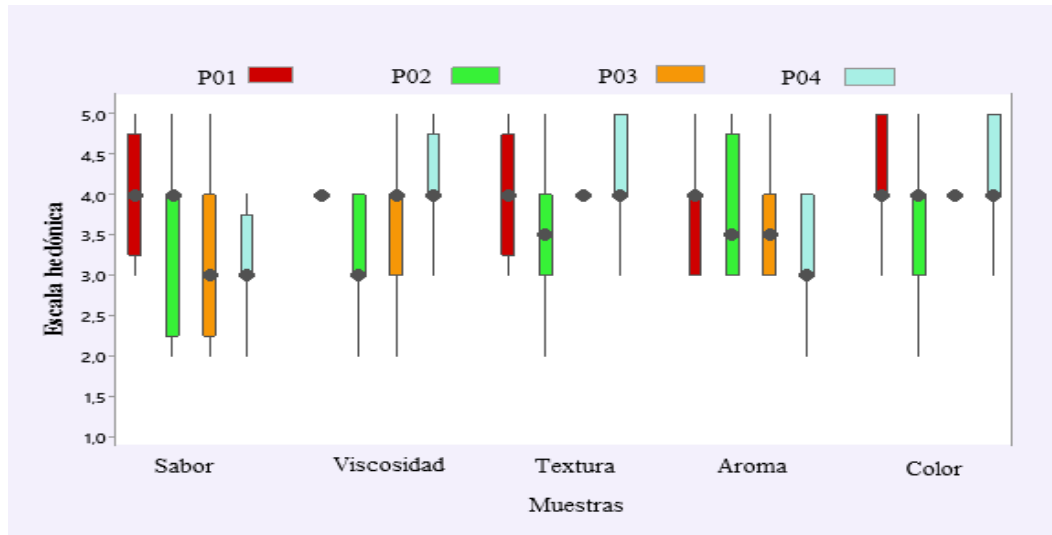
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14: Muestras patrón de queso fundido neutro

En base a las muestras patrón de la figura 4.14, como ser (P01, P02, P03 y P04) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, viscosidad, textura, aroma y color; utilizando escala hedónica de cinco puntos con 20 jueces no entrenados.

4.2.5.1 Estadístico de caja y bigote para la muestra patrón de queso fundido neutro

En la figura 4.15, se muestra el estadístico caja y bigote en función a los atributos sabor (tabla C.17), viscosidad (tabla C.18), textura (tabla C.18), aroma (tabla C.20) y color (tabla C.21) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15: Caja y bigote para la muestra patrón de queso fundido neutro

En la figura 4.15, se puede observar los resultados de escala hedónica en función de los atributos cuya mediana sabor 4,0 (P01); viscosidad 4,0 (P01); textura 4,00 (P01); aroma 4,00 (P01) y el color 4,00 (P01 y P04). Así mismo, se realizó análisis estadístico de varianza se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa entre los atributos sabor, viscosidad y color. Sin embargo, no existe diferencia estadística para el atributo textura y aroma para un nivel de significancias $\alpha = 0,05$.

4.2.5.1.1 Estadístico de Tukey para atributo sabor para la selección de la muestra patrón

En la tabla 4.18, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo sabor. (tabla C.17.4) de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.18*Estadístico de Tukey para atributo sabor en la selección de muestra patrón*

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
P01-P02	0,55	0,66	No significativo
P01-P03	0,70	0,66	Significativo
P01-P04	0,85	0,66	Significativo
P02-P03	0,15	0,66	No significativo
P02-P04	0,30	0,66	No significativo
P03-P04	0,15	0,66	No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18 se observa en los tratamientos (P01-P02), (P02-P03), (P02-P04) y (P03-P04) no existe diferencia, sin embargo, para los tratamientos (P01-P03) y (P01-P04), si existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.5.1.2 Estadístico de Tukey para atributo viscosidad en la selección de muestra patrón

En la tabla 4.19, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo viscosidad (tabla C.17.4) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.19*Estadístico de Tukey para atributo viscosidad en la selección de muestra patrón*

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
P04-P01	0,20	0,49	No significativo
P04-P03	0,45	0,49	No significativo
P04-P02	0,75	0,49	Significativo
P01-P03	0,25	0,49	No significativo
P01-P02	0,55	0,49	Significativo
P03-P02	0,30	0,49	No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.19, se observa en los tratamientos (P04-P02) y P01-P03), si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (P04-P01), (P04-P03), (P01-P03) y (P03-P02); no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.5.1.3 Estadístico de Tukey para atributo color en la selección de muestra patrón

En la tabla 4.20, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo color (tabla C21.4) de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.20

Estadístico de Tukey para atributo color en la selección de muestra patrón

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
P01-P04	0,05	0,47	no significativo
P01-P03	0,25	0,47	no significativo
P01-P02	0,75	0,47	significativo
P04-P03	0,20	0,47	no significativo
P04-P02	0,70	0,47	significativo
P03-P02	0,50	0,47	Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.20, se puede observar que entre los tratamientos (P01 - P02), (P04 - P02) y (P03 - P02), si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (P01 - P04), (P01 - P03) y (P04 - P03), no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos evaluados de queso fundido para untar saborizado y según el análisis estadístico de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$; se pudo evidenciar que los jueces tuvieron preferencia por las pruebas (P01 y P04) por presentar mejor sabor y mejor textura. En comparación con las pruebas: P02 por presentar un sabor-aroma y textura desagradable y P03 por presentar una textura y apariencia muy viscosa. Por tales motivos, se procedió a tomar en cuenta a las pruebas P01 para el atributo sabor y P04 para el atributo viscosidad y untuosidad para el proceso de elaboración de queso fundido.

4.2.5.2 Control del contenido de humedad, viscosidad, pH en las muestras patrón de queso fundido neutro

Se realizó el control del contenido de humedad, viscosidad y pH en las pruebas patrón P01, P02, P03, P04; con el fin de realizar un seguimiento a las muestras patrón.

4.2.5.2.1 Control del contenido de humedad en las muestras patrón de queso fundido neutro

En la tabla 4.21, se muestran los resultados obtenidos del contenido humedad de las muestras patrón de queso fundido neutro para untar, de datos extraídos de (tabla E.7) (Anexo E), utilizando el método de la termobalanza y se detalla en el (Anexo D.3).

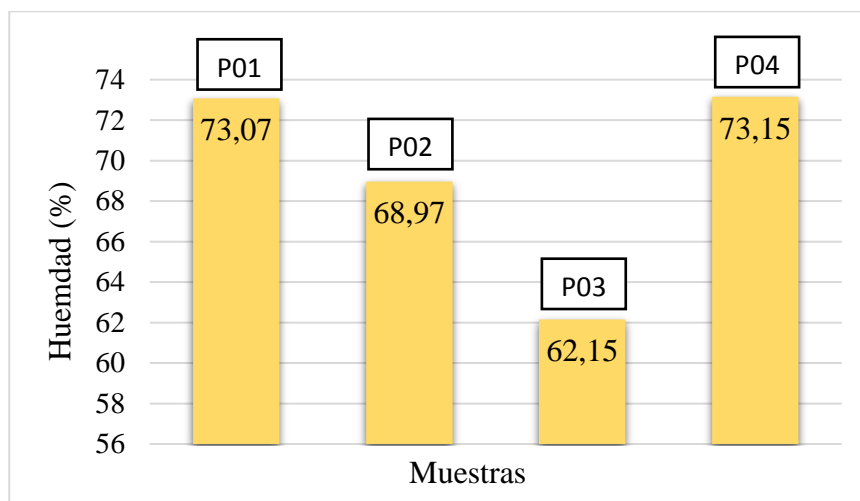
Tabla 4.21

Contenido de humedad en muestras patrón de queso fundido neutro

Muestras	P01	P02	P03	P04
Humedad	73,07	68,97	62,15	73,15

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.16, se muestra el contenido de humedad de muestras patrón de queso fundido neutro para untar, en base a los datos de la tabla 4.21.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16: Contenido de humedad de muestras patrón

Según la figura 4.16, se puede observar que la muestra patrón que presentó mayor contenido de humedad fue P04 (73,15 %) queso fundido de la empresa Pil Tarija, y la muestra que presentó menor contenido de humedad fue P03 (62,15 %) queso fundido de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

4.2.5.2.2 Control de la viscosidad en las muestras patrón de queso fundido neutro

En la tabla 4.22, se muestran los resultados obtenidos en relación de la viscosidad de las muestras patrón de datos extraídos de (tabla E.8) (Anexo E); utilizando la técnica para determinar la viscosidad (viscosímetro rotacional) que se detalla en el (Anexo D.4)

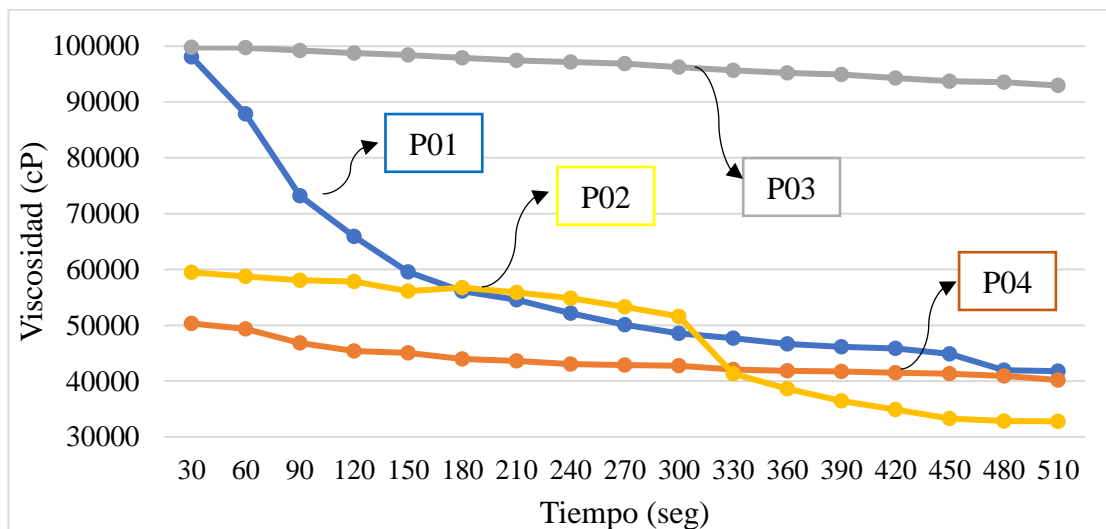
Tabla 4.22

Viscosidad de las muestras patrón de queso fundido neutro

Tiempo Segundos	Viscosidad (cP) Muestras			
	P01	P02	P03	P04
30	98100	50350	99800	59500
60	87900	49350	99750	58750
90	73200	46825	99250	58100
120	65950	45400	98750	57850
150	59550	45050	98450	56150
180	56150	43975	97900	56750
210	54600	43625	97450	55900
240	52150	43075	97155	54850
270	50100	42900	96855	53300
300	48575	42805	96255	51600
330	47700	42075	95650	41375
360	46675	41850	95200	38650
390	46150	41750	94905	36500
420	45900	41520	94300	34950
450	44925	41350	93750	33350
480	41950	40955	93555	32850
510	41800	40225	92955	32825

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.17, se muestra el control viscosidad de las muestras patrón y en base a los datos de la tabla 4.22.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.17: Viscosidad de muestras patrón de queso fundido

En la figura 4.17, se observa las curvas de variación de viscosidad en función al tiempo, tomando medias cada 30 segundos, donde las muestra (P02) de la marca La Taberna es la muestra menos viscosa en comparación con la muestra (P03) de la U.A.J.M.S que es más viscosa; y a medida que el tiempo aumenta la temperatura se aumenta y por ende disminuye la viscosidad.

4.2.5.2.3 Control de pH en las muestras patrón de queso fundido neutro

En la tabla 4.23, se muestran los resultados obtenidos de pH de las muestras patrón, datos extraídos de (tabla E.9) (Anexo E), para la elaboración de queso fundido para untar saborizada utilizando la técnica de pH para productos lácteos que se detalla en el (Anexo D.3).

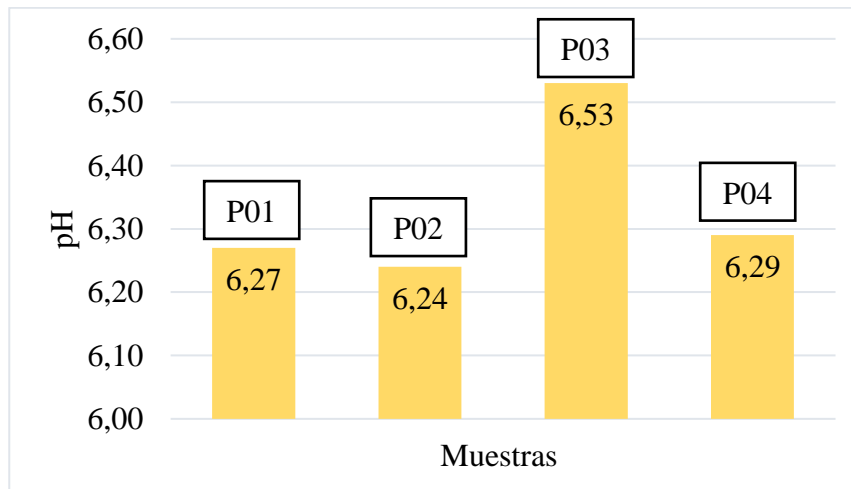
Tabla 4.23

Contenido de pH en las muestras patrón de queso fundido neutro

Muestras	P01	P02	P03	P04
pH	6,27	6,24	6,53	6,29

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.18, se muestra el control del pH de las muestras patrón de queso fundido para untar en base a datos de la tabla 4.23.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.18: Control de pH en las muestras patrón de queso fundido

Según la figura 4.18, las pruebas patrón presentan un pH: P01(6,27); P02(6,24); P03(6,53) y P04(6,29) y por lo tanto en P03 tiene pH muy alto en comparación a las demás muestras.

Realizado el control de pH, viscosidad y contenido de humedad en las muestras patrón de queso fundido neutro, según el valor de cada parámetro de control, se tomó en cuenta la muestra P01 para el atributo sabor que presentó contenido de humedad de (73,07 %) y pH (6,27). Así mismo, se tomó la muestra P04 para el atributo textura que presentó un contenido de humedad (73,15 %) y pH (6,29).

4.2.6. Determinación de la viscosidad del queso fundido neutro

En la figura 4.19 se puede observar la dosificación de las muestras (P05 y P06) muestras elaboradas a partir de la muestra preliminar final (F09) donde se hizo variar la cantidad de agua y sal fundente, las cuales fueron evaluadas por jueces no entrenado; con el fin de escoger la muestra similar a la muestra patrón (P04) según el atributo viscosidad.

Variación de sal fundente y agua		
P04	P05 %	P06 %
Muestra patrón PIL Tarija	Sal fundente 1,27 Agua 47,48 Carragenina 0,02 Otros 51,62	Sal fundente 1,20 Agua 47,16 Carragenina 0,02 Otros 51,58

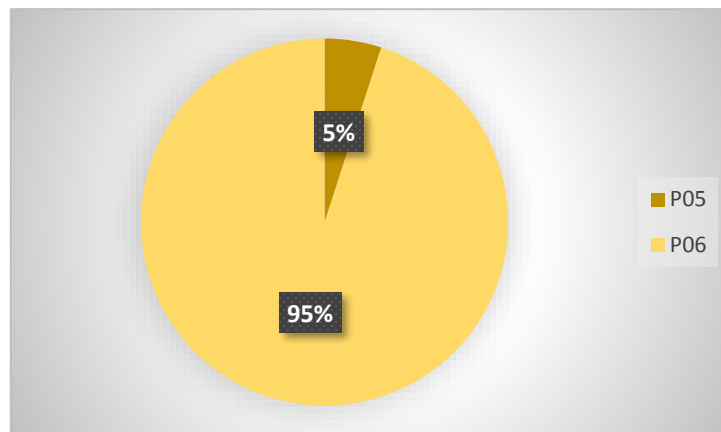
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19: Determinación de viscosidad del queso fundido

En base a las muestras preliminares de la figura 4.19, (P05 y P06) fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, olor, textura, aroma y color; con 20 jueces no entrenados con el fin de elegir la muestra similar a la muestra patrón P04 (Pil Tarija).

4.2.6.1 Representación del atributo viscosidad del queso fundido neutro

En la figura 4.20, se muestran los resultados para el atributo viscosidad del queso fundido neutro (tabla C.22) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

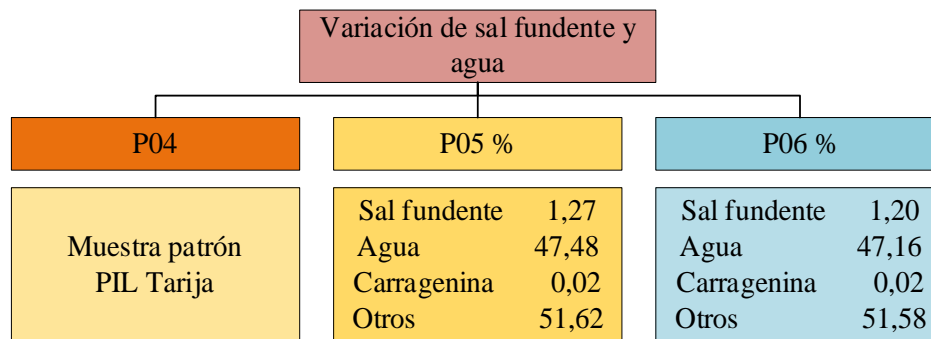
Figura 4.20: Representación del atributo viscosidad del queso fundido

En la figura 4.20, se puede observar los resultados en cuanto a la semejanza de las muestras (P05 y P06), con la muestra patrón P04 (Pil Tarija), en función a la viscosidad donde el 5 % de los jueces eligieron que la muestra P05, que es similar a la muestra

patrón y un 95 % eligieron que la muestra P06 que es similar a la muestra patrón. Por lo cual, se tomó en cuenta la muestra P06 como elegida en cuanto a la viscosidad

4.2.7. Determinación de untabilidad del queso fundido neutro

En la figura 4.21 se puede observar la dosificación de las muestras (P05 y P06) muestras elaboradas a partir de la muestra preliminar elegida (F09) donde se hizo variar la cantidad de agua y sal fundente y las cuales fueron evaluadas por jueces no entrenado; con el fin de escoger la muestra más parecida a la muestra patrón (P04) según el atributo untabilidad.



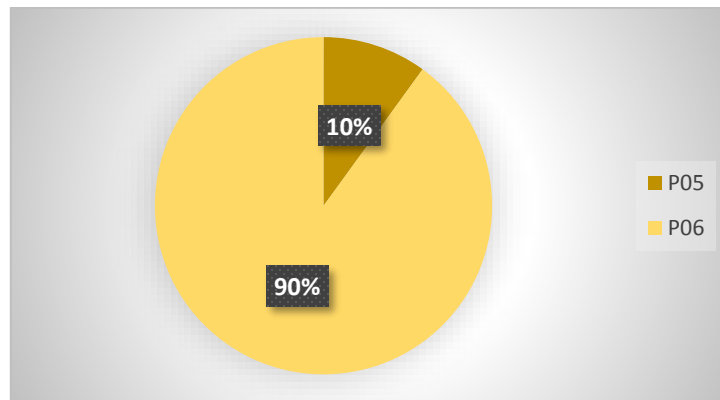
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21: Determinación de untabilidad del queso fundido

En base a las muestras preliminares de la figura 4.2, como ser (F01, F02, F03 y F04) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, olor, textura, aroma y color; con 20 jueces no entrenados.

4.2.7.1 Representación del atributo untabilidad del queso fundido neutro

En la figura 4.22, se muestran los resultados para el atributo untabilidad del queso fundido neutro (tabla C.23), de datos extraídos del (Anexo C).



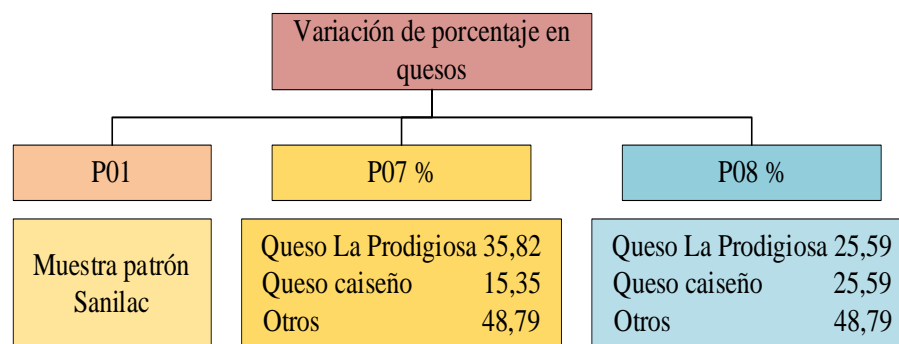
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22: Representación del atributo untabilidad del queso fundido

En la figura 4.22, se puede observar los resultados en cuanto a la semejanza de las muestras (P05 y P06) con la muestra patrón P04 (Pil Tarija), en función a la untabilidad; donde el 10 % de los jueces eligieron que la muestra P05 son similar a la muestra patrón y un 90 % eligieron la muestra P06 es similar a la muestra patrón. Por lo cual se tomó en cuenta la muestra P06 como elegida en cuanto a la untabilidad.

4.2.8. Determinación de sabor del queso fundido neutro

En la figura 4.23 se puede observar la dosificación de las muestras (P07 y P08) elaboradas a partir de la muestra preliminar elegida (F09) donde se hizo variar el porcentaje de queso fresco semi maduro de la microempresa artesanal La Prodigiosa y queso caiseño, las cuales fueron evaluadas por jueces no entrenado; con el fin de escoger la muestra más parecida a la muestra patrón (P01) según el atributo sabor.



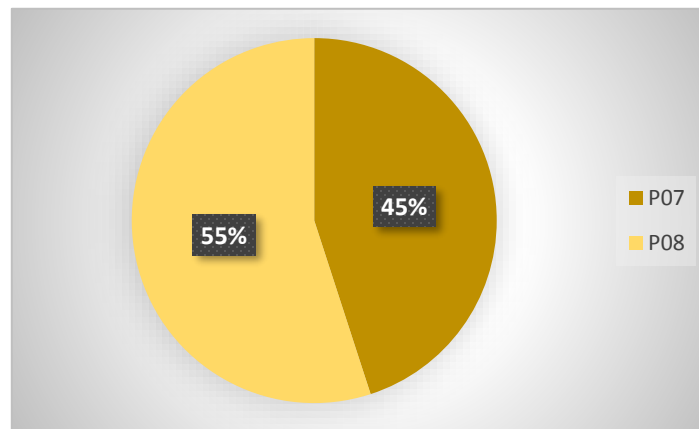
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23: Determinación del sabor del queso fundido

En base a las muestras preliminares de la figura 4.2, como ser (P07 y P08) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, olor, textura, aroma y color; con 20 jueces no entrenados.

4.2.8.1 Representación del untabilidad del queso fundido neutro

En la figura 4.24, se muestran resultados para el atributo untabilidad del queso fundido neutro el estadístico circular en función al atributo viscosidad (tabla C.23), de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

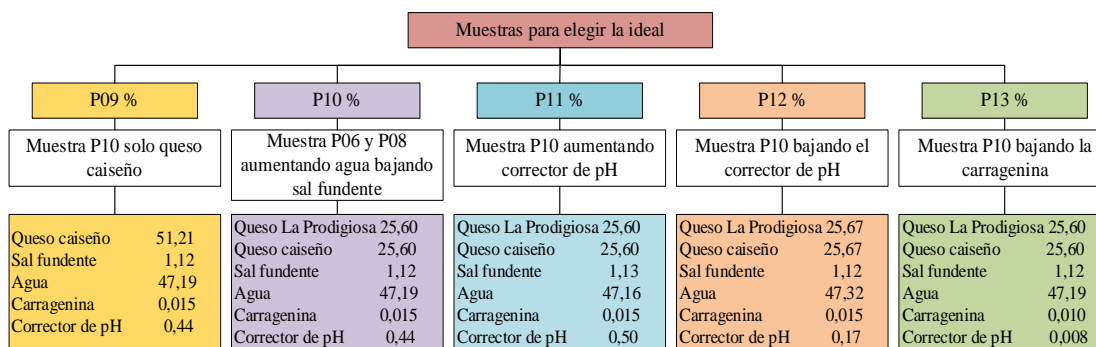
Figura 4.24: Representación del atributo sabor del queso fundido neutro

En la figura 4.24, se muestra la representación para el atributo sabor del queso fundido para untar neutro puede observar los resultados en cuanto a la similitud de las muestras (P07 y P08) con la muestra patrón P01 (Sanilac) en función al sabor donde el 55 % de los jueces eligieron que la muestra P08, que es similar a la muestra patrón y un 45 % eligieron la muestra P07 es similar a la muestra patrón

4.2.9. Determinación de muestra ideal de queso fundido neutro

Para seleccionar la muestra ideal de queso fundido para untar neutro se procedió a tomar en cuenta muestras (P09, P010, P011, P012 y P13) las cuales se elaboraron en base de la dosificación de muestra P06 y la mezcla de porcentajes de queso de la

muestra (P08), las cuales fueron seleccionadas según la humedad, pH; con el fin de seleccionar la muestra más cercana a como específica la norma de queso fundido para untar (FAO,1964); donde se utilizó muestras con diferentes dosificaciones como se muestra en la figura 4.25.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.25: Determinación de muestra ideal para queso fundido

4.2.9.1 Control de pH para la muestra ideal de queso fundido

En la tabla 4.24, se muestran los resultados obtenidos de pH de las muestras de queso fundido para untar, de datos extraídos de (tabla E.10) (Anexo E), para la elaboración de queso fundido para untar saborizado utilizando la técnica de pH para productos lácteos que se detalla en el (Anexo D.3).

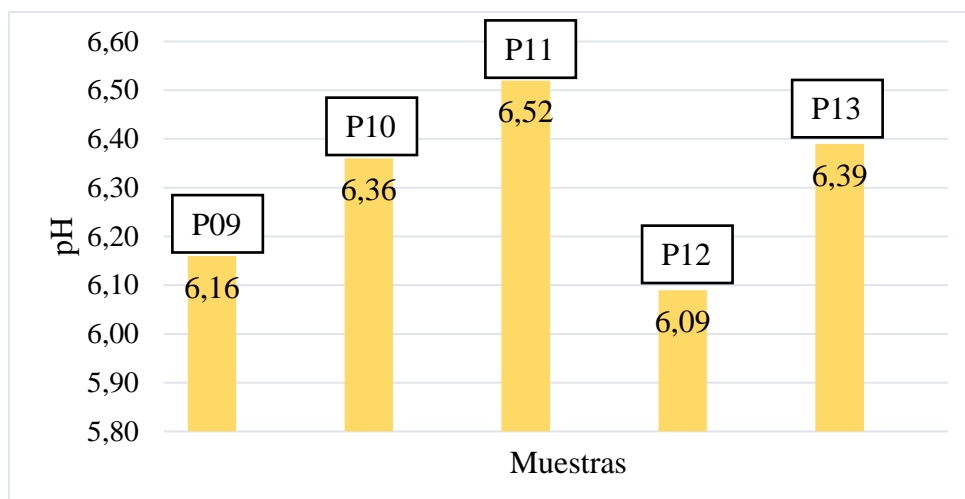
Tabla 4.24

Contenido de pH para muestra ideal de queso fundido

Muestras	P09	P10	P11	P12	P13
pH	6,16	6,36	6,52	6,09	6.39

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.26, se muestra la humedad de las muestras de queso fundido neutro para untar, para elegir muestra ideal en base a los datos de la tabla 4.24.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26: Control de pH en las muestras de queso fundido para muestra ideal

En la figura 4.26, se puede observar que las pruebas presentaron un pH entre valores: P09 (6,16), P10 (6,36), P11 (6,52), P12 (6,09) y P13 (6,39). Y de acuerdo a la norma (FAO, 1964) se tomó en cuenta la muestras con pH más cercano a la que indica la norma P10 y P12).

4.2.9.2 Control del contenido de humedad en las muestras de queso fundido para muestra ideal

En la tabla 4.25, se muestran los resultados obtenidos de humedad de las muestras de queso fundido para untar neutro, de datos extraídos de (tabla E.11) (Anexo E), para la elaboración de queso fundido saborizado utilizando el método de la termobalanza detallada en el (Anexo D.3).

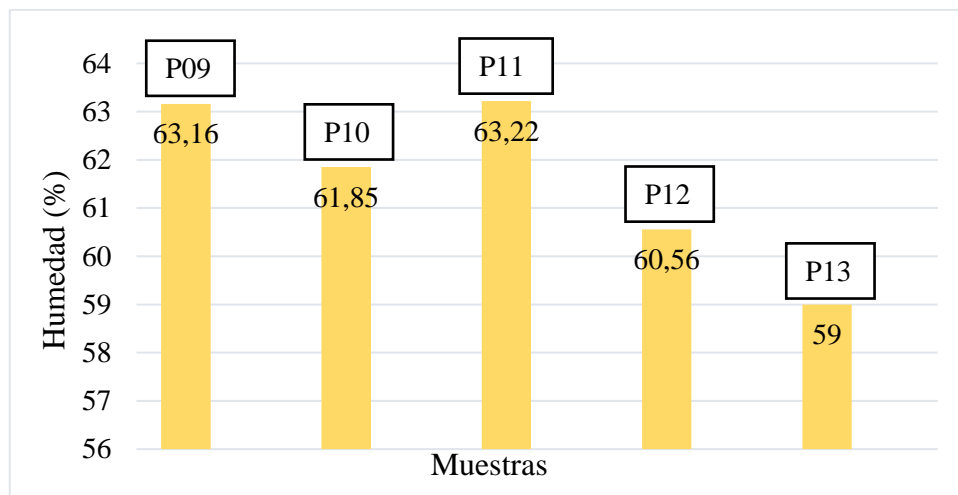
Tabla 4.25

Contenido de humedad en muestras de queso fundido para muestra ideal

Muestras	P09	P10	P11	P12	P13
Humedad	63,16	63,85	63,22	60,56	59,00

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.27, se muestra la humedad de las muestras de queso fundido neutro para untar para elegir muestra ideal, en base a los datos de la tabla 4.25.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.27: Contenido de humedad en las muestras de queso fundido para muestra ideal

En la figura 4.28, se puede observar que las pruebas presentaron una humedad entre valores: P09 (63,16), P10 (61,85), P11 (63,22), P12 (60,56) y P13 (59,00). Y de acuerdo a la norma (FAO, 1964) se tomó en cuenta la prueba que cumplía dentro los parámetros de la misma.

Realizado el control de pH, y contenido de humedad en las muestras de queso fundido neutro para elegir muestra ideal, según el valor de cada parámetro de control se tomó la muestra (P10) humedad 61,81 %, pH 6,36 y la muestra (P12) humedad 60,56 %, pH 6,09; los cuales se tomaron en cuenta basándose a la norma (FAO, 1994)

4.2.10. Selección de muestra ideal de queso fundido neutro

El la figura 4.28, se muestra la dosificación porcentual tomados en cuenta para seleccionar la muestra ideal de queso fundido neutro, se procedió a tomar en cuenta (P10, y P12) las cuales fueron evaluadas por jueces no entrenado; con el fin de elegir la muestra ideal de queso fundido.

Dosificación porcentual para determinar muestra ideal	
P10 %	P12 %
Queso La Prodigiosa 25,60	Queso La Prodigiosa 25,67
Queso caiseño 25,60	Queso caiseño 25,67
Sal fundente 1,12	Sal fundente 1,12
Agua 47,19	Agua 47,32
Carragenina 0,02	Carragenina 0,02
Corrector de pH 0,44	Corrector de pH 0,17

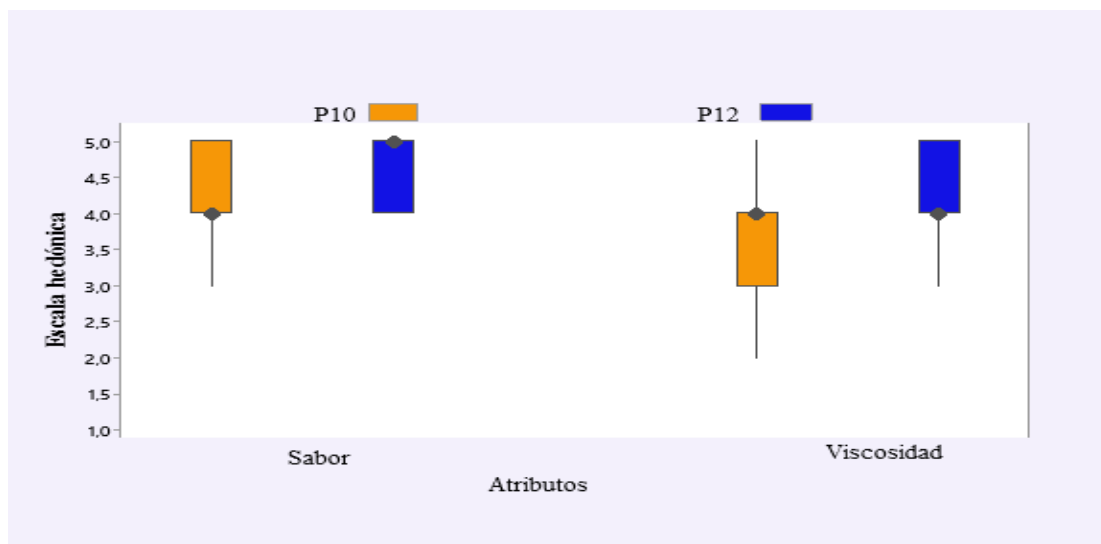
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.28: Dosificación porcentual para determinar muestra ideal de queso fundido neutro

En base a las muestras (P10 y P12) de la figura 4.28, fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, olor, textura, aroma y color; utilizando escala hedónica de cinco puntos con 26 jueces no entrenados.

4.2.10.1 Estadístico de caja y bigote para muestra ideal para queso fundido neutro

En la figura 4.29, se muestran el estadístico caja y bigote función a los atributos sabor (tabla C.23) y viscosidad (tabla C.24) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.29: Caja y bigote para la muestra ideal para queso fundido neutro

En la figura 4.29, se puede observar los resultados de la escala hedónica en función de los atributos cuya mediana es: sabor 5,0 (P12) y viscosidad 4,0 (P10)

Realizada las pruebas para la determinación de muestra ideal de queso fundido, se puede evidenciar que los jueces tienen mayor preferencia por la muestra P12, por presentar buen sabor y mejor viscosidad.

4.3 Diseño factorial 2^3 en el proceso de emulsión para la elaboración de queso fundido

Para aplicar el diseño experimental en la elaboración de queso fundido, se realizó en base a la muestra ideal P12, en donde se tomaron en cuenta las variables: Porcentaje de sal fundente entre (1,22-1,00) %, porcentaje de agua entre (46,64-48,00) % y relación del porcentaje de queso fresco semi maduro y caiseño (60:40) y (40:60) en donde la variable respuesta fueron contenido de humedad (%), viscosidad (cP), acidez (ácido láctico) y pH.

4.3.1 Variable respuesta del contenido de humedad en el proceso de emulsión del queso fundido neutro

En la tabla 4.26, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza de diseño 2^3 del programa estadístico StatGraphics (Centurión XVI) para Windows en el proceso de emulsión en donde la variable respuesta del contenido de humedad de datos extraídos de la (tabla F.1.1) (Anexo F), utilizando el método de la termobalanza detallada en el (Anexo D.3).

Tabla 4.26*Análisis de varianza de la variable respuesta del contenido de humedad*

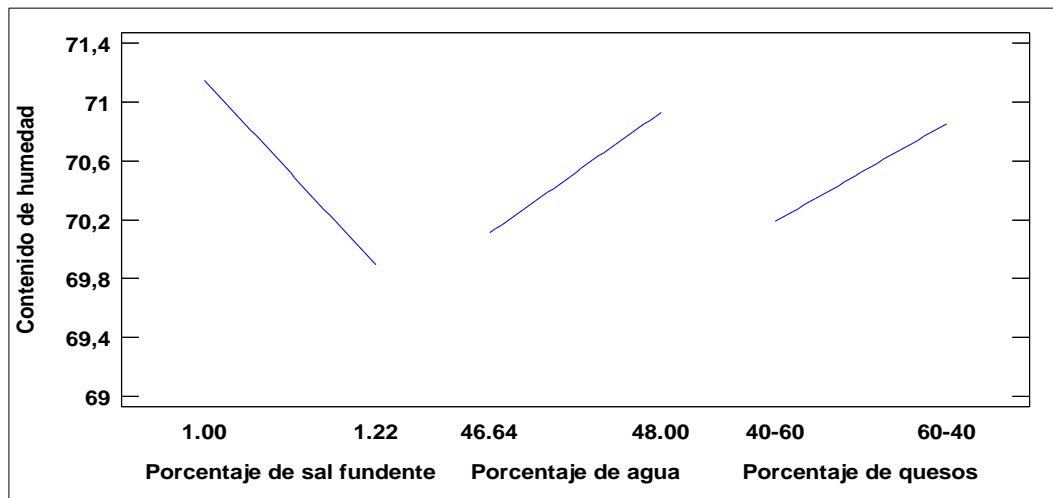
Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (Gl)	Media de cuadrados (CM)	F cal	F tab
A: Porcentaje de sal fundente	6,26251	1	6,26251	8,11	5,32*
B: Porcentaje de agua	2,69781	1	2,69781	3,49	5,32
C: Porcentaje de quesos	1,76226	1	1,76226	2,28	5,32
AB	1,37476	1	1,37476	1,78	5,32
AC	2,63251	1	2,63251	3,41	5,32
BC	0,03900	1	0,03900	0,05	5,32
ABC	2,30281	1	2,30281	2,98	5,32
Error total	6,17585	8	0,77198		
Total (corr.)	23,24750	15			

Fuente: Elaboración propia

(*)Significativo

En la tabla 4.26, se muestra el análisis de varianza donde se observó que el factor: (A) existe diferencia significativa, debido que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que este factor es significativo en la etapa de emulsificación del queso fundido para untar; en comparación con el factor (B y C) e interacciones (AB, AC, BC y ABC), no existe diferencia significativa debido que $F_{cal} < F_{tab}$, para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.30, se puede observar la gráfica de efectos principales con relación al contenido de humedad de datos extraídos de (tabla F.2.1) (Anexo F).

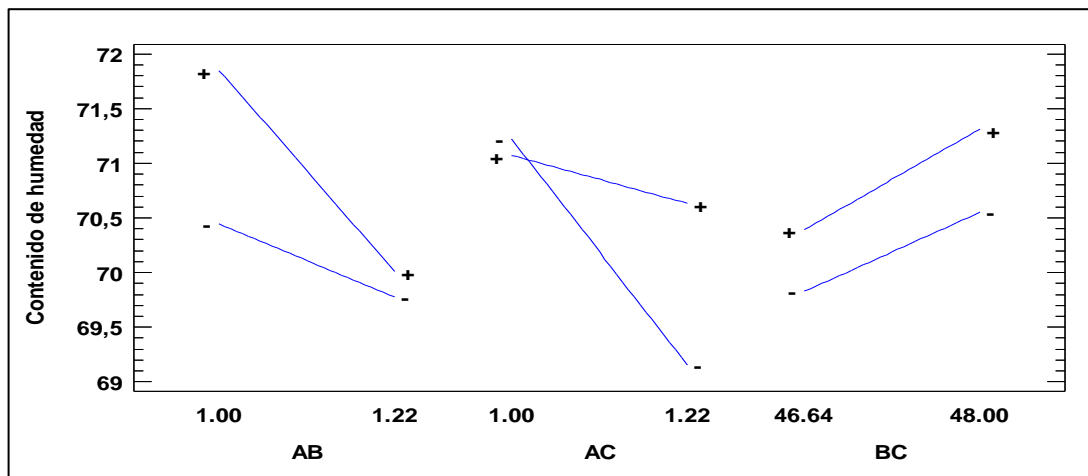


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30: Efectos principales con relación al contenido de humedad

En la figura 4.30, se observa que los factores: porcentaje de sal fundente (1,00 - 1,22) % incide significativamente en el contenido de humedad en un nivel alto y bajo; en comparación con el porcentaje de agua (46,64 - 48,00) % y el porcentaje de la relación de quesos (40 : 60) (60 : 40) no inciden significativamente el contenido de humedad en sus niveles alto y bajo.

En la figura 4.31, se muestra la gráfica de interacciones con relación al contenido de humedad de datos extraídos de (tabla F.3.1) (Anexo F).

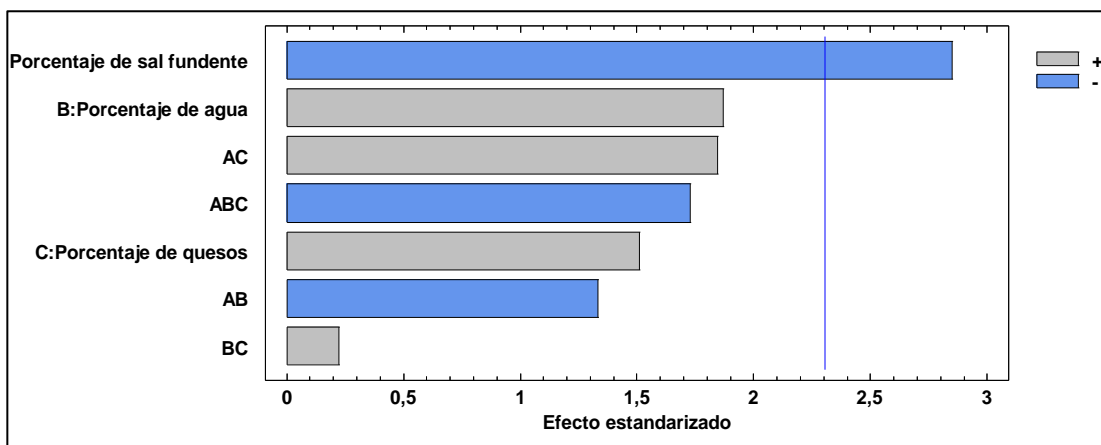


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31: Interacción de factores para el contenido de humedad

Según la figura 4.31, se observa que la interacción AC es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí; en comparación cuando el porcentaje de sal (1,22) % si influye en el contenido de humedad para un nivel alto y bajo entre (40 : 60) (60 : 40) % la relación de porcentaje de quesos. Así mismo, en la interacción AB se observa que el porcentaje de sal fundente (1,00) % influye en el contenido de humedad para un nivel alto y bajo entre (46,64 - 48,00) % del porcentaje de agua, pero cuando el porcentaje de sal (1,22) % no influye en el contenido de humedad para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % la relación del porcentaje de quesos. Finalmente, en la interacción BC no influye en el contenido de humedad; pero, cuando el porcentaje de agua (48,00) % influye levemente en el contenido de humedad para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % en relación del porcentaje de queso; en comparación cuando el porcentaje de agua (46,64) % no influye en el contenido de humedad para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % de la relación de porcentaje de queso.

En la figura 4.32, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad de datos extraídos de (tabla F.4.1) (Anexo F), en consecuencia, la significancia estadística determina la línea vertical referencia con un valor de 2,306 y por lo tanto la línea corresponden a los efectos que son estadísticamente significativos a un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.32: Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad

En la figura 4.32, se observa los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente; donde el factor: Porcentaje de sal fundente (A) es estadísticamente significativo debido a que sobrepasan la línea vertical de referencia para un nivel de significativo $\alpha = 0,05$; en comparación con los factores porcentaje de agua (B) y porcentaje de quesos (C) y las interacciones sal fundente-porcentaje de quesos (AC), sal fundente-agua-porcentaje de quesos (ABC), sal fundente-agua (AB) y agua-porcentaje de quesos (BC) no son estadísticamente significativos.

4.3.2 Variable respuesta del porcentaje de acidez en el proceso de emulsión del queso fundido neutro

En la tabla 4.27, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza de diseño 2^3 del programa estadístico StatGraphics (Centurión XVI) para Windows en el proceso de emulsión en donde la variable respuesta es el porcentaje de acidez (expresado en ácido láctico) de datos extraídos (tabla F.1.2) (Anexo F), que fueron determinadas en la bureta digital detallado en (Anexo D.2).

Tabla 4.27

Análisis de varianza de la variable respuesta acidez

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (G)	Media de cuadrados (CM)	F cal	F tab
A:Porcentaje de sal fundente	0,001225	1	0,001225	3,27	5,32
B:Porcentaje de agua	0,001225	1	0,001225	3,27	5,32
C:Porcentaje de quesos	0,024025	1	0,024025	64,07	5,32*
AB	0,003025	1	0,003025	8,07	5,32*
AC	0,001225	1	0,001225	3,27	5,32
BC	0,000025	1	0,000025	0,07	5,32
ABC	0,001225	1	0,001225	3,27	5,32
Error total	0,003000	8	0,000375		
Total (corr.)	0,034975	15			

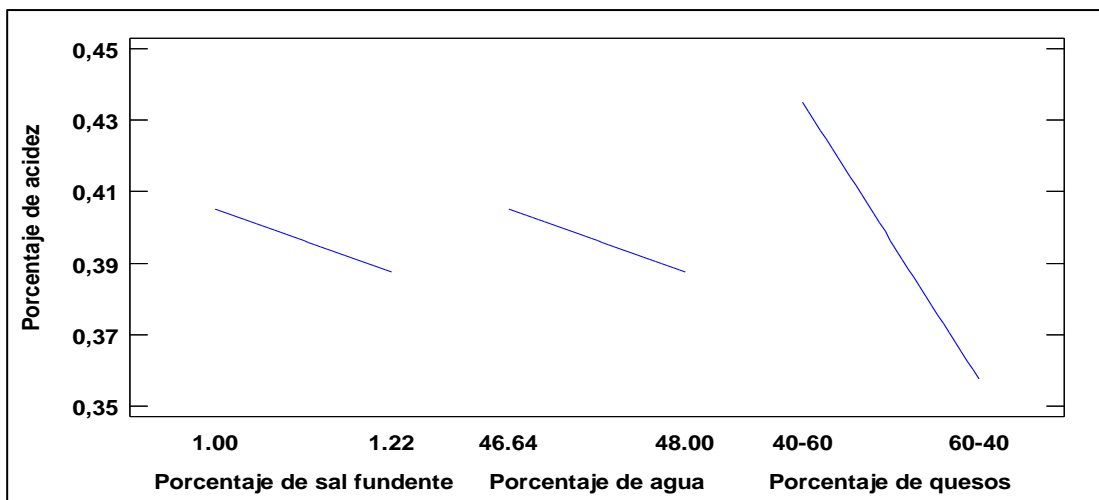
Fuente: Elaboración propia

(*)Significativo

En la tabla 4.27, se muestra el análisis de varianza donde se observó que para el factor (C) e interacción (AB) existe diferencia significativa, debido que $F_{cal} > F_{tab}$, por

tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que este factor e interacción son significativo en la etapa de dosificación para la elaboración de queso fundido para untar; en comparación con el factor (A y B) e interacciones (AC, BC y ABC), que no existen diferencia significativa debido que $F_{cal} < F_{tab}$, para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.33 se puede observar la gráfica de efectos principales con relación al porcentaje de acidez extraídos de la (tabla F.2.2) (Anexo F).

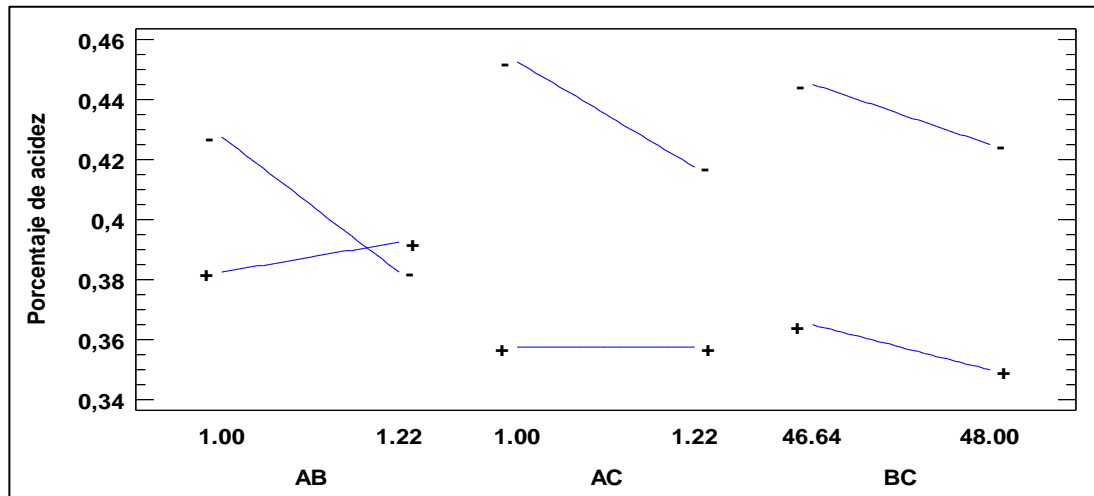


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.33: Efectos principales con relación al porcentaje de acidez

Según la figura 4.33, se observa que el factor: el porcentaje de la relación de quesos (40 : 60) (60 : 40) % incide significativamente en el porcentaje de acidez en un nivel alto y bajo; en comparación con los factores porcentaje de sal fundente (1,00 - 1,22) % y el porcentaje de agua (46,64 - 48,00) % que no inciden significativamente el porcentaje de acidez en sus niveles alto y bajo.

En la figura 4.34, se muestra las interacciones con relación al porcentaje de acidez extraídos de (tabla F.3.2) (Anexo F).



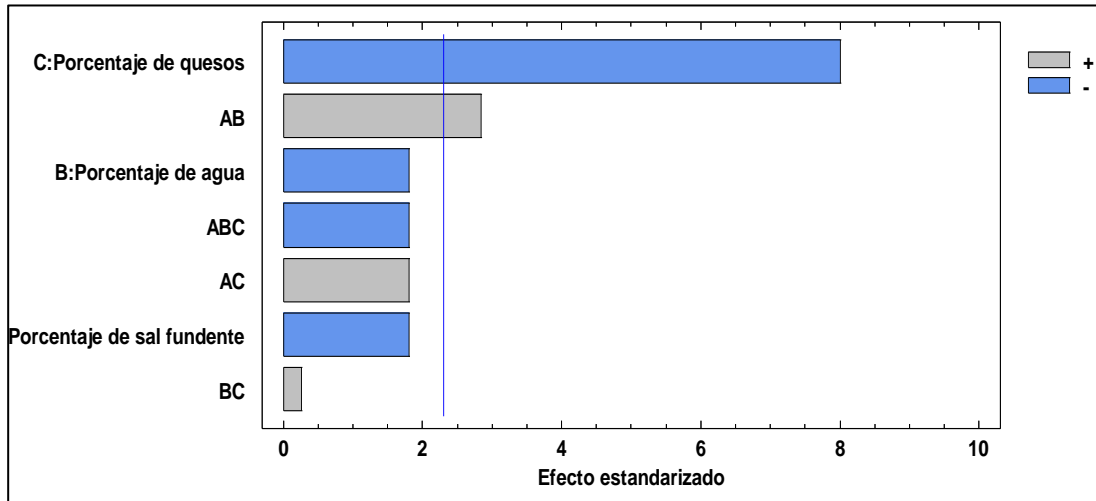
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.34: Interacción de factores para el porcentaje de acidez

En la figura 4.34, se observa que la interacción AB es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí; se observa que el porcentaje de sal (1,00) % influye en el porcentaje de acidez para un nivel alto y bajo entre (46,64 - 48,00) % del porcentaje de agua, en comparación cuando el porcentaje de sal (1,22) % no influye en el porcentaje de acidez para un nivel alto y bajo entre (46,64 - 48,00) % del porcentaje de agua. (40 - 60) (60 - 40) % en relación de porcentaje de quesos. Así mismo, la interacción AC, no influye en el porcentaje de acidez cuando el porcentaje de sal (1,22) % para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % en relación de porcentaje de quesos. Finalmente, en la interacción BC no influye en el porcentaje de acidez, pero cuando el porcentaje de agua (46,64) % influye levemente en el porcentaje de acidez para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % en relación de porcentaje de queso, en comparación cuando el porcentaje de agua (48,00) % no influye en el porcentaje de acidez para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % de la relación de porcentaje de queso.

En la figura 4.35, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para el porcentaje de acidez, de datos extraídos de (tabla F.3.2) (Anexo F); En consecuencia, la significancia estadística determina la línea vertical referencia con un valor de 2,306 y

por lo tanto la línea corresponden a los efectos que son estadísticamente significativos a un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.35: Diagrama de Pareto estandarizado para el porcentaje de acidez

En la figura 4.35, se observa los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente; donde el factor: porcentaje de quesos (C) e interacción sal fundente-agua (AB) son estadísticamente significativos debido a que sobrepasan la línea vertical de referencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$; en comparación con los factores: porcentaje de sal fundente (A) y porcentaje de agua (B) e interacciones sal fundente-porcentaje de quesos (AC), sal fundente-agua-porcentaje de quesos (ABC) y agua-porcentaje de quesos (BC) no son estadísticamente significativos.

4.3.3 Variable respuesta pH en el proceso de emulsificación del queso fundido neutro

En la tabla 4.28, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza de diseño 2^3 del programa estadístico StatGraphics (Centurión XVI) para Windows en el proceso de emulsión donde la variable respuesta pH de datos extraídos (tabla F.1.3) (Anexo F), que fueron determinados utilizando la técnica de pH para productos lácteos que se detalla en el (Anexo D.3).

Tabla 4.28

Análisis de varianza de la variable respuesta pH

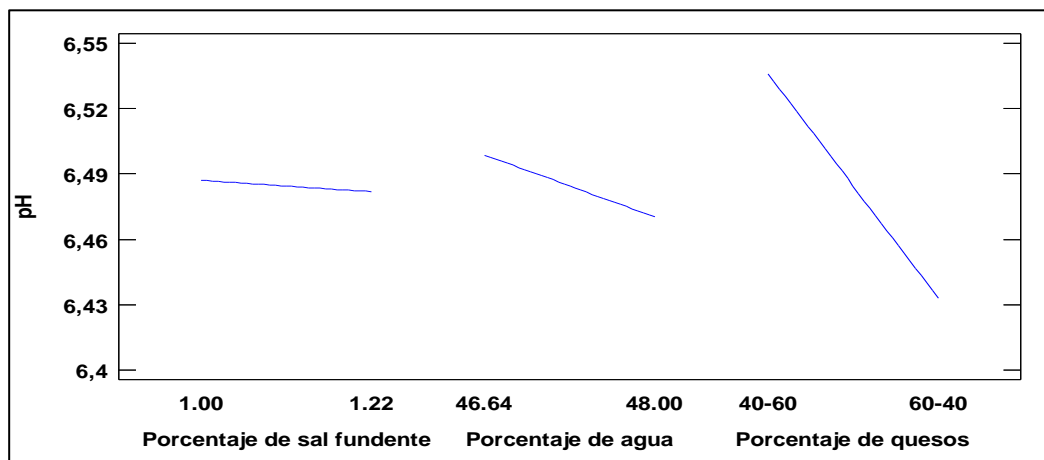
Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (Gl)	Media de cuadrados (CM)	F cal	F tab
A:Porcentaje de sal fundente	0,000110	1	0,000110	0,07	5,32
B:Porcentaje de agua	0,003249	1	0,003249	1,92	5,32
C:Porcentaje de quesos	0,042436	1	0,042436	25,07	5,32*
AB	0,000240	1	0,000240	0,14	5,32
AC	0,000072	1	0,000072	0,04	5,32
BC	0,000036	1	0,000036	0,02	5,32
ABC	0,000182	1	0,000182	0,11	5,32
Error total	0,013540	8	0,001692		
Total (corr.)	0,059866	15			

Fuente: Elaboración propia

(*)Significativo

En la tabla 4.28, se muestra el análisis de varianza donde se observó que para el factor: (C) si existe diferencia significativa, debido que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que este factor es significativo en la etapa de emulsificación queso fundido para untar; en comparación con el factor (A y B) e interacciones (AB, AC, BC y ABC), no existe diferencia significativa debido a que $F_{cal} < F_{tab}$. para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.36, se puede observar los resultados de efectos principales con relación al pH.

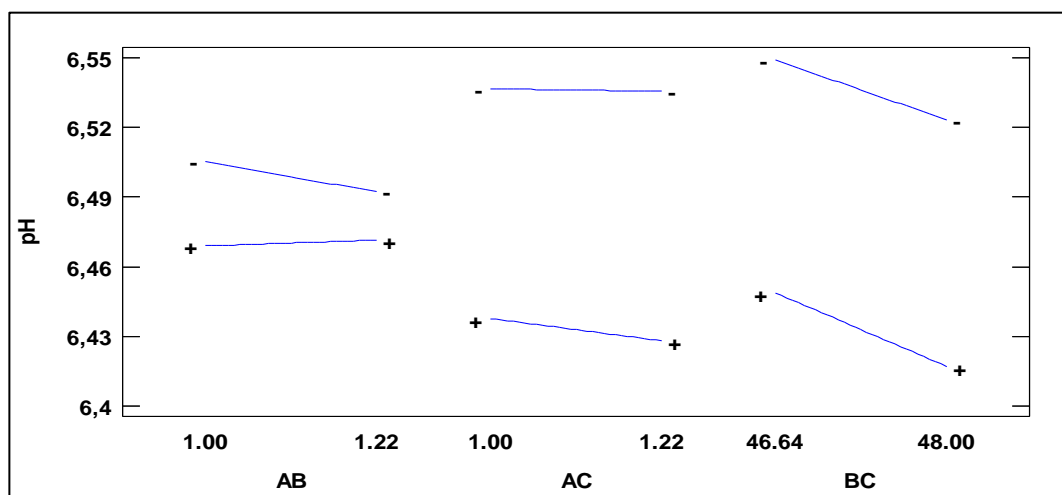


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.36: Efectos principales con relación al pH

Según la figura 4.36, se observa que el factor: y porcentaje de relación de quesos (40 : 60) (60 : 40) % incide significativamente en el pH en un nivel alto y bajo; en comparación con el porcentaje de sal fundente (1,00 - 1,22) % y porcentaje de agua (46,64 - 48,00) % que no inciden significativamente el pH en sus niveles alto y bajo.

En la figura 4.37, se muestra la interacción de factores para el pH extraídos de (tabla F.2.3) (Anexo F).

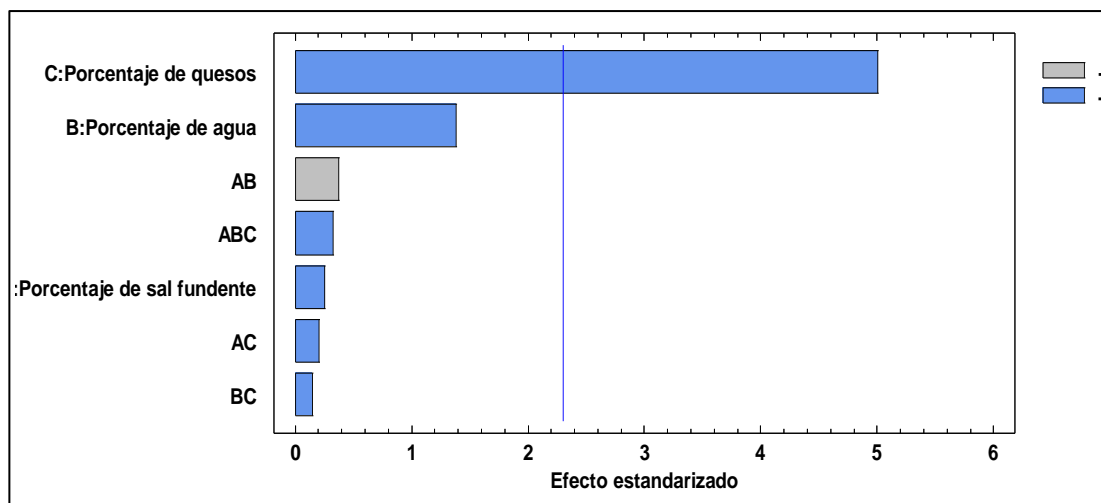


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.37: Interacción de factores para el pH

Según la figura 4.37, se observa que no existe interacciones entre sí de los factores; sin embargo, en la interacción AB cuando el porcentaje de sal (1,00) % influye levemente en el pH para un nivel alto y bajo entre (46,64 - 48,00) % del porcentaje de agua. Así mismo, en la interacción AC cuando el porcentaje de sal fundente (1,00 - 1,22) % para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % la relación de porcentaje de quesos. Finalmente, en la interacción BC no influye en el pH; cuando el porcentaje de agua (48,00) % influye levemente en el pH para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % en relación del porcentaje de queso; en comparación cuando el porcentaje de agua (46,64) % no influye en el pH para un nivel alto y bajo entre (40 - 60) (60 - 40) % de la relación del porcentaje de queso.

En la figura 4.38, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para el pH, de datos extraídos de (tabla F.4.3) (Anexo F); en consecuencia, la significativa estadística determina la línea vertical referencia con un valor de 2,306 y por lo tanto la línea corresponden a los efectos que son estadísticamente significativos a un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.38: Diagrama de Pareto estandarizado para el pH

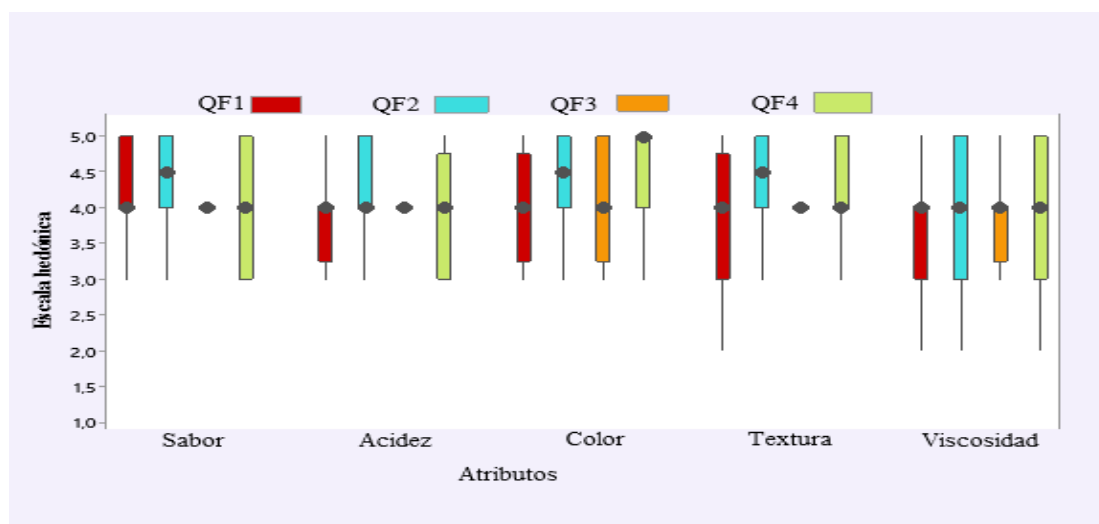
En la figura 4.38, se observa los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente; donde el factor: Porcentaje de quesos (C) es estadísticamente significativos debido a que sobrepasan la línea vertical de referencia para un nivel de

significancia $\alpha = 0,05$; en comparación con los factores: Porcentaje de sal fundente (A) y porcentaje de agua (B) e interacciones sal fundente-porcentaje de quesos (AC), sal fundente-agua-porcentaje de quesos (ABC), sal fundente-agua (AB) y agua-porcentaje de quesos (BC) no son estadísticamente significativos.

De acuerdo al análisis estadístico realizado en el proceso de emulsificación, se puede evidenciar que el factor A (porcentaje de sal fundente) inciden de manera significativa en el contenido de humedad, C (porcentaje de queso) AB (porcentaje de sal fundente y porcentaje de agua) inciden de manera significativa en la acidez y C (porcentaje de queso) incide en el pH de la muestra, por tanto, se tomó la muestra experimental QF2 y QF6 como muestra. Así mismo, se procedió a realizar una evaluación sensorial con escala hedónica de siete puntos en la que se valoraron los atributos; sabor, acidez, color, textura y viscosidad.

4.4 Estadístico de caja y bigote de muestras experimentales de nivel inferior de queso fundido neutro

En la figura 4.39, se muestran los estadísticos de caja y bigote en función de los atributos sabor, acidez, color, textura y viscosidad QF1, QF2, QF3 y QF4.



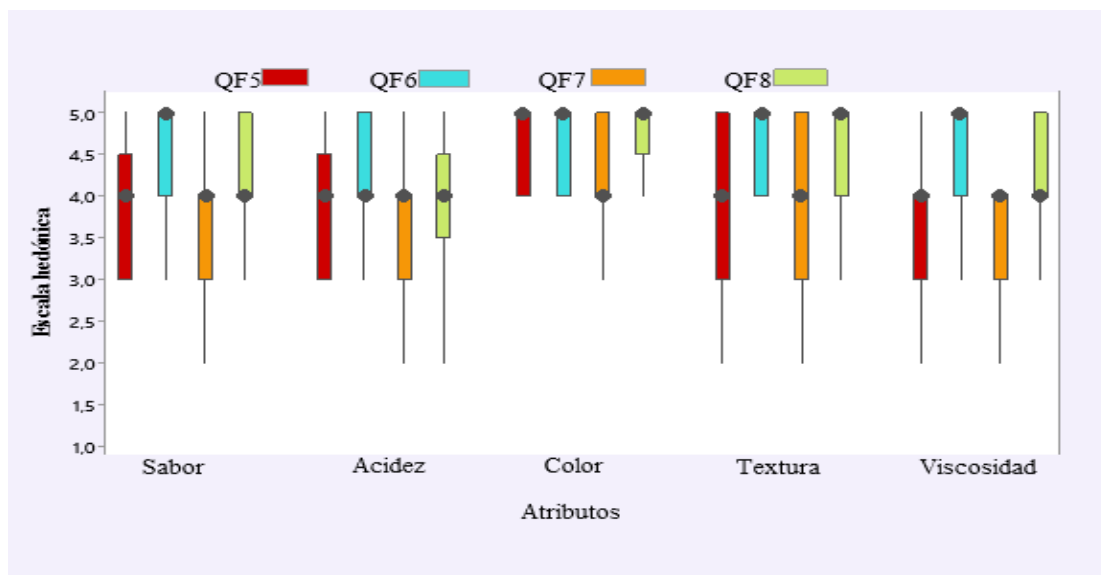
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.39: Caja y bigote para comparar muestras experimentales de nivel inferior de queso fundido neutro

Según la figura 4.39, se puede observar los resultados de la escala hedónica en función de los atributos cuya mediana es: sabor 4,50 (QF2); acidez 4,00 (QF2), color 4,50 (QF4); textura 4 (QF2) y viscosidad 4 (QF2). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza en donde se pudo evidenciar que no existe diferencia significativa para el atributo sabor, acidez, textura, color, viscosidad para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

4.5 Estadístico de caja y bigote de muestras experimentales de nivel superior de queso fundido neutro

En la figura 4.40, se muestran los estadísticos de caja y bigote en función de los atributos sabor, acidez, color, textura, viscosidad las muestras QF5, QF6, QF7 y QF8.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.40: Caja y bigote para comparar muestras experimentales de nivel superior de queso fundido neutro

En la figura 4.40, se puede observar los resultados de la escala hedónica en función de los atributos cuya mediana es: sabor 5 (QF6); acidez 4 (QF6), color 5 (QF6); textura 5 (QF6) y viscosidad 5 (QF6). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza se pudo evidenciar que existe diferencia significativa para los atributos sabor, textura y viscosidad. Sin embargo, no existe diferencia significativa para el atributo acidez y color para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.5.1 Estadísticos de Tukey para el atributo sabor de muestras experimentales de queso fundido neutro

En la tabla 4.29, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey de datos extraídos de la (tabla C.42.2) (Anexo C.42), para el atributo sabor.

Tabla 4,29

Estadístico Tukey para el atributo sabor

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
QF6-QF8	0,40	0,50	No significativo
QF6-QF5	0,68	0,50	Significativo
QF6-QF7	0,84	0,50	Significativo
QF8-QF5	0,28	0,50	No significativo
QF8-QF7	0,44	0,50	No significativo
QF5-QF7	0,16	0,50	No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.29, se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos (QF6 - QF5), (QF6 - QF7). Sin embargo, para los tratamientos (QF6 - QF8), (QF8 - QF5), (QF8 - QF7) y (QF5 - QF7) no existe diferencia significativa para un nivel de nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.5.2 Estadísticos de Tukey para el atributo textura de muestras experimentales de queso fundido neutro

En la tabla 4.30, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey de datos extraídos de la (tabla C.45.2) (Anexo C.45), para la textura.

Table 4.30

Estadístico Tukey para el atributo textura

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
F06-F08	0,20	0,43	No significativo
F06-F07	0,80	0,43	significativo
F06-F05	0,84	0,43	significativo
F08-F07	0,60	0,43	Significativo
F08-F05	0,64	0,43	significativo
F07-F05	0,04	0,43	No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.30, se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos (QF6 - QF7), (QF6 - QF5), (QF8 - QF7) y (QF8 - QF5). Sin embargo, para los tratamientos (QF6 - QF8) y (QF7 - QF5) no existe diferencia significativa para un nivel de nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.5.3 Estadísticos de Tukey para el atributo viscosidad de muestras experimentales de queso fundido neutro

En la tabla 4.31, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey de datos extraídos de la (tabla C.46.2) (Anexo C.46), para la viscosidad.

Table 4.31

Estadístico Tukey para el atributo viscosidad

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
F06-F08	0,40	0,43	No significativo
F06-F05	0,92	0,43	significativo
F06-F07	1,08	0,43	significativo
F08-F05	0,52	0,43	Significancia
F08-F07	0,68	0,43	significativo
F05-F07	0,16	0,43	No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.31, se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos (QF6 - QF5), (QF6 - QF7), (QF8 - QF5), (QF8 - QF7). Sin embargo, para los tratamientos (QF6 - QF8) y (QF5 - QF7) no existe diferencia significativa para un nivel de nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

Realizada la evaluación sensorial y el análisis estadístico de las ocho muestras experimentales de queso fundido neutro (QF1, QF2, QF3, QF4, QF5, QF6, QF7 y QF8) de nivel alto y nivel bajo, donde las muestras QF2 y QF6 presento un mejor sabor, buena viscosidad y textura. Así mismo, se pudo observar que las muestras QF2 y QF6 presentan el mismo porcentaje de sal fundente: Agua (1,22; 47,32) %, no obstante, varían en el porcentaje de quesos ya que QF2 fue 40 % queso de La Prodigiosa y 60 % queso caiseño y QF6 fue 60 % queso de La Prodigiosa y 40 % queso caiseño. Por tales motivos, en función de las medianas y la preferencia de los jueces

se procedió a elegir la prueba QF6 y QF2 como muestras finales para el proceso de elaboración de queso fundido neutro.

4.6 Control de viscosidad en el queso fundido neutro

En la tabla 4.32 se muestran los valores del control de la viscosidad; de las ocho muestras experimentales (QF1, QF2, QF3, QF4, QF5, QF6, QF7 y QF8) expresada en centipoise (cP). La técnica utilizada se muestra en el (Anexo D.4) extraído del (Anexo D). Donde se tomaron en cuenta los valores dentro del rango óptimo de medición ($< 10\%$ y $> 90\%$) a una velocidad de giro 30 rpm con el usillo codificado como (L7) de las ocho muestras de queso fundido neutro.

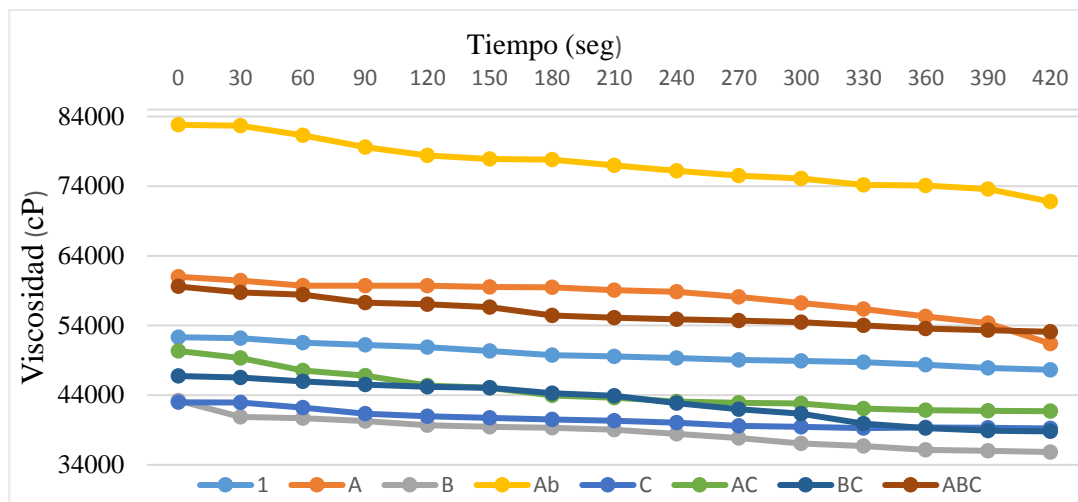
Tabla 4.32

Viscosidad de muestras experimentales de queso fundido neutro

Tiempo seg	Viscosidad (cP)							
	Muestras experimentales							
	I	A	B	Ab	C	AC	BC	ABC
0	52320	61000	43225	82800	42975	50350	46750	59600
30	52200	60450	40875	82700	42950	49325	46550	58750
60	51540	59700	40700	81300	42225	47525	46000	58450
90	51200	59700	40275	79600	41350	46825	45500	57300
120	50900	59700	39700	78400	40975	45400	45200	57050
150	50350	59550	39475	77900	40750	45050	45050	56650
180	49750	59500	39325	77800	40500	43975	44275	55450
210	49575	59050	39030	77000	40350	43625	43900	55100
240	49350	58850	38425	76200	40075	43075	42850	54900
270	49050	58100	37850	75500	39600	42900	41975	54700
300	48900	57250	37075	75100	39450	42805	41325	54500
330	48750	56350	36700	74200	39275	42085	39925	54000
360	48350	55300	36150	74100	39375	41850	39275	53550
390	47900	54350	36025	73600	39300	41750	38925	53350
420	47650	51400	35850	71800	39225	41700	38800	53100

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.47, se muestra el control de la viscosidad expresada en centipoise (Cp) en función del tiempo (seg) de las muestras experimentales de queso fundido neutro para untar; en base a los resultados obtenido de tabla 4.26.



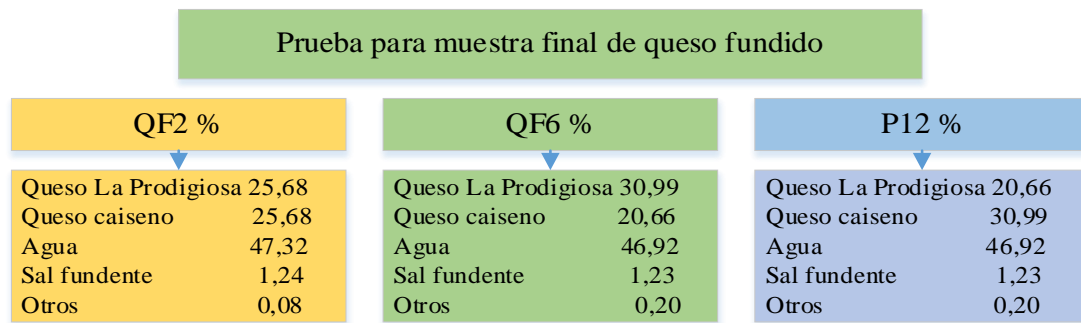
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.41: Control de viscosidad en función del tiempo de muestra experimentales

En la figura 4.41, se observan las curvas de variación de viscosidad versus tiempo de las ocho muestras experimentales FQ1, QF2 QF3, QF4, QF5, QF6, QF7 y QF8; donde se tomó en cuenta el tiempo y a medida que el tiempo va aumentando la viscosidad disminuye para QF2 (61000 Cp), QF6 (50350 Cp); después de 7 minutos la viscosidad disminuye QF2 (51400 Cp), QF6 (41700 Cp).

4.7 Selección de muestra final de queso fundido neutro

Para seleccionar la muestra final de queso fundido neutro, se procedió a tomar en cuenta tres muestras (QF2, QF6 y P02) muestras elegidas del nivel superior e inferior y la muestra ideal. Con la finalidad de obtener una muestra final de queso fundido. Como se muestra en la figura 4.42



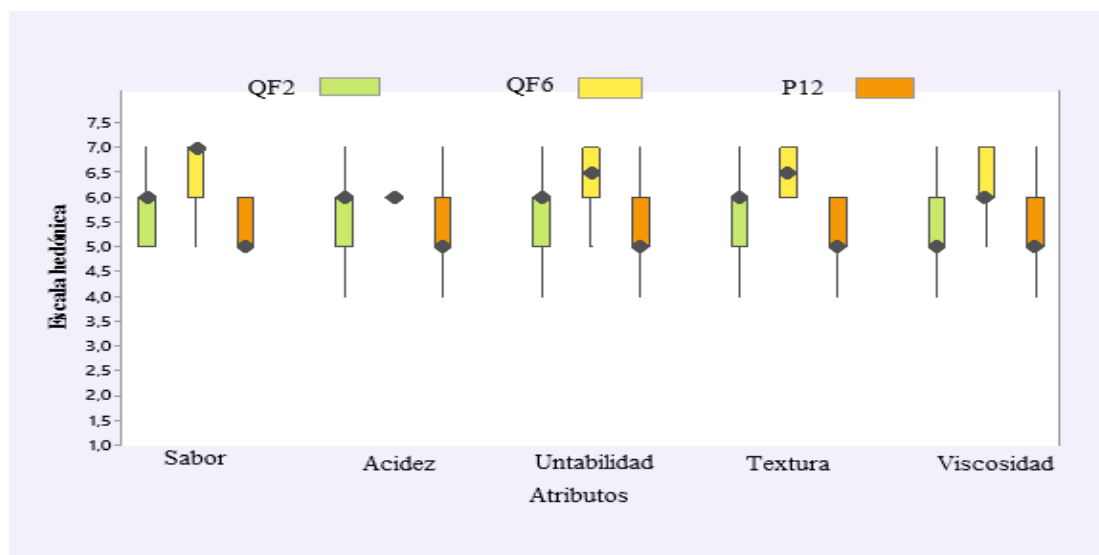
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.42: Selección de muestra final para queso fundido

En base a las muestras preliminares de la figura 4.42, las muestras (QF2, QF6 y P12) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, acidez, textura, aroma, color, utilizando escala hedónica de siete puntos con 20 jueces no entrenados.

4.7.1 Estadístico de caja y bigote para obtener la muestra final de queso fundido neutro

En la figura 4.43; se muestra el estadístico caja y bigote en función a los atributos sabor (tabla C.37), acidez (tabla C.38), untabilidad (tabla C.39), textura (tabla C.40) y color (tabla C.41), de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.43: Caja y bigote para elegir la muestra final de queso fundido

En la figura 4.43, se puede observar los resultados de la escala hedónica en función de los atributos cuya mediana es: sabor 7,0 (QF6); acidez 6,00 (QF6); untabilidad 6,50 (QF6); textura 6,50 (QF6) y color 6,00 (QF6). Así mismo se realizó análisis estadístico de varianza se pudo evidenciar que si existe diferencia significativa entre los atributos sabor, untabilidad, textura y viscosidad. Sin embargo, no existe diferencia estadística para el atributo acidez para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.7.1.1 Estadístico de Tukey para atributo sabor para selección de prueba final para el queso fundido neutro

En la tabla 4.33, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de la (tabla C.37.4), de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.33

Estadístico de Tukey para atributo sabor para la elección de la muestra final de queso fundido

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
QF6-QF2	0,80	0,40	significativo
QF6-P12	1,50	0,40	significativo
QF2-P12	0,70	0,40	significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.33; se observa en los tratamientos (QF6 - QF2), (QF6 - P12), (QF2 - P12) si existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.7.1.2 Estadístico de Tukey para atributo untabilidad para la selección de prueba final para el queso fundido neutro

En la tabla 4.34, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo olor (tabla C.39.4) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.34

Estadístico de Tukey para atributo untabilidad para la muestra final de queso fundido

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
QF6-QF2	0,95	0,44	significativo
QF6-P12	1,20	0,44	significativo
QF2-P12	0,25	0,44	No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.34, se observa en los tratamientos (QF6 - QF2) y (QF6 - P12); si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (QF2 - P12); no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.7.1.3 Estadístico de Tukey para atributo textura para selección de muestra final de queso fundido neutro

En la tabla 4.35, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo textura. (tabla C.40.4) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.35

Estadístico de Tukey para atributo textura para selección de muestra final de queso fundido

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
QF6-QF2	0,75	0,31	Significativo
QF6-P12	1,35	0,31	Significativo
QF2-P12	0,60	0,31	Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.35, se puede observar que entre los tratamientos (QF2 - QF6); si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (QF2 - P12), (QF6 - P12); no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.7.1.4 Estadístico de Tukey para atributo viscosidad para selección de muestra final de queso fundido neutro

En la tabla 4.36, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo aroma. (tabla C.41.4) de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.36

Estadístico de Tukey para atributo aroma para selección de muestra final de queso fundido neutro

Tratamientos	Diferencia	DMS	Significancia
QF6-QF2	0,65	0,47	Significativo
QF6-P12	1,00	0,47	Significativo
QF2-P12	0,35	0,47	No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.37, se puede observar que entre los tratamientos (QF6 - P12); si existe diferencia significativa; sin embargo, para los tratamientos (QF2 - QF6); (QF2 - P12), no existe diferencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos evaluados de queso fundido neutro QF2, QF6, P12 y según el análisis estadístico de varianza para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$; se pudo que los jueces tuvieron preferencia por la prueba QF6 por presentar sabor agradable y mejor textura, en comparación con las demás pruebas. Por tales motivos y en función de las medianas se procedió a tomar en cuenta a la muestra QF6 para el proceso de elaboración de queso fundido.

4.7.2 Control del contenido de humedad, acidez, pH para la selección de muestra final de queso fundido neutro

Se realizó el control del contenido de humedad, viscosidad y pH en las muestras elegidas del nivel superior (QF2), nivel inferior (QF6) y muestra ideal (P12); con la finalidad de completar los parámetros de la evaluación sensorial para el proceso de elaboración de queso fundido neutro.

4.7.2.1 Control del contenido de humedad para la selección de muestra final de queso fundido neutro

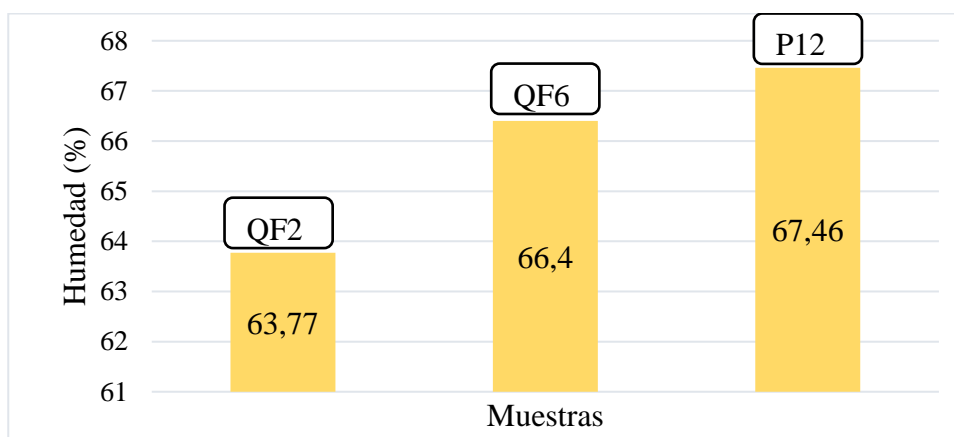
En la tabla 4.37, se muestran los resultados obtenidos del contenido humedad para la selección de muestra final de queso fundido neutro, de datos extraídos de (Anexo A.3), (Anexo A.4) y (Anexo A.5) del (Anexo A) para la elaboración de queso fundido neutro.

Tabla 4.37**Contenido de humedad en muestra final de queso fundido neutro**

Muestras	QF2	QF6	P12
Humedad	63,77	66,4	67,46

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.44, se muestra el contenido de humedad de las muestras para la selección de muestra final de queso fundido neutro, en base a los datos de la tabla 4.37.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.44: Contenido de humedad en muestra final de queso fundido neutro

Según la figura 4.44, se puede observar que la para la selección de muestra final de queso fundido para untar neutro que presentó mayor contenido de humedad fue la P12 (67,46%) muestra ideal y la muestra que presento menor contenido de humedad fue la QF2 (63,77%) muestra nivel superior de diseño experimental.

4.7.2.2 Control de pH para la selección de muestra final de queso fundido neutro

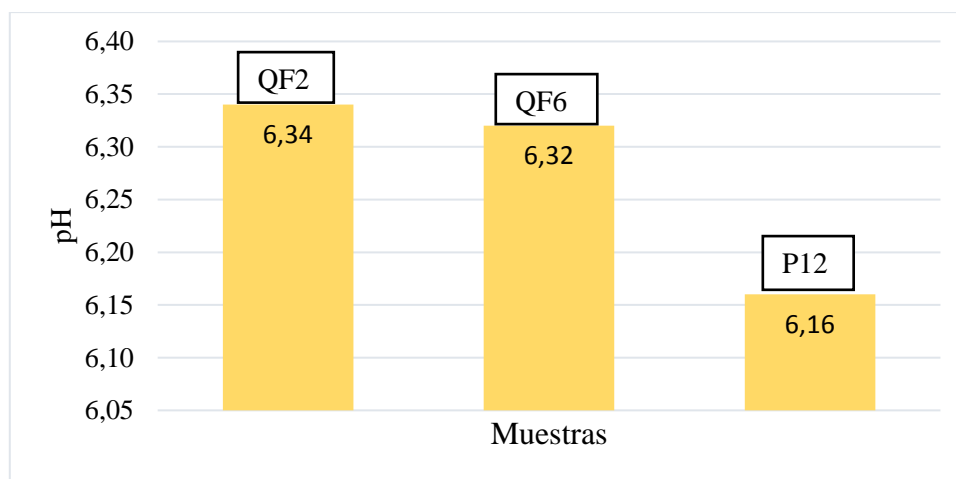
En la tabla 4.38, se muestran los resultados obtenidos de pH de para la selección de muestra final de queso fundido neutro de datos extraídos de (Anexo A.3), (Anexo A.4) y (Anexo A.5) del (Anexo A) para la elaboración de queso fundido neutro.

Tabla 4.38**Control de pH de para la selección de muestra final de queso fundido neutro**

Muestras	QF2	QF6	P12
pH	6,34	6,32	6,16

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.45, se muestra la gráfica del pH para la selección de muestra final de queso fundido para untar neutro en base a los datos de la tabla 4.38.

**Fuente:** Elaboración propia**Figura 4.45:** pH para la selección de muestra final de queso fundido neutro

Según la figura 4,45, para la selección de muestra final de queso fundido neutro presentan un pH: QF2 (6,34); QF6 (6,32); P12 (6,16).

4.7.2.3 Control de acidez para la selección de muestra final de queso fundido neutro

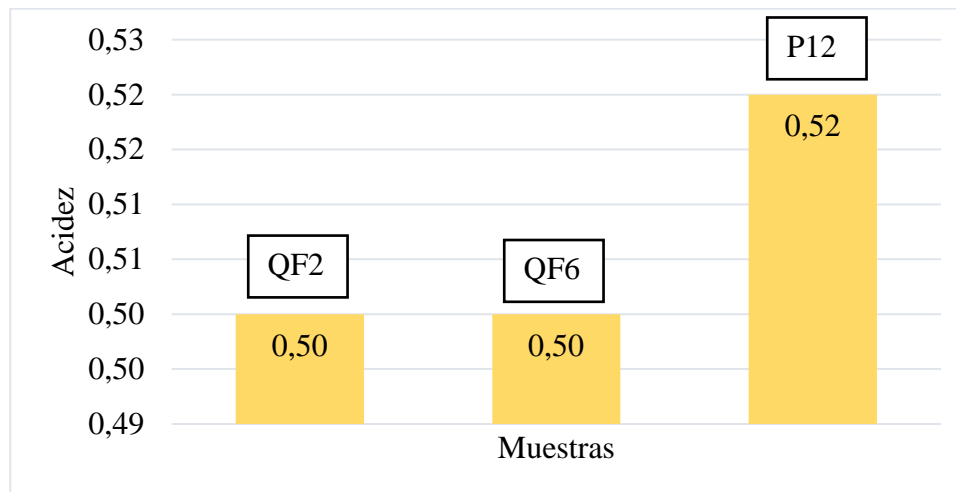
En la tabla 4.39, se muestran los resultados obtenidos de acidez de las para la selección de muestra final de queso fundido neutro de datos extraídos de (Anexo A.3), (Anexo A.4) y (Anexo A.5) de (Anexo A) para la elaboración de queso fundido neutro

Tabla 4.39**Acidez en las para la selección de muestra final de queso fundido neutro**

Muestras	QF2	QF6	P12
Acidez	0,50	0,50	0,52

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.46, se muestra la gráfica de la acidez para la selección de muestra final de queso fundido para untar neutro en base a los datos de la tabla 4.39.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.46: Acidez para la selección de muestra final de queso fundido neutro

Según la figura 4.46, las pruebas patrón presentan un Acidez: QF2 (0,50); QF6 (0,50) y P12 (0,52).

Realizado el control de pH, acidez y contenido de humedad para la selección de muestra final de queso fundido para untar neutro, según el valor de cada parámetro de control se tomó la muestra QF6 presento un contenido de humedad (66,40 %), acidez (0,50) y pH (6,32)

4.8 Caracterización del producto terminado

En la caracterización del producto terminado, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del queso fundido neutro, los cuales se detallan a continuación:

4.8.1 Análisis fisicoquímico del queso fundido neutro

En la tabla 4.40, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico queso fundido neutro (Anexo A.6).

Tabla 4.40

Análisis fisicoquímico del queso fundido neutro

Parámetros	Unidad	Resultado
Acidez	%	0,63
Ceniza	%	4,02
Cloruro de sodio	%	2,08
Grasa	%	12,50
Hidratos de carbono	%	4,10
Humedad	%	68,30
Proteína total (Nx6,38)	%	11,08
pH	-	6,34
Sólidos no grasos	%	19,65
Valor energético	Kcal/100 g	173,22

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.40, se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico del queso fundido para untar neutro: acidez 0,63 % ceniza 4,02 %, cloruro de sodio 2,08 %, grasa 12,50 %, hidratos de carbono 4,10 %, humedad 68,30 %, proteína total (Nx6,38) 11,08 %, pH 6,34, sólidos no grasos 19,65 % y valor energético 173,22 Kcal/100 g.

4.8.2 Análisis microbiológico del queso fundido neutro

En la tabla 4.41, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del queso fundido neutro de datos extraídos (Anexo A.6).

Tabla 4.41

Análisis microbiológico del queso fundido neutro

Microorganismos	Unidad	Resultado
Mohos y levaduras	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Coliformes fecales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.41, se observa los resultados del análisis microbiológico del queso fundido neutro: coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g, mohos y levaduras $< 1,0 \times 10^3$ (*)

UFC/g y coliformes fecales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g indicando que no se observó desarrollo de colonias (*).

4.9 Control de pH, acidez y contenido de humedad en el queso fundido neutro durante el almacenamiento

Para llevar a cabo el control de pH, acidez (ácido láctico) y contenido de humedad durante el almacenamiento, en base a la muestra final de queso fundido neutro (QF6) se elaboraron dos muestras (QF6S); sin conservante (QF6C), con conservante (sorbato de potasio), para lo cual, se realizó el control cada tres días de las muestras exceptuando sábados y domingos.

4.9.1 Control de pH en el queso fundido neutro durante el almacenamiento

En la tabla 4.42, se muestran los resultados obtenidos de la variación del pH del queso fundido neutro sin conservante (QFC) y con conservante (QFS); en función del tiempo de almacenamiento para los 33 días de datos extraídos del (Anexo E.12), utilizando la técnica para pH de productos lácteos y se detalla en el (Anexo D.3).

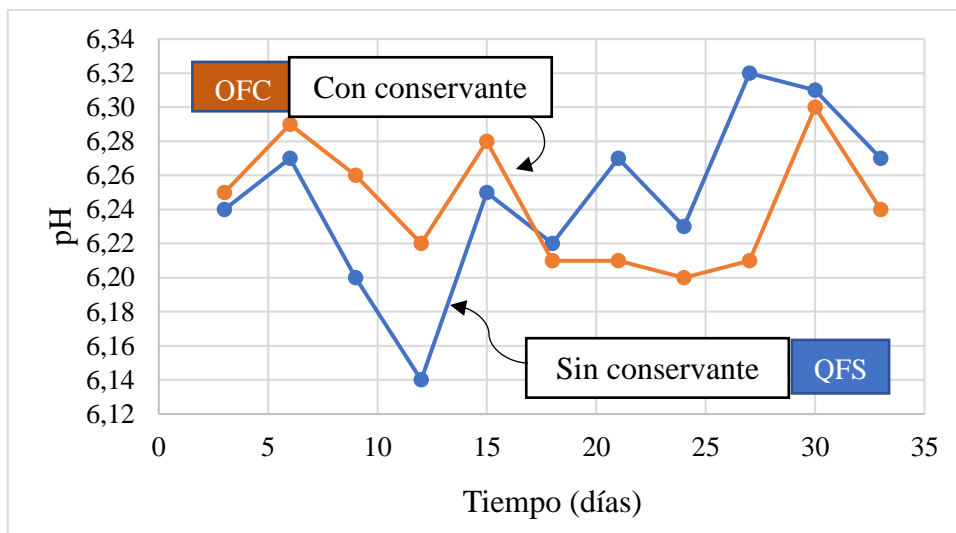
Tabla 4.42

Variación de (pH) en el queso fundido neutro

Tiempo Días	pH	
	QFC	QFS
3	6,24	6,25
6	6,27	6,29
9	6,20	6,26
12	6,14	6,22
15	6,25	6,28
18	6,22	6,21
21	6,27	6,21
24	6,23	6,20
27	6,32	6,21
30	6,31	6,30
33	6,27	6,24

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.47, se muestra el control de pH durante el almacenamiento en el queso fundido neutro en base a la tabla 4,42.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.47. Control de pH durante el almacenamiento en queso fundido neutro

En la figura 4.47, se observa que la muestra QFC con conservante el día 1 presenta un pH de 6,24 ascendiendo el día 3 con un pH 6,27 donde desciende hasta el día 12 y el día 17 asciende hasta 6,32 QFS presentan para el almacenamiento en el primer día un pH inicial de 6,25 y finalmente desciende hasta 6,22. La muestra QFS el día 1 presenta un pH de 6,25 descendiendo hasta 6,22 el día 12 presenta ambas muestras presentan ascenso en el pH, sin embargo, a partir del tercer día la muestra QFC desciende hasta el día 12 y finalmente un pH de 6,24.

De acuerdo al control de pH del queso fundido neutro durante el almacenamiento, puede evidenciar que las muestras inician con pH de 6,25 (QFC) y 6,24 (QFS) y finalizando con valor 6,24 (QFC) y 6,27 (QFS). Por tal motivo se procedió a elegir la muestra con conservante (sorbato de potasio).

4.9.2 Control de acidez (ácido láctico) en el queso fundido neutro durante el almacenamiento

En la tabla 4.43, se muestran los resultados obtenidos de la variación de acidez del queso fundido neutro (QFC) y con conservante (QFS); en función del tiempo de almacenamiento para 36 días de datos extraídos de (Anexo E.13) de datos utilizando la bureta digital que se detalla en el (Anexo D.2).

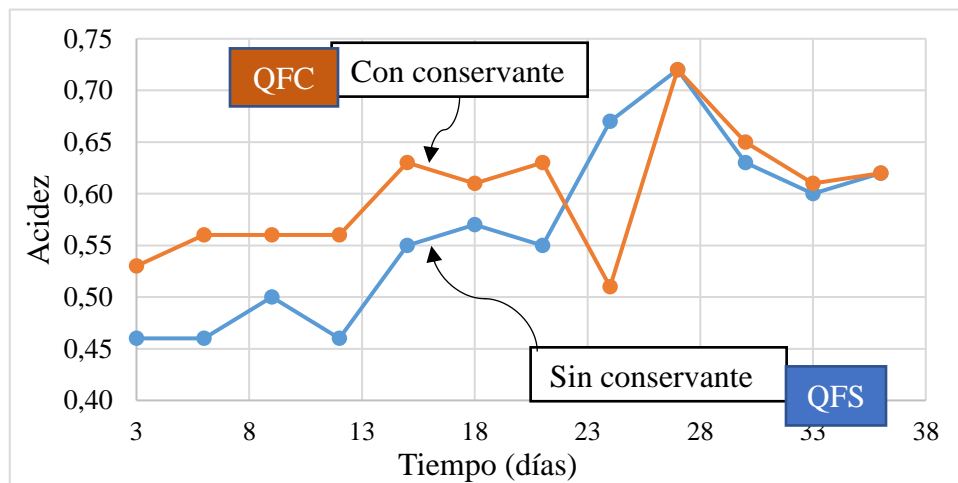
Tabla 4.43

Variación de acidez del queso fundido neutro en el almacenamiento

Tiempo Días	Acidez	
	QFS	QFC
3	0,46	0,53
6	0,46	0,56
9	0,50	0,56
12	0,46	0,56
15	0,55	0,63
18	0,57	0,61
21	0,55	0,63
24	0,67	0,51
27	0,72	0,72
30	0,63	0,65
33	0,60	0,61
36	0,62	0,62

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.48 se muestra el control de acidez (ácido láctico) en el queso fundido para untar neutro durante el almacenamiento en base a la tabla 4,44



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.48: Control de acidez (ácido láctico) durante el almacenamiento en queso fundido neutro

Según la figura 4.48 las muestras QFC y QFS presentan para el primer día la acidez inicial 0,53 % (QFC) y 0,46 % (QFS), ambas muestras presentan asenso en valor de

acidez. sin embargo, la muestra QFC presenta acidez hasta llegar a un valor final de (0,65 %), mientras que, la muestra QFS asciende de manera constante hasta el día 24 para luego descender su valor y vuelve a ascender hasta llegar a una acidez final de (0,63 %). Por tanto, la adición de conservante (sorbato de potasio) afecta directamente en la acidez del queso fundido neutro.

4.9.3 Control de contenido de humedad durante el almacenamiento en el queso fundido neutro

En la tabla 4.44, se muestran los resultados obtenidos de la variación de contenido de humedad (%) durante el almacenamiento en queso fundido neutro sin conservante (QFC) y con conservante (QFS); de datos extraídos de (Anexo E.13), utilizando el método de la termobalanza detallada en el (Anexo D.3)

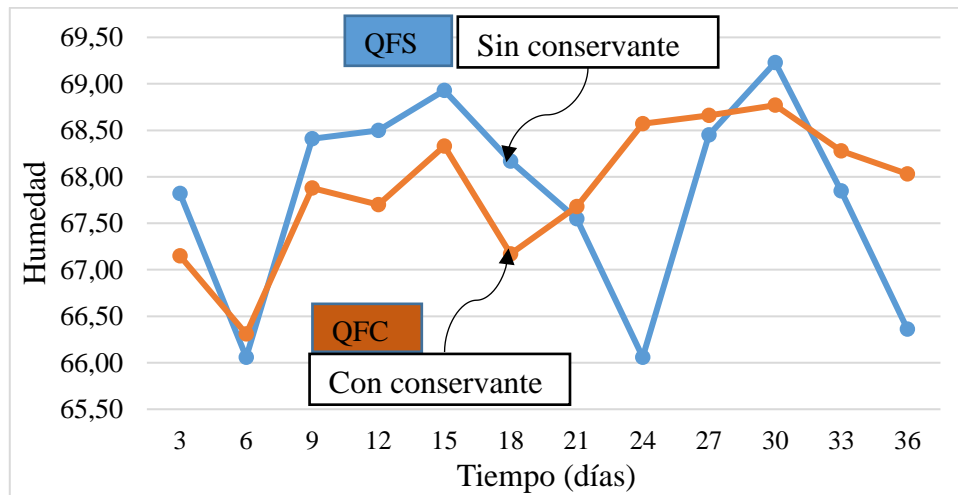
Tabla 4.44

Contenido de humedad durante el almacenamiento del queso fundido neutro

Tiempo Días	Humedad %	
	QFS	QFC
3	67,82	67,15
6	66,06	66,31
9	68,41	67,88
12	68,50	67,70
15	68,93	68,33
18	68,17	67,17
21	67,55	67,68
24	66,06	68,57
27	68,45	68,66
30	69,23	68,77
33	67,85	68,28
36	66,36	68,03

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.49, se muestra el control de contenido de humedad en el queso fundido para untar saborizado durante el almacenamiento en base a la tabla 4,44



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.49: Contenido de humedad durante el almacenamiento en el queso fundido neutro

Según la figura 4.49, las muestras QFC y QFS; el contenido de humedad es de 67,15 % (QFC) y 67,82 % (QFS), para la muestra (QFS) durante el transcurso del control de humedad los valores varían entre (66 - 69) %, mientras que la muestra QFC presenta fluctuación de contenido de humedad entre los (67 - 69) días, finalizando el contenido de humedad en el día 36 con un valor del 68,03 %. Se puede evidenciar que las muestras inician con un contenido de humedad de 67,15 % (QFC) y 67,82 % (QFS) y finalizan con un valor de 68,03 % (QFC) y 66,36 % (QFS). Por tanto, se escogió la muestra con conservante ya que la adición de conservante (sorbato de potasio) afecta directamente en el contenido de humedad del queso fundido neutro.

4.9.4 Análisis microbiológico del queso fundido neutro con conservante

En la tabla 4.45 se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del queso fundido neutro con conservante de datos extraídos (Anexo A.8).

Tabla 4.45***Análisis microbiológico del queso fundido neutro con conservante***

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1 (*)$
Mohos y levaduras	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1 (*)$

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.45, se observa los resultados del análisis microbiológico del queso fundido para untar neutro con conservante: coliformes totales $< 1,0 \times 10^1 (*)$ UFC/g, mohos y levaduras $< 1,0 \times 10^1 (*)$ UFC/g indicando que no observó desarrollo de colonias (*).

4.9.5 Análisis microbiológico del queso fundido neutro sin conservante

En la tabla 4.46 se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del queso fundido para untar neutro sin conservante de datos extraídos (Anexo A.9).

Tabla 4.46***Análisis microbiológico del queso fundido neutro sin conservante***

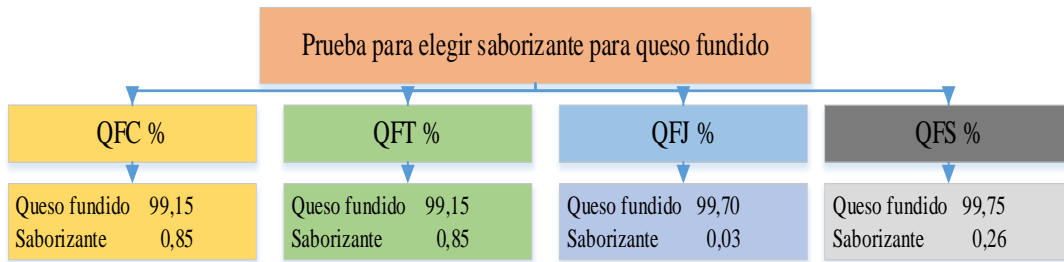
Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1 (*)$
Mohos y levaduras	UFC/g	$2,4 \times 10^4 (*)$

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.46, se observa los resultados del análisis microbiológico del queso fundido para untar neutro sin conservante: coliformes totales $< 1,0 \times 10^1 (*)$ UFC/g, (*) indicando que no se observó desarrollo de colonias (*) y mohos y levaduras $2,4 \times 10^4$ UFC/g

4.10 Selección de saborizante para la muestra final de queso fundido saborizado

Para seleccionar la muestra final de queso fundido para untar, se procedió a tomar en cuenta cuatro muestras (QFC, QFT y QFJ y QFS) muestras saborizadas a partir de la muestra final seleccionada. Con la finalidad de obtener una muestra final saborizada de queso fundido como se muestra en la figura 4.50.



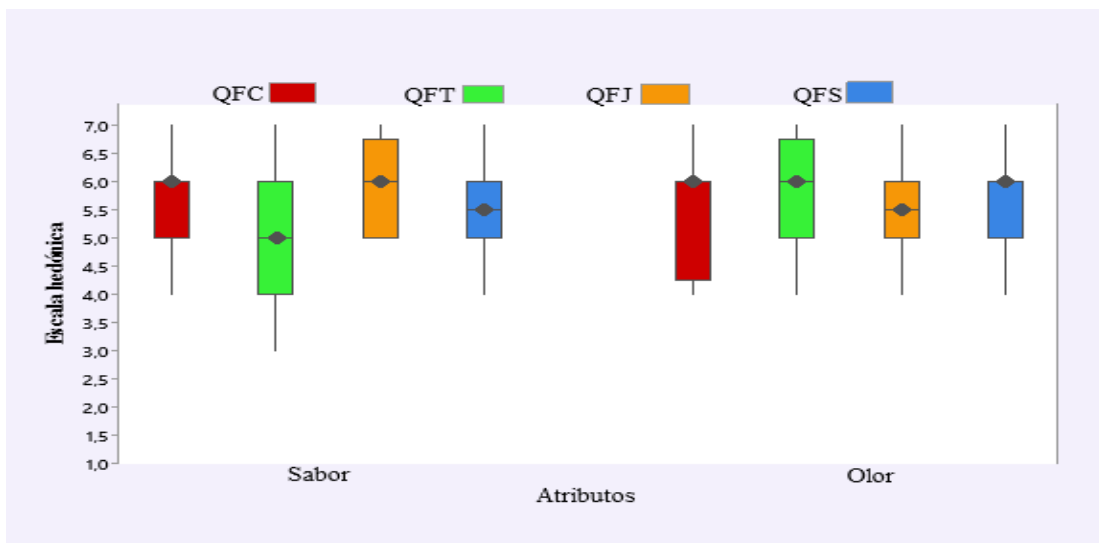
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.50: Selección de muestra final saborizada para queso fundido saborizado

En base a las muestras de la figura 4.50, las muestras (QFC, QFT y QFJ y QFS) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, olor, utilizando escala hedónica de siete puntos con 20 jueces no entrenados.

4.10.1 Estadístico de caja y bigote para selección de saborizante para el fundido

En la figura 4.51; se muestra el estadístico caja y bigote en función a los atributos sabor (tabla C.42) y olor (tabla C.43) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

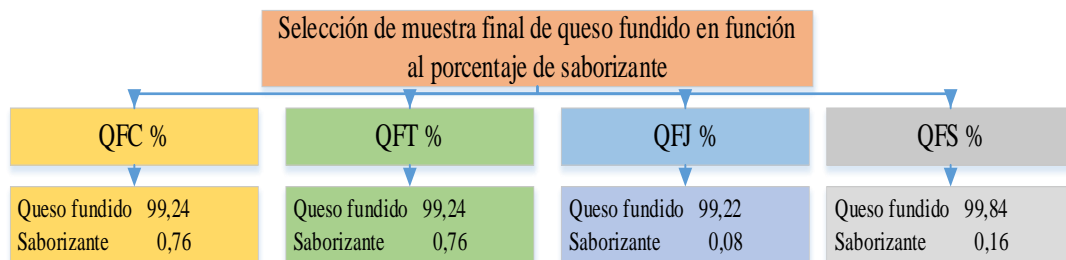
Figura 4.51: Caja y bigote para elegir la muestra final de queso fundido saborizado

En la figura 4.51, se puede observar los resultados de la escala hedónica en función de los atributos cuya medida es: sabor 6,00 (QFJ) y olor 6,00 (QFT).

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos evaluados de queso fundido para untar saborizado y según el análisis estadístico de varianza para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$; se pudo que los jueces tuvieron preferencia por las QFC, QFJ y QFS por presentar mejor sabor y aroma. En comparación con la prueba QFT por presentar un sabor-aroma muy pronunciado al saborizante. Por tales motivos, se procedió a tomar en cuenta a la prueba QFC, QFJ y QFS para el proceso de elaboración de queso fundido.

4.11 Selección de muestra final de queso fundido en función al porcentaje de saborizante

Para seleccionar la muestra final de queso fundido en función al porcentaje de saborizante, se procedió a tomar en cuenta nuevamente cuatro muestras (QFC, QFT y QFJ y QFS) muestras saborizadas, con el fin de disminuir el porcentaje en saborizantes en las muestras (QFC, QFT) y aumentando saborizante en las muestras (QFJ, QFS). Con la finalidad de obtener una muestra final saborizada de queso fundido para untar como se muestra en la figura 4.52.



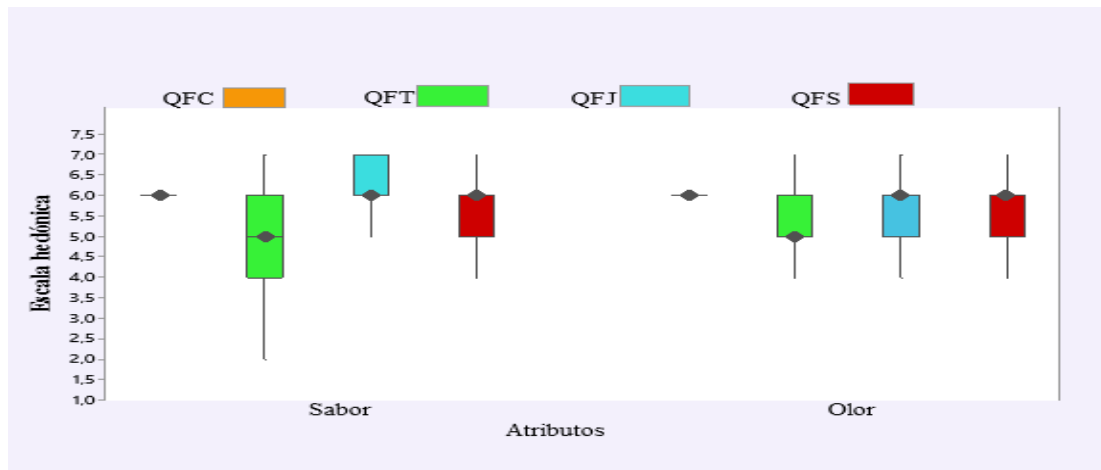
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.52: Selección de muestra final de queso fundido en función al porcentaje de saborizante

En base a las muestras de la figura 4.52 como ser (QFC, QFT y QFJ y QFS) las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: sabor, olor; utilizando escala hedónica de cinco puntos con 19 jueces no entrenados.

4.11.1 Estadístico de caja y bigote para selección la muestra final de queso fundido en función al porcentaje de saborizante

En la figura 4.53; se muestra el estadístico caja y bigote en función a los atributos sabor (tabla C.42) y olor (tabla C.43) de datos extraídos del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.53: Caja y bigote para la selección de muestra final de queso fundido en función al porcentaje de saborizante

En la figura 4.53, se puede observar los resultados del análisis de resultados estadísticos de caja y bigote de las medianas en función a los atributos de las muestras evaluadas y son: sabor 6,00 (QFJ) y olor 6,00 (QFT).

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos evaluados de queso fundido para untar saborizado y según el análisis estadístico de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$; se pudo que los jueces tuvieron preferencia por las QFC, QFJ y QFS por presentar sabor y aroma equilibrado. En comparación con la prueba QFT presentó sabor-aroma más pronunciado al saborizante. Por tales motivos, se procedió a tomar en cuenta a la prueba QFC, QFJ y QFS para el proceso de elaboración de queso fundido.

4.11.2 Caracterización de queso fundido saborizado

En la caracterización del producto terminado, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del queso fundido para untar saborizado, los cuales se detallan a continuación:

4.11.2.1 Análisis fisicoquímico del queso fundido saborizado

En la tabla 4.47, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico queso fundido (Anexo A.7)

Tabla 4.47

Análisis fisicoquímico del queso fundido saborizado

Parámetros	Unidad	Resultado
Acidez	%	0,65
Ceniza	%	4,61
Cloruro de sodio	%	2,52
Grasa	%	13,50
Hidratos de carbono	%	4,16
Humedad	%	66,54
Proteína total (Nx6,38)	%	11,19
pH	-	6,35
Sólidos no grasos	%	19,96
Valor energético	Kcal/100 g	182,90

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.47, se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico del queso fundido saborizado: acidez 0,65 % ceniza 4,61 %, cloruro de sodio 2,52 %, grasa 13,50 %, hidratos de carbono 4,16 %, humedad 66,54 %, proteína total (Nx6,38) 11,19 %, pH 6,35, sólidos no grasos 19,96 % y valor energético 182,90 Kcal/100 g.

4.11.2.2 Análisis microbiológico del queso fundido saborizado

En la tabla 4.48, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del queso fundido saborizado de datos extraídos (Anexo A.6).

Tabla 4.48

Análisis microbiológico del queso fundido saborizado

Microorganismos	Unidad	Resultado
Mohos y levaduras	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Coliformes fecales	UFC/g	$9,0 \times 10^1$ (*)

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.48, se observa los resultados del análisis microbiológico del queso fundido para untar neutro: coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g, mohos y levaduras $9,0 \times 10^1$ (*) UFC/g y coliformes fecales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g indicando que no se observó desarrollo de colonias (*).

4.11.3 Control de pH, acidez y contenido de humedad en el queso fundido saborizado durante el almacenamiento

Para llevar a cabo el control de pH, acidez (ácido láctico) y contenido de humedad durante el almacenamiento, en base a la muestra final de queso fundido para untar neutro (QF6) se elaboraron dos muestras (QFCS), sin conservante (QFCC), con conservante (sorbato de potasio), para lo cual, se realizó el control cada 3 días de las muestras exceptuando fines de semana.

4.11.3.1 Control de pH en el queso fundido saborizado durante el almacenamiento

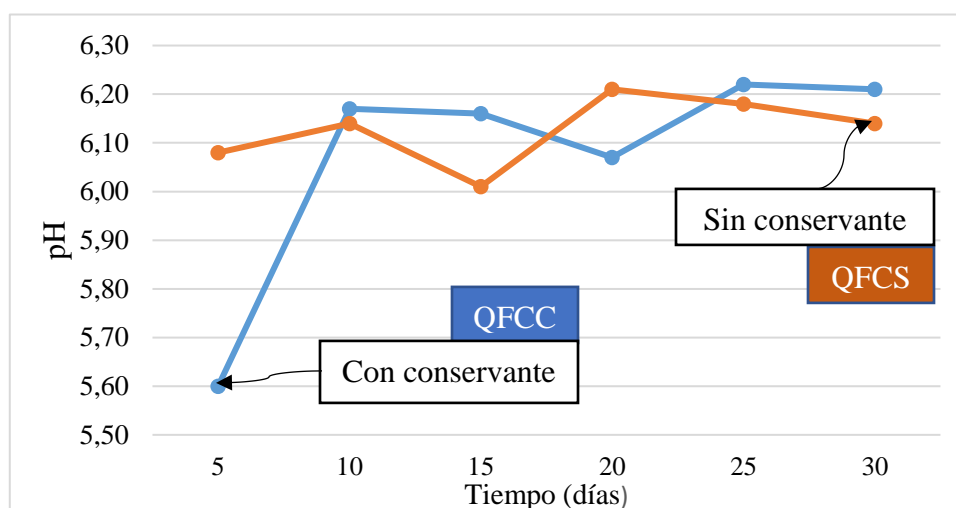
En la tabla 4.49, se muestran los resultados obtenidos de la variación del pH del queso fundido para untar neutro sin conservante (QFCS) y con conservante (QFCC); en función del tiempo de almacenamiento de datos extraídos del (Anexo E.15), de (Anexo E) utilizando la técnica para realizar la medición del pH de productos lácteos detallada en el (Anexo D.3).

Tabla 4.49**Variación de pH durante el almacenamiento el queso fundido saborizado**

Tiempo Días	pH	
	QFCC	QFCS
5	5,60	6,08
10	6,17	6,14
15	6,16	6,01
20	6,07	6,21
25	6,22	6,18
30	6,21	6,14

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.54, se muestra el control de pH en el queso fundido saborizado durante el almacenamiento en base a la tabla 4.49.

**Fuente:** Elaboración propia**Figura 4.54:** Control de pH durante el almacenamiento en queso fundido saborizado

Según la figura 4.54, las muestras QFCC y QFCS presentan un pH inicial de 5,60 (QFCC) y 6,08 (QFCS), para el primer día ambas muestras presentan ascenso en el pH, sin embargo, la muestra (QFCC) y (QFCS), presenta ascenso y nuevamente asensos en el pH hasta llegar a un valor final de 6,16 (QFCC) y 6,14 (QFCS). Por tanto, la adición de conservante (sorbato de potasio) afecta directamente en el pH del queso fundido para untar neutro.

4.11.3.2 Control de acidez (ácido láctico) durante el almacenamiento en el queso fundido saborizado

En la tabla 4.50, se muestran los resultados obtenidos de la variación de acidez del queso fundido saborizado (QFCC) y con conservante (QFCS); en función del tiempo de almacenamiento de datos extraídos del (Anexo E.16) utilizando la bureta digital detallada en el (Anexo D.2).

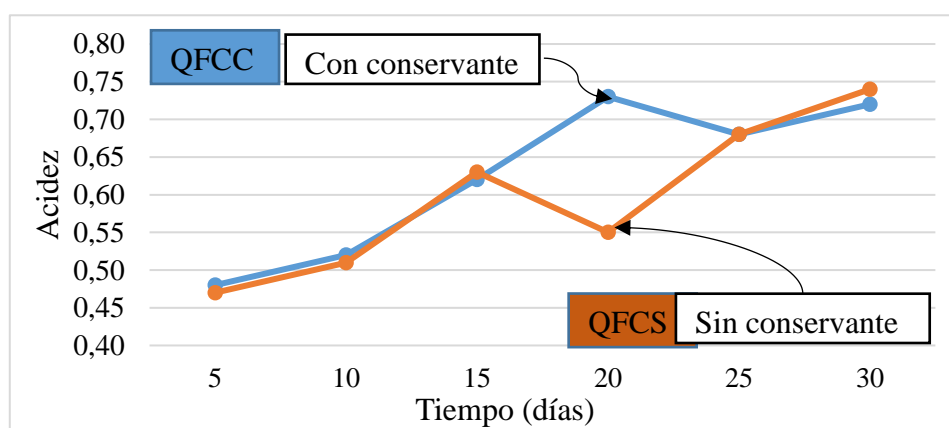
Tabla 4.50

Variación de acidez durante el almacenamiento en el queso fundido saborizado

Tiempo Días	Acidez	
	QFCC	QFCS
5	0,48	0,47
10	0,52	0,51
15	0,62	0,63
20	0,73	0,55
25	0,68	0,68
30	0,72	0,74

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.49 se muestra el control de acidez (ácido láctico) en el queso fundido para untar saborizado durante el almacenamiento en base a la tabla 4.50



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.55: Control de acidez (ácido láctico) en queso fundido para untar saborizado

Según la figura 4.55, las muestras (QFCC) y (QFCS) presentan una acidez inicial de 0,48 % (QFCC) y 0,47 % (QFCS), para el primer día ambas muestras presentan asenso

en valor de acidez. sin embargo, al día 20 la muestra (QFCC) presenta un descenso y nuevamente asciende hasta llegar a un valor final de (0,83 %), mientras que, la muestra QFCS asciende de manera constante hasta el día 15 para luego descender su valor y vuelve a ascender hasta llegar a una acidez final de (0,74 %). Por tanto, la adición de conservante (sorbato de potasio) afecta directamente en la acidez del queso fundido para untar neutro.

4.11.3.3 Control de contenido de humedad durante el almacenamiento en el queso fundido saborizado

En la tabla 4.51, se muestran los resultados obtenidos de la variación de contenido de humedad (%) del queso fundido saborizado sin conservante (QFCS) y con conservante (QFCC); en función del tiempo de almacenamiento de datos extraídos del (Anexo E.16), utilizando el método de la termobalanza detallada en el (Anexo D.3).

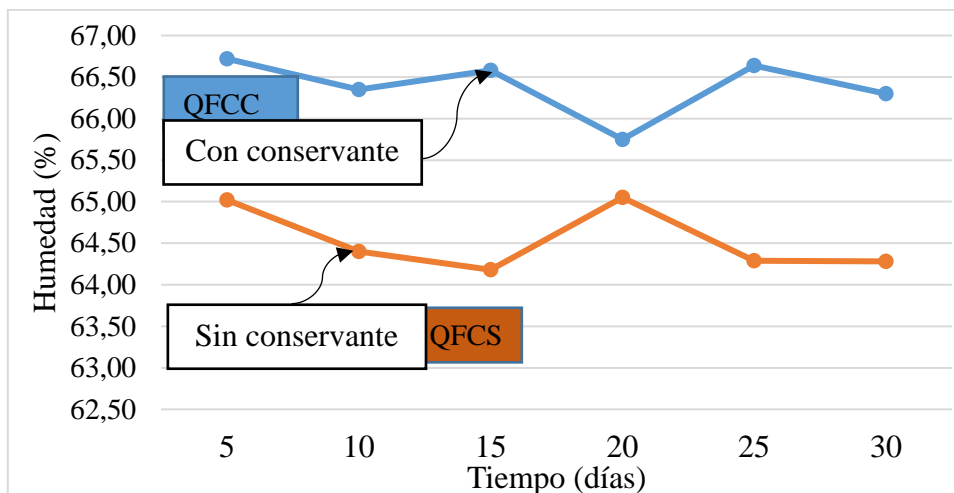
Tabla 4.51

Contenido de humedad durante el almacenamiento del queso fundido saborizado

Tiempo Días	Humedad (%)	
	QFCC	QFCS
5	66,72	65,02
10	66,35	64,4
15	66,58	64,18
20	65,75	65,05
25	66,64	64,29
30	66,30	64,28

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.56, se muestra el control de contenido de humedad en el queso fundido saborizado durante 30 días de almacenamiento en base a la tabla 4.51.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.56: Contenido de humedad durante el almacenamiento en el queso fundido saborizado

Según la figura 4.56, las muestras QFCC y QFCS el contenido de humedad en el primer día es de 66,72 % (QFCC) y 65,02 % (QFCS), para la muestra QFCC durante el transcurso del control de humedad los valores varían entre (66 - 67) %, mientras que la muestra QFCS presentan una variación de contenido de humedad entre los (65 - 64) días, finalizando el contenido de humedad en el día 30 con un valor del 68,03 %. Por tanto, la adición de conservante (sorbato de potasio) afecta directamente en el contenido de humedad del queso fundido saborizado.

4.12 Análisis microbiológico del queso fundido saborizado con conservante

En la tabla 4.52, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del queso fundido para untar saborizado con conservante de datos extraídos (Anexo A.10).

Tabla 4.52

Análisis microbiológico del queso fundido saborizado con conservante

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes totales	UFC/g	$1,2 \times 10^3$
Mohos y levaduras	UFC/g	$1,2 \times 10^3$

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.52, se observa los resultados del análisis microbiológico del queso fundido para untar saborizado con conservante: coliformes totales $1,2 \times 10^3$ UFC/g, mohos y levaduras $1,2 \times 10^3$ UFC/g.

4.13 Análisis microbiológico del queso fundido saborizado sin conservante

En la tabla 4.53, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del queso fundido para untar saborizado sin conservante de datos extraídos (Anexo A.9).

Tabla 4.53

Análisis microbiológico del queso fundido saborizado sin conservante

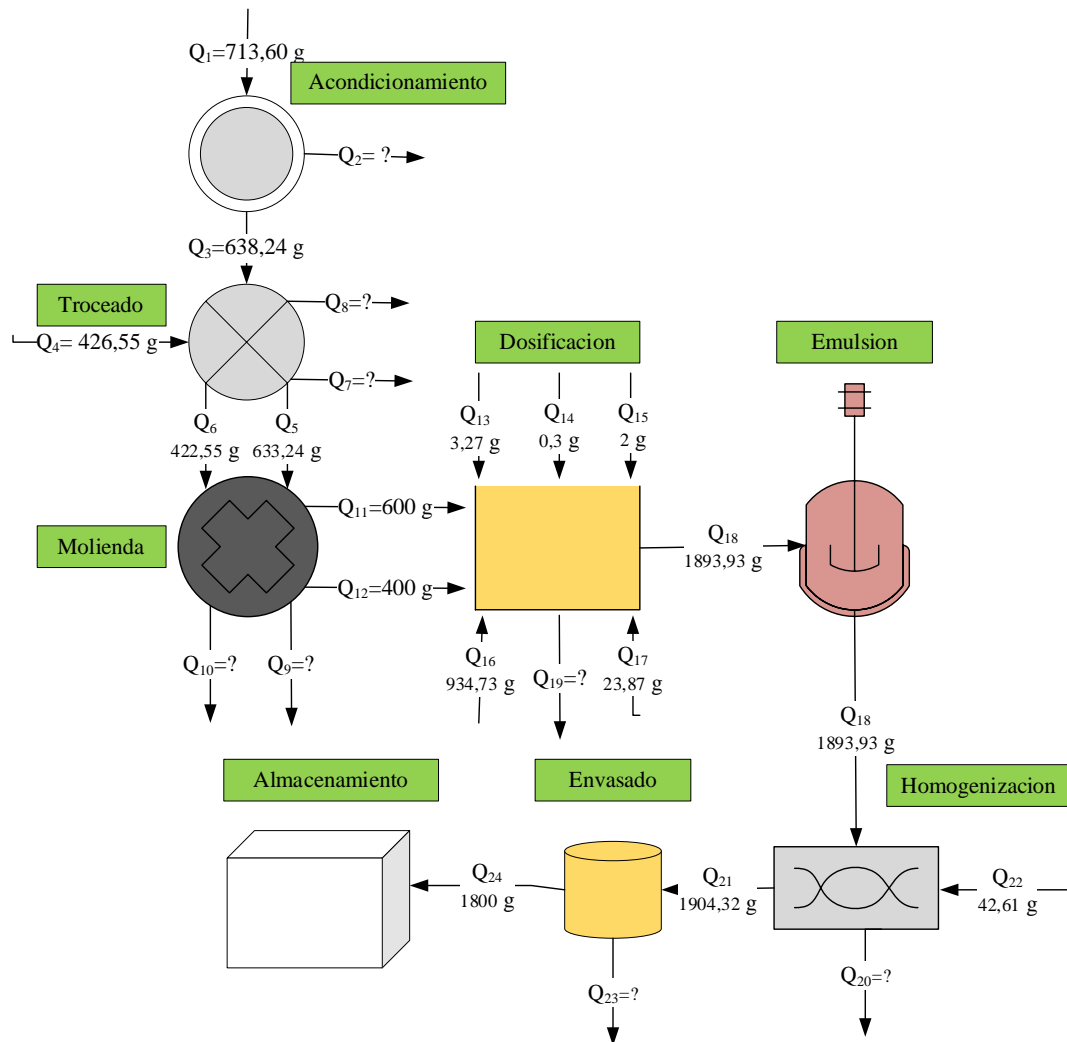
Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes totales	UFC/g	$1,3 \times 10^3$
Mohos y levaduras	UFC/g	$8,7 \times 10^3$

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.53, se observa los resultados del análisis microbiológico del queso fundido para untar saborizado sin conservante: coliformes totales $1,3 \times 10^3$ UFC/g, y mohos y levaduras $8,7 \times 10^3$ UFC/g

4.14 Balance de materia general para la elaboración de queso fundido saborizado

El balance de materia del proceso de obtención de queso fundido saborizado, se realizó para de base de cálculo de 1000 g de queso y para su resolución se realizó de acuerdo al diagrama de flujo de la figura 4.57.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.57: Balance general de la elaboración de queso fundido saborizado

Donde:

Q_1 = Queso semi maduro (g)

X_1^S = Sólidos en queso semi maduro

X_1^H = Líquidos en queso semi maduro

Q_2 = Corteza de queso semi maduro (g)

X_2^S = Sólidos en corteza de queso

X_2^H = Líquidos en corteza de queso

Q_3 = Queso semi maduro acondicionado
(g)

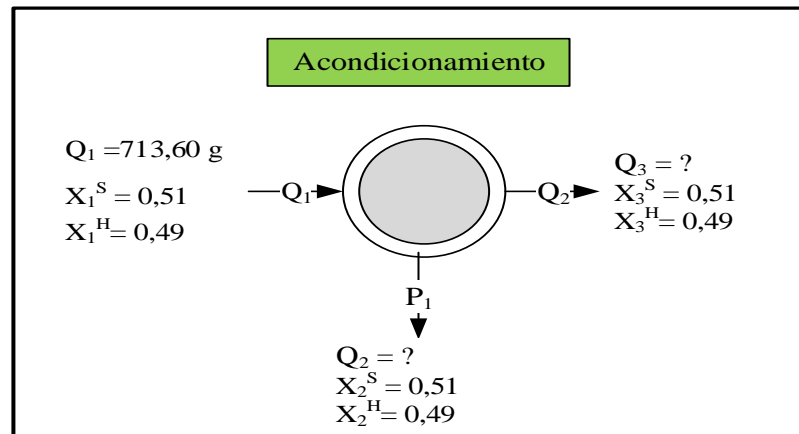
X_3^S = Sólidos en queso semi maduro
acondicionado

X_3^H = Líquidos en queso semi maduro acondicionado	X_9^H = Líquidos en la Pérdida de queso semi maduro molido
Q_4 = Queso caiseño (g)	Q_{10} = Pérdida de queso caiseño molido (g)
X_4^S = Sólidos en queso caiseño	X_{10}^S = Sólidos en la Pérdida de queso caiseño molido
X_4^H = Líquidos en queso caiseño	X_{10}^H = Líquidos en la Pérdida de queso caiseño molido
Q_5 = Queso semi maduro troceado (g)	Q_{11} = Queso semi maduro molido (g)
X_5^S = Sólidos en queso semi maduro troceado	X_{11}^S = Sólidos en el queso semi maduro molido
X_5^H = Líquidos en queso semi maduro troceado	X_{11}^H = Líquidos en el queso semi maduro molido
Q_6 = Queso caiseño troceado (g)	Q_{12} = Queso caiseño molido (g)
X_6^S = Sólidos en queso caiseño troceado	X_{12}^S = Sólidos en queso caiseño molido
X_6^H = Líquidos en queso caiseño troceado	X_{12}^H = Líquido en queso caiseño molido
Q_7 = Pérdida en el troceado queso semi maduro (g)	Q_{13} = Corrector de pH (g)
X_7^S = Sólidos en la pérdida en el troceado queso semi maduro	X_{13}^S = Sólidos en corrector de pH
X_7^H = Líquidos en la pérdida en el troceado queso semi maduro	X_{13}^H = Líquidos en el corrector de pH
Q_8 = Pérdida en el troceado queso caiseño (g)	Q_{14} = Carragenina (g)
X_8^S = Sólidos en la Pérdida en el troceado de queso caiseño	X_{14}^S = Sólidos en la carragenina
X_8^H = Líquidos en la Pérdida en el troceado de queso caiseño	X_{14}^H = Líquidos en la carragenina
Q_9 = Pérdida de queso semi maduro molido (g)	Q_{15} = Sorbato de potasio (g)
X_9^S = Sólidos en la Pérdida de queso semi maduro molido	X_{15}^S = Sólidos en el sorbato de potasio
	X_{15}^H = Líquidos en el sorbato de potasio
	Q_{16} = Agua (g)
	X_{16}^S = Sólidos en el agua
	X_{16}^H = Líquidos en el agua

Q_{17} = Sal fundente (g)	X_{21}^H = Sólidos en la mezcla homogenizada
X_{17}^S = Sólidos en la sal fundente	X_{21}^H = Líquido en mezcla homogenizada
X_{17}^H = Líquidos en la sal fundente	Q_{22} = Saborizante (g)
Q_{18} = Pérdida de vapor en la emulsión (g)	X_{22}^S = Sólidos en el saborizante
X_{18}^S = Sólidos en la Pérdida de vapor en la emulsión	X_{22}^H = Líquidos en el saborizante
X_{18}^H = Líquidos en la Pérdida de vapor en la emulsión	Q_{23} = Pérdida en el envasado (g)
Q_{19} = Mezcla emulsificada (g)	X_{23}^S = Sólidos en la Pérdida en el envasado
X_{19}^S = Sólidos en la mezcla emulsificada	X_{23}^H = Líquidos en la Pérdida en el envasado
X_{19}^H = Líquidos en la mezcla emulsificada	Q_{24} = Queso fundido para untar saborizado envasado (g)
Q_{20} = Pérdida en la homogenización (g)	X_{24}^S = Sólidos en el queso fundido para untar saborizado
X_{20}^S = Sólidos en la Pérdida emulsificada	X_{24}^H = Líquidos en el queso fundido para untar saborizado
X_{20}^H = Líquidos en la Pérdida emulsificada	
Q_{21} = Mezcla homogenizada (g)	

4.14.1 Balance de materia en el proceso de acondicionamiento

En la figura 4.58 se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de acondicionado del queso semi madurado de 30 días elaborado por la microempresa artesanal La Prodigiosa



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.58: Etapa de acondicionamiento

Balance de materia global en la etapa de acondicionamiento del queso semi maduro:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Balance de materia parcial, por componente sólidos soluble en la etapa de acondicionamiento del queso semi maduro:

$$Q_1 * X_1^S = Q_2 * X_2^S + Q_3 * X_3^S \quad \text{Ecuación 4.2}$$

$$713,60 * 0,51 = Q_2 * 0,51 + 638,24 * 0,51$$

$$\frac{713,60 * 0,51 - 638,24 * 0,51}{0,51} = Q_2$$

$$Q_2 = 61,38 \text{ g Corteza de queso fresco semi maduro}$$

Reemplazando en ecuación 4.1

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

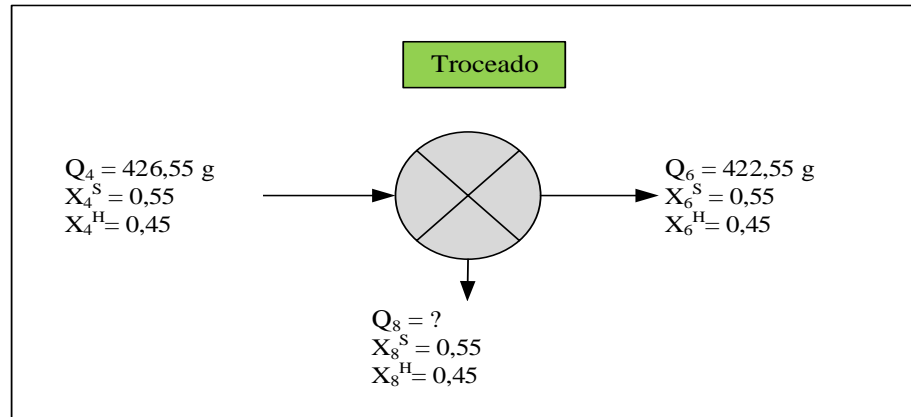
$$713,60 = 61,38 + Q_3$$

$$Q_3 = 713,60 - 61,38$$

$$Q_3 = 652,22 \text{ g}$$

4.14.2 Balance de materia en el proceso de troceado del queso caiseño

En la figura 4.59, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de troceado del queso caiseño.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.59: Etapa de troceado de queso caiseño

Balance de materia global en la etapa de troceado del queso caiseño:

$$Q_4 = Q_8 + Q_6 \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Balance de materia parcial, por componente sólidos soluble en la etapa de troceado:

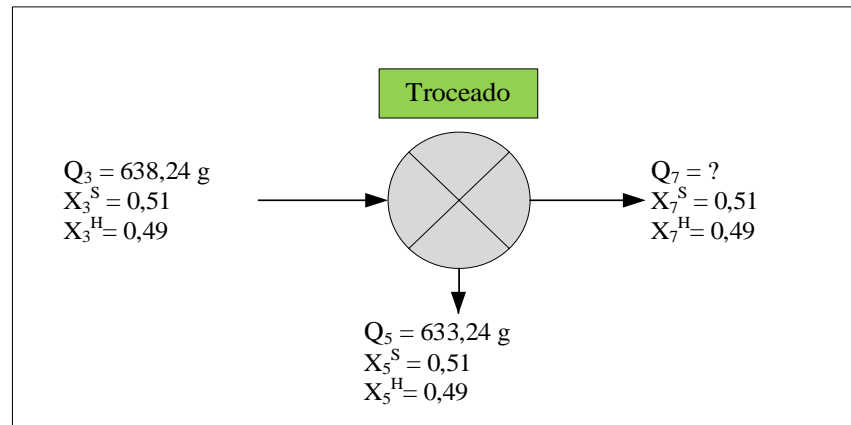
$$Q_4 * X_4^S = Q_8 * X_8^S + Q_6 * X_6^S \quad \text{Ecuación 4.4}$$

$$\frac{426,55 * 0,55 - 422,55 * 0,55}{0,55} = Q_8$$

$$Q_8 = 4 \text{ g Pérdida de queso caiseño en molienda}$$

4.14.3 Balance de materia en el proceso de troceado del queso fresco semi maduro

En la figura 4.60, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de troceado del queso fresco semi maduro.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.60: Etapa de troceado de queso fresco semi maduro

Balance de materia global en la etapa de troceado del queso fresco semi maduro:

$$Q_3 = Q_7 + Q_5 \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Balance de materia parcial, por componente sólidos solubles en la etapa de troceado:

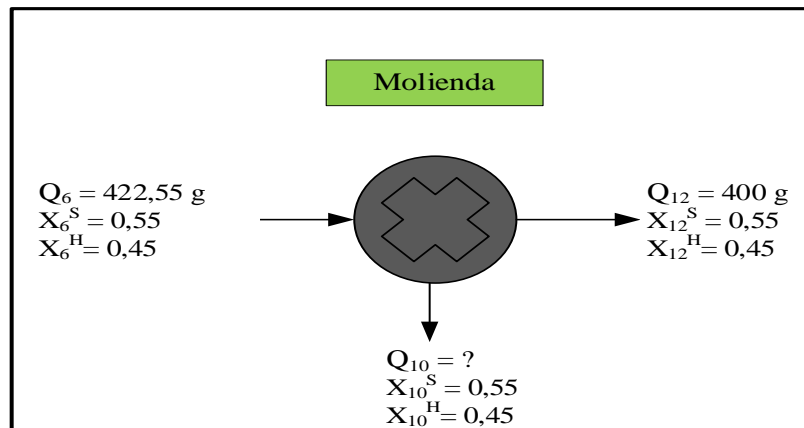
$$Q_3 * X_3^S = Q_7 * X_7^S + Q_5 * X_5^S \quad \text{Ecuación 4.6}$$

$$\frac{635,24 * 0,51 - 633,24 * 0,51}{0,51} = Q_7$$

$$Q_7 = 2 \text{ g Pérdida de queso caiseño en molienda}$$

4.14.4 Balance de materia en el proceso de molienda al queso caiseño

En la figura 4.61, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de molienda del queso semi madurado y queso caiseño.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.61: Etapa de molienda de queso caiseño

Balance de materia global en la etapa de molienda del queso caiseño:

$$Q_6 = Q_{10} + Q_{12} \quad \text{Ecuación 4.7}$$

Balance de materia parcial, por componente sólidos solubles en etapa de molienda:

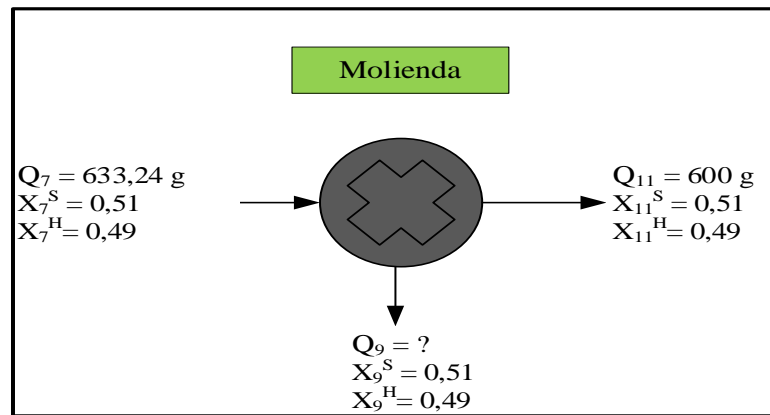
$$Q_6 * X_6^S = Q_{10} * X_{10}^S + Q_{12} * X_{12}^S \quad \text{Ecuación 4.8}$$

$$\frac{422,55 * 0,55 - 400 * 0,55}{0,55} = Q_{10}$$

$$Q_{10} = 22,55 \text{ g Pérdida de queso caiseño en molienda}$$

4.14.5 Balance de materia en el proceso de molienda del queso fresco semi maduro

En la figura 4.62, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de troceado del queso fresco semi maduro.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.62: Etapa de molienda de queso fresco semi maduro

Balance de materia global en la etapa de molienda del queso fresco semi maduro:

$$Q_7 = Q_9 + Q_{11} \quad \text{Ecuación 4.9}$$

Balance de materia parcial, por componente sólidos soluble en la etapa de troceado:

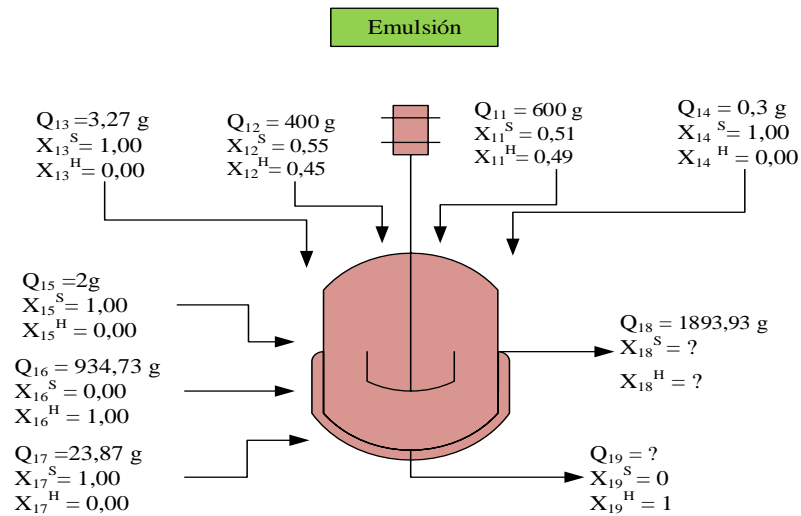
$$Q_7 * X_7^S = Q_9 * X_9^S + Q_{11} * X_{11}^S \quad \text{Ecuación 4.10}$$

$$\frac{633,24 * 0,51 - 600 * 0,51}{0,51} = Q_9$$

$$Q_9 = 33,24 \text{ g Pérdida de queso fresco semi maduro}$$

4.14.6 Balance de materia en el proceso de emulsión para el queso caiseño

En la figura 4.63, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de emulsión de la mezcla.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.63: Etapa de emulsificación

Balance de materia global en la etapa de emulsión de la mezcla:

$$Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} + Q_{15} + Q_{16} + Q_{17} = Q_{19} + Q_{18} \quad \text{Ecuación 4.11}$$

Balance parcial de materia para sólidos solubles en la etapa emulsión:

$$Q_{11} * X_{11}^S + Q_{12} * X_{12}^S + Q_{13} * X_{13}^S + Q_{14} * X_{14}^S + Q_{15} * X_{15}^S + Q_{16} * X_{16}^S + Q_{17} * X_{17}^S = Q_{18} * X_{18}^S + Q_{19} * X_{19}^S \quad \text{Ecuación 4.12}$$

$$X_{18}^S = \frac{Q_{11} * X_{11}^S + Q_{12} * X_{12}^S + Q_{13} * X_{13}^S + Q_{14} * X_{14}^S + \cancel{Q_{15} * X_{15}^S} + Q_{16} * X_{16}^S + Q_{17} * X_{17}^S - \cancel{Q_{19} * X_{19}^S}}{Q_{18}}$$

$$Q_{17} * X_{17}^S - \cancel{Q_{19} * X_{19}^S}$$

$$X_{18}^S = \frac{600 * 0,51 + 400 * 0,55 + 23,87 * 1 + 3,27 * 1 + 0,3 * 1 + 2 * 1}{1893,93}$$

$$X_{18}^S = 0,29 \text{ \% Sólidos en la mezcla emulsificada}$$

Balance de materia global en la etapa de emulsificación de la mezcla:

$$Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} + Q_{15} + Q_{16} + Q_{17} = Q_{19} + Q_{18} \quad \text{Ecuación 4.13}$$

$$Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} + Q_{15} + Q_{16} + Q_{17} - Q_{18} = Q_{19}$$

$$600 + 400 + 934,73 + 23,37 + 3,27 + 0,3 + 2 - 1893,93 = Q_{19}$$

$$Q_{19} = 69,74 \text{ Vapor de agua}$$

Balance parcial de materia para líquidos agua en la etapa emulsión:

$$Q_{11} * X_{11}^H + Q_{12} * X_{12}^H + Q_{13} * X_{13}^H + Q_{14} * X_{14}^H + Q_{15} * X_{15}^H + Q_{16} * X_{16}^H + Q_{17} * X_{17}^H = Q_{18} * X_{18}^H + Q_{19} * X_{19}^H \quad \text{Ecuación 4.14}$$

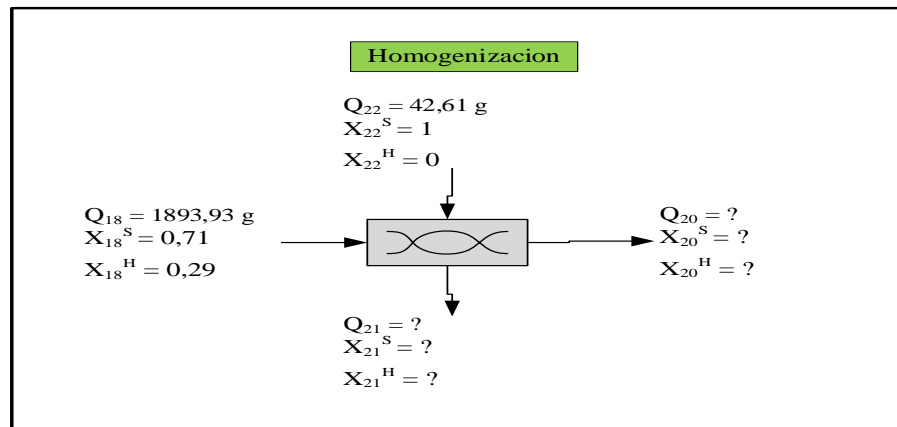
$$X_{18}^H = \frac{Q_{11} * X_{11}^H + Q_{12} * X_{12}^H + \cancel{Q_{13} * X_{13}^H} + \cancel{Q_{14} * X_{14}^H} + \cancel{Q_{15} * X_{15}^H} + Q_{16} * X_{16}^H + Q_{17} * X_{17}^H - \cancel{Q_{19} * X_{19}^H}}{Q_{18}}$$

$$X_{18}^S = \frac{600 * 0,49 + 400 * 0,45 + 934,73 * 1 + 69,74 * 1}{1893,93}$$

$$X_{18}^S = 0,71 \% \text{ Sólidos en la mezcla emulsificada}$$

4.14.7 Balance de materia en el proceso de homogenización

En la figura 4.64, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de homogenización de la mezcla.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.64: Etapa de homogenización

Balance de materia global en la etapa de homogenización de la mezcla de queso fundido saborizado:

$$Q_{18} + Q_{22} = Q_{20} + Q_{21} \quad \text{Ecuación 4.15}$$

Balance parcial de materia para sólido soluble en la etapa homogenización

$$Q_{18} * X_{18}^S + Q_{22} * X_{22}^S = Q_{20} * X_{20}^S + Q_{21} * X_{21}^S \quad \text{Ecuación 4.16}$$

$$1893,93 * 0,29 + 42,61 * 1 = 1904,32 * X_{21}^S$$

$$X_{21}^S = \frac{591,85}{1904,32}$$

$$X_{21}^S = 0,31 \text{ \% de sólidos mezcla homogenizada}$$

Reemplazando en la ecuación 4.15

$$Q_{18} + Q_{22} = Q_{20} + Q_{21}$$

$$1893,93 + 42,61 = Q_{20} + 1904,32$$

$$1893,93 + 42,61 - 1904,32 = Q_{20}$$

$$Q_{20} = 32,22 \text{ g pérdida de vapor en la homogenización}$$

Balance parcial de materia parcial para líquidos agua en la etapa homogenización

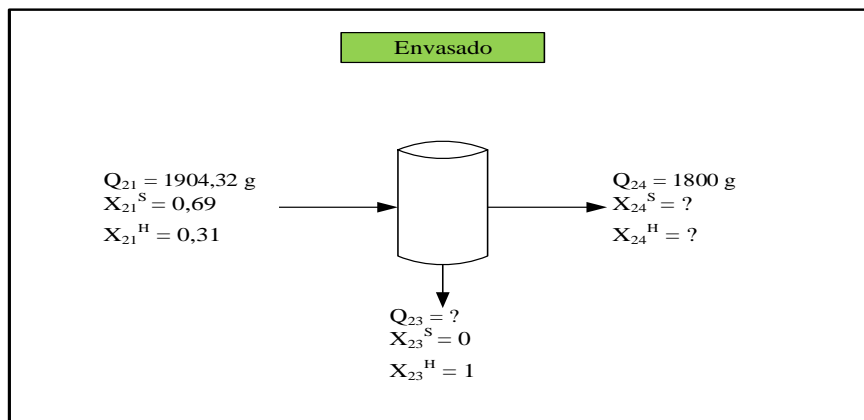
$$Q_{18} * X_{18}^H + Q_{22} * X_{22}^H = Q_{20} * X_{20}^H + Q_{21} * X_{21}^H \quad \text{Ecuación 4.17}$$

$$1893,93 * 0,71 - 32,22 * 1 = 1904,32 * X_{21}^S$$

$$X_{21}^S = 0,69 \text{ \% de líquidos mezcla homogenizada}$$

4.14.8 Balance de materia en el proceso de envasado

En la figura 4.65, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de envasado del queso fundido saborizado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.65: Etapa de envasado

Balance de materia global en la etapa de envasado del queso fundido saborizado:

$$Q_{21} = Q_{23} + Q_{24}$$

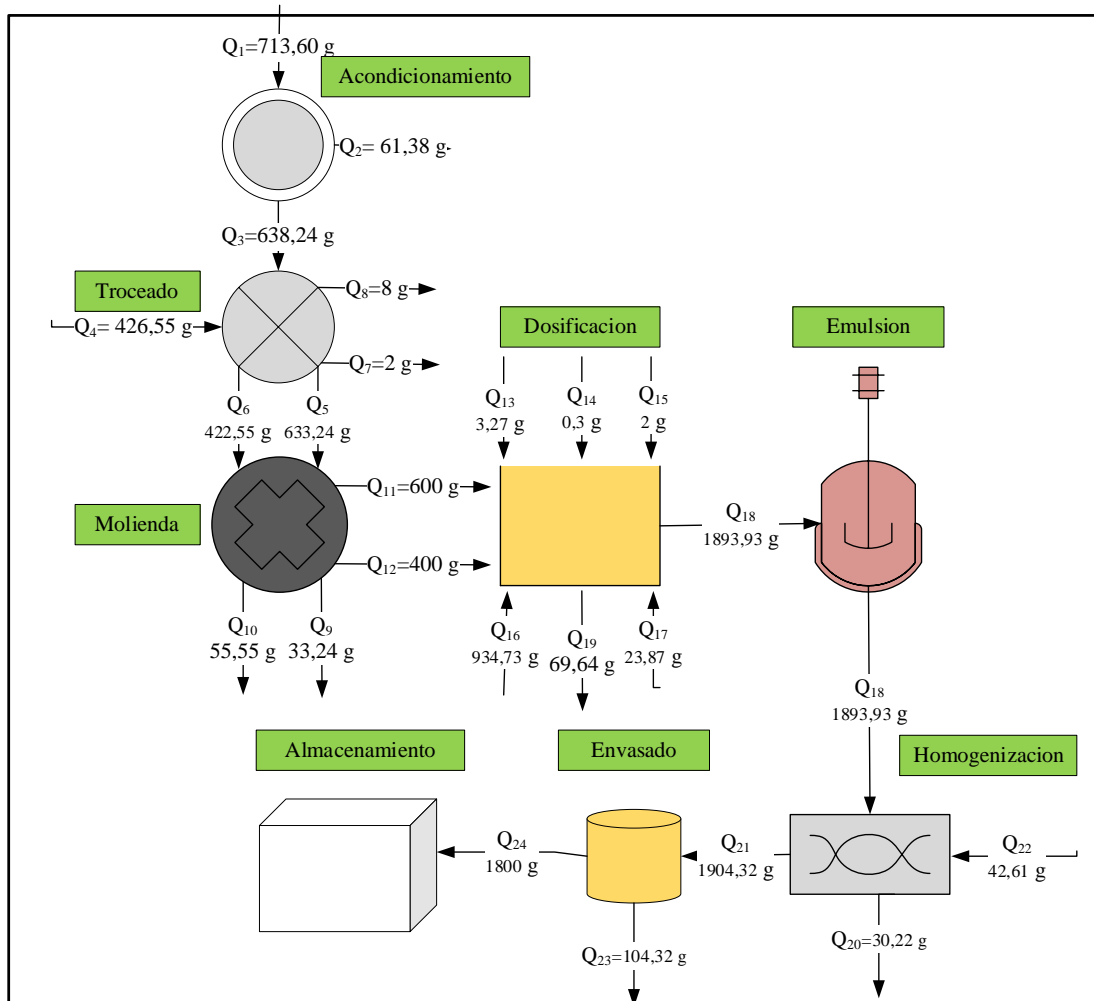
$$1904,32 - 1800 = Q_{23}$$

$$Q_{23} = 104,32 \text{ g de queso fundido saborizado}$$

Realizado el balance de materia para la elaboración de queso fundido saborizado 1800 g y a partir de este se logró envasar unidades de queso fundido saborizado 300g cada uno.

4.14.9 Resumen general del balance de materia para el proceso de elaboración de queso fundido saborizado

En la figura 4.66, se muestra el resumen de los resultados obtenidos del balance general de materia para la elaboración de queso fundido para untar saborizado



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.66: Resumen general

4.14.10 Balance de energía para la elaboración de queso fundido saborizado

Según (Lewis, 1993), se muestra la deducción del balance general de energía para procesos de transferencia de calor:

$$L_1(\cancel{C_1} + \cancel{P_1} + P_{v1}) + Q - L_2(\cancel{P_2} + \cancel{C_2} + \mu_2 + P_{v2}) = T + 2F \frac{d\theta v^4}{d\theta}$$

$$L_1(\mu_1 + P_{v1}) + Q = L_2(\mu_2 + P_{v2}) = 0$$

$$L_1(H_1) + Q - L_2(H_2) = 0$$

$$\cancel{L_1(H_1 - H_2)} = \cancel{Q}$$

$$aQ = L_1 \Delta H$$

$$\Delta H = C_p \Delta H$$

$$Q = L_1 C_p \Delta H \quad \text{Ecuación 4.18}$$

Según (Lewis, 1993), el principio de conservación de la energía está dado por:

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

$$- Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

$$- \sum Q_{cedido} = \sum Q_{ganado}$$

$$Q_T = Q_{cedido} + Q_{ganado} \quad \text{Ecuación 4.19}$$

Para calcular el calor latente en los cambios de fase según (Lewis, 1993) es:

$$Q_1 = \Delta H L = L * \lambda \quad \text{Ecuación 4.20}$$

Para el cálculo del balance de energía en las diferentes etapas de la elaboración de queso fundido para untar saborizado, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Según (Lewis, 1993), manifiesta que: si se conoce la composición fisicoquímica del alimento se puede utilizar para calcular las capacidades caloríficas, como se detalla en la ecuación 4.15, de la tal forma en el presente trabajo se determinó el C_p de del queso fundido para untar saborizado:

$$C_p = X_w C_w + X_c C_c + X_p C_p + X_a C_a + X_f C_f \quad \text{Ecuación 4.21}$$

Donde:

X_w = Fracción en peso del agua

X_c = Fracción en peso de carbohidratos

X_p = Fracción en peso de proteína

X_f = Fracción en peso de grasa

X_a = Fracción en peso de cenizas

Las capacidades caloríficas en función a la composición fisicoquímica de los alimentos se detallan en la tabla 4.54.

Tabla 4.54

Capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos

Calor específico	Valor 1 KJ/Kg°C	Valor 2 KJ/Kg°C
C_w (agua)	4,18	4,18
C_c (carbohidratos)	1,40	1,22
C_p (proteína)	1,60	1,90
C_f (grasa)	1,70	1,90
C_a (ceniza)	0,80	-

Fuente: Lewis, 1993

En la tabla 4.55, se observa los resultados de la composición fisicoquímica del queso fundido para untar saborizado de datos extraídos de Anexo A.

Tabla 4.55

Resultados de la composición fisicoquímica del queso fundido saborizado

Composición	Unidad	Valor
Cenizas	%	4,61
Materia grasa	%	13,50
Hidratos de carbono	%	4,60
Humedad	%	66,54
Proteína total	%	11,19

Fuente: CEANID, 2021

Para la determinación del calor específico de la frutilla C_p , se tomó en cuenta la ecuación 4.15, citado por (Lewis, 1993):

Según el S.I (Sistema Internacional de Unidades) el valor de 1 KJ = 0,23884 Kcal mencionado por (Marques & Marcal, 1991).

$$Cp_M = X_W C_W + X_S C_S \quad (\text{Ecuación 4.22})$$

Donde

X_W = Fracción en peso del agua

C_W = Capacidad calorífica

X_S = Fracción de sólidos en peso de la leche

C_S = Capacidad calorífica de la leche

Calculando el Cp_M utilizando la ecuación 4.22

$$Cp = X_W C_W + X_C C_C + X_p C_P + X_F C_F + X_A C_A$$

$$Cp = 0,9074 * 0,6654 + 0,0738 * 0,0416 + 0,0071 * 6,1119 + 0,0010 * 6,135 + 0,0007 * 0,0461$$

$Cp = 0,60$ Kcal/Kg°C calor específico del queso fundido para untar saborizado.

En la tabla 4.56, se puede observar la capacidad calorífica del agua, del acero inoxidable y aluminio.

Tabla 4.56

Capacidad calorífica del agua, acero inoxidable y aluminio

Capacidad calorífica	Unidad	Valor
Aluminio	Kcal/Kg°C	0,22
Acero inoxidable	Kcal/Kg°C	0,12
Agua	Kcal/Kg°C	1,00

Fuente: Díaz et al., 2006

En la tabla 4.57, se puede observar las entalpías de vaporización en función a la temperatura para el agua saturada

Tabla 4.57

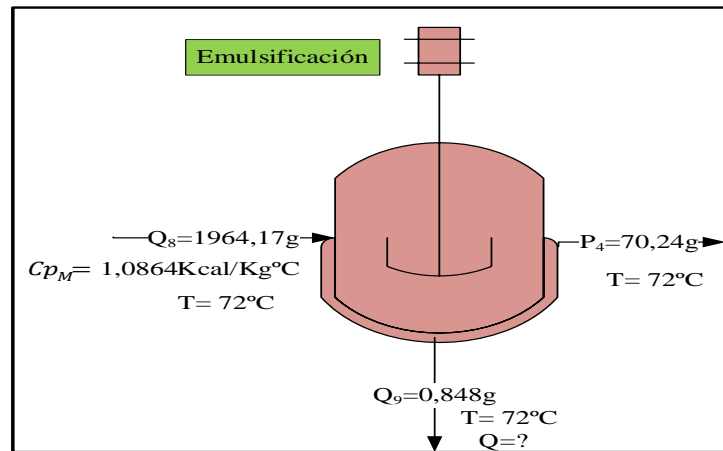
Entalpias de vaporización del agua saturada

Temperatura (°C)	Unidad	Entalpia de vaporización
64,6	Kcal/Kg	560,5
68,7	Kcal/Kg	558,1
75,4	Kcal/Kg	554,1

Fuente: UTN, 2021

4.14.11 Balance de energía en la etapa de emulsificación del queso fundido para untar saborizado

En la figura 4,67, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de emulsificación del queso fundido para untar saborizado.



Fuente: elaboración propia

Figura 4.67: Etapa de emulsificación

El cálculo del calor requerido para calentar la olla se tomó en cuenta la ecuación 4.17:

Datos:

$$m_{olla} = 0,848 \text{Kg}$$

$$Q = m_{olla} * C_{p_{olla}} * (T_f - T_i)$$

Ecuación 4.23

$$Q = 0,848 \text{ Kg} * 0,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (72-20)^\circ\text{C} = 5,30 \text{ Kcal}$$

Para la determinación del calor requerido para calentar la mezcla, se tomó en cuenta la ecuación 4.18:

$$Q = m_M * C_{pM} * (T_f - T_i) + m_A * \lambda_v \quad \text{Ecuación 4.24}$$

$$Q_M = 1964,17 \text{ Kg} * 0,60 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (72-20)^\circ\text{C} + 70,24 \text{ Kg} * 628,13 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} = 105401,96 \text{ Kcal}$$

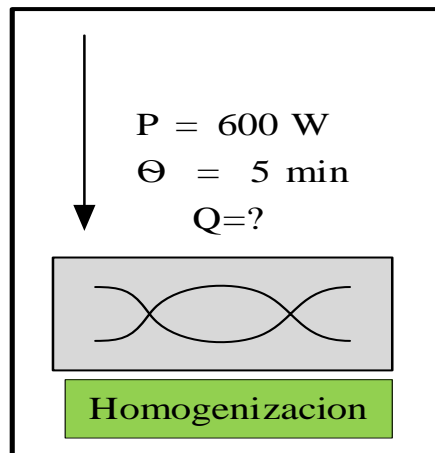
Para la determinación del requerimiento total de calor se tomó en cuenta la ecuación

$$Q_T = Q_{olla} + Q_M \quad \text{Ecuación 4.25}$$

$$Q_T = 5,30 \text{ Kcal} + 105401,96 \text{ Kcal} = 105407,25 \text{ Kcal}$$

4.14.12 Balance de energía en la etapa homogenización:

En la figura 4.68, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de homogenización.



Fuente: elaboración propia

Figura 4.68: Etapa de homogenización

Para la etapa de homogenización se utilizó una licuadora con una potencia de 600 W por un tiempo 5 minutos tiempo que dura la homogenización

$$P = \frac{\text{Energia (E)}}{\text{Tiempo } (\theta)} \quad \text{Ecuación 4.26}$$

Para la determinación de la energía eléctrica requerida se tomó en cuenta la ecuación 4.25, despejando E se obtiene:

Según (Rodríguez, 2016), la ecuación para determinar la energía eléctrica es la siguiente:

$$E = P * \Theta$$

$$E = 600W * \frac{1 \text{ kcal/h}}{1,163 \text{ W}} * 0,33 \text{ hrs}$$

$$E = 171,97 \text{ Kcal}$$

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo la destilación al vacío durante un tiempo de 20 minutos es de 171,97 Kcal.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones y recomendaciones

- En base al análisis fisicoquímico en el queso fresco semi maduro elaborado por la microempresa artesanal La Prodigiosa contiene: 1,13 % acidez (ácido láctico), cenizas 2,93 %, cloruro de sodio 2,11, fibra 0,00, materia grasa 15,24 %, hidratos de carbono 9,01 %, humedad 51,34 %, proteína total (Nx6,38) 21,48 %, rancidez negativa, sólidos no grasos 33,42 % y valor energético 259,12 kcal/100g. En base al análisis microbiológico del queso fresco semi maduro presenta coliformes fecales de $< 1,0 \times 10^1$ (*) indicando que no se observó desarrollo de colonias UFC/ml, Coliformes totales $8,0 \times 10^2$ UFC/ml; mohos y levaduras con $5,3 \times 10^2$ UFC/ml.
- En base al análisis fisicoquímico en el queso caiseño contiene: 0,70 % de acidez (ácido láctico), cenizas 4,76 %, cloruro de sodio 2,63, materia grasa 30,00 %, hidratos de carbono 2,06 %, humedad 44,95 %, proteína total (Nx6,38) 18,23 %, pH (20°C) 5,50, sólidos no grasos 25,05 % y valor energético 351,16 kcal/100g, En base al análisis microbiológico del queso caiseño presenta coliformes fecales $5,6 \times 10^3$ UFC/ml, Coliformes totales $1,7 \times 10^4$ UFC/ml; mohos y levaduras con $9,1 \times 10^3$ UFC/ml.
- Realizado la evaluación sensorial para selección de prueba preliminar para la elaboración de queso fundido neutro, tomando muestras con distintos tiempos de maduración del queso fresco, diferencia en el porcentaje de sal fundente donde (F09 y F10) fueron muestras elegidas en función de las medianas: sabor 4,00 (F09), acidez 4,00 (F09), textura 4,00 (F09), aroma 4,00 (F10) y color 4,00 (F09) se tomó en cuenta F09 como muestra elegida de las pruebas preliminares.
- Realizado la evaluación sensorial para muestras patrón de queso fundido neutro, donde de cuatro muestras (P01, P02, P03 y P04) de diferentes marcas donde existe diferencia significativa entre los atributos (sabor, olor, textura y aroma). Sin embargo, no existe diferencia significativa en el color para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$. Así mismo en función de las medianas de la evaluación sensorial se tomó

en cuenta la muestra P01 para atributo sabor y P04 para atributo viscosidad e untabilidad como muestra elegida de las pruebas preliminares.

- Realizadas las evaluaciones sensoriales para obtener la muestra inicial de queso fundido neutro, se elaboró muestras con diferentes cantidades de sal fundente agua y queso fresco semi maduro, queso caiseño mediante evaluación sensorial de muestras con diferentes dosificaciones de corrector de pH y carragenina donde se eligieron dos muestras (P10, y P12) de acuerdo a las especificaciones de la norma (FAO, 1964), donde de las muestras (P12), después de la evaluación sensorial y las medianas fue elegida como muestra ideal para el queso fundido neutro.
- Aplicado el diseño experimental en la etapa de dosificación para la elaboración de queso fundido neutro, se puede establecer que las variables; porcentaje de sal fundente (A), porcentaje de agua (B) y porcentaje de queso fresco semi maduro de la microempresa artesanal La Prodigiosay queso caiseño (C), existe evidencia estadística significativa debido que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada.
- Realizado la evaluación del diseño experimental de la muestra elegida nivel inferior (QF2) y nivel superior (QF6) y la muestra ideal (P12) donde el análisis estadístico de varianza existe diferencia significativa entre los atributos (sabor, untabilidad, textura y viscosidad) Sin embargo, no existe diferencia significativa en la acidez para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$. Así mismo en función de acuerdo a la preferencia de los jueces y las medianas de la evaluación sensorial se tomó en cuenta la muestra QF6.
- Efectuando el análisis fisicoquímico y microbiológico del queso fundido neutro: acidez 0,66 % ceniza 4,02 %, cloruro de sodio 2,8 %, grasa 12,50 %, hidratos de carbono 4,10 %, humedad 68,30 %, proteína total (Nx6,38) 11,08 %, pH 6,34, solidos no grasos 19,65 % y valor energético 173,22 Kcal/100 g. Análisis

microbiológico: coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g, mohos y levaduras $< 1,0 \times 10^3$ (*) UFC/g y coliformes fecales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g indicando que no se observó desarrollo de colonias (*).

- Realizado la evaluación sensorial para la saborización del queso fundido untar se tomaron en cuenta cuatro muestras (QFC, QFT, QFJ y QFS) con diferentes saborizantes, las cuales después de una evaluación sensorial se bajó la cantidad de saborizante en las muestras (QFC, QFT) y aumentado la cantidad de saborizante (QFJ y QFS), tomando en cuenta la preferencia de los jueces y en función de la mediana las muestras más preferidas son (QFC, QFJ y QFS) por presentar mejor sabor.
- Efectuando el análisis fisicoquímico y microbiológico del queso fundido saborizado: acidez 0,65 % ceniza 4,61 %, cloruro de sodio 2,52 %, grasa 13,50 %, hidratos de carbono 4,16 %, humedad 66,54 %, proteína total (Nx6,38) 11,19 %, pH 6,35, solidos no grasos 19,96% y valor energético 182,90 Kcal/100 g. Análisis microbiológico: coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g, mohos y levaduras $9,0 \times 10^1$ (*) UFC/g y coliformes fecales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g indicando que no se observó desarrollo de colonias (*).
- Realizado el balance de materia y energía se evidencio que a partir de 600,00 g de queso fresco semi maduro elaborado por la microempresa artesanal La prodigiosa y 400g queso caiseño para la elaboración de queso fundido para untar saborizado se obtuvo 1800g de queso fundido para untar saborizado. Así mismo, para el proceso de emulsificación el calor requerido es de 103215,75 Kcal y para determinar cantidad de electricidad utilizada para llevar a cabo la homogenización del queso fundido para untar saborizado se requiere 171,97 Kcal.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la micro empresa artesanal La Prodigiosa la implementación de acuerdo a los parámetros experimentales del presente trabajo de este tipo de proceso utilizar queso con una maduración de 30 días e incorporar queso caiseño en la formulación, con la finalidad la mejorar la consistencia y el sabor de acuerdo a los parámetros experimentales del presente trabajo.
- Se recomienda a la microempresa artesanal La Prodigiosa implemente este tipo de proceso de queso fundido saborizado; con la finalidad de diversificar la producción y mejorar sus ingresos.
- Se recomienda la readecuación del proceso de elaboración de queso fresco e incorporar la línea de queso fundido saborizado con la finalidad de desarrollar el producto en sus tres sabores (cheddar, jamón y salame).