

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La producción de jamones y quesos, es una actividad relativamente nueva y con interesantes perspectivas, fomentada por las ferias y festivales de degustación. El inmediato éxito y aceptación alcanzados, como así también, la demanda creciente que se ha generado en las ciudades de Tarija, Santa Cruz, La Paz y Cochabamba, permite visualizar un futuro promisorio para estos productos. (PDM, 2014)

Los quesos que se comercializan en el mercado son los quesos regionales, como el chaqueño, menonita y quesos provenientes de industrias queseras en volumen industrial elaborados por el grupo PIL o los quesos San Javier. En el caso de los quesos maduros, recién, desde mediados de los 90, existe una oferta en Bolivia con la apertura de emprendimientos artesanales y semi artesanales. (NUEVA ECONOMIA, 2010)

Para el volumen de producción en el caso de quesos se identifican a cinco empresas productoras representativas en el país, como se puede apreciar, en los años 2009 y 2010. En el año 2010, Pil Andina registra el 70% de la producción, seguida por Productos Maya con el 18%, Flor de Leche 6%, Pil Tarija 5% y Pil Chuquisaca con el 1%. (AEMP, 2011)

Según un estudio de mercado realizado por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Empresas (AEMP), en cuanto a la producción de queso, este producto llega a los 1,86 millones de Kg anuales en el país (AEMP, 2016).

En Tarija existe una sobreproducción de leche y cada vez se reduce la demanda de la población. Es así que los campesinos se quedan con el producto y tienen que darle otra finalidad para que no se desperdicie, pero en muchos casos eso es inevitable por las grandes cantidades de materia prima que se queda. (Escalante, 2016)

Así mismo, a nivel artesanal existen diferentes tipos y variedades de quesos; como son: chaqueño, charagueño, rosaleño, etc. Que en realidad la mayoría de los casos son comercializados en el mercado local y que carecen de promoción de nuevos derivados de queso para el consumo local.

1.2 Justificación

- El queso es un derivado lácteo que posee un alto contenido de proteínas y minerales esenciales para el organismo humano; especialmente porque, es una de las principales fuentes de calcio, un mineral fundamental para la salud de los huesos y de los dientes, por lo que se desea elaborar este queso tipo Scamorza; con el fin de que pueda ser incorporado en los desayunos escolares.
- Se pretende elaborar este tipo de queso ya que el mismo posee características especiales como ser: forma atractiva que pueden ser ofertables para el consumidor en el mercado local y así promover su elaboración que es especial por su forma de pera, su sabor suavemente ácido a dulce y su capacidad de fundido, pudiendo ser utilizado en platos gourmet o en pizzas. Al mismo tiempo que se le proporciona al consumidor un producto de buena calidad que le aporte proteínas de alto valor biológico que ayudan a que el organismo humano funcione correctamente.
- El queso tipo scamorza pertenece a los quesos de pasta hilada, es magro y semi-maduro, lo que lo hace de fácil digestión por su bajo contenido en lactosa además que es ideal para una dieta baja en calorías por su bajo contenido en grasas.
- Con el presente trabajo se busca coadyuvar y aprovechar la sobre producción de leche en la provincia Cercado, la transformación en queso, permitirá a mejorar el valor agregado del sector lechero y aprovechar la materia prima abundante.

1.3 Objetivos

Este trabajo muestra los siguientes objetivos a ser desarrollados:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar queso tipo scamorza de pasta hilada, mediante el proceso de fermentación láctica con la finalidad de obtener un queso de calidad nutricional para la provincia Cercado.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la leche.
- Realizar una variación de insumos para la elaboración de queso tipo Scamorza.
- Realizar un diseño factorial 2^3 en el proceso de elaboración con el propósito de identificar las variables específicas que afectan en dicho proceso.
- Valorar las características organolépticas en el producto final
- Determinar la muestra de referencia para queso de pasta hilada tipo Scamorza y realizar una comparación de atributos
- Realizar el análisis, fisicoquímico y microbiológico del producto final, con el propósito de conocer su composición y así establecer su calidad nutricional.
- Realizar el balance de materia y energía en el proceso de elaboración de queso de pasta hilada tipo scamorza para conocer su rendimiento.

1.4 Variable independiente y dependiente

Variable independiente: proceso de fermentación láctica

Variable dependiente: queso de pasta hilada tipo Scamorza

1.5 Planteamiento del problema

En el departamento de Tarija existe sobre producción de leche, por lo que se busca una alternativa mediante el proceso de fermentación láctica, respecto a los quesos ya conocidos de la región; chaqueño, charagueño y rosaleño. En el departamento no se tiene información acerca de este tipo de queso, por lo tanto, no existe este tipo de producto por ofertar en el mercado local, siendo una oportunidad de introducir esta variedad de queso con un valor agregado; ya que presenta una mayor vida de anaquel y puede ser utilizado en platos de tipo gourmet.

Cabe resaltar el valor nutricional del queso de pasta hilada tipo Scamorza, que presenta un importante aporte de calcio y proteínas para el desarrollo y buen funcionamiento del

organismo; en comparación a otras variedades de queso, además de un bajo contenido en grasas, no se puede aprovechar de su diferencia de entre otras variedades para diversificar el consumo del mismo.

1.6 Formulación del problema

¿Qué proceso de fermentación láctica será aplicado en la elaboración de queso tipo scamorza de pasta hilada para obtener un queso de calidad nutricional para la provincia Cercado?

1.7 Hipótesis

El proceso de fermentación láctica a ser aplicado para la elaboración de queso tipo scamorza de pasta hilada permitirá obtener un producto de calidad nutricional para la provincia Cercado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del queso scamorza

La Scamorza es un queso de leche de vaca típico de la cocina italiana. Se puede elaborar de otras leches de animales, pero es menos común. La scamorza surge de la fermentación de la cuajada y después se realiza un proceso en el que la cuajada se hila en agua caliente, lo que confiere una estructura fibrosa y con las propiedades de fundido y elasticidad característica. (EcuRed, 2019)

La Scamorza blanca y ahumada se produce principalmente en el sur de Italia, en particular en Campania, Basilicata y Puglia. La superficie de la Scamorza blanca es lisa, fina y de color blanco marfil, la pasta es compacta y elástica. El sabor es delicado y dulce. La etimología de la palabra scamorza parece estar ligada al hábito de cortar el queso en el momento de su elaboración. El quesero parte la masa con las manos dándole la característica forma esférica con un estrechamiento en la parte superior. Generalmente el tamaño del queso alcanza unos 300 gramos. (Frattari, 2013)

2.2 Definición de queso en general

Según la norma general del Codex (CODEX STAN 283-1978) para el queso, se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante; coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche desnatada/descremada, leche parcialmente desnatada/descremada, nata (crema), nata (crema) de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los materiales lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso. (FAO & OMS, 2011)

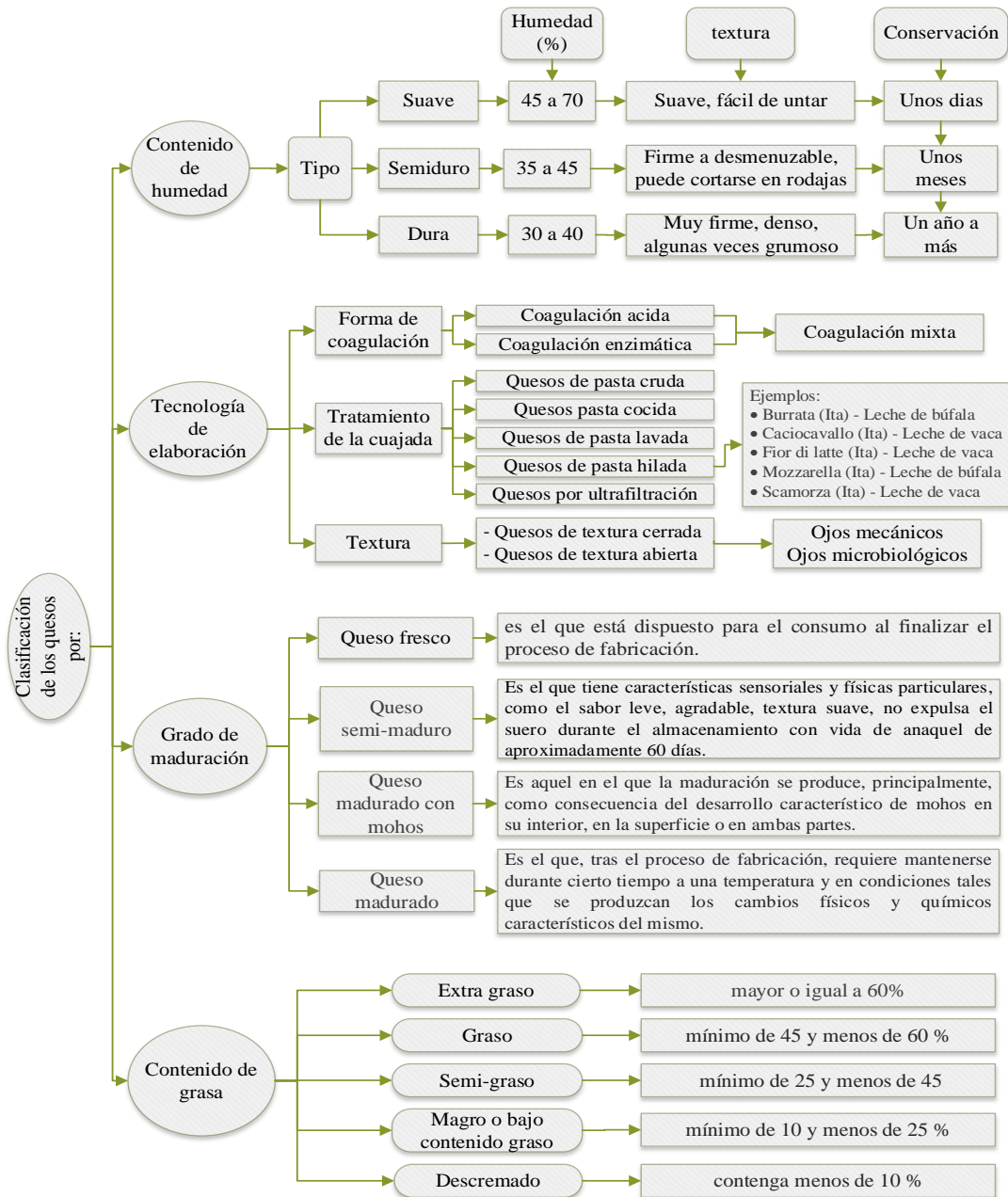
2.2.1 Definición de queso semi-maduro

Se entiende por queso sometido a maduración, el queso que no está listo para el consumo inmediato poco después de la fabricación, sino que debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en unas condiciones tales que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso en cuestión. (FAO & OMS, 2011)

2.2.2 Clasificación de los quesos

El queso es un alimento concentrado que contiene prácticamente todos los nutrientes esenciales presentes en la leche cruda. Puede ser fresco o haber pasado por un proceso de maduración. Para elaborarlo se coagula la leche y se retira el suero. La coagulación puede llevarse a cabo por diversos métodos. De estos, el más común es añadir la cuajada, una enzima natural que se encuentra en el cuarto estomago de un rumiante. En algunos casos, la leche se coagula agregándole un ácido, como el vinagre o los extractos de enzimas vegetales. Las características finales del queso dependen, en gran medida del tipo particular de coagulante utilizado. Existe más de un millar de variedades de quesos en el mundo, y no se cuenta con un método exclusivo de clasificación. Las clasificaciones propuestas toman como base sus diversas características y propiedades, tales como su contenido de humedad, grasa, el tipo de leche utilizado o el método de coagulación. (Artica, 2014)

En la figura 2.1 se resume uno de los métodos más simples comúnmente empleados, y que tiene como base el contenido de humedad, maduración y contenido de grasa.



Fuente: (Artica, 2014)

Figura 2.1: Clasificación de los quesos

El queso scamorza, en la clasificación de los quesos, se encuentra entre los semi-maduros, de textura semi-dura, bajo contenido graso a magro, de pasta hilada, elaborado con leche de vaca, cuya forma de coagulación es enzimática.

2.3 Quesos de pasta hilada

Son quesos semielaborados que después se sumergen en suero o agua caliente para que se pierdan sus minerales y tomen textura elástica. Luego, esta masa se calienta a temperaturas que rondan los 80 °C, se amasa y se estira (hilado) para que tome textura y más tarde, forma. (Battro, 2010)

2.3.1 Queso Scamorza

La Scamorza se cuelga como los quesos caciocavalli y en vez de tener la cabeza como éstos, se dejan sin terminación precisa o bien se hacen varias terminaciones; unas parecidas a la cresta de los gallos, otras a tres o cuatro dedos, etc. Su peso puede ser de 150 a 350 gramos. Pueden ser consumidas entre (14 a 20) días de ser elaboradas. Se preparan para comerlas de varias maneras, y una de las más conocidas, es sobre la brasa. De acuerdo a los análisis por De Caro y Pannain la composición química (Minut, 1951), se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Composición del queso Scamorza

Composición	Unidad	Valor
Agua	%	44,50
Materia grasa	%	25,80
Materia proteica	%	26,60
Lactosa	%	1,80
Cloruro de sodio	%	0,30
Substancias minerales	%	4,46

Fuente: Minut, 1951

El queso scamorza es uno de los productos más afamados de la cocina italiana, elaborado a partir de leche de vaca, aunque es cierto que existen algunas variedades que se crean a partir de otros tipos de leche. En muchas ocasiones, se confunde con la mozzarella por la cantidad de elementos comunes que comparten. (QUESOADICTOS, 2020)

2.4 Interés nutricional de los quesos

El queso aporta principalmente proteínas, grasas y calcio. Estos provienen de la leche, que, al perder el agua, produce la concentración de sus nutrientes. Cabe destacar el importante contenido en sodio o sal y colesterol, por tanto, el contenido en nutrientes es tanto mayor cuanto más maduro, seco o consistente es el queso, al igual que su energía será mayor cuanto más curado sea este. (Villajos, 2016)

El valor nutricional del queso depende principalmente del tipo de leche utilizada, aunque los quesos más comunes se elaboran con leche de vaca, cabra y oveja, existen quesos elaborados con leche de yegua, reno, yak, camella y búfala y del procedimiento de elaboración y maduración, el queso resultante puede ser más graso o menos, contener diferentes nutrientes o mayor cantidad de ellos. (Villajos, 2016)

2.5 Materia prima para la elaboración de queso tipo Scamorza

La materia prima utilizada en la elaboración de queso tipo Scamorza se muestra a continuación:

2.5.1 Leche

La materia principal para la elaboración del queso es la leche proveniente de diferentes mamíferos como la vaca, cabra, oveja y búfala, pero la más importante por su composición química, física, y nutricional, es la leche de vaca, para la elaboración de queso principalmente. (Illera, 2005)

Según el Codex Alimentarius, Leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior. (FAO & OMS, 2011)

En nuestro país, el instituto Boliviano de Normas de Calidad en su Norma Boliviana 33013 (IBNORCA NB-33013, 2004) define a la leche cruda como de la siguiente manera:

“La leche es un líquido limpio y fresca, producto del ordeño higiénico, obtenido de la segregación de las glándulas mamarias de vacas sanas, exenta de calostro y sustancias neutralizantes, conservantes y libre de inhibidores. Sin ningún tipo de adición y extracción. Leche que no ha sido sometida a ningún tratamiento (Arano, 2010)

2.5.1.1 Composición química de la leche

La composición química de la leche presenta variaciones que dependen de la especie y raza del ganado, el área geográfica donde esté establecida la producción de la leche, la alimentación que se suministre al hato y la capacidad de mantenerlo sano y con bienestar; las condiciones de higiene y temperatura antes, durante y después del ordeño; el acceso a capacitación y adiestramiento de los recursos humanos involucrados y el acceso a la tecnología para efectuar esta producción de manera competitiva, entre otros. En la tabla 2.2, se muestra las propiedades físicas y químicas de los componentes de la leche. (CANILEC, 2011)

Tabla 2.2

Composición de la leche

Leche	Unidad	Valor
Materia grasa	g/litro	35,0
Lactosa	g/litro	49,0
Caseína	g/litro	27,0
Albúmina + globulina	g/litro	1,5
a-lactoalbúmina + P-lactoglobulina	g/litro	4,0
Ácido cítrico	g/litro	2,0
Cloruros	g/litro	1,6
Fosfatos (enP ₂ O ₃ A)	g/litro	2,5

Fuente: Charles Alais, 1988

2.5.1.2 Análisis microbiológico y contaminantes de la leche

Además de la composición química de la leche, es muy importante analizar las condiciones microbiológicas y la detección de contaminantes, antibióticos o cualquier materia extraña que pudiera afectar su consumo tanto por una persona como por la industria de su transformación por ello, la autoridad sanitaria mexicana ha establecido especificaciones microbiológicas que debe cumplir la leche; los límites para cada una

de estas especificaciones se encuentran en la NOM-184-SSA1-2002. A continuación, se mencionan los análisis a los que deben ser sometidos la leche y lácteos según su proceso industrial. (CANILEC, 2011)

a) Productos sometidos a pasteurización:

- Organismos coliformes totales en planta.
- Organismos coliformes totales en punto de venta.
- *Salmonella spp.*
- *Staphylococcus aureus.*
- *Listeria monocytogenes.*

2.5.1.3 Propiedades fisicoquímicas de la leche

IBNORCA en su norma NB 33013 (2004) establece que la leche debe poseer las siguientes características:

Tabla 2.3

Características físico-químicas de la leche

Leche cruda	Unidad	Rango
Densidad a 20 °C en	gr/cm ³	1,028 - 1,034
Acidez titulable (ácido láctico)	-	0,150 - 0,180
pH	-	6,600 - 6.800
Proteínas mínimo	%	3,000
Materia grasa mínimo	%	2,600
Lactosa	%	4,500
Cenizas	%	0,700
Solidos Totales	%	10,800

Fuente: (Arano, 2010)

2.5.1.3.1 Densidad

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1,028 a 1,034 g/cm³ a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es de 0,0002 g/cm¹ por cada grado de temperatura. Este componente varía entre los valores dados según sea la composición

de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes que son los siguientes:

Tabla 2.4

Densidad de los componentes de la leche

Componentes	Unidad	Densidad
Agua	g/cm^3	1,000
Grasa	g/cm^3	0,931
Proteína	g/cm^3	1,346
Lactosa	g/cm^3	1,666
Minerales	g/cm^3	5,500

Fuente: (Arano, 2010),

2.5.1.3.2 Acidez

La descomposición de la lactosa en la leche es el resultado de la acción microbiana. El ácido láctico, producido a partir de la lactosa, aumenta la acidez valorable, dando un sabor y olor ácidos debilitando la estabilidad coloidal de la leche fermentándola por acción anaeróbica, a causa de las levaduras llegan a transformar la lactosa en alcohol y dióxido de carbono. (Arano, 2010)

2.5.1.3.3 pH

La leche de vaca presenta un pH comprendido entre 6.6 y 6.8, siendo la acidez total debida a una suma de tres reacciones fundamentales y a una cuarta de carácter eventual. Estas son:

- Acidez proveniente de la caseína
- Acidez debida a las sustancias minerales y a la presencia de ácidos orgánicos.
- Reacciones secundarias debidas a los fosfatos presentes en la leche.
- “Acidez desarrollada”, debida al ácido láctico y a otros ácidos precedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en proceso de alteración.

Las tres primeras representan la “acidez natural” de la leche. La cuarta puede existir debido a condiciones higiénico-sanitarias no adecuadas.

2.5.1.3.4 Proteína

Las proteínas existentes en la leche son relativamente pequeñas y una proteína dada se compone siempre de la misma cantidad de aminoácidos dispuestos en la misma secuencia. Además, es uno de los componentes mayores y completos de la leche, constituida por el 95% de materias nitrogenadas de la leche y el otro 5% por materias no nitrogenadas. (Arano, 2010)

2.5.1.3.5 Grasa

La diferencia es excesiva, puesto que la relación entre el porcentaje de materia grasa y el de los otros elementos no es estrecha, sobre todo lo que se refiere a las materias nitrogenadas. La grasa y las vitaminas solubles en grasa en la de este componente se encuentra en forma de emulsión, esto es una suspensión de pequeños glóbulos líquidos que no se mezclan con el agua de la leche (Arano, 2010).

2.5.1.3.6 Sólidos totales

Se ven influenciados por diferentes factores tanto externos como interno, la alimentación tiene también una importante influencia sobre el contenido de los sólidos, en general la producción de leche tiende a aumentar en verano y disminuir en invierno y en forma inversa. (Arano, 2010)

2.5.1.3.7 Cenizas

En la leche de vaca pueden encontrarse de 7 a 8.5 g de cenizas por litro. Estas cenizas no representan el total de las sales de la leche en su estado natural, la proporción de sales es un poco más elevada, de 8 a 10 g por litro en la leche de vaca (Arano, 2010).

2.6 Insumos utilizados en la elaboración de queso tipo scamorza

A continuación, se muestran los insumos necesarios para la elaboración de queso tipo Scamorza:

2.6.1 Cultivo láctico para quesos de pasta hilada

En la elaboración de quesos es de primordial importancia la acidificación de la leche a partir de las bacterias lácticas porque influye de manera significativa en el desuerado, en su conservación, su aroma, sabor y grado de maduración. En el caso de los quesos de pasta hilada como el queso pera y doble crema, la capacidad del hilado depende de la acidez de la leche originada por los cultivos lácticos adicionados y no por la flora natural de la leche cruda, el cultivo láctico le confiere una textura más elástica y un sabor más agradable, evitando también la contaminación del queso por bacterias patógenas y que producen efectos de putrefacción. (Hernández A. , 1997)

La cantidad aconsejada de cultivo láctico está entre (0,001 a 0,006) % de acuerdo a la acidez requerida y tipo de queso a producir. El cultivo utilizado normalmente es el *Streptococcus thermophilus* o una combinación de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* *Lactobacillus helveticus*. Estos se utilizan o bien como componentes individuales o como mezcla de cultivo. También es posible el uso de cultivos mesófilos homofermentativos si se utiliza un período de elaboración más largo (Hansen, 2002).

Según (Hernández A. , 1997), la función de los cultivos iniciadores aplicados en la tecnología de los productos lácteos que producen ácido láctico, resulta en:

- Sabor ácido
- Inhibición de organismos dañinos
- Gelificación de la leche
- Reducción de riesgos higiénicos
- Acrecienta la sinéresis
- Reducción del contenido de lactosa
- Funciones de los iniciadores bacteriano en tecnología de productos lácteos
- Formación de aroma, es decir, diacetilo, acetoina, acetaldehído
- Producción de gas requerida para formación de ojos en los quesos

- Proteólisis requerida en la maduración de los quesos y para el crecimiento de las bacterias de la leche
- Propionibacterias en quesos de corteza dura
- Producción de ácido propiónico como componente de las sustancias que dan aroma y CO₂ requeridos para la formación de “ojos”
- *Brevibacterium linens*
- Producción de aroma
- Formación de color rojo en la superficie
- Acción proteolítica durante la maduración de los quesos

2.6.1.1 Cultivo Hansen TCC-20

Cultivo láctico termófilo definido, tiene un proceso de acidificación rápido. está compuesto por:

- *Lactobacillus helveticus*
- *Streptococcus thermophilus*

De color blanco a ligeramente rojizo o marrón; aspecto físico, granulado; es fundamentalmente aplicado en la producción de quesos tipo Pasta Filata por ejemplo, queso para pizza y otros. Produce tonos dulce y sabor a nuez (Hansen, 2008).

2.6.2 Cloruro de calcio

El Cloruro de Calcio o cloruro cálcico es un compuesto químico, inorgánico. Es una solución incolora. Se presenta en forma líquida o en escamas, sirve para reponer el calcio que la leche pierde tras el pasteurizado, por lo tanto, se debe restituir esos iones de calcio, en la cantidad apropiada para lograr una excelente coagulación. Si tiene un bajo contenido, el cuajo producido tendrá una textura poco firme y suelta y al cortar la cuajada se formará cantidades de polvo muy fino, presentando problemas en el desuerado, reducción de gran cantidad de materia grasa, pero, una dosis excesiva de cloruro de calcio, producen un coágulo muy duro y con sabor a sustancias químicas ajeno al sabor característico del queso. Por lo tanto, es necesario que el cloruro de calcio que se le adicione a la leche sea en una cantidad de 10 a 20 gramos por cada 100 litros

de leche aproximadamente, dicha cantidad debe ser disuelta previamente en agua, aproximadamente media hora antes para lograr una buena ionización del calcio. (Illera, 2005)

2.6.4 Enzima coagulante

La coagulación enzimática es una de las técnicas de mayor uso en la fabricación de los quesos. Para lograr dicha coagulación, tradicionalmente se ha venido utilizando el cuajo animal cuya enzima principal es la Quimosina, sin embargo debido a la dificultad de obtener el cuajo de terneros jóvenes, los fabricantes hoy en día utilizan enzimas obtenidas de otras materias primas como la pepsina, enzimas vegetales y microbianas, que han tenido grandes ventajas tecnológicas por no depender del mercado de la carne y porque se adaptan mejor a los tratamientos térmicos acelerando el proceso de coagulación de la leche. (Ruiz, 1998)

2.6.4.1 Cuajo tres muñecas

El Cuajo en Polvo “3 Muñecas” contiene un polvo estandarizado producido de la fermentación del hongo *Rhizomucor miehei*, contiene una enzima que coagula la leche afectando específicamente en kapa-casein resultando en la formación de requesón (Vector , 2020).

Los coagulantes de Chr. Hansen se producen en conformidad terminante con las regulaciones de Dinamarca y de otras autoridades sanitarias relevantes para la producción de las enzimas del alimento, éste es de apariencia polvo color ámbar, la enzima activa de la coagulación de leche es *Rhizomucor miehei*, su aplicación es conveniente para el proceso de todos los tipos de queso. Es recomendado, disolverse el cuajo en polvo en agua fría y sin cloruro. El agua debe ser limpio con un pH pequeño de ácido a neutral. Este se agrega disuelto inmediatamente a la leche mientras se mezcla de 2 a 3 minutos. Es importante que el cuajo se distribuya bien en la leche. Su almacenamiento debe ser en un lugar seco y fresco con una temperatura menos de 30 °C. (Vector , 2020)

2.6.3 Sal

La adición de sal en la elaboración del queso tiene como función principal su conservación puesto que inhibe el desarrollo de las bacterias contaminantes, pero además tiene una gran influencia en la formación del cuerpo del queso teniendo en cuenta los siguientes aspectos: la adición de sal en el suero produce una mayor cantidad de agua en el queso ya que el intercambio de los iones de calcio de la caseína por los iones de sodio es mayor, ocasionado un queso más suave y flexible porque los iones de sodio aumentan la absorción del agua. Pero, cuando se adiciona cantidades excesivas de sal ocurre el caso contrario, se disminuye la absorción del agua y da como resultado un queso con textura quebradiza (Illera, 2005).

2.7 Proceso de elaboración de los quesos de pasta hilada

Los quesos de pasta hilada pueden ser desarrollados por cultivos mesófilos. La principal función de estos microorganismos es la de producir ácido láctico suficiente para alcanzar un pH del coagulo que permita hilar la pasta y que tenga las características deseadas, cuando sea añadido el agua a alta temperatura. Esta característica propia de los quesos de pasta hilada posible gracias a un pH determinado y una cantidad de calcio específica. (Gaitán, 2019)

2.7.1 Recepción de la leche

El sistema de recepción de leche debe incluir un sistema de filtrado o tamizado para eliminar cualquier tipo de impureza grosera que se pudiera estar presente en la leche recibida. Se debe llevar a cabo análisis químicos y microbiológicos para el control de calidad de la leche recibida. (Gaitán, 2019)

2.7.2 Pasteurización

Como se trata de un producto que tiene un proceso de maduración menor a 120 días, debe ser pasteurizado, aunque en el proceso de amasado y moldeado será tratado con agua a alta temperatura (75 a 80) °C, la masa no sobrepasa los 55°C por lo que este proceso no valdría como tratamiento térmico para eliminar posibles patógenos. La

pasteurización se da a una temperatura de 72 - 73 °C durante 15 a 20 segundos o 63-65 °C, 30 minutos y si no es muy prolongada o elevada puede tener efectos beneficiosos a la hora de producir quesos. En primer lugar, ayuda a eliminar olores a establo, induce el cambio del fosfato cálcico al estado coloidal (pérdida de calcio). Se elimina la flora patógena pero también la flora deseable y sus enzimas como lipasa. (Gaitán, 2019)

2.7.3 Inoculación cultivos

Tradicionalmente se han venido utilizando cultivos termófilos y en algunas ocasiones mesófilos. Lo verdaderamente importante de los cultivos que se elijan será su velocidad para degradar la lactosa del coagulo y transformarla en ácido láctico. Es de interés que este proceso sea lo más rápido posible para minimizar perdidas por desuerado y obtener una cuajada con más humedad. Los cultivos más utilizados son lactobacillus delbrueckii Streptococcus thermophilus. Como alternativa aparece la utilización combinada de lactobacillus helveticus en los quesos que se vayan a ser destinados a la producción de pizza por su capacidad de degradar galactosa, y así evitar su acumulación, lo que hará que posteriormente puede dar lugar a defectos debido a un excesivo oscurecimiento del queso en el horneado. (Gaitán, 2019)

2.7.4 Coagulación

Las enzimas coagulantes pueden ser de origen animal, vegetal o microbiano. En todos los casos trata de proteasas con una actividad sobre las caseínas de la leche más o menos específica y más o menos intensa, lo que influye en la calidad y características del queso. Para una buena coagulación de la leche, debe añadirse antes, el cloruro de calcio (CaCl_2) puesto que una baja concentración del mismo originaria un coagulo blando y una mayor sinéresis. Esto compensa los efectos del tratamiento térmico, y también reduce la cantidad de coagulante a utilizar. Es un aditivo fundamental y totalmente contemplado en la legislación en materia de producción de quesos. (Gaitán, 2019)

La coagulación consiste en la floculación de las micelas de caseína, que se sueldan formando un gel que retiene el suero. Tiene lugar debido a la acción conjunta de la

acidificación lenta y la acción del cuajo. La temperatura de coagulación fluctúa entre 32 - 42°C por un tiempo promedio de 30 - 45 minutos dependiendo del tipo de queso que se está elaborando. La adición del cuajo siempre se realiza previa disolución en agua fría con una proporción de sal. (Artica, 2014)

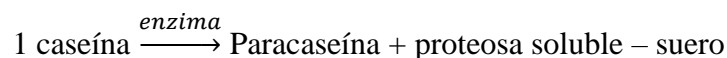
2.7.4.1 Formación del cuajo en el queso

El proceso de elaboración del queso está caracterizado por dos etapas: la coagulación enzimática por acción de la quimosina en la leche, que constituye la etapa fundamental en la elaboración y resulta en la formación de un gel como consecuencia de cambios fisicoquímicos que tienen lugar en las micelas de caseínas. Esta, en combinación con un proceso determinado de fermentación (método apropiado de deshidratación) resulta en una masa que pierde proteínas solubles y obviamente agua (Hinrichs, 2001).

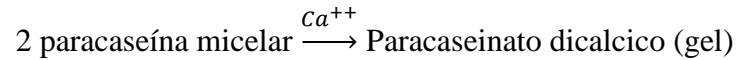
La coagulación enzimática, puede dividirse en dos partes, una primaria (hidrólisis enzimática) y otra secundaria (agregación). Durante la etapa primaria, la k-caseína es “cortada” por la acción de la enzima en el enlace Phe105-Met106, formando una porción hidrofóbica: para k-caseína y una hidrofílica: caseinmacropéptido. Como resultado de esta acción se produce la reducción de la carga negativa neta y de la repulsión estérica. De esa manera, las micelas modificadas comienzan a ser susceptibles de agregarse. Entre las fuerzas atractivas durante la agregación predominan los puentes -Ca, las fuerzas de Van der Waals, las interacciones hidrofóbicas y puentes hidrógeno. (Sbodio & Revelli, 2012)

2.7.4.2 Coagulación enzimática por cuajo o renina

Aunque muchas enzimas proteolíticas son empleadas para la coagulación de la leche en la elaboración de quesos, la más utilizada es la renina que tiene como principio activo la quimosina; esta coagulación presenta en dos etapas:



En esta etapa la quimosina rompe específicamente el enlace entre los aminoácidos fenilalanina (105) y metionina (106) de la κ -caseína.

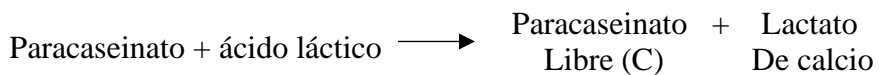


En esta etapa la paracaseína reacciona con los iones calcio formando un gel irreversible de consistencia gelatinosa y elástica, impermeable, de notable, pero lenta, contractibilidad. (A.A.P.P.A., 2004)

La velocidad de coagulación de la leche depende de los siguientes factores:

- a) Dosis de cuajo
- b) Temperatura
- c) pH, acidez
- d) Contenido de sales de calcio y materias nitrogenadas solubles.

Según (A.A.P.P.A., 2004), en la cuajada enzimática la caseína se encuentra como paracaseinato dicálcico y la formación de ácido favorece la desmineralización del coágulo, confiriéndole elasticidad a medida que aumenta la acidez, ocurriendo las siguientes reacciones:



- a) Quesos (panela, sierra, canasto, frescal, etc.)
- b) Quesos de pasta elástica (Oaxaca, Mozzarella, Provolone)
- c) Quesos de pasta quebradiza (Parmesano, Cotija, Chiapas)

2.7.5 Desuerado

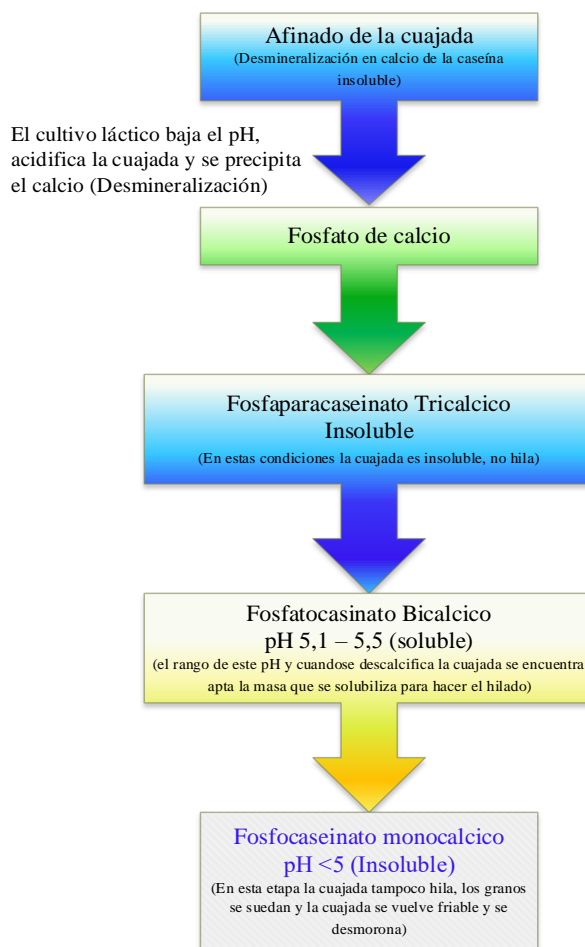
La otra etapa trascendente en la elaboración del queso es la sinéresis, en donde el suero es expelido de la cuajada luego del corte de la misma. A continuación, ocurre el drenaje, moldeo, presión de la masa, salado y madurado. La sinéresis es definida como el encogimiento de un gel, que tiene lugar concomitantemente con la expulsión de líquido o separación del suero. (Sbodio & Revelli, 2012)

La sinéresis espontánea es la contracción de un gel sin la aplicación de alguna fuerza externa, es relativa a la inestabilidad de la red que conforma el gel, resultando en la pérdida de la habilidad para atrapar o contener todo el suero. La sinéresis de la cuajada es una etapa crítica, los niveles y extensión juegan un rol fundamental en determinar la humedad, el contenido mineral y de lactosa de la cuajada drenada y aún en la del producto final. La obtención de la medida de la sinéresis puede ser utilizada para monitorear el proceso. La mayoría de las técnicas desarrolladas para medirla, pueden ser clasificadas como métodos de separación o métodos de dilución. En los métodos de separación, la cuajada y el suero son separados y se analizan la humedad de la cuajada y el volumen del suero, para obtener una medida de la sinéresis. (Marshall, 1982)

2.7.6 Maduración de la cuajada

Esta unidad de proceso se realiza cuando a la cuajada se deja en reposo a una temperatura ambiente por un tiempo aproximado de 3 horas, este es el tiempo que se requiere para incrementar la acidez hasta alcanzar un pH de 5,2 a 5,4 (Artica, 2014).

Según la figura 2.2 se puede explicar los cambios bioquímicos que se producen durante la maduración de la cuajada:



Fuente: (Artica, 2014)

Figura 2.2: Cambios químicos que se producen durante la maduración de la cuajada

2.7.7 Hilado

El hilado es el proceso por el cual la masa acidificada que ha llegado al valor de pH necesario es sometida a alta temperatura y a su vez presionada. Esto genera una masa reorganizada en fibras de proteína unidireccionales gracias principalmente a la acción de fosfato cálcico que se halla en la micela de caseína. Con este proceso la masa adquiere propiedades de plasticidad y estiramiento características. (Gaitán, 2019)

El hilado es fundamental en el desarrollo de las propiedades características de filancia del producto final. Existe un rango de pH entre 5,2 y 5,6 donde la funcionalidad puede ser manipulada para afectar la capacidad de fusión y flujo y la capacidad de

estirabilidad y elasticidad. El método de hilado de los quesos de pasta hilada puede además impactar sobre las propiedades funcionales, por ejemplo, El queso mozzarella producido empleando un extrudador doble en lugar de una hiladora tradicional produce un queso con menor capacidad de fusión y flujo y sin liberación de aceite libre, se encontró que usando una menor velocidad de mezclado con un mezclador doble que cocina e hila se produce un queso con mayor liberación de aceite libre. Aumentar el tiempo de calentamiento de la cuajada incrementa la capacidad de fusión y flujo. (Ramírez, 2010)

La temperatura, es otro de los factores más importantes en este proceso. La masa ha de alcanzar una temperatura cerca a los 58 °C para poder adquirir su plasticidad y poder ser trabajada adecuadamente. Para alcanzar esta temperatura de la masa se realizan infusiones de agua 80 - 85 °C. Otro punto importante en el proceso productivo es el fileteado o granulado de la masa antes de introducirla en agua a alta temperatura, con el fin de facilitar la transferencia de calor en el proceso de hilado. (Gaitán, 2019)

2.7.8 Salado

Algunos autores se decantan por el salado en seco antes del proceso de hilado. De esta manera se debe realizar el proceso de hilado con un pH mayor. Lo más común es introducir las masas de queso ya formadas una vez han salido de los moldes y son enfriadas en una solución con salmuera a 8°C durante aproximadamente 2 horas. (Gaitán, 2019)

Según (Martínez, 2019), el proceso de salado en quesos madurados, se realiza antes de someter a las cámaras de maduración, en salmuera que van desde 17 - 27 % de sal; dependiendo de la región y tipo de queso”. Así también el salado de los quesos tiene objetivos son los siguientes:

- Completar el desuerado de los quesos: Durante el proceso de salado en salmuera, y, a través de un proceso de equilibrio de presión osmótica, a la vez que ingresa salmuera a los quesos, los mismos pierden una mayor cantidad de suero desde su interior.

- Regular la actividad microbiológica y enzimática: El aumento de la concentración salina dentro del queso inhibe varias reacciones enzimáticas y evita el desarrollo de microorganismos contaminantes. Este mecanismo se produce básicamente por la interferencia que realiza la sal sobre la actividad del agua (A_w) dentro del queso.
- Función gustativa: La concentración salina que se incorpora al queso proporciona la salinidad necesaria para agradar al paladar de los consumidores.
- Formación de la corteza: El proceso de salado en salmuera contribuye a la formación de una corteza más rígida que mantiene la forma del queso más definida.

Mecanismo de penetración de la sal

El proceso de salado se trata de un intercambio de fluidos entre el queso y la salmuera circundante. En general la difusión de la sal se corresponde con las leyes de difusión de fluidos de distinta presión osmótica. Durante este proceso de intercambio ingresa salmuera al queso y se deshidrata, principalmente la parte exterior del queso, y conjuntamente con el agua que fluye hacia la salmuera también salen desde el queso proteínas solubles, lactosa, ácido láctico, minerales y microorganismos del queso. Este intercambio según se produce en toda la superficie del queso, pero está sujeta a ciertas particularidades como; las propiedades del queso: composición, tamaño, relación superficie de corteza con el volumen, permeabilidad de la cuajada, etc.; características de la salmuera: concentración de sal, pH, temperatura y movimiento de la salmuera y tiempo en el que permanecen los quesos en la salmuera. (Martínez, 2019)

2.7.9 Maduración

El queso scamorza debe someterse a un ligero proceso maduración para que alcance el grado de humedad necesario para que en los procesos de horneado a los que será sometido tenga las mejores características posibles. Estudios recientes de las propiedades microbiológicas, proteolíticas y físico-químicas de diversos quesos de pasta hilada tradicionalmente elaborados han provisto un gran entendimiento de los cambios que ocurren durante la maduración. Muchos autores han teorizado que los

mayores cambios funcionales que tienen lugar en la maduración son debidos principalmente a la modificación de la matriz de caseína por la proteólisis. Hay evidencia que respalda esta teoría, ya que una proteólisis rápida y extensiva ocurre durante la maduración, por ejemplo, en el queso mozzarella, la proteólisis es el resultado de la acción residual de la enzima coagulante, las proteasas naturales de la leche y las enzimas del cultivo. (Ramírez, 2010)

El afinado comprende una serie de cambios en las propiedades físicas, y químicas, adquiriendo el aspecto, textura y consistencia típicas. El período de maduración puede realizarse desde una o dos semanas hasta más de un año. Los quesos blandos, con un alto contenido de humedad, sufren períodos cortos de maduración. (Artica, 2014)

Según (Ruiz, 1998), los fenómenos bioquímicos tienen lugar durante la maduración de los quesos y son tres reacciones bioquímicas importantes: glucólisis, lipólisis y proteólisis.

- ***Glucólisis***

La glucólisis es la transformación de la lactosa en ácido láctico por la acción de las bacterias lácticas presentes en la leche cruda o añadida como cultivo iniciador.

El acumulo de ácido láctico facilita la coagulación de la leche, la retracción de la cuajada, influye en las reacciones enzimáticas y previene el crecimiento de otros microorganismos perjudiciales o patógenos. La acidez desarrollada influye a su vez en el aroma de ciertos tipos de quesos, sobre todo en los quesos frescos. La glucólisis comienza durante la coagulación y el desuerado y prosigue durante la maduración con una intensidad variable según el tipo de queso. Además, la acidificación origina modificaciones en la textura por solubilización de los minerales ligados a la caseína nativa. (Ruiz, 1998)

- ***Lipólisis***

La lipólisis consiste en la transformación de los triglicéridos en glicéridos parciales y ácidos grasos libres. Esta hidrólisis puede ser producida por la acción de las enzimas

lipolíticas de la leche (lipasa nativa), por las de los microorganismos psicotrofos o de las bacterias iniciadoras empleadas en la elaboración del queso. (Ruiz, 1998)

La lipólisis está influida por múltiples factores como son la calidad de la leche, grado de agitación y homogenización de la misma, pH, concentración de cloruro sódico, tiempo y temperatura de maduración del queso. Los ácidos liberados se acumulan en la pasta o son transformados en otros componentes esenciales para el desarrollo del aroma. La extensión de la lipólisis producida durante la maduración es variable dependiendo de los tipos de quesos. (Ruiz, 1998)

- ***Proteólisis***

Es uno de los procesos más importantes de la maduración que no sólo interviene en el sabor, sino también en el aspecto y la textura. Como resultado de la proteólisis se acumulan una gran variedad de productos en el queso durante la maduración. Por otra parte, este proceso no es siempre uniforme en toda la masa del queso, pudiendo ser más intenso en la superficie que en el interior (por ejemplo, en quesos blandos madurados superficialmente. (Ruiz, 1998)

CAPÍTULO III
DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Desarrollo de la parte experimental

La fase experimental para el proyecto de investigación “Elaboración de queso de pasta hilada tipo Scamorza, se llevó a cabo en el Laboratorio Taller de Alimentos; dependiente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

3.2 Equipos, instrumentos de laboratorio y material de complemento

Para llevar a cabo la parte experimental, se utilizó diferentes equipos, instrumentos de laboratorio y material de menaje del Laboratorio Taller de Alimentos y los cuales se describen a continuación:


3.2.1 Equipos

Los equipos que se utilizaron en el presente trabajo de investigación, se describen a continuación:

3.2.1.1 Cocina industrial

Este equipo, se utilizó como fuente de suministro de calor necesario para realizar el proceso de pasteurización de la leche. En la figura 3.1, se muestran las especificaciones técnicas de la cocina industrial.

Especificaciones técnicas	
Número de hornallas	2
Consumo	1500,00Kcal/h
Medidas	0,88 x 0,79 x 0,94 m
Material	Acero inoxidable
Industria	Boliviana



Fuente: LTA, 2019

Figura 3.1: Cocina industrial

3.2.1.2 Baño termostático

El equipo de baño maría; se utilizó para mantener la fermentación láctica a una temperatura constante (36 – 38) °C. En la figura 3.2, se detallan las especificaciones técnicas en la figura 3.2.

Especificaciones técnicas	
Marca	Faeta
Industria	Argentina
Potencia	200W
Tensión	200V




Fuente: LTA, 2019

Figura 3.2: Baño termostático

3.2.1.3 Heladera

El equipo fue utilizado para el oreado, maduración y conservación del queso en la elaboración de queso tipo scamorza. En la figura 3.3, se muestran las especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas		
Marca	General Lux	
Modelo	GLUX-155 SS A+	
Corriente nominal	0.60 A	
Potencia nominal	50 Hz	
Capacidad de volumen	Refrigerador	88L
	Congelador	14L
	Total	102L
Agente espumante	Ciclopentano	
Refrigerante/Masa	R-600a/21g gas ecológico	
Dimensiones	Ancho	500mm
	Fondo	580mm
	Alto	850mm




Fuente: Elaboración propia

Figura 3.3: Heladera

3.2.1.4 Envasadora al vacío

El equipo se utilizó para el envasado del producto final, a vacío y evitar la contaminación del producto en el almacenamiento. En la figura 3.4, se detalla las especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas	
Marca	Ehrlich
Potencia	220V
Material	Acero inoxidable
Modelo	Polinox – 2013
Industria	Argentina



Fuente: LTA, 2019

Figura 3.4: Envasadora al vacío

3.2.1.5 Material de complemento

El material de complemento utilizado para la elaboración de queso tipo scamorza, se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Descripción de material de complemento

Utensilios	Cantidad	Tamaño	Tipo
Fuentes	2	Mediano	Acero inoxidable
Ollas	2	Mediano	Acero inoxidable
Cuchillo	1	Mediano	Acero inoxidable
Cucharas	2	Mediano	Acero inoxidable
Jarras	2	1 litro	Plástico, vidrio
Repasadores	3	Mediano	Polietileno
Tijera	1	Mediano	Acero inoxidable
Colador	1	Mediano	Plástico
Guantes	1	pequeño	nitrilo

Fuente: Elaboración propia


3.2.2 Instrumentos de laboratorio

Los instrumentos de laboratorio utilizados en el desarrollo de la parte experimental de queso tipo Scamorza se detallan a continuación:

3.2.2.1 Balanza digital

Equipo utilizado para determinar las proporciones de materia prima e insumos a utilizar en la realización del presente trabajo. En la figura 3.5, se muestra las especificaciones técnicas de balanza digital.

Especificaciones técnicas		
Marca	METTLER TOLEDO	
Capacidad	Máx. 1500,1 g	e 0,1
	Min. 0,5g	d 10mg
Potencia	5,0W	
Frecuencia	50/60 Hz	
Industria	Suiza	




Fuente: LTA, 2019

Figura 3.5: Balanza digital

3.2.2.2 Balanza analítica digital

Equipo utilizado para el peso de insumos empleados en la elaboración del queso tipo scamorza. En la figura 3.6, se muestran sus especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas	
Marca	FISHER SCIENFFE
Capacidad	Máx. 200,00g
	Min 0,001g
Potencia	5W
Frecuencia	50/60 Hz
Industria	U.S.A.



Fuente: LTA, 2019

Figura 3.6: Balanza analítica digital

3.2.2.3 Balanza de humedad de infrarrojo

Equipo utilizado para determinar la humedad de las muestras de queso durante el proceso de oreado y maduración del producto final. Calcula la pérdida de peso por evaporación, tras el proceso de secado de la muestra total con energía infrarroja previamente pesada. En la figura 3.7, se detallan las especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas	
Marca	SARTORIUST
Capacidad	Máx. 1000,0g
	Min. 0,5g
Tensión	200,0v
Frecuencia	40/60 Hz
Rango de temperatura	30,0 – 260,0 °C
Industria	Suiza




Fuente: LOU, 2019

Figura 3.7: Balanza de humedad de infrarrojo

3.2.2.4 Refractómetro de bolsillo

Necesario para medir los sólidos solubles (°Brix) de la materia prima y suero de desuerado del proceso de elaboración de queso tipo Scamorza. En la figura 3.8, se muestra las especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas		
Marca	ATAGO	
Modelo	Master-3M	
Medidas	3,3x3.3x20,4cm	
Peso	160,0g	
Precisión	0,20 °Brix	0,20 °Brix
Rango	28-62 °Brix	0-32 °Brix
Operación	Manual	
Industria	China	




Fuente: LTA, 2019

Figura 3.8: Refractómetro de bolsillo

3.2.2.5 Salinómetro

Este instrumento mide el contenido de sal en la salmuera del proceso de salado, fue utilizado para determinar el contenido de sal disuelta de la salmuera. En la figura 3.9 se muestra las especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas	
Marca	Kern Optics
Modelo	Analog Refractometer
Tipo	ORA 2SA
Medidas	178x40x40mm
Peso Neto	0.155kg
Escala de graduación exactitud	0,2 % (NaCl)
Rango de escala	0 - 28 % sal (NaCl)
Operación	Manual
Industria	Alemana




Fuente: LTA, 2019

Figura 3.9: Salinómetro

3.2.2.6 pH-metro de mesa

Este instrumento fue utilizado para medir el pH durante el desarrollo de la parte experimental de queso tipo Scamorza, En la figura 3.10, se muestra las especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas	
Marca	HANNA
Rango	pH:0,00 a 14,00
Resolución	pH:0,10 T°: 0,5°C pH:0,01 T°: 0,1°C
Precisión	pH:±0,10 T°:±0,5°C pH:±0,01 T°:±0,5°C
Calibración	Automática 1 ó 2 puntos
Dimensiones	175 x 41 x 23cm



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: pH-metro

3.2.2.8 Materiales de laboratorio

El material de laboratorio utilizado en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza, se detalla en la tabla 3.2.

Tabla 3.2

Materiales de laboratorio

Material	Cantidad	Tamaño	Tipo
Termómetro de alcohol	2	100 °C	Vidrio
Bureta	1	25 ml	Vidrio
Soporte universal	1	Mediano	Metálico
Pinza doble nuez	1	Mediano	Metálico
Erlenmeyer	3	25 ml	Vidrio
Piceta	1	Mediano	Plástico
Espátula	1	Pequeño	Acero inoxidable
Embudo	2	Pequeño	Vidrio
Vasos de precipitación	4	50 ml; 1100ml	Vidrio
Pipeta	2	10 ml	Vidrio
Varilla de vidrio	1	Mediano	Vidrio

Fuente: Elaboración propia

3.3 Materia prima

La leche utilizada como materia prima en la elaboración de queso de pasta hilada tipo Scamorza, es procedente de la granja Luján de la zona El Temporal de la ciudad de Tarija.

3.4 Insumos alimentarios

Los insumos alimentarios para la elaboración de queso tipo Scamorza se detallan en la tabla 3.3.

Tabla 3.3

Insumos alimentarios

Ingredientes	Estado	Procedencia	Marca
Cloruro de sodio (sal)	Sólido	Bolivia	Copisal
Cuajo enzimático	Sólido	Dinamarca	
Cloruro de calcio	Sólido	Bolivia	Biototal

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Reactivos químicos utilizados

Los reactivos utilizados en el control del proceso de fermentación láctica para la elaboración de queso tipo Scamorza, se detallan en la tabla 3.4.

Tabla 3.4

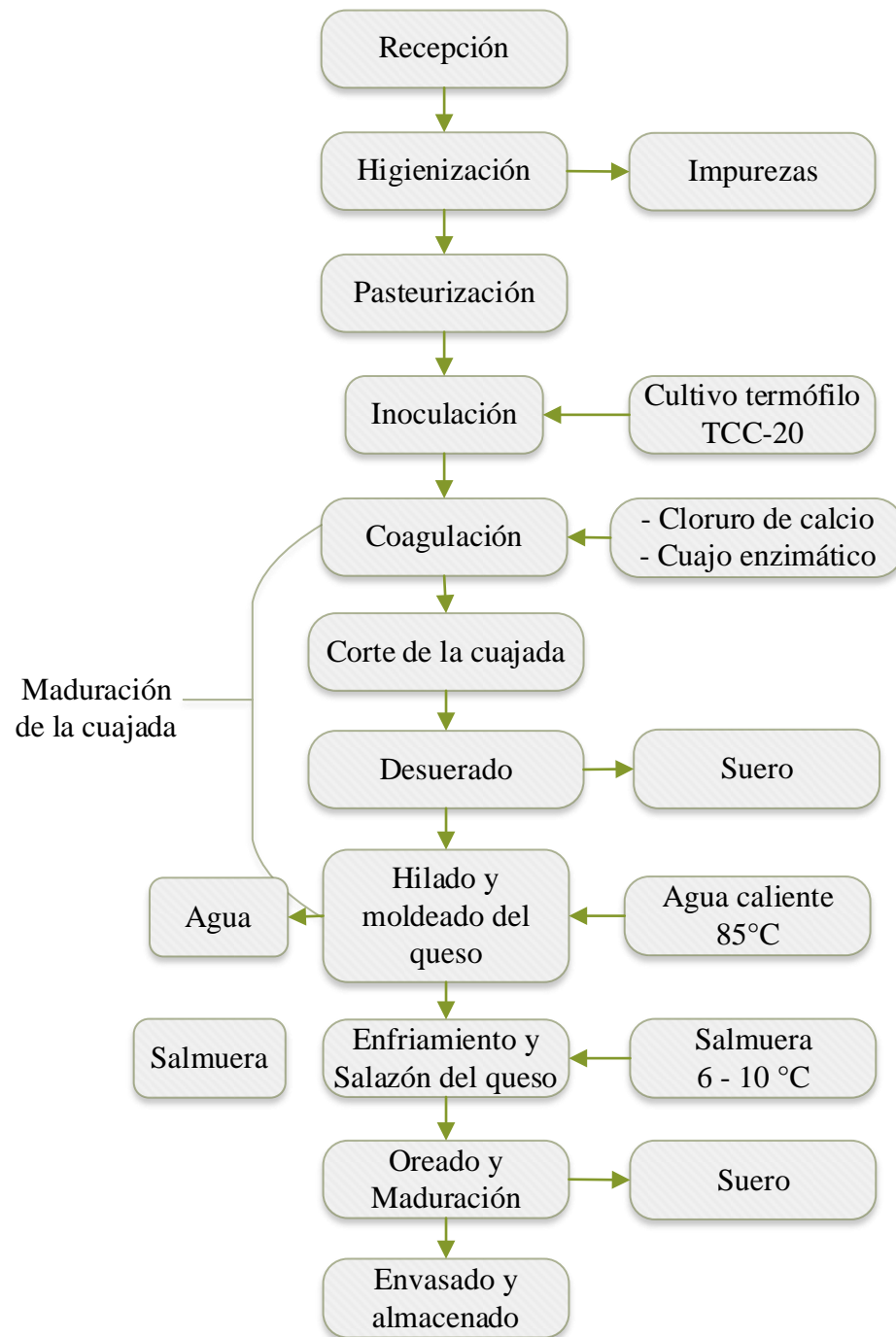
Reactivos químicos

Ingredientes	Estado	Procedencia
Hidróxido de sodio NaOH	Líquido	Bolivia
Fenolftaleína	Líquido	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.5 Proceso de elaboración para la obtención de queso tipo Scamorza

El proceso de elaboración de queso tipo Scamorza a nivel experimental se desarrolló como se muestra en la figura 3.11.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.11 Proceso de elaboración de queso tipo Scamorza

3.5.1 Descripción del proceso de elaboración

Las operaciones involucradas en la elaboración del queso tipo Scamorza siguen la siguiente secuencia:

3.5.1.1 Recepción

La recepción de la materia prima, se llevó a cabo en el Laboratorio Taller de Alimentos; perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Al realizar la recepción de la leche, se hizo un control de propiedades fisicoquímicas tales como; pH, acidez, sólidos totales y mastitis.

3.5.1.2 Higienización

Posteriormente, la leche fue pasada por un filtro para leche para retirar toda impureza física que pudiese contener la leche, como ser tierra, pasto etc.

3.5.1.3 Pasteurización

La leche es sometida a tratamiento térmico que consiste en elevar la temperatura hasta los 60°C y por un tiempo de 30 minutos; con el fin de eliminar microorganismos patógenos. El procedimiento fue realizado en una cocina industrial, en un recipiente de acero inoxidable a baño María.

3.5.1.4 Inoculación

La leche pasteurizada, una vez atemperada a 38°C con agua fría a baño María, es introducido en el baño termostático donde la temperatura se mantiene a 38°C y se deja fermentar por 40 minutos con el cultivo láctico TCC-20 al 0,005%, en un recipiente de acero inoxidable para leche.

3.5.1.5 Coagulación

La coagulación es una etapa importante en el proceso de elaboración del queso, donde se llevan a cabo dos operaciones, que son; adición del cloruro de calcio y cuajo.

3.5.1.5.1 Adición del cloruro de calcio

La adición del cloruro de calcio tiene la finalidad de reponer el calcio que la leche pierde por acción del tratamiento térmico, mismo que fue medido con una pipeta y añadido a la leche al 0.02% mientras se agitaba constantemente durante un minuto.

3.5.1.5.2 Adición del cuajo enzimático

El cuajo, es añadido para coagular la leche, este fue pesado y disuelto en agua destilada para ser añadido a la leche a una temperatura hasta 38 °C, agitando por el lapso de un minuto y en reposo de 40 minutos.

3.5.1.6 Corte de la cuajada

El procedimiento se llevó a cabo en el baño termostático, abriendo la tapa por 5 minutos. Una vez cuajada la leche, se procedió al corte de la misma, en forma de cubos pequeños, con un cuchillo de acero inoxidable y se deja reposar de (5 a 10) minutos, para facilitar el desuerado.

3.5.1.7 Desuerado

Para realizar el proceso de desuerado, se tomó en cuenta tres momentos:

Primer desuerado: Se realizó quitando el 50% del suero de la cuajada en relación al volumen de la leche utilizada y se agitó para evitar aglomeración de la cuajada y facilitar el desuerado.

Segundo desuerado: Se esperó otros 30 minutos para quitar el 30% del suero restante en relación al volumen de leche utilizada, para concentrar la cuajada.

Tercer desuerado: Se fue retirando el suero después de 10 minutos cada 10 minutos en su totalidad conforme la cuajada expulsaba el suero, con ayuda de un colador de acero inoxidable para retenerla, manteniéndose en el baño termostático a 38 °C.

3.5.1.8 Hilado

La elaboración de los quesos de pasta hilada difiere de técnica, respecto a otros tipos de quesos. Así, lo más importante es saber cuándo empezar con el hilado de la pasta. Para este propósito es necesario conocer en qué punto se precisa la utilización de agua hirviendo para el hilado (Minut, 1951).

Realizadas pruebas previas, se fue tomando muestras de suero cada 10 minutos después del tercer desuerado y se encontró que en 4 horas de la inoculación es alcanzado el pH (5,3 – 5,1). Para ello, se procedió a tomar una muestra de la cuajada y comprobar que presente características de elasticidad en agua caliente a 85 °C. Cuando la cuajada presentaba tales características fue retirada del termostato y se realizó cortes en forma de cubos para facilitar el ingreso del agua caliente de 80 - 85 °C, el procedimiento de hilado consiste en amasar el queso estirando la masa suavemente una y otra vez hasta que esta se comporta de manera elástica y no se rompe al ser estirada, el procedimiento se lleva a cabo alrededor de 10 a 15 minutos.

3.5.1.9 Moldeado

El moldeado del queso aun caliente, se realizó a mano para lograr su forma característica de pera tal como menciona (Frattari, 2013 Pág.1): “El queso moldea la masa con sus manos, dándole forma esferoidal como un cuello de botella en la parte superior y una especie de cresta formada con los dedos en ella”. A partir de la descripción se pudo moldear de acuerdo a la forma de la Scamorza.

3.5.1.10 Enfriamiento y salazón

La salazón y enfriamiento del queso se hizo salmuera fría al 19%, a temperatura de 4 – 8 °C, en un recipiente de vidrio de capacidad de litro y medio por un periodo de 60 minutos y se fue amarrado un hilo de algodón alrededor del cuello del queso.

3.5.1.11 Oreado y maduración

El queso scamorza o simplemente Scamorza se cuelga por el cuello con un hilo para facilitar su oreado, para tal efecto, fue necesario tener una masa firme que resista su

propio peso y no se corte con el hilo durante el oreado y madurado, para ello es importante un buen hilado.

Oreado. - Después de la salazón en salmuera, el queso fue colgado por el cuello con un hilo de algodón esterilizado para facilitar su oreado dentro de la heladera. Para este proceso se enlazó el hilo alrededor del cuello del queso y se colgó dentro de un refrigerador.

Maduración. - Se realizó con la intención de madurar el queso para realzar sus propiedades organolépticas, este proceso duro 7 días y se controló la temperatura misma que se mantuvo entre 8 - 10 °C dentro del refrigerador.

3.5.1.12 Envasado

El crecimiento de moho y la contaminación del ambiente puede ser un serio problema para el queso (Cruz, 2006), para evitarlo, el queso fue envasado en una envasadora al vacío en bolsa de polipropileno termocontraíble, y fue sumergido en agua a 85°C por 4 segundos y posterior enfriamiento en agua a 10°C por 5 segundos y se llevó a refrigeración.

3.5.1.13 Almacenamiento

El producto se almacenó a 4°C en un refrigerador, para conservar sus características fisicoquímicas y organolépticas.

3.6 Metodología para la obtención de los resultados

Los métodos utilizados para cumplir con los objetivos propuestos en el siguiente trabajo se detallan a continuación:

3.6.1 Características de la leche cruda

Para la caracterización de la leche, se tomaron en cuenta dos análisis importantes mostrados a continuación:

3.6.1.1 Análisis fisicoquímico de la leche cruda

Para realizar una caracterización general de la leche cruda, en la tabla 3.5 se detallan los análisis fisicoquímicos que se analizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.5

Análisis fisicoquímico de la leche cruda

Parámetros	Unidad	Técnica
Densidad relativa	-	Gravimetría
Acidez titulable (ácido láctico)	%	Volumetría
pH (20°C)	-	Potenciométrico
Proteínas totales	%	Volumetría
Materia grasa	%	Gravimetría
Hidratos de carbono	%	Cálculo
Cenizas	%	Gravimetría
Cloruro de sodio	%	
Sólidos solubles	°Brix	Refractometría
Sólidos totales	%	Gravimetría
Calcio	mg/L	Absorción atómica
Magnesio total	mg/L	Absorción atómica

Fuente: CEANID, 2018

3.6.1.2 Análisis microbiológico de la leche cruda

Los análisis microbiológicos de la leche cruda se muestran en la tabla 3.6. Estos parámetros se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho con la finalidad de conocer la calidad microbiológica de la leche.

Tabla 3.6

Análisis microbiológico de la leche

Parámetros	Unidad	Método
Escherichia coli	UFC/ml	NB 32005:02
Salmonella	P/A/25 ml	NB 32007:03

Fuente: CEANID, 2018

3.6.2 Características del producto terminado

Para la caracterización del producto terminado se tomaron en cuenta dos análisis importantes mostrados a continuación:

3.6.2.1 Análisis fisicoquímico del producto terminado

La caracterización fisicoquímica del queso tipo Scamorza de pasta hilada, se realizó en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y se muestran en la tabla 3.7.

Tabla 3.7

Análisis fisicoquímicos del queso tipo Scamorza

Parámetros	Unidades	Método
Humedad	%	Gravimetría
Sólidos totales	%	NB 231:1-1998
Proteína total (Nx9.38)	%	Volumetría
Hidratos de carbono	%	Cálculo
Materia grasa	%	Gravimetría
Rancidez	pos/neg	NB 34009:06
Cloruro de sodio	%	NB 33011:04
Valor energético	Kcal/100 g	Cálculo
Cenizas	%	Gravimetría
Calcio	mg/100g	Absorción atómica
Hierro	mg/100g	Absorción atómica
Magnesio total	mg/100g	Absorción atómica

Fuente: CEANID, 2018

3.6.2.2 Análisis microbiológico de producto terminado

Los análisis microbiológicos realizados en el queso Scamorza, se muestran en la tabla 3.8. y se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Jua Misael Saracho.

Tabla 3.8

Análisis microbiológico del queso tipo Scamorza

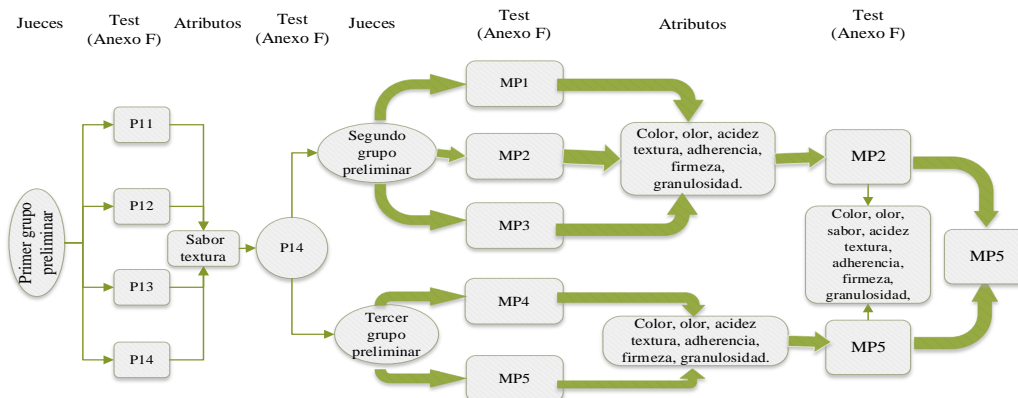
Parámetros	Unidades	Técnica	Método
Escherichia coli	UFC/g(ml)	NB 32005:02	32005 - 2002
Salmonella	P/A/25 ml	NB 32007:03	32005 - 2002

Fuente: CEANID, 2018

3.7 Evaluación sensorial

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente. También es considerada simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras. (Hernández E. A., 2005)

Las evaluaciones sensoriales que se llevaron a cabo durante la elaboración de queso tipo Scamorza se muestran en la figura 3.12.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12: Evaluación sensorial en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza

3.8 Diseño experimental

El diseño experimental se describe como una combinación de los conceptos "constante", "comparación", "aleatorización" y "control". En este tipo de estructura de investigación, algunas variables se comparan entre sí, otras variables permanecen constantes en un cierto nivel y por lo tanto se controlan, mientras que otras variables se pueden cambiar sin restricción, siempre que sus posibles efectos de interferencia se deban a factores aleatorios. (Saderra, 1993)

Los métodos de diseño experimental tienen amplia aplicación en muchas disciplinas, al diseño de experimentos se califica de "estadístico", pues además de seleccionar la estrategia experimental más adecuada para el caso, y antes de registrar dato alguno, se asegura de que el plan elegido tiene razonable posibilidad de identificar y cuantificar correctamente la importancia de factores. (Lasa & Vergara, 2002)

Según (Condori, 2002) manifiesta, que el diseño experimental es un medio de importancia crítica en el medio de ingeniería para mejorar el rendimiento de un proceso de manufactura. También se emplea extensivamente en el desarrollo de nuevos procesos. La aplicación de técnicas de diseño experimental en una fase temprana del desarrollo de un proceso, puede dar por resultado:

- Mejorar el rendimiento del proceso.
- Menor variabilidad y mayor apego a los requerimientos nominales u objetivo.
- Menor tiempo de desarrollo.
- Menores costos globales.

3.8.1 Diseño factorial

Cuando el objetivo es medir cómo influyen k factores en un proceso y descubrir si interaccionan entre ellos, el diseño factorial completo 2^k es la estrategia experimental óptima. Este diseño permite explorar una zona escogida del dominio experimental y encontrar una dirección prometedora para la optimización posterior. (Ferré, 2003)

El diseño factorial 2^3 en este caso sirve para estudiar como un cambio de temperatura o de tiempo de reacción afectan al rendimiento de una reacción por interacción entre tres factores (Ferré, 2003).

El diseño factorial a ser utilizado en el trabajo experimental del presente trabajo de investigación, se muestra en la ecuación 3.1.

$$2^3 \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Donde:

- 2 = número de niveles
- 3 = número de variables

3.8.1.1 Diseño factorial 2^3 en la etapa de maduración de la cuajada de queso tipo Scamorza

El diseño experimental en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza, fue aplicado de acuerdo con (ecuación 3.1), y su diseño factorial corresponde a:

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ corridas/prueba} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

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

- Cantidad de cultivo (%) (CL) = 2 niveles
- Cantidad de cuajo (%) (Cu) = 2 niveles
- Temperatura de coagulación (%) (T) = 2 niveles

En la figura 3.9, se muestra la matriz del diseño factorial a ser aplicado en el producto final de elaboración de queso tipo Scamorza, conformado por tres variables: cuajo, cultivo y temperatura de maduración de la0 cuajada.

Tabla 3.9*Matriz de variables para el producto final de elaboración de queso tipo scamorza*

N°	Combinación	Factores			Interacciones				Total
		Cl	Cu	T	ClCu	CIT	TCu	ClCuT	Y _i
1	(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁
2	Cl	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂
3	Cu	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃
4	ClCu	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄
5	T	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅
6	CIT	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆
7	CuT	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇
8	ClCuT	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Y_i= (%) Acidez titulable (ácido láctico) en muestras del producto final de queso tipo Scamorza.

En la tabla 3.10, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), que fueron aplicados en la etapa de dosificado de insumos y parámetros de control en la elaboración de queso tipo Scamorza, conformado por tres variables: cantidad de cuajo, cultivo y temperatura de maduración de cuajada.

Tabla 3.10*Niveles de variación de los factores en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza*

Variables		Unidad	Nivel inferior	Nivel superior
Cantidad de cultivo	(Cl)	%	0,0050	0,0056
Cantidad de cuajo	(Cu)	%	0,0029	0,0034
Temperatura	(T)	°C	35,0000	38,0000

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN
DE RESULTADOS

4.1 Caracterización de la materia prima

Para caracterizar la materia prima (leche cruda), se consideraron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos importantes, como ser:

4.1.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos de la leche cruda

Los análisis fisicoquímicos de la leche cruda (Anexo A) fueron realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo CEANID; perteneciente a la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho” y se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1

Análisis fisicoquímicos de la leche cruda

Parámetros	Unidad	Resultado
Acidez (ácido láctico)	%	0,1500
Calcio	mg/L	1036,0000
Cenizas	mg/100 g	0,5400
Cloruro de sodio	%	0,1800
Densidad relativa (20°)	g/L	1,0292
Hidratos de carbono	%	5,9100
Índice de refracción	-	1,3494
Magnesio total	mg/L	87,4000
Materia grasa	%	4,0000
Valor energético	Kcal/100g	67,6400
pH (20°)	-	6,7000
Proteína total (Nx6,38)	%	3,0000
Rancidez	Pos/neg	Negativo
Sólidos solubles	°Brix	11,0000
Sólidos no grasos	%	8,3000
Sólidos totales	%	12,3000

Fuente: CEANID, 2019

En la tabla 4.1 se puede observar que la leche cruda tiene: acidez 0,15%; calcio 1036 mg/L; cenizas 0,54 mg/100 g; cloruro de sodio 0,18%; densidad relativa (20°) 1,0292 g/L; hidratos de carbono 5,91%; índice de refracción 1,3494; magnesio total 87,4 mg/L; materia grasa 8,0%; pH (20°) 6,70%; proteína total (Nx6,38) 2,95%; rancidez negativo (Pos/neg); sólidos solubles 11,0 ° Brix; sólidos no grasos 8,3% y sólidos totales 12,3%. Los resultados del análisis fisicoquímico de la leche están dentro de los límites de referencia permisibles.

4.1.2 Análisis microbiológicos de la leche cruda

Los análisis microbiológicos de la leche cruda (Anexo A) fueron realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho” y se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2

Análisis microbiológico de la leche cruda

Parámetros	Resultados	Unidad
Escherichia Coli	6,0 x 10 ¹	UFC/ml
Salmonella	Ausencia	P/A/25ml

Fuente: CEANID, 2019

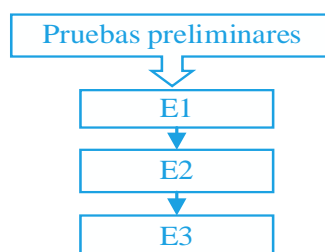
En la tabla 4.2 se observa que la leche cruda presenta 6,0 x 10¹ UFC/ml Escherichia Coli que está dentro de los límites de referencia permisibles y ausencia de Salmonella P/A/25ml.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de queso tipo Scamorza

Para realizar la caracterización de las variables de proceso de elaboración de queso de pasta hilada tipo Scamorza, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

4.2.1 Desarrollo inicial de pruebas preliminares de la parte experimental para la elaboración de queso fresco

Para dar inicio a la parte experimental del presente trabajo, se procedió a realizar tres muestras (E1, E2 y E3) preliminares a nivel de laboratorio de queso fresco, con el fin de proponer una metodología a seguir y medir análisis fisicoquímicos, como ser: acidez y pH.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1: Pruebas preliminares para elaboración de queso fresco

En tal sentido, se procedió a plantear una formulación básica y parámetros de control para la elaboración de queso fresco en función de cultivo láctico, cuajo, cloruro de calcio, tiempo y temperatura como se muestra en la tabla 4.3:

Tabla 4.3

Formulación básica de pruebas preliminares para la elaboración de queso fresco

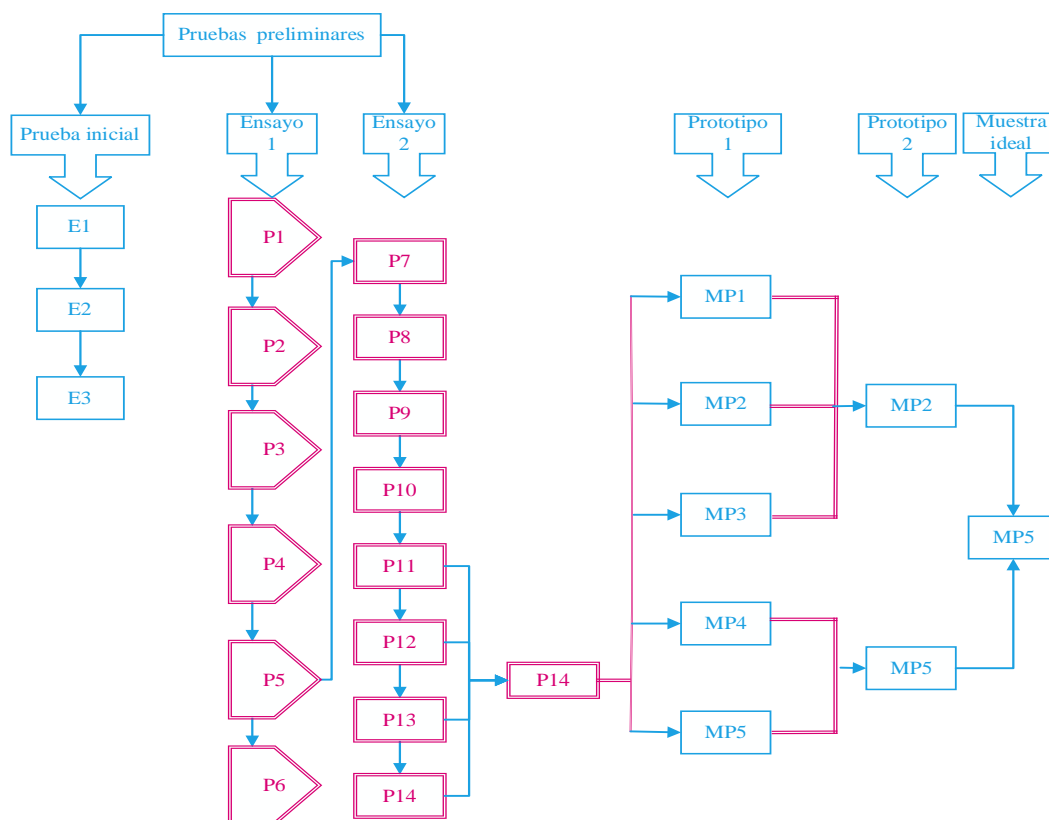
Pruebas preliminares	Unidades	E1	E2	E3
Insumos y parámetros				
Cultivo láctico R-707	%	0,0025	0,0030	0,0035
Cuajo	%	0,0022	0,0050	0,0038
Cloruro de calcio	%	0,0020	0,0015	0,0010
Pasteurización	°C	72,0000	65,0000	65,0000
Tiempo de fermentación	min.	40,0000	30,0000	30,0000
Tiempo de coagulación	min.	40,0000	40,0000	60,0000

Fuente: Elaboración propia

Con base en la formulación básica de queso fresco (cuajo, cloruro) y parámetros de control (tabla 4.3), se realizaron pruebas preliminares de queso fresco (figura 4.1), para establecer los parámetros de tiempo y temperatura en la secuencia de insumos a ser agregados para el desarrollo de la parte experimental de dos ensayos “ensayo 1, ensayo 2” (figura 4.2) de queso tipo scamorza. Así mismo, se pudo observar que la muestra E1 fue la mejor, de acuerdo a las valoraciones realizadas de manera objetiva con el personal del área de lácteos del Taller de Alimentos (LTA), extraído de la figura E.1 del (Anexo E) en donde se muestran los parámetros de temperatura de fermentación y tiempo de coagulación e insumos (cuajo y cloruro de calcio), además del pH y acidez medidos en la etapa de fermentación de la leche con cultivo láctico en la elaboración de queso fresco.

4.2.2 Esquema metodológico para la obtención de queso tipo scamorza

Con base en la formulación (cuajo, cloruro de calcio) y parámetros de control (tiempo, temperatura) planteados en la (tabla 4.3) y tomando en cuenta la referencia bibliográfica (Frattari, 2013), que hace mención a los aspectos más importantes del proceso de elaboración para este tipo de queso, como ser: aspectos físicos, textura y sabor. Se procedió al desarrollo de las pruebas preliminares para la obtención de queso tipo Scamorza con el fin de proponer una metodología a seguir; especialmente en los análisis fisicoquímicos, como ser: acidez y pH para el hilado. Para lo cual, se realizaron valoraciones de manera objetiva con el personal del área de lácteos del Taller de Alimentos (LTA), y los resultados se muestran en la figura E.2 (Anexo E); en las muestras preliminares de ensayo 1 (figura E.2) y ensayo 2 (figura E.3) (Anexo E). Posteriormente, se elaboraron muestras prototipo 1 y prototipo 2 en base a la formulación y parámetros de las muestras preliminares, para lo cual fue elaborado un esquema metodológico que muestra la secuencia que se siguió para establecer una muestra ideal como se detalla en la figura 4.2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: Esquema metodológico para la obtención de muestra final

4.2.3 Variación de insumos y parámetros de control para ensayo 1

Para el desarrollo de la parte experimental del ensayo 1 (figura 4.1), se tomó en cuenta la variación de insumos (cultivo láctico, cuajo y cloruro de calcio) para la elaboración del queso tipo scamorza como se muestra en la tabla 4.4.

Tabla 4.4

Variación de insumos en el ensayo 1

Muestras	Unidad	Cultivo láctico	Cuajo	Cloruro de calcio
P1	%	0,0025	0,0080	0,001
P2	%	0,0050	0,0067	0,001
P3	%	0,0056	0,0057	0,001
P4	%	0,0050	0,0050	0,002
P5	%	0,0060	0,0044	0,002
P6	%	0,0056	0,0040	0,002

Fuente: Elaboración propia

Para el ensayo 1, se tomó en cuenta los parámetros de proceso de elaboración de queso tipo scamorza de pasta hilada, como se detalla en la tabla 4.5.

Tabla 4.5

Parámetros de control para el ensayo 1

Variables	Unidad	Rangos
Pasteurización	°C	65 – 72
Tiempo de fermentación	min.	30 – 40
Tiempo de coagulación	min.	30 – 40
Temperatura de maduración de la cuajada	°C	30 – 40

Fuente: Elaboración propia

Para desarrollar la parte experimental del ensayo 1, se consideraron aspectos físicos de forma y textura del queso tipo scamorza y para ello se tomó en cuenta a (Minut, 1952), que hace mención “que el queso Scamorza es de pasta hilada y tiene forma de pera”. Durante el desarrollo del ensayo 1, se procedió a medir el pH del suero durante la maduración de la cuajada con el fin de encontrar el pH óptimo para el hilado del queso como se muestra en la figura E.3 (Anexo E). Los parámetros de temperatura y dosificación de cultivo, se variaron de acuerdo las especificaciones de la ficha técnica del cultivo TCC-20 (Anexo F), donde se pudo observar que la muestra P5 fue la mejor ya que fue la única que pudo ser hilada como muestran las valoraciones realizadas en la figura E.3 (Anexo E).

4.2.4 Variación de insumos y parámetros de proceso en el ensayo 2

Con base en las pruebas realizadas de ensayo 1, se pudo establecer una variación para dosificación de insumos como ser: cuajo y cloruro de calcio, para ello fueron realizadas ocho pruebas preliminares en ensayo 2, como muestra la tabla 4.6.

Tabla 4.6*Variación de insumos para el ensayo 2*

Muestras	Unidades	Cultivo láctico	Cuajo	Cloruro de calcio
P7	%	0,0056	TCC-20	0,0040
P8	%	0,0056	TCC-20	0,0033
P9	%	00056	TCC-20	0,0067
P10	%	0,0050	TCC-20	0,0080
P11	%	0,0050	TCC-20	0,0030
P12	%	0,0056	TCC-20	0,0057
P13	%	0,0056	TCC-20	0,0050
P14	%	0,0056	TCC-20	0,0030

Fuente: Elaboración propia

Así también, para el ensayo 2 se, establecieron los parámetros de control en proceso de elaboración de queso tipo scamorza, como ser: temperatura de pasteurización, tiempo de inoculación, coagulación, y temperatura de maduración de la cuajada, como se detalla en la tabla 4.7.

Tabla 4.7*Parámetros de control para el ensayo 2*

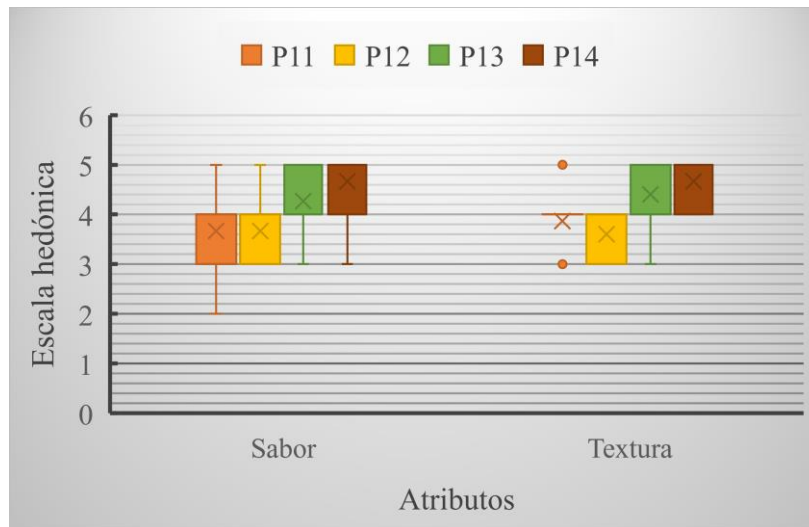
Variables	Unidades	Rangos
Pasteurización	°C	60 – 65
Tiempo de inoculación	min.	30 – 40
Tiempo de coagulación	min.	34 – 40
Temperatura de maduración de la cuajada	°C	30 – 40

Fuente: Elaboración propia

Durante la realización de muestras preliminares de ensayo 2, se establecieron los parámetros de temperatura y tiempo para los insumos a ser agregados y se mejoró la técnica de hilado del queso. Así mismo, se modificó la variación de insumos y los parámetros de control antes mencionados, como se muestra en la tabla 4.6 y tabla 4.7, para obtener un mejor hilado, como menciona (Minut, 1952), “que el queso scamorza se cuelga para su oreado y posterior madurado” (Pág.58), con lo cual se realizaron valoraciones de manera objetiva con personal del área de lácteos del taller de Alimentos mostrado en figura E.3 (Anexo E), de donde se seleccionaron cuatro muestras con buena apariencia como las mejores de ensayo 2.

4.2.4.1 Estadístico caja y bigote para el ensayo 2

En la figura 4.3 se muestra el estadístico caja y bigote para los valores promedios de los atributos sabor (tabla B.a.1); textura (tabla B.a.4), extraídos del (Anexo B.a); para muestras de ensayo 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Estadístico caja y bigote para ensayo 2

La figura 4.3, de caja y bigote, para las muestras ensayo 2 del atributo; sabor P14(5) muestra la mediana cercana al primer cuartil; textura P14(5) con la mediana sobre el segundo cuartil, en una escala de cinco puntos, donde la muestra P14, tiene mayor aceptación por los jueces en los atributos sabor y textura.

4.2.4.2 Prueba de Tukey para el atributo sabor en el ensayo 2

Para realizar la prueba de Tukey se introdujeron datos de tabla B.a.1 (Anexo B.) en el programa estadístico, Minitab 18.1 para sistema operativo 64bits y Windows 10Home. En la tabla 4.8, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para el atributo sabor en ensayo 2.

Tabla 4.8***Prueba de Tukey para el atributo sabor en ensayo 2***

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error Estándar de la diferencia	Intervalos de Confianza 95%	Valor T	Valor p ajustado	significancia
P12 - P11	0,0	0,271	(-0,718; 0,718)	0,00	1,000	No
P13 - P11	0,6	0,271	(-0,118; 1,318)	2,21	0,133	No
P14 - P11	1,0	0,271	(0,282; 1,718)	3,68	0,003	Si
P13 - P12	0,6	0,271	(-0,118; 1,318)	2,21	0,133	No
P14 - P12	1,0	0,271	(0,282; 1,718)	3,68	0,003	Si
P14 - P13	0,4	0,271	(-0,318; 1,118)	1,47	0,460	No

Nivel de confianza individual = 98,94%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.8, se puede observar que las entre las comparaciones (P14-P11) y (P14-P12) existe diferencia estadística significativa $p < 0,05$. Así mismo, en la tabla 4.9 se puede identificar a la media de la muestra P14 como la que tiene mayor significancia para el atributo sabor, en relación con el resto de muestras.

Tabla 4.9***Comparaciones de Tukey para diferencia de las medias en el atributo sabor de muestras de ensayo 2***

Factor	Número jueces	Media	Agrupación		Significancia
P14	15	4,667	A		Media de grupo A más significativa que el grupo B
P13	15	4,267	A	B	No existe diferencia significativa entre los grupos A y B
P12	15	3,667		B	Media menos significativa
P11	15	3,667		B	Media menos significativa que el resto de grupos

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.9 se puede observar el grupo A y grupo B, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo sabor; por tanto, P14 es la muestra más significativa estadística del ensayo 2.

4.2.4.3 Prueba de Tukey para atributo textura en ensayo 2

Para realizar la prueba de Tukey se introdujeron datos de tabla B.a.4 (Anexo B.a) en el programa estadístico, Minitab 18.1 para sistema operativo 64bits y Windows 10Home. En la tabla 4.10, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para el atributo textura en ensayo 2.

Tabla 4.10***Prueba de Tukey para atributo textura en ensayo 2***

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error Estándar de la diferencia	Intervalos de Confianza 95%	Valor T	Valor p ajustado	significancia
P12 - P11	-0,267	0,197	(-0,787; 0,254)	-1,36	0,532	No
P13 - P11	0,533	0,197	(0,013; 1,054)	2,71	0,043	Si
P14 - P11	0,800	0,197	(0,280; 1,320)	4,07	0,001	Si
P13 - P12	0,800	0,197	(0,280; 1,320)	4,07	0,001	Si
P14 - P12	1,067	0,197	(0,546; 1,587)	5,42	0,000	Si
P14 - P13	0,267	0,197	(-0,254; 0,787)	1,36	0,532	No
<i>Nivel de confianza individual = 98,94%</i>						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.10, se puede observar que entre las comparaciones (P13-P11), (P14-P11); (P13-P12) y (P14-P12) existe diferencia estadística significativa $p < 0,05$. Así mismo, en la tabla 4,9 se puede identificar, cual es la media que tiene mayor significancia para el atributo textura, en relación con el resto de muestras.

Tabla 4.11***Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en el atributo textura de muestras de ensayo 2***

Factor	Número jueces	Media	Agrupación	significancia
P14	15	4,667	A	Media de grupo A más significativa
P13	15	4,400	A	Media de grupo A más significativa que el grupo B
P11	15	3,867	B	Media menos significativa
P12	15	3,600	B	Media menos significativa que el resto de grupos
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.11 se puede observar el grupo A y grupo B, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo textura; por tanto, P14 es la muestra más significativa estadística del en ensayo 2.

De acuerdo a caja y bigote de muestras de ensayo 2, los atributos sabor (5), textura (5) de la muestra P14 fueron más aceptados por los jueces. Estadísticamente se pudo evidenciar que existe diferencia significativa entre los tratamientos (P14-P11) y (P14-P12) del atributo sabor y (P13-P11); (P14-P11); (P13-P12); (P14-P12) del atributo textura $p < 0,05$. De acuerdo al proceso se pone en evidencia que la variación de cuajo, cultivo, cloruro de calcio y parámetros de control, influyen directamente en el sabor y textura.

4.2.5 Variación de insumos y parámetros de proceso para prototipo 1

Para la elaboración de muestras prototipo 1, se realizó una variación en la composición de los insumos como ser, cultivo, cloruro de calcio y cuajo, para ello se elaboraron cinco muestras preliminares a nivel experimental, como se muestra en la tabla 4.12.

Tabla 4.12

Variación de insumos para prototipo 1 de queso tipo Scamorza

Muestras	Unidades	Cultivo láctico		Cuajo	Cloruro de calcio
MP1	%	0,00570	TCC-20	0,0040	0,015
MP2	%	0,00560	TCC-20	0,0030	0,010
MP3	%	0,00565	TCC-20	0,0070	0,015
MP4	%	0,00560	TCC-20	0,0040	0,010
MP5	%	0,00500	TCC-20	0,0029	0,010

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, para la muestra prototipo 1, se tomó en cuenta los parámetros de proceso de elaboración de queso tipo scamorza de pasta hilada, como se detalla en la tabla 4.13.

Tabla 4.13

Parámetros de control en muestras de prototipo 1

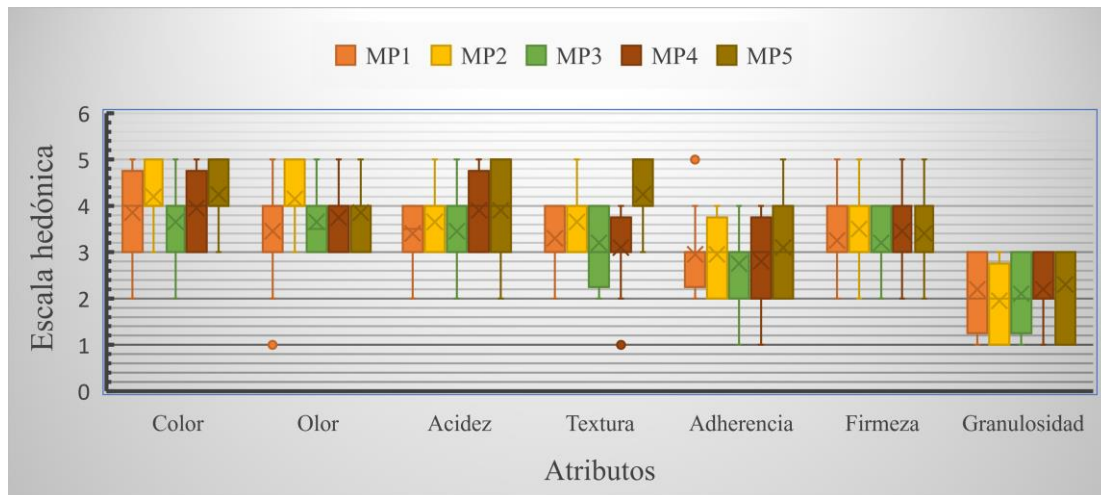
Variables	Unidades	Rangos
Pasteurización	°C	60 – 62
Tiempo de fermentación	min.	40
Tiempo de coagulación	min.	30 – 40
Temperatura de maduración de la cuajada	°C	35 – 40

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de las muestras preliminares, prototipo 1 se realizó tomando en cuenta la formulación y parámetros de control de (tablas 4.12) y (tabla 4.13), muestras que fueron evaluados sensorialmente como se muestra en la figura 3.12, evaluado por 20 jueces no entrenados.

4.2.5.1 Estadístico caja y bigote para muestras prototipo 1

En la figura 4.4, se muestra el estadístico caja y bigote para los atributos color (tabla B.b.1); olor (tabla B.b.5); acidez (tabla B.b.8); Textura (tabla B.b.12); adherencia (tabla B.b.16); firmeza (tabla B.b.20) y granulosidad (tabla B.b.25); extraídos del (Anexo B.b); para las muestras prototipo 1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Estadístico caja y bigote para muestras prototipo 1

En la figura 4.4, de caja y bigote para los atributos; color MP5(4,25) tiene la mediana cerca al segundo cuartil 75%; olor MP2(4,15) tiene la mediana cerca al primer cuartil 75%; acidez MP5(3,9) con la mediana cerca al segundo cuartil 75%; textura MP5(4,25) cerca al primer cuartil 75%; granulosidad MP5(2,3) cercano al tercer cuartil 100%. MP5 tiene mayor aceptación por los jueces en los atributos acidez, textura y color y granulosidad. No obstante, en los atributos adherencia MP5(3,1); cuya media está sobre el segundo cuartil; acidez MP5(3,9) con la media sobre segundo cuartil 75% y firmeza MP2(3,5) tiene la media en el segundo cuartil, son los atributos menos aceptados por los jueces en una escala de cinco puntos.

4.2.5.2 Prueba de Tukey para textura en prototipo 1

Para realizar la prueba de Tukey se introdujeron datos de evaluación sensorial de la tabla B.b.12 (Anexo B.b) en el programa estadístico, Minitab 18.1 para Windows 10 con sistema operativo 64bits. En la tabla 4.14, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para el atributo textura en prototipo 1.

Tabla 4.14***Prueba de Tukey para atributo textura en prototipo 1***

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error Estándar de la diferencia	Intervalos de Confianza 95%	Valor T	Valor p ajustado	Significancia
MP2 - MP1	0,35	0,219	(-0,258; 0,958)	1,60	0,502	No
MP3 - MP1	-0,10	0,219	(-0,708; 0,508)	-0,46	0,991	No
MP4 - MP1	-0,20	0,219	(-0,808; 0,408)	-0,91	0,891	No
MP5 - MP1	0,95	0,219	(0,342; 1,558)	4,34	0,000	Si
MP3 - MP2	-0,45	0,219	(-1,058; 0,158)	-2,06	0,248	No
MP4 - MP2	-0,55	0,219	(-1,158; 0,058)	-2,51	0,096	No
MP5 - MP2	0,60	0,219	(-0,008; 1,208)	2,74	0,055	No
MP4 - MP3	-0,10	0,219	(-0,708; 0,508)	-0,46	0,991	No
MP5 - MP3	1,05	0,219	(0,442; 1,658)	4,80	0,000	Si
MP5 - MP4	1,15	0,219	(0,542; 1,758)	5,25	0,000	Si

Nivel de confianza individual = 99,34%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.14, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (MP5 - MP1), (MP5 - MP3) y (MP5 - MP4); sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa $p < 0,05$ entre los tratamientos (MP2 - MP1), (MP3 - MP1), (MP4 - MP1), (MP3 - MP2), (MP4 - MP2), (MP5 - MP2) y (MP4 - MP3). Así mismo, en la tabla 4,15 se puede identificar, cual es la media que tiene mayor significancia para el atributo textura, en relación con el resto de muestras.

Tabla 4.15***Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en el atributo textura de muestras prototipo 1***

Factor	Número jueces	Media	Agrupación de medias			Significancia
MP5	20	4,25	A			Media de grupo A más significativa que el grupo B
MP2	20	3,65		B		Media del grupo B más significativo que el grupo C
MP1	20	3,30		B	C	No existe diferencia significativa entre los grupos B y C
MP3	20	3,20			C	Media del grupo C menos significativa que el grupo B
MP4	20	3,10			C	Media menos significativa que el resto de grupos

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.15 se puede observar el grupo A, grupo B y grupo C, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo textura; por tanto, MP5 es la muestra más significativa estadística de prototipo 1.

4.2.5.3 Análisis de varianza de los atributos color, olor, acidez, adherencia, firmeza y granulosis de las muestras de queso prototipo 1

Con base en los resultados del análisis de varianza de los atributos color (tabla B.b.4), olor (tabla B.b.7), acidez (tabla B.b.11), adherencia (tabla B.b.19), firmeza (tabla B.b.24) y granulosis (tabla B.b.28) del (Anexo B), no existe diferencia estadística significativa $p < 0,05$.

De acuerdo a caja y bigote de muestras prototipo 1, los atributos color (4,25), textura (4,25), adherencia (3,1) y granulosis (2,3) de la muestra MP5 tuvieron mayor aceptación por los jueces, mientras que en los atributos olor (4,15) y firmeza (3,5) tuvo mayor aceptación la muestra MP2. Estadísticamente, existe diferencia significativa $p < 0,05$, entre las muestras (MP5 - MP1), (MP5 - MP3) y (MP5 - MP4). De acuerdo al proceso se puede afirmar que la variación de cultivo, cuajo y parámetros de control en el proceso de elaboración, influyen directamente en, textura, adherencia, granulosis, olor y firmeza del producto.

4.2.6 Dosificación de insumos para la elaboración de muestras prototipo 2

Con base en la dosificación de insumos y temperatura de prototipo 2, se elaboraron dos muestras (MP2; MP5), para prototipo 2, como se muestra en la tabla 4.16.

Tabla 4.16

Parámetros de control para la muestra prototipo 2

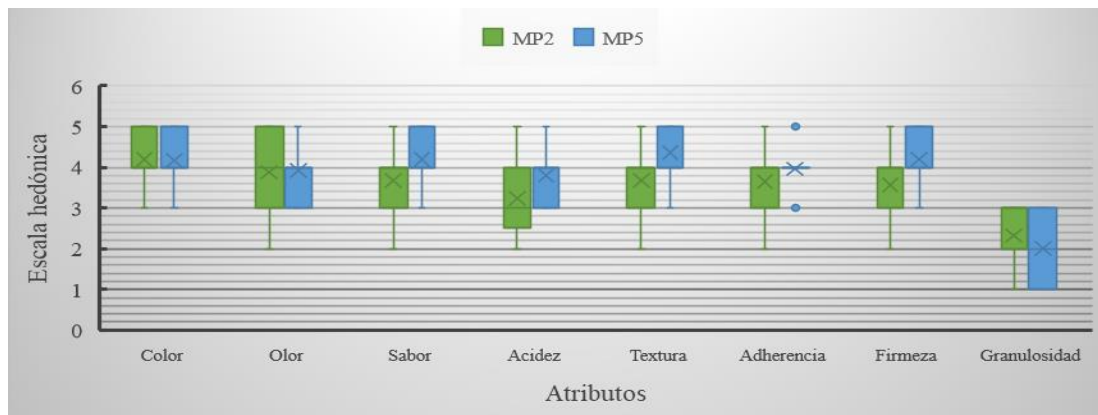
Muestras	Cultivo láctico (%)		Cuajo (%)	Temperatura de maduración de la cuajada (°C)
MP2	0.0056	TCC-20	0,0030	40
MP5	0.0050	TCC-20	0,0029	37

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.16 se puede observar la variación de insumos; cultivo y cuajo, así como, la temperatura de maduración de cuajada para cada muestra.

4.2.6.1 Estadístico caja y bigote para prototipo 2

En figura 4.5, se muestra el estadístico caja y bigote para los atributos color (tabla B.c.1); olor (tabla B.c.4); acidez (tabla B.c.8); sabor (B.c.12); textura (tabla B.c.16); adherencia (tabla B.c.20); firmeza (tabla B.c.24) y granulosidad (tabla B.c.28); extraídos del (Anexo B.c); para las muestras prototipo 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5: Estadístico caja y bigote para muestras prototipo 2

En la figura 4.5, de caja y bigote para las muestras prototipo 2 de los atributos; color MP2(4,16) muestra la mediana cerca al primer cuartil 75%; sabor MP5(4,2) próxima al primer cuartil 75%; textura MP5(4,36) sobre el segundo cuartil 75%; firmeza MP5(4,2) tiene la mediana en el segundo cuartil 75% y adherencia MP5(3,96) cuya mediana está sobre el segundo cuartil 100%. MP5 tiene mayor aceptación por los jueces en los atributos sabor, textura, firmeza y adherencia. No obstante, en los atributos; olor MP5(3,92) tiene la media cerca al segundo cuartil 75%; acidez MP5(3,8) cerca al segundo cuartil 75%; y granulosidad MP5(2,32) sobre el segundo cuartil 100%, presentan resultados dispersos, por ende, son los atributos de percepción diversa y menos aceptados por los jueces.

4.2.6.2 Prueba de Tukey para el atributo acidez en muestra prototipo 2

Para realizar la prueba de Tukey se introdujeron datos de tabla B.c.8 (Anexo B.c) en el programa estadístico, Minitab 18.1 para sistema operativo 64bits y Windows 10Home.

En la tabla 4.17, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para el atributo acidez en prototipo 2.

Tabla 4.17

Prueba de Tukey para el atributo acidez en prototipo 2

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error Estándar de Diferencia	Intervalos de Confianza de 95%	Valor T	Valor p ajustado	Significancia
MP5 - MP2	0,56	0,226	(0,106; 1,014)	2,48	0,017	si
<i>Nivel de confianza individual = 95,00%</i>						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.17 se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (MP5 – MP2) $p < 0,05$. Así mismo, en la tabla 4,18 se puede identificar, cual es la media que tiene mayor significancia para el atributo textura, en relación con el resto de muestras.

Tabla 4.18

Agrupación de Tukey para diferencias de las medias en el atributo acidez de muestras prototipo 2

Factor	N	Media	Agrupación
MP5	25	3,80	A
MP2	25	3,24	B
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18 se puede observar el grupo A y grupo B, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo acidez; por tanto, MP5 es la muestra más significativa estadística de muestras prototipo 2.

4.2.6.3 Prueba estadística de Tukey para el atributo sabor en muestra prototipo 2

Para realizar la prueba de Tukey se introdujeron datos de tabla B.c.12 (Anexo B.c) en el programa estadístico, Minitab 18.1 para sistema operativo 64bits y Windows 10Home. En la tabla 4.19, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para el atributo sabor en prototipo 2.

Tabla 4.19***Prueba de Tukey para el atributo sabor en prototipo 2***

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error Estándar de diferencia	Intervalos de Confianza de 95%	Valor T	Valor p ajustado	Significancia
MP5-MP2	0,52	0,206	(0,106; 0,934)	2,53	0,015	si

Nivel de confianza individual = 95,00%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.19 se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (MP5 – MP2) $p < 0,05$. Así mismo, en la tabla 4,20 se puede identificar, cual es la media que tiene mayor significancia para el atributo sabor, en relación con el resto de muestras.

Tabla 4.20***Agrupación de Tukey para diferencias de las medias en el atributo sabor de muestras prototipo 2***

Factor	N	Media	Agrupación	
MP5	25	4,20	A	
MP2	25	3,68	B	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.20 se puede observar el grupo A y grupo B, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo sabor, por tanto, MP5 es la muestra más significativa estadística de muestras prototipo 2.

4.2.6.4 Prueba estadística de Tukey para el atributo textura en muestra prototipo 2

Para realizar la prueba de Tukey se introdujeron datos del análisis sensorial de la tabla B.c.16 (Anexo B.c) en el programa estadístico, Minitab 18.1 para Windows 10, sistema operativo 64bits. En la tabla 4.21, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para el atributo textura en prototipo 2.

Tabla 4.21***Prueba de Tukey para el atributo textura en prototipo 2***

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error estándar de diferencia	Intervalos de Confianza de 95%	Valor T	Valor p ajustado	Significancia
MP5 - MP2	0,68	0,205	(0,268; 1,092)	3,32	0,002	si
<i>Nivel de confianza individual = 95,00%</i>						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.21 se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (MP5 – MP2) $p < 0,05$. Así mismo, en la tabla 4,22 se puede identificar, cual es la media que tiene mayor significancia para el atributo textura, en relación con el resto de muestras.

Tabla 4.22***Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en el atributo textura de muestras prototipo 2***

Factor	N	Media	Agrupación	
MP5	25	4,36	A	
MP2	25	3,68	B	
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.22 se puede observar el grupo A y grupo B, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo textura, por tanto, MP5 es la muestra más significativa estadística de muestras prototipo 2.

4.2.6.5 Prueba estadística de Tukey para el atributo firmeza en muestra prototipo 2

Para realizar la prueba de Tukey se introdujeron datos de la tabla B.c.24 (Anexo B.c) en el programa estadístico, Minitab 18.1 para sistema operativo 64bits y Windows 10Home. En la tabla 4.23, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para el atributo firmeza en prototipo 2.

Tabla 4.23***Prueba de Tukey para el atributo firmeza en prototipo 2***

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error Estándar de diferencia	Intervalos de Confianza de 95%	Valor T	Valor p ajustado	Significancia
MP5 - MP2	0,64	0,192	(0,254; 1,026)	3,33	0,002	Si
<i>Nivel de confianza individual = 95,00%</i>						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.23 se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (MP5 – MP2) $p < 0,05$. Así mismo, en la tabla 4.24 se puede identificar, cual es la media que tiene mayor significancia para el atributo firmeza, en relación con el resto de muestras.

Tabla 4.24***Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en firmeza de muestras prototipo 2***

Factor	N	Media	Agrupación	
MP5	25	4,20	A	
MP2	25	3,56		B
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.24 se puede observar el grupo A y grupo B, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo firmeza, por tanto, MP5 es la muestra más significativa estadística de muestras prototipo 2.

4.2.6.6 Análisis de varianza de los atributos color, olor, adherencia y granulosidad para la dosificación de cuajo, cultivo y temperatura de prototipo 2

Conforme a los resultados del análisis de varianza de los atributos color (tabla B.c.3), olor (tabla B.c.7), adherencia (tabla B.c.23) y granulosidad (tabla B.c.31) del (Anexo B.c), no existe diferencia estadísticamente significativa $p < 0,05$.

Conforme a caja y bigote de muestras prototipo 2, los atributos sabor (4,2), textura (4,36), firmeza (4,2) y adherencia (3,96) de la muestra MP5 tuvieron mayor aceptación por los jueces. Estadísticamente se pudo demostrar que existe diferencia significativa entre las muestras (MP5 - MP2) $p < 0,05$ con respecto al proceso se puede evidenciar

que la variación de cuajo, cultivo y temperatura, influyen directamente en el sabor, textura, firmeza y adherencia.

4.3 Diseño factorial 2^3 en la etapa de maduración de la cuajada de queso tipo Scamorza

En la tabla 4.25, se muestra la matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa madurado, para la obtención de queso de pasta hilada tipo Scamorza, el diseño experimental empleado corresponde al tipo 2^3 cuya variable respuesta, es la acidez expresada en ácido láctico.

Tabla 4.25

Matriz de resultados de la variable respuesta acidez (ácido láctico)

Combinaciones	Factores			Replica I	Replica II	Y_i
	Cu	Cl	T			
Constante	-	-	-	0,96	0,96	1,92
Cuajo	+	-	-	0,96	0,93	1,89
Cultivo	-	+	-	0,59	0,61	1,19
Temperatura	+	+	-	1,03	0,96	2,00
Cuajo*Cultivo	-	-	+	0,62	0,57	1,19
Cuajo*Temperatura	+	-	+	0,80	0,82	1,62
Cultivo*Temperatura	-	+	+	0,61	0,62	1,23
Cuajo*Cultivo *Temperatura	+	+	+	0,94	0,89	1,84

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Análisis estadístico del diseño experimental en la etapa coagulación de queso tipo Scamorza.

En la tabla 4.26 se observa el resultado del diseño experimental en la etapa de coagulación, que se llevó a cabo en el programa estadístico, Minitab 18.1 para sistema operativo 64bits y Windows 10Home, donde se muestra la interacción de las tres variables (cuajo, cultivo y temperatura) y los resultados del análisis de varianza, para el desarrollo del diseño factorial 2^3 , para la variable respuesta acidez (ácido láctico), extraídos de tabla C.1 (Anexo C).

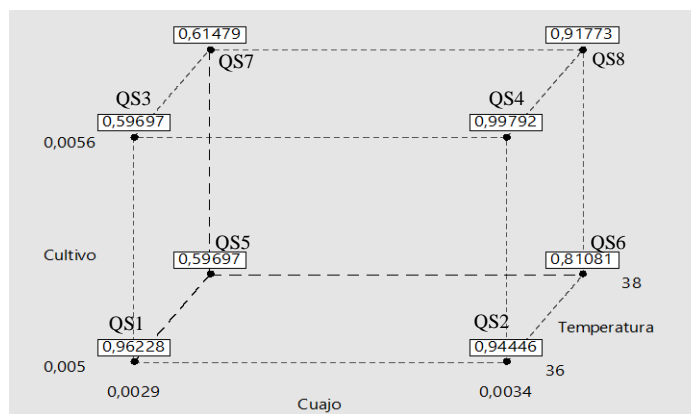
Tabla 4.26

Análisis de varianza para las variables del proceso de coagulación

Fuente de variación	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cuajo	1	0,202460	0,202460	248,80	0,000
Cultivo	1	0,008753	0,008753	10,76	0,011
Temperatura	1	0,078773	0,078773	96,80	0,000
Interacciones de 2 términos	3	0,116601	0,038867	47,76	0,000
Cuajo*Cultivo	1	0,064483	0,064483	79,24	0,000
Cuajo*Temperatura	1	0,004466	0,004466	5,49	0,047
Cultivo*Temperatura	1	0,047653	0,047653	58,56	0,000
Interacciones de 3 términos	1	0,027171	0,027171	33,39	0,000
Cuajo*Cultivo*Temperatura	1	0,027171	0,027171	33,39	0,000
Error	8	0,006510	0,000814		
Total	15	0,440267			

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza del diseño estadístico, se puede observar que el valor p, de la fuente de variación es inferior al nivel de significancia (0,05). En la figura 4.26, se observa la gráfica de cubos, que muestra con mayor detalle el efecto directo que tienen los factores (cuajo, cultivo y temperatura) sobre la variable respuesta (acidez).

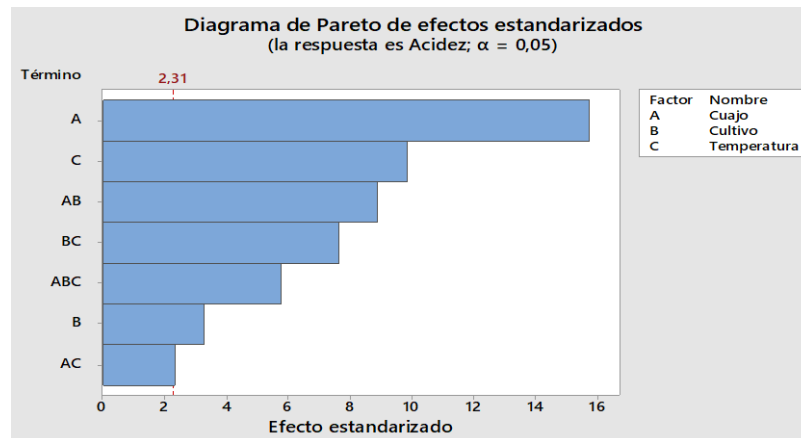


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6: Gráfica del cubo (medias ajustadas) acidez

En la figura 4.6 se puede observar el efecto directo de las combinaciones de factores; cuajo, cultivo, temperatura, sobre la acidez del queso tipo Scamorza.

En la figura 4.7, se muestra la gráfica de Pareto de efectos estandarizados para tres factores; cuajo, cultivo y temperatura.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados de queso tipo Scamorza

En la figura 4.7 se muestra el diagrama de Pareto de efectos estandarizados para tres factores (cuajo, cultivo y temperatura). Los factores que pasan la línea 2.31 en la figura 4.7, son significativos, ésta depende de los grados de libertad para el término error extraído de tabla C.5 (Anexo C).

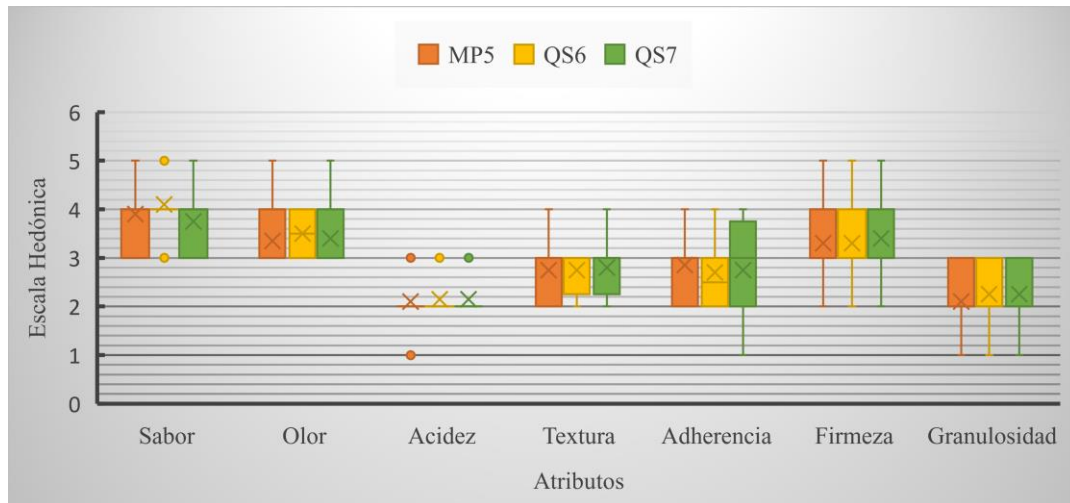
Los factores cuajo, temperatura (T de maduración de la cuajada), cultivo y las interacciones de factores; cuajo-cultivo, cultivo-temperatura y cuajo-cultivo-temperatura, muestran que existe evidencia significativa $p < 0,05$, e influyen en la variable respuesta; acidez.

4.4 Caracterización de los atributos sensoriales para elegir el producto final

Para caracterizar los atributos sensoriales del producto final de queso tipo Scamorza, se llevó a cabo una evaluación sensorial con tres muestras más representativas, una de ellas MP5 elegida por los jueces, de prototipo 2 en los atributos; sabor, textura, firmeza y adherencia, así mismo, dos muestras del diseño factorial QS6 Y QS7, elegidas por tener mayor diferencia significativa, que se efectuó con 20 jueces no entrenados donde se consideró los atributos olor, sabor, acidez, textura, firmeza y adherencia y granulosidad.

4.4.1 Estadístico caja y bigote para elegir el producto final

En figura 4.8, se muestra el estadístico caja y bigote para los atributos sabor (tabla B.d.1); olor (tabla B.d.5); acidez (tabla B.d.9); textura (tabla B.d.13); adherencia (tabla B.d.17); firmeza (tabla B.d.21) y granulosidad (tabla B.d.25), extraídos del (Anexo B.d); para elección de muestra final.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Estadístico caja y bigote para caracterización de atributos sensoriales

La figura 4.8, de caja y bigote para la elección de la muestra final, muestra los atributos; sabor muestra QS6(4,1) tiene datos concentrados en su caja (agradable); olor muestra QS6(3,5) (ni agrada ni desagrada con tendencia a agradable), tiene la mediana sobre el segundo cuartil 100%; acidez muestra QS6(2,15) (fuerte a suave), tiene un valor atípico, sin embargo la mayoría de sus datos están concentrados; textura muestra QS6(2,75) (ni suave ni dura) cercano al tercer cuartil 50%; adherencia muestra QS6(2,5) (mediana) con la mediana cerca al tercer cuartil 50%; firmeza muestra QS6(3,3)(media a elevada), tiene la mediana cerca al primer cuartil 50%, en una escala hedónica de cinco puntos. Granulosidad QS6(2,25) (granuloso), tiene la mediana cerca al segundo cuartil 50%.

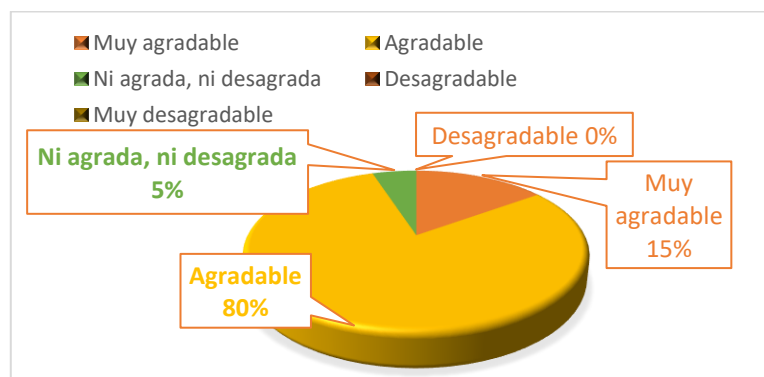
4.4.2 Análisis de varianza de los atributos sabor, color, olor, acidez, textura, adherencia, firmeza y granulosidad para la elección de la muestra final

Así también se realizó el análisis estadístico para los atributos sabor (1,39<3,16) (tabla B.d4); olor (0,36<3,16) de tabla B.d8; Acidez (0,11<3,16) de tabla B.d.12; textura (0,06<3,16) de tabla Bd.16; adherencia (0,18<3,16) de tabla B.d.20; firmeza (0,10<3,16) de tabla B.d.23 y granulosidad (0,26<3,16) de tabla B.d.28 extraído de (Anexo B) no existe evidencia estadística significativa $p < 0,05$.

Para la elección de la muestra final se tomó en cuenta la elegida por los jueces; QS6 que obtuvo los valores promedio para los atributos: sabor (4,31); olor (3,5); Acidez (2,15); textura (2,75); adherencia (2,85); firmeza (3,3); granulosidad (2,25).

4.4.2 Valoración del atributo sabor

En la figura 4.9 Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos de tabla B.d.1 extraído del (Anexo B.d) para el atributo sabor.



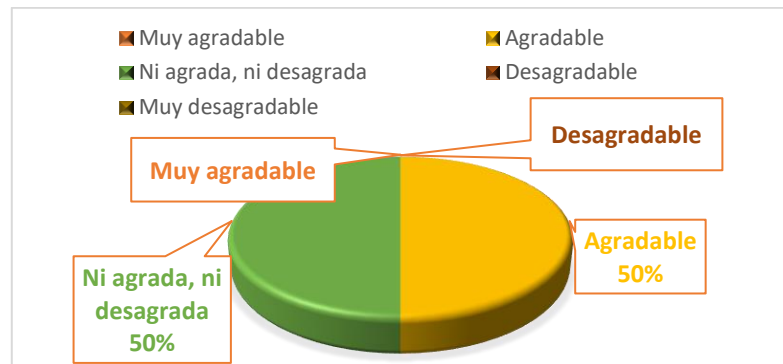
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9: Valoración del atributo sabor en QS6

En la figura 4.9 se puede observar que el 80% de los jueces percibe sabor agradable, 15% muy agradable, 5% ni agrada ni desagrada la muestra QS6.

4.4.3 Valoración del atributo olor

En la figura 4.10. Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos de tabla B.d.5 extraído del (Anexo B.d), para el atributo olor.



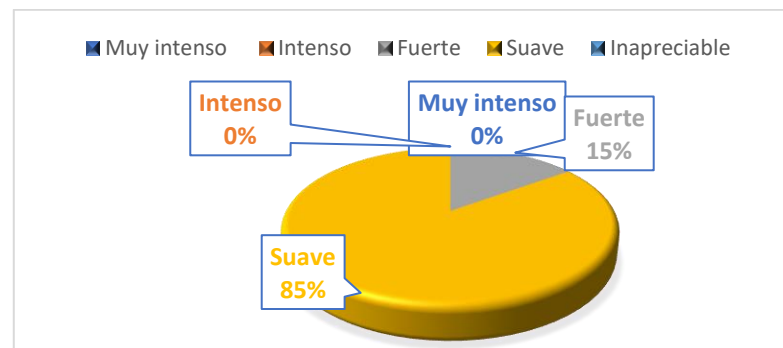
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Valoración del atributo olor en QS6

En la figura 4.10 se puede observar que el 50% de los jueces percibe olor agradable y 50% ni le agrada, ni desagrada la muestra QS6.

4.4.4 Valoración del atributo acidez

En la figura 4.11. Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos de tabla B.d.9 extraído del (Anexo B.d), para el atributo acidez.



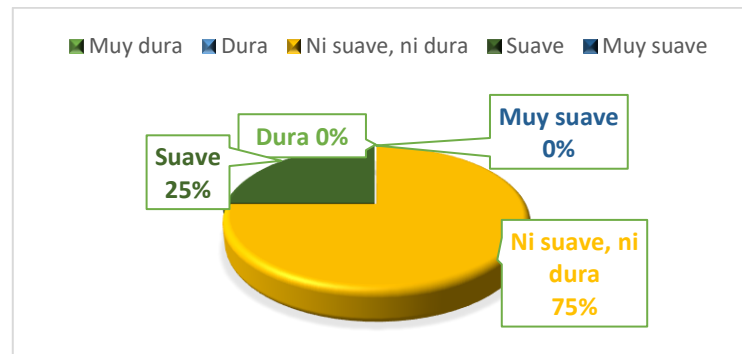
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11: Valoración del atributo acidez en QS6

En la figura 4.11 se puede observar que el 85% de los jueces percibe acidez suave y 15% fuerte, para la muestra QS6.

4.4.5 Valoración del atributo textura

En la figura 4.12. Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos de tabla B.d.13 extraído del (Anexo B.d), para el atributo textura.



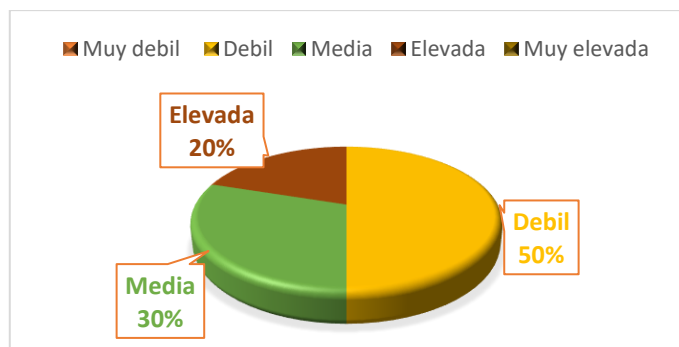
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12: Valoración del atributo textura en QS6

En la figura 4.12 se puede observar que el 75% de los jueces percibe textura suave y 25% dura, para la muestra QS6.

4.4.6 Valoración del atributo adherencia

En la figura 4.13. Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos de tabla B.17 extraído del (Anexo B.d), para el atributo adherencia.



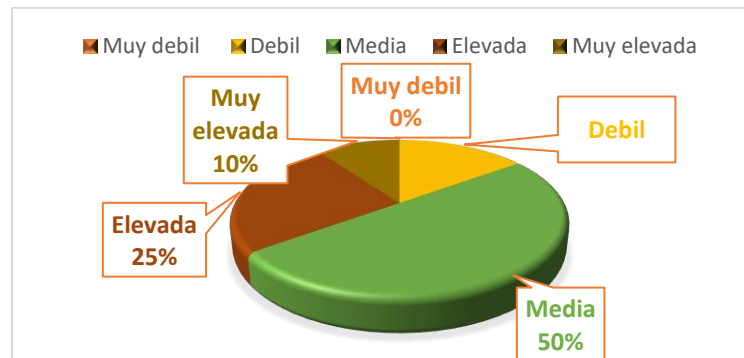
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.13: Valoración del atributo adherencia en QS6

En la figura 4.13 se puede observar que el 50% de los jueces percibe adherencia débil, 30% media y 20% elevada, para la muestra QS6.

4.4.7 Valoración del atributo firmeza

En la figura 4.14. Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos de tabla B.21 extraído del (Anexo B.d), para el atributo firmeza.



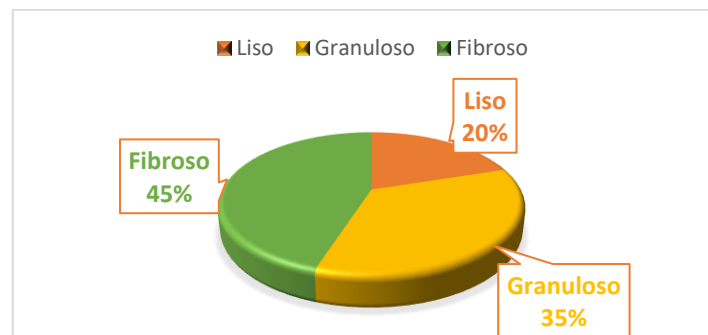
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14: Valoración del atributo firmeza en QS6

En la figura 4.14 se puede observar que el 50% de los jueces percibe firmeza media, 25% elevada, 15% débil y 10% muy elevada, para la muestra QS6.

4.4.8 Valoración del atributo granulosidad

En la figura 4.15. Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos de tabla B.25 extraído del (Anexo B.d), para el atributo textura.



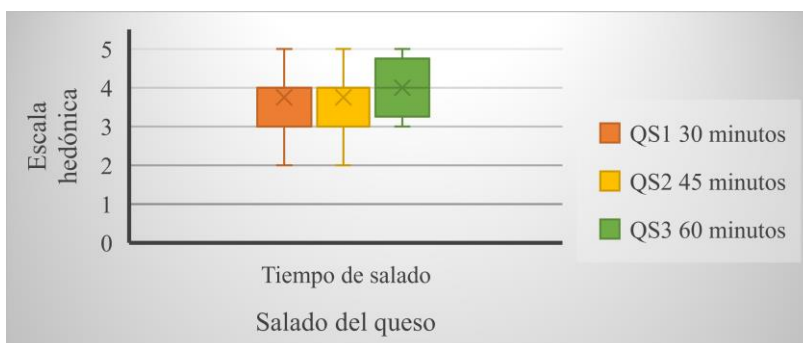
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15: Valoración del atributo acidez en QS6

En la figura 4.15 se puede observar que el 35% de los jueces percibe granuloso, 45% fibroso y 20% liso y 10%, para la muestra QS6.

4.5 Ajuste del tiempo de salado en producto final de queso tipo Scamorza

En figura 4.16, se muestra el estadístico caja y bigote para ajustar el tiempo de salado del queso (tabla B.e.1) extraído del (Anexo B.e); donde se trabajó con una concentración de sal al 18%, para el producto final (259.9 g.) de queso tipo scamorza.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16: Tiempo de salado del queso para la muestra final

En la figura 4.16 se puede observar las medianas de QS1 (3,75) sobre el segundo cuartil; QS2(3,75) en el segundo cuartil y QS3(4) próximo al segundo cuartil. Donde la muestra ideal QS3 salado por 60 minutos, muestra mayor aceptación por los jueces.

4.5.1 Análisis de varianza para ajuste de sal en la muestra final

Conforme a los resultados del análisis de varianza para ajuste de sal (tabla B.e.4) del (Anexo B.e), en las muestras (QS1 30 min.), (QS2 45 min.) y (QS3 60 min.) no existe diferencia significativa $p < 0,05$.

Sin embargo, se tomó en cuenta la preferencia de los jueces, salado por 60 minutos.

4.6 Control de parámetros fisicoquímicos de queso tipo Scamorza

El control de parámetros fisicoquímicos (acidez, pH y Sólidos solubles) durante el proceso de coagulación hasta el punto de hilado del queso, se realizó una vez definidas las variables (cantidad de cuajo, cultivo y temperatura de maduración de la cuajada) y se efectuó en las muestras QS6, muestra elegida por los jueces y MP5 la cual se tomó como referencia para comparar la conducta de las curvas de ambas muestras, tomándose muestras de leche, y cuajada en la etapa de coagulación y muestras de suero en la etapa de desuerado hasta el inicio de la etapa de hilado. Así también se realizó un Control de parámetros fisicoquímicos (acidez, pH y humedad) en la etapa de oreado y maduración

4.6.1 Variación de acidez en la etapa de coagulación y desuerado durante el proceso de elaboración

En la tabla 4.27 se puede observar los resultados de los datos de acidez obtenida en la recepción de la leche hasta la etapa de hilado; de dos muestras; (MP5) y (QS6), registrados en intervalos de 10 minutos desde la recepción de la leche hasta la etapa de coagulación e intervalos de 15 minutos hasta la etapa de hilado.

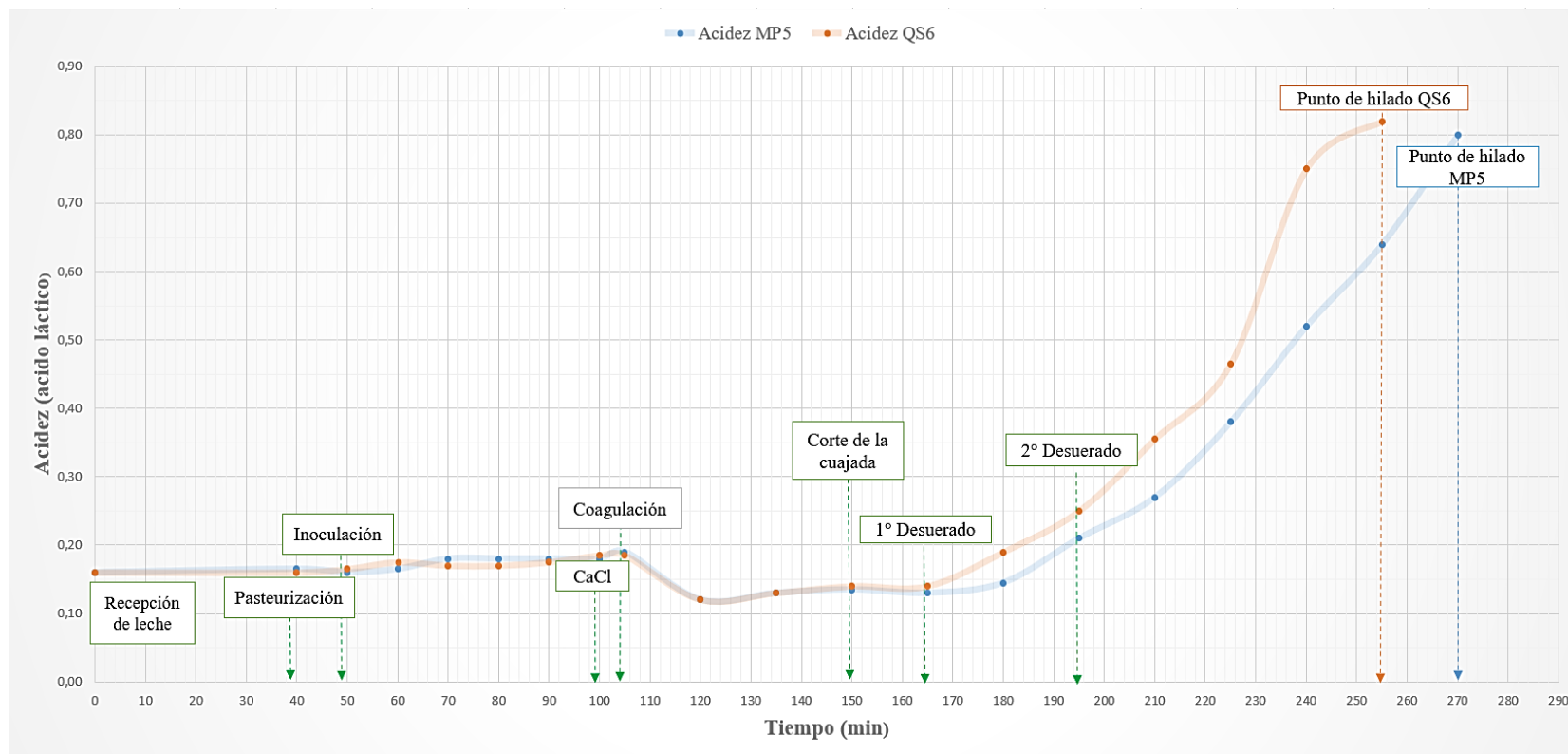
Tabla 4.27

Variables de acidez y tiempo para control de acidez en el proceso de elaboración

Tiempo (min)	Acidez (ácido láctico)	
	MP5	QS6
0	0,160	0,160
40	0,165	0,160
50	0,160	0,165
60	0,165	0,175
70	0,180	0,170
80	0,180	0,170
90	0,180	0,175
100	0,180	0,185
105	0,190	0,185
120	0,120	0,120
135	0,130	0,130
150	0,135	0,140
165	0,130	0,140
180	0,145	0,190
195	0,210	0,250
210	0,270	0,355
225	0,380	0,465
240	0,520	0,750
255	0,640	0,820
270	0,800	0,000

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.8 se muestran el comportamiento de la acidez desde la recepción de la leche hasta el punto de hilado del queso de pasta hilada tipo scamorza en el lapso de 260 a 270 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.17: Variación de acidez vs tiempo en la recepción de la leche y punto de hilado

En la figura 4.8, se muestra la variación de la acidez versus el tiempo desde la etapa de recepción de materia prima hasta la etapa de hilado del queso, donde se puede observar que las muestras QS6 y MP5 se mantienen constantes desde el minuto 0 hasta la etapa de inoculación transcurridos 50 minutos, con un valor de 0,16 (ácido láctico); a partir de la etapa de inoculación la acidez sube hasta la etapa de coagulación a 0,19 (ácido láctico) en el minuto 105; donde va descendiendo después que es añadido el cuajo y llegando a 0,13 (MP5) y 0,14 (QS6) de acidez en el primer desuerado, ascendiendo gradualmente en 0,21 (MP5) y 0,25 (QS6) de acidez, en el segundo desuerado; a partir de ahí, la muestra QS6 llega a 0,82 (ácido láctico) en 255 minutos y la muestra MP5 a 0,8 (ácido láctico) en 270 minutos hasta el punto de hilado en la etapa de hilado.

4.6.2 Variación de pH en la etapa de coagulación y desuerado durante el proceso de elaboración

En la tabla 4.28 se puede observar los datos de pH obtenida en la recepción de la leche hasta la etapa de hilado; de dos muestras; (MP5) y (QS6), registrados en intervalos de 10 minutos desde la recepción de la leche hasta la etapa de coagulación e intervalos de 15 minutos hasta la etapa de hilado.

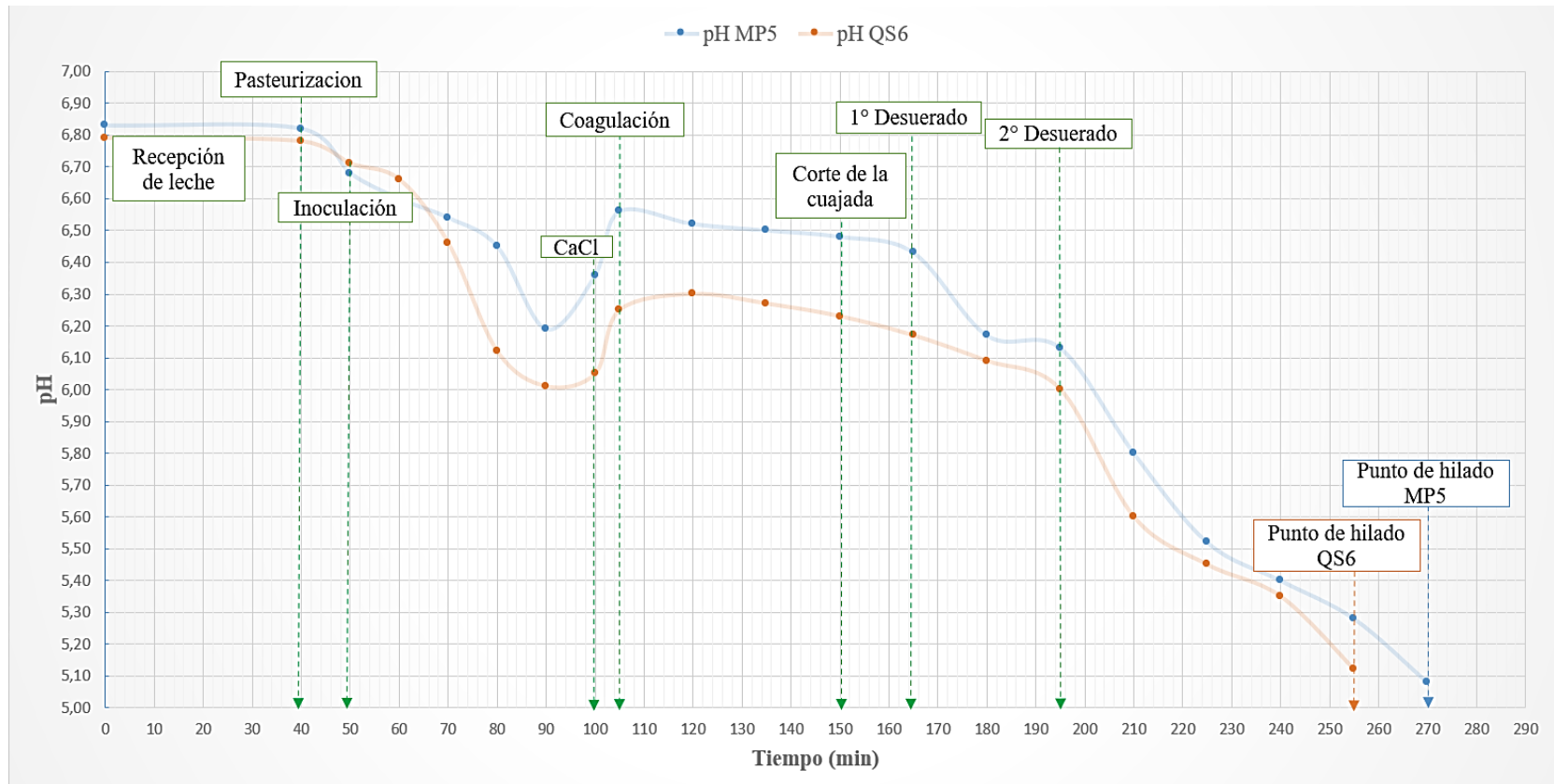
Tabla 4.28

Variables de pH y tiempo en el proceso de elaboración

Tiempo (min)	pH	
	MP5	QS6
0	6,83	6,79
40	6,82	6,78
50	6,68	6,71
60	6,60	6,66
70	6,54	6,46
80	6,45	6,12
90	6,19	6,01
100	6,36	6,05
105	6,56	6,25
120	6,52	6,30
135	6,50	6,27
150	6,48	6,23
165	6,43	6,17
180	6,17	6,09
195	6,13	6,00
210	5,80	5,60
225	5,52	5,45
240	5,40	5,35
255	5,28	5,12
270	5,08	-

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.9 se muestran el comportamiento del pH desde la recepción de la leche hasta el punto de hilado del queso de pasta hilada tipo scamorza en el lapso de 260 a 270 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.18: Variación de pH vs tiempo en la recepción de la leche y punto de hilado

En la figura 4.8 se muestra la variación de pH versus el tiempo desde la etapa de recepción de materia prima hasta la etapa de hilado del queso tipo Scamorza. Para ver dicha variación se tomaron en cuenta las muestras MP5 y QS6. La muestra MP5 parte con un pH de 6,83 y QS6 con 6,79 de pH en la etapa de recepción de leche, hasta el final de la etapa de pasteurización ambas bajan levemente de pH a 6,82 (MP5) y 6,79 (QS6). A los 50 minutos cuando es añadido el cultivo iniciador se registra un pH de 6,68(MP5) y 6,71 (QS6), luego el pH va en descenso hasta el minuto 90 hasta pH 6,19 (MP5) y 6,01 (QS6) donde empieza a hacer un ascenso durante el añadido del cloruro de calcio hasta etapa de coagulación con pH de 6,56 (MP5) y 6,25 (QS6) y es, durante el desarrollo de la etapa de coagulación que desciende a un pH de 6,48 (MP5) y 6,23 (QS6) cuando se realiza el corte de la cuajada, para seguir su descenso durante el primer y segundo desuerado llegando a pH de 6,13 (MP5) y 6 (QS6), es a partir del segundo desuerado minuto 195, donde el descenso de pH sucede de forma más rápida hasta alcanzar pH de 5,08 (MP5) en el minuto 270 y 5,12 (QS6) en el minuto 255, donde el queso pudo ser hilado, encontrándose el punto de hilado del mismo.

4.6.3 Variación de sólidos solubles en la etapa de coagulación y desuerado durante el proceso de elaboración

En la tabla 4.29 se puede observar los resultados de los datos de sólidos solubles (°Brix) obtenida en la recepción de la leche hasta el inicio de la etapa de hilado; de dos muestras; (MP5) y (QS6), registrados en intervalos de 10 minutos desde la recepción de la leche hasta la etapa de coagulación e intervalos de 15 minutos hasta la etapa de hilado.

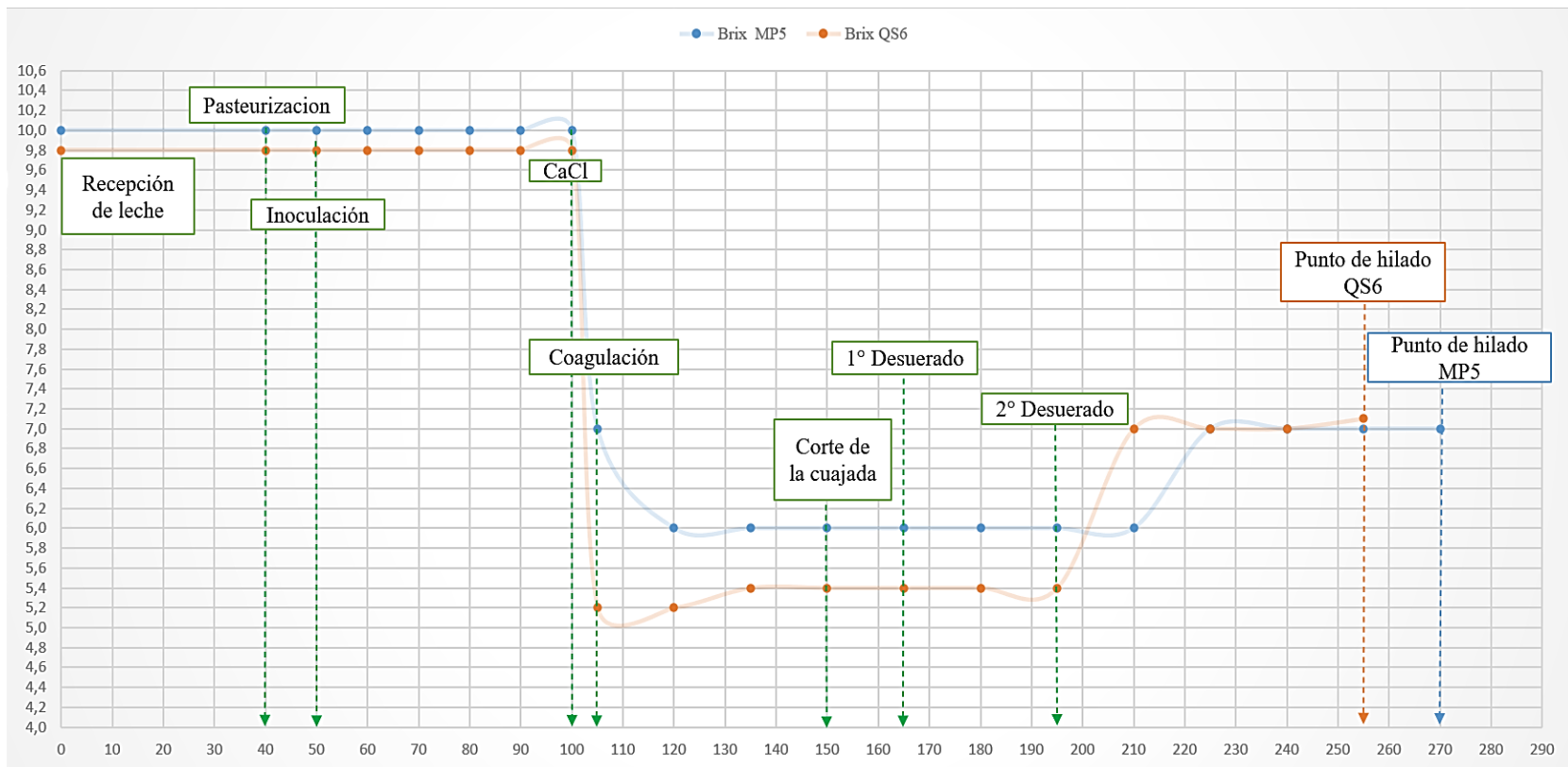
Tabla 4.29

Valores de sólidos solubles en la recepción de leche hasta la etapa de hilado del queso tipo Scamorza

Tiempo	Sólidos solubles (°Brix)	
	MP5	QS6
0	10	9,8
40	10	9,8
50	10	9,8
60	10	9,8
70	10	9,8
80	10	9,8
90	10	9,8
100	10	9,8
105	7	5,2
120	6	5,2
135	6	5,4
150	6	5,4
165	6	5,4
180	6	5,4
195	6	5,4
210	6	7,0
225	7	7,0
240	7	7,0
255	7	7,1
270	7	-

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.9 se muestra de forma gráfica los datos obtenidos de sólidos solubles en °Brix desde la recepción de la leche hasta el punto de hilado del queso tipo scamorza en el lapso de 260 a 270 minutos.



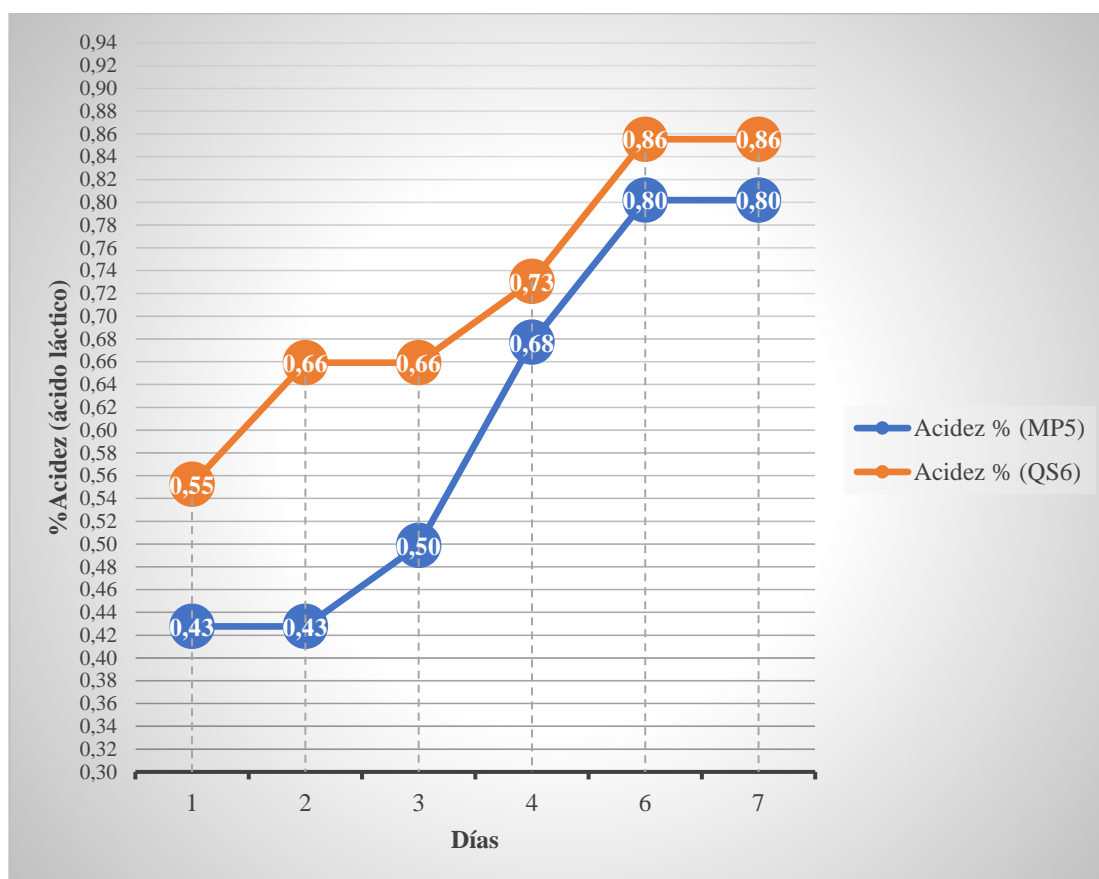
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19: Variación de sólidos solubles vs tiempo en la recepción de la leche y punto de hilado

En la figura 4.10, se puede observar que los sólidos solubles de las muestras MP5 y QS6 se mantienen constantes desde el minuto 0 de recepción de leche hasta el minuto 100, donde los sólidos descienden de manera drástica hasta el valor de 7(MP5) y 5,2(QS6) °Brix en la etapa de coagulación, para mantenerse constantes hasta 6(MP5) y 5,4(QS6) durante la etapa de desuerado en el minuto 195, donde empieza a subir hasta el minuto 225 para mantenerse constante hasta el punto de hilado con 7 °Brix en el minuto 270 para MP5 y 7,1°Brix para QS6 en el minuto 255.

4.6.4 Variación de parámetros de acidez, pH y humedad en la etapa de maduración del queso tipo Scamorza

En la figura 4.20 se muestra el control de acidez (% de ácido láctico), de dos muestras (MP5) y (QS6) de tabla D.3 extraído de (Anexo D.1), durante la etapa de maduración.

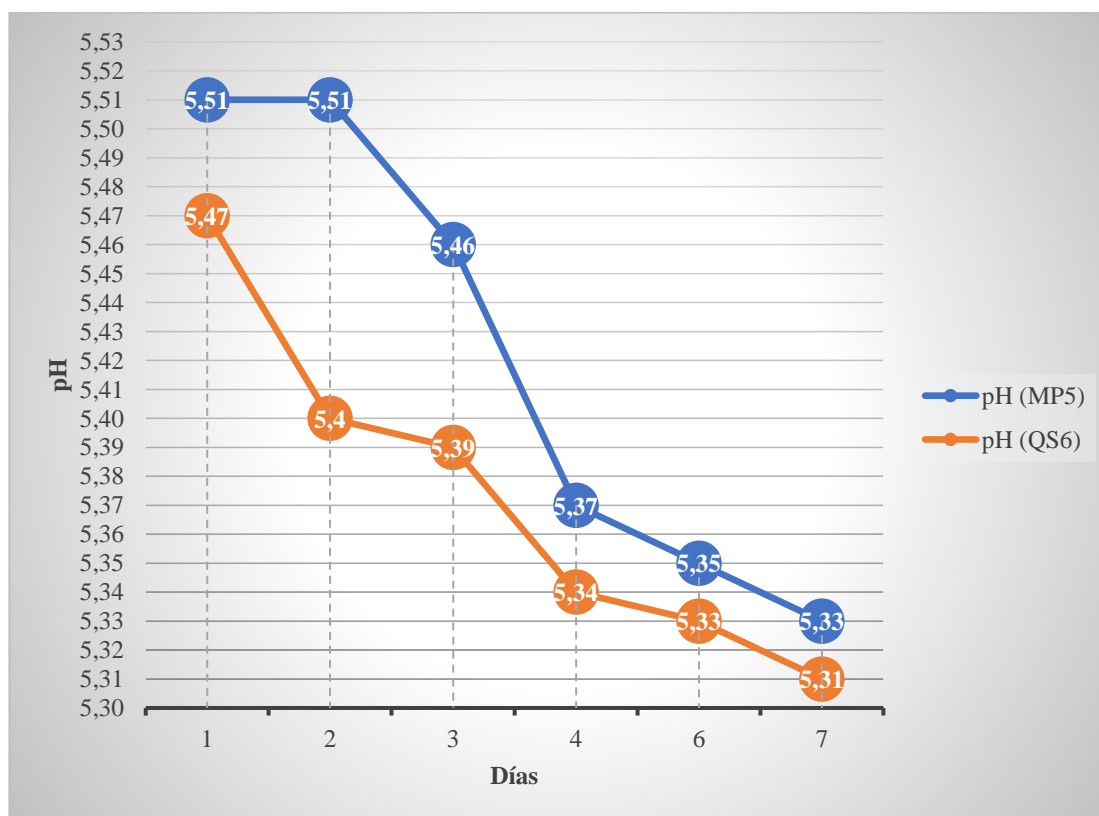


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20: Control de acidez en la etapa de maduración

En la figura 4.20 se puede observar que la variable acidez inicia con 0,55%(QS6) y 0,43%(MP5), mientras que en el segundo día MP5, se mantiene con la misma acidez y QSC asciende a 0,66% manteniéndose así hasta el tercer día; donde ambos valores (MP5, QS6), ascienden gradualmente hasta el sexto día, donde hasta el día siete se registra una acidez de 0,86(QS6) y 0,80(MP5).

Así también se obtuvieron valores de pH para las muestras MP5 y QS6 extraído de tabla D.2 extraído de (Anexo D) como se muestra en la figura 4.21

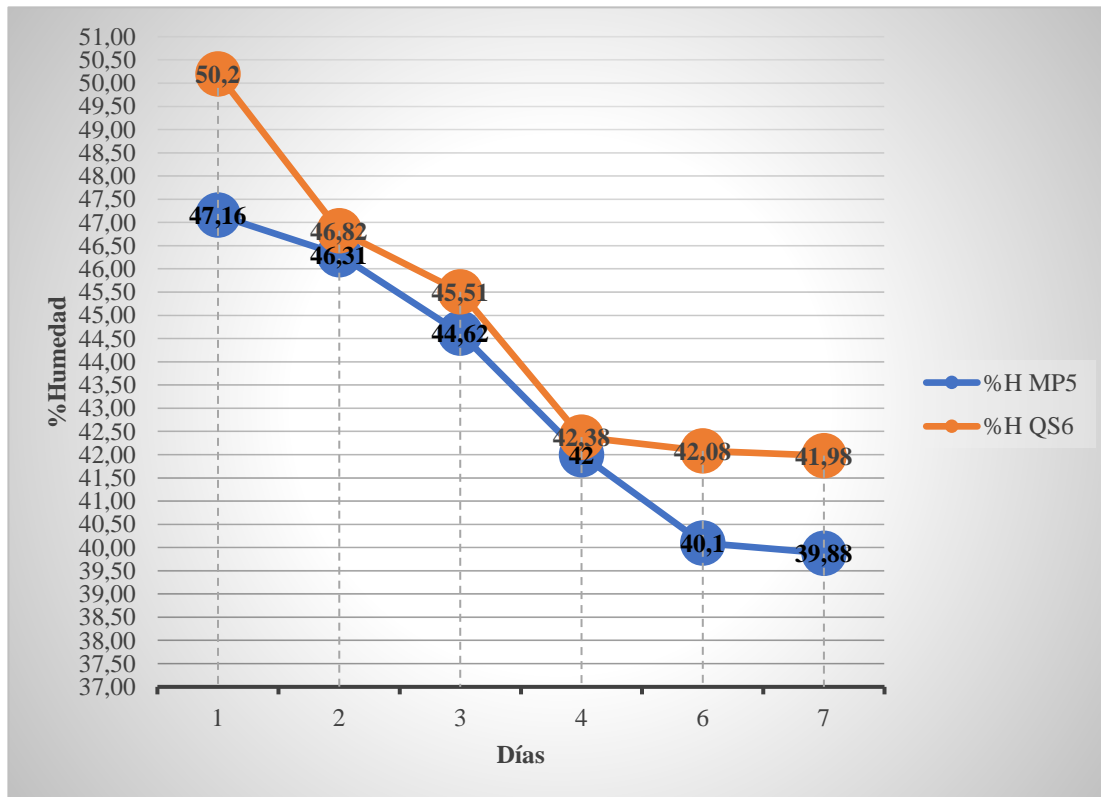


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21: Control de pH en la etapa de maduración

En la figura 4.21 se puede observar que el pH inicia con 5,47(QS6) y 5,51(MP5), mientras que en el segundo día MP5, se mantiene con la misma acidez y QS6 desciende hasta 5,39 en el tercer día; donde ambos valores (MP5, QS6), descienden gradualmente hasta el día siete, donde se registra pH de 5,31(QS6) y 5,33(MP5).

También se realizó un control de pérdida de humedad durante la etapa de maduración, de dos muestras (MP5) y (QS6), extraído de tabla D.1 de (Anexo D), durante la etapa de maduración, como se muestra en la figura 4.22.



Fuente: Elaboración propia

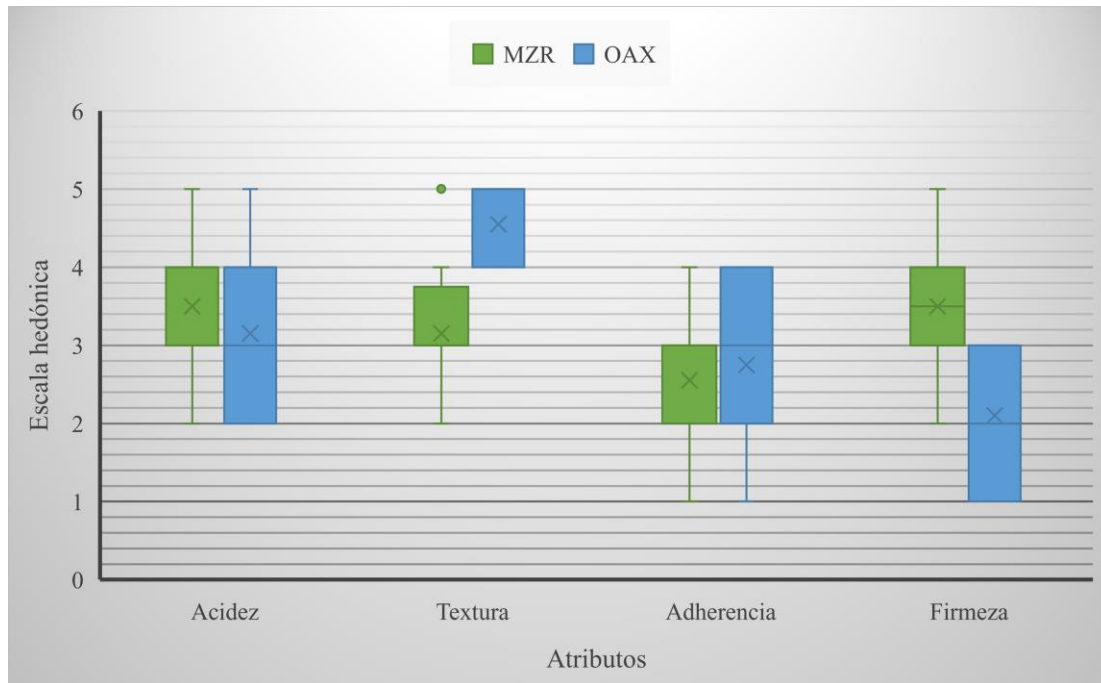
Figura 4.22: Control de pérdida de humedad en la etapa de maduración

En la figura 4.22 se puede observar que la humedad inicia con 50,2(QS6) y 47,16(MP5) y desciende hasta el séptimo día a 40,98(QS6)% de humedad y 39,88(MP5) % de humedad

4.7 Estadístico caja y bigote para la elección de atributos de muestra de referencia

Para la elección de atributos de la muestra referencial se tomó en cuenta dos muestras; queso Mozzarella (MZR) de la empresa San Javier de Santa Cruz y queso Oaxaca de Cochabamba (OAX).

En figura 4.23, se muestra el estadístico caja y bigote para los atributos; acidez (tabla B.f.1); textura (tabla B.f.5); adherencia (tabla B.f.9) y firmeza (tabla B.f.13) extraídos del (Anexo B.f); para las muestras de referencia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23: Estadístico caja y bigote para muestras de referencia

En figura 4.22, se muestra el estadístico caja y bigote para las muestras de referencia para los atributos; textura OAX (4,55) que presenta datos concentrados 100% en su caja y firmeza MZR (3,5) en el que su mediana se sitúa en el segundo cuartil con datos concentrados 50% en su caja. No obstante, en los atributos; acidez MZR (3,5) cuya mediana esta sobre el segundo cuartil y adherencia OAX (2,75) donde su mediana se ubica en el segundo cuartil son los atributos menos aceptados por los jueces.

4.7.1 Prueba estadística de Tukey el atributo textura de muestras de referencia

En la tabla 4.30 se muestra el resultado los cálculos para la prueba estadística de Tukey, para el atributo textura extraído de tabla B.f.5 (Anexo B.f), que se llevó a cabo en el programa estadístico, Minitab 18.1 para sistema operativo 64bits y Windows 10Home.

Tabla 4.30***Prueba de Tukey para el atributo textura en muestras de referencia***

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error estándar de diferencia	Intervalos Confianza de 95%	Valor T	Valor p ajustado	Significancia
OAX - MZR	1,4	0,202	(0,991; 1,809)	6,93	0,0	si
<i>Nivel de confianza simultánea = 95,00%</i>						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.30 se puede observar que para los tratamientos (MP5 – MP2), existe evidencia estadística significativa para $p < 0,05$. Así mismo en la tabla 4.31, muestra la agrupación de medias para los resultados del análisis estadístico de Tukey, para el atributo textura.

Tabla 4.31***Agrupación de Tukey para el atributo textura en muestras de referencia***

Factor	N	Media	Agrupación
OAX	20	4,550	A
MZR	20	3,150	B
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.31 se puede observar el grupo A y grupo B, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo acidez; por tanto, OAX es la muestra más significativa estadística de muestra de referencia.

4.7.3 Prueba estadística de Tukey para atributo firmeza en muestras referenciales

En la tabla 4.32 se muestra el resultado de la prueba estadística de Tukey para el atributo firmeza extraído de tabla B.f13 (Anexo Bf), que se llevó a cabo en el programa estadístico, Minitab 18.1 para sistema operativo 64bits y Windows 10Home.

Tabla 4.32***Prueba de Tukey para el atributo firmeza en muestras de referencia***

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error estándar de diferencia	Intervalos de confianza de 95%	Valor T	Valor p ajustado	Significancia
OAX - MZR	-1,4	0,266	(-1,938; -0,862)	-5,27	0,0	si
<i>Nivel de confianza individual = 95,00%</i>						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.32 se puede observar que para los tratamientos (OAX – MZR), existe evidencia estadística significativa para $p < 0,05$. Así mismo en la tabla 4.33, se muestra la agrupación de medias para los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo firmeza.

Tabla 4.33

Agrupación de Tukey para el atributo firmeza en muestras de referencia

Factor	N	Media	Agrupación	
MZR	20	3,500	A	
OAX	20	2,100		B
<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.33 se puede observar la media más grande (3,500) perteneciente a la muestra (MZR).

En la tabla 4.31 se puede observar el grupo A y grupo B, donde el grupo A es el grupo que tiene mayor significancia para el atributo acidez; por tanto, MZR tiene la media más significativa estadística de muestras de referencia.

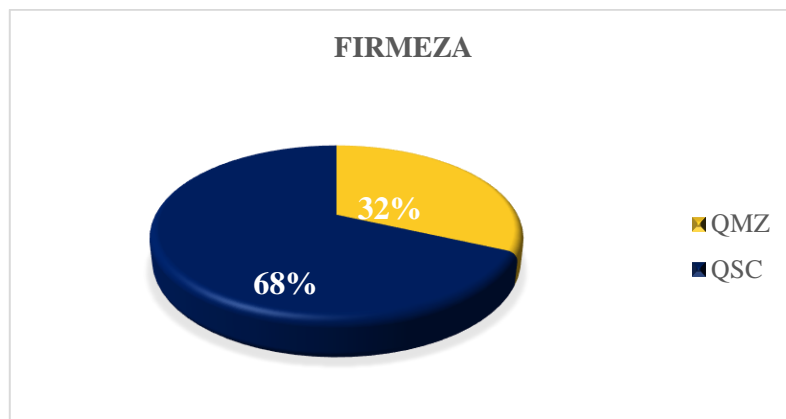
4.7.4 Análisis de varianza de los atributos acidez y adherencia de las muestras de referencia

En base a los resultados del análisis de varianza de los atributos acidez MZR (3,5) de tabla B.f.4 y adherencia OAX (2,7) de tabla B.f.12 de (Anexo B.f), no existe evidencia estadística significativa $p < 0,05$.

De acuerdo a caja y bigote de muestras de referencia, la muestra MZR tiene aceptación por los jueces en los atributos; acidez (3,5) y firmeza (3,5), por tanto, fue elegida como muestra de referencia.

4.8 Comparación de la muestra referencial con la muestra experimental

En la figura 4.13 se muestra el porcentaje de preferencia del atributo firmeza, realizado en muestras QMZ (referencia) y QSC (experimental) de (tabla B.g.2) extraído del (Anexo B.g).

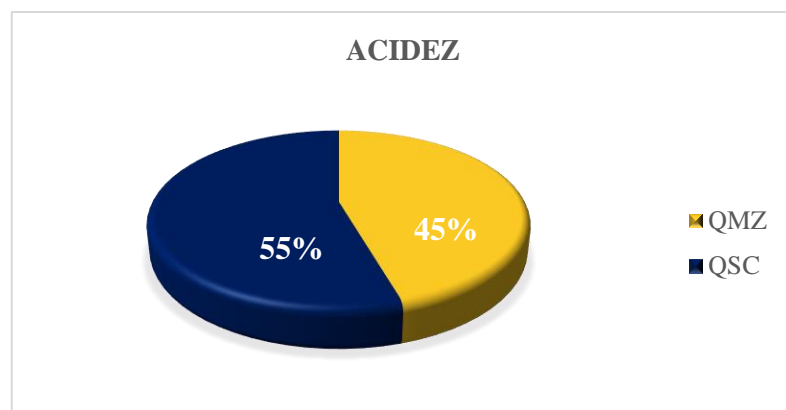


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.24: Preferencia del atributo firmeza en muestra de referencia y muestra experimental

En la figura 4.13, se observa que el 68% de los jueces tuvieron mayor preferencia por la muestra (QSC) en el atributo firmeza en relación a la muestra (QMZ).

En la figura 4.14 se muestra el porcentaje de preferencia del atributo, realizado en muestras QMZ (referencia) y QSC (experimental) de (tabla B.g.1) extraído del (Anexo B.g).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.25: Preferencia del atributo acidez en muestra de referencia y muestra experimental

En la figura 4.13, se observa que el 55% de los jueces tuvieron mayor preferencia por la muestra (QSC) en el atributo acidez en relación a la muestra (QMZ).

4.9 Caracterización del producto final de queso tipo Scamorza

Para caracterizar el producto final queso pasta hilada tipo Scamorza, se consideran los análisis fisicoquímicos y microbiológicos más importantes, como ser:

4.9.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos de producto final

Los análisis fisicoquímicos del producto final, fueron realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo CEANID; perteneciente a la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho” y se muestran en la tabla 4.34.

Tabla 4.34

Análisis fisicoquímicos del queso tipo Scamorza

Parámetros	Unidad	Resultado
Acidez (ácido láctico)	%	0,84
Calcio	mg/100g	652,00
Cenizas	mg/100 g	2,85
Cloruro de sodio	%	0,94
Hidratos de carbono	%	7,41
Hierro	mg/100 g	3,40
Magnesio total	Mg100g	2,00
Materia grasa	%	19,47
Valor energético	Kcal/100g	310,47
pH (20°)	-	5,56
Proteína total (Nx6,38)	%	26,04
Rancidez	Pos/neg	Negativo
Sólidos no grasos	%	36,30
Sólidos totales	%	55,77

Fuente: CEANID, 2019

En la tabla 4.34 se muestra que el producto final tiene: acidez (ácido láctico) 0,84%; calcio 652 mg/100g; cenizas 2,85 mg/100 g; cloruro de sodio 0,94 %; hidratos de carbono 7,41 %; hierro 3,4 mg/100 g; magnesio total 2,0 mg100g; materia grasa 19,47 %; valor energético 310,47 pH (20°) 5,56; proteína total 26,04%; rancidez negativa Pos/neg; sólidos no grasos 36,3 % y sólidos totales 55,77 %. Los resultados de los análisis fisicoquímicos están dentro de los límites de referencia permisibles.

4.9.2 Análisis de parámetros microbiológicos del producto final

Los análisis microbiológicos del producto final fueron realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho” y se muestran en la tabla 4.35.

Tabla 4.35

Análisis microbiológico del queso de pasta hilada tipo Scamorza

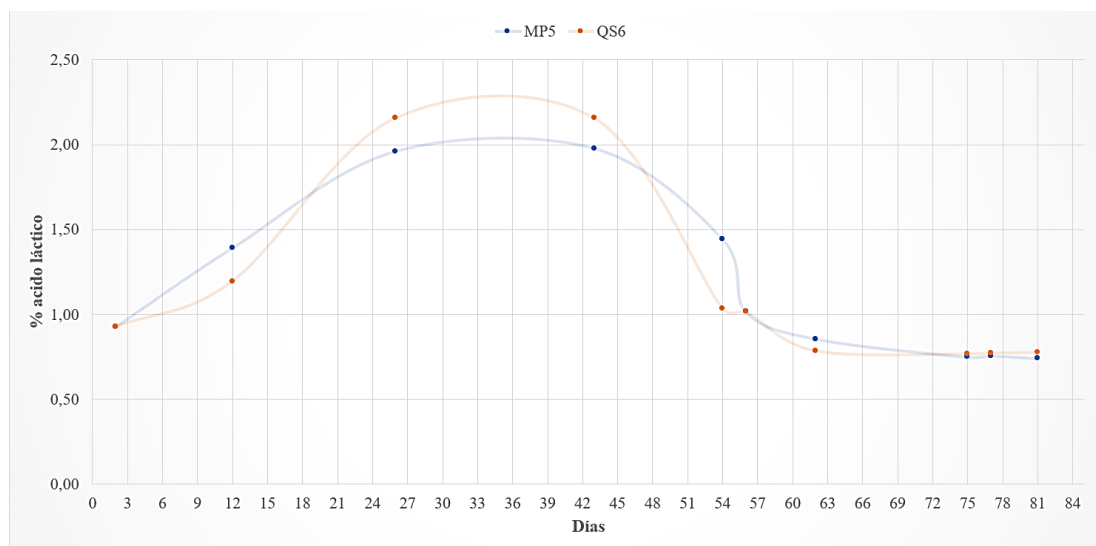
Parámetros	Resultados	Unidad
Escherichia Coli	< 1,0 x 10 ¹ (*)	UFC/ml
Salmonella	Ausencia	P/A/25ml
(*) no se observa desarrollo de colonias		

Fuente: CEANID, 2019

En la tabla 4.35 se observa que el producto final presenta Escherichia Coli < 1,0 x 10¹ UFC/ml, que indica que no se observa desarrollo de colonias y ausencia de Salmonella P/A/25ml.

4.10 Control de los parámetros acidez y pH durante el almacenamiento del producto final

En la figura 4.26, se muestra la variación de acidez (% de ácido láctico), de dos muestras (MP5) y (QS6) de tabla D.1.2 extraído de (Anexo D.1), durante el almacenamiento del queso.

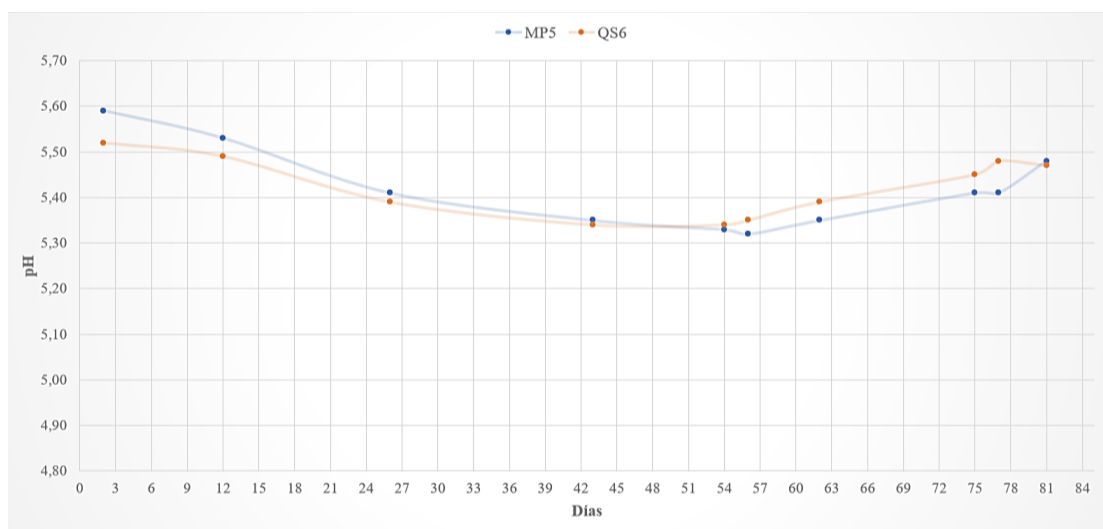


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26: Control de acidez durante el almacenamiento

En la figura 4.26 se puede observar que la acidez empieza con 0,927(MP5) y 0,93(QS6), donde ambos ascienden hasta el día veintiséis y descienden ligeramente hasta el día cuarenta y tres. La muestra MP5 desciende hasta una acidez de 1,034, para seguir descendiendo, pero de manera muy lenta hasta el día ochenta y uno que es el último día de registro de acidez. La muestra QS6 desciende mantiene la misma acidez entre los días veintiséis a cuarenta y tres, donde empieza a descender hasta el día cincuenta y seis de forma muy regular y es hasta el día sesenta y dos donde desciende de manera más lenta hasta el día ochenta y uno.

Así también se obtuvieron valores de pH para las muestras MP5 y QS6 extraído de tabla D.1.1 extraído de (Anexo D.1) como se muestra en la figura 4.27



Fuente: Elaboración propia

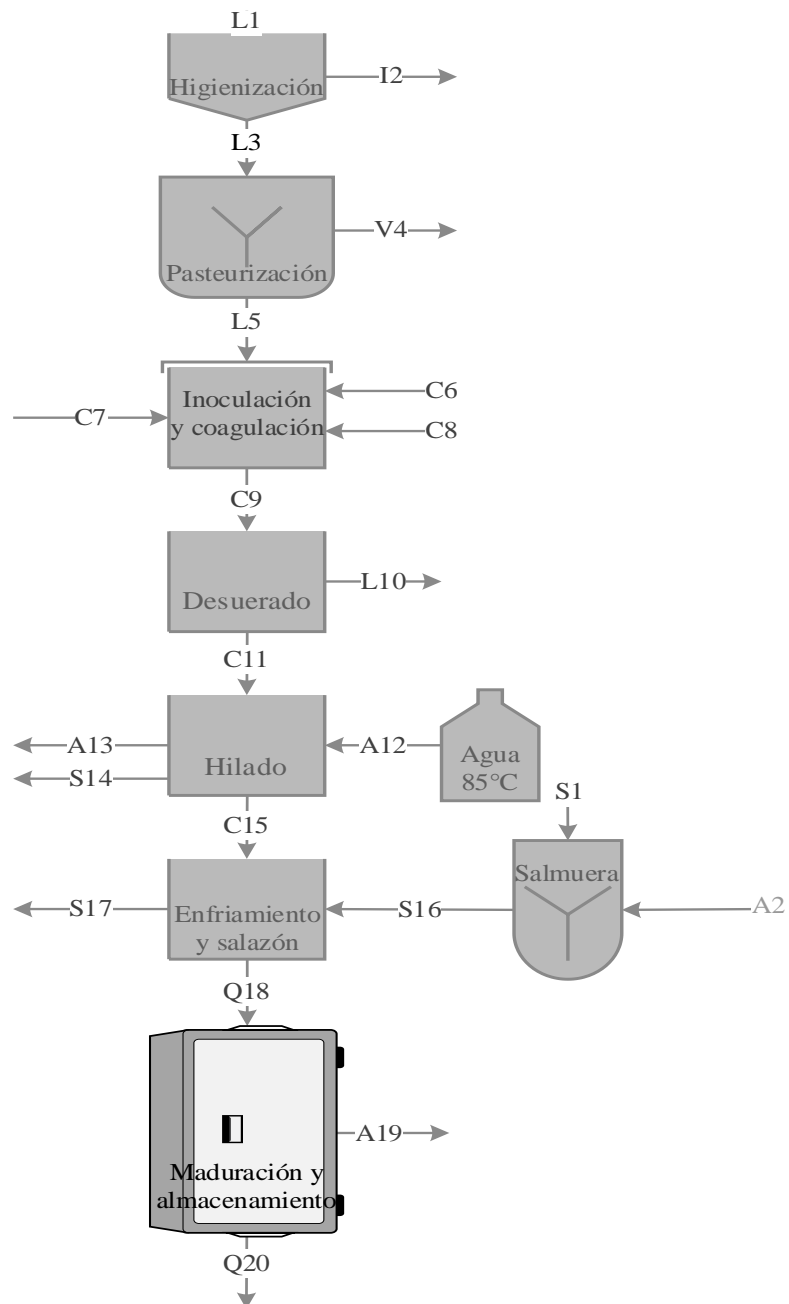
Figura 4.27: Control de pH durante el almacenamiento

En la figura 4.27 se puede observar que el pH inicia con 5,52(QSC) y 5,59(MP5), mientras que ambas van descendiendo hasta en el día cincuenta y cuatro en 5,33(MP5) y 5,34 (QS6). MP5 continúa descendiendo ligeramente hasta el día 56 donde empieza a ascender hasta un pH de 5,48 el día ochenta y uno; mientras que QS6 tiene ascenso de pH a 5,47 el día ochenta y uno.

Para realizar el control de pH y acidez, se fraccionó en diez muestras de queso y se envaso al vacío, para realizar el control por aproximadamente dos meses y medio.

4.11 Balance de materia en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza

El balance de materia se realizó tomando en cuenta el diagrama de proceso de elaboración de queso tipo scamorza, figura 4.4, para una base de 3 litros de leche.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.28: Diagrama de proceso de elaboración de queso tipo Scamorza

Donde:

L_1 = Leche fresca

V_{14} = Vapor de agua

I_2 = Impurezas

Q_{15} = Cuajada

L_3 = Leche higienizada

S_{16} = Salmuera

V_4 = vapor de agua

S_{17} = Salmuera

L_5 = Leche pasteurizada

Q_{18} = Queso fresco

C_6 = Cultivo

S_{19} = Suero

C_7 = Cuajo

S_{20} = Queso tipo Scamorza

C_8 = $CaCl_2$

A_{S1} = Agua para salmuera

C_9 = Cuajada

S_{S2} = Sal para salmuera

S_{10} = Suero

X^S = Fracción masica de solidos no grasos

Q_{11} = Cuajada

X^H = Fracción masica de humedad

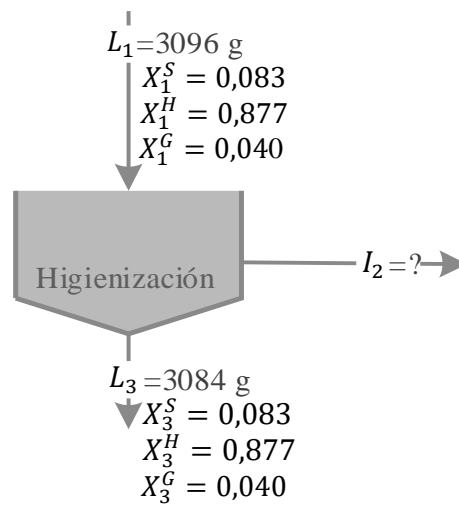
A_{12} = Agua a 85°C

X^G = Fracción masica de grasa

L_{13} = Mezcla de suero y agua

4.11.1 Balance de materia en la etapa de higienización de la leche

En la figura 4.9, se muestra el diagrama en la etapa de Higienización para realizar balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.29: Diagrama en la etapa de higienización

$$L_1 = L_3 + I_2 \quad \text{ec. (4.1)}$$

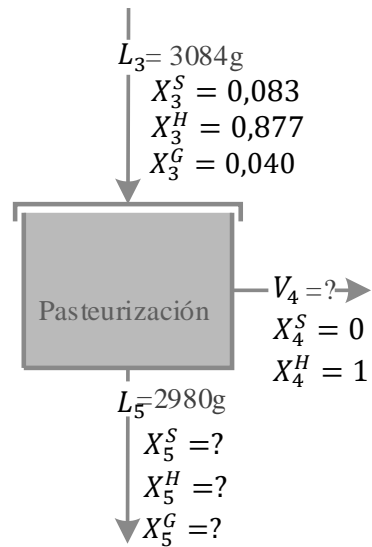
$$I_2 = L_1 - L_3$$

$$I_2 = 3090 \text{ g} + 3084 = 6 \text{ g}$$

$$I_2 = 6 \text{ g}$$

4.11.2 Balance de materia en la etapa de pasteurización

En la figura 4.9, se muestra el diagrama en la etapa de pasteurización para realizar balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30: Diagrama en la etapa de pasteurización

$$L_5 = -V_4 - L_3 \quad \text{ec. (4.2)}$$

$$L_3 = L_5 + A_4$$

$$V_4 = L_3 - L_5 \quad \text{ec. (4.3)}$$

$$X^H + X^H + X^H = 1 \quad \text{ec. (4.4)}$$

Cálculo de las fracciones másicas de sólidos humedad y grasa de la leche en la etapa de pasteurización

$$L_5 X_5^H = L_3 X_3^H - A_4 X_4^H \quad \text{ec. (4.2.1)}$$

$$X_5^H = \frac{L_3 X_3^H - (L_3 - L_5) X_4^H}{L_5}$$

$$X_5^H = \frac{L_3 X_3^H - L_3 X_4^H + L_5 X_4^H}{L_5}$$

$$X_5^H = \frac{3084g * 0,877 + 2980g * 1 - 3084 * 1}{2980g}$$

$$X_5^H = 0,8727$$

$$X_5^S = \frac{L_3 X_3^S - L_3 X_4^S + L_5 X_4^S}{L_5} \quad \text{ec. (4.2.2)}$$

$$X_5^S = \frac{3084g * 0,877 + 2980g * 1 - 3084 * 1}{2980g}$$

$$X_5^H = 0,0859$$

$$X_5^G = 1 - X_5^H - X_5^S \quad \text{ec. (4.4.1)}$$

$$X_5^G = 1 - 0,0859 - 0,8727$$

$$X_5^G = 0,0414$$

Cálculo del agua evaporada en la etapa de pasteurización:

$$V_4 X_4^H = L_3 X_3^H - L_5 X_5^H \quad \text{ec. (4.3.1)}$$

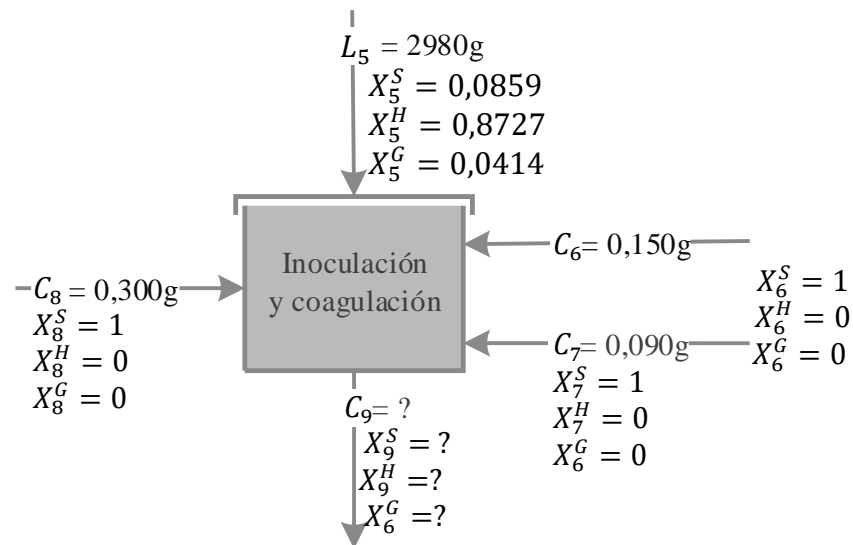
$$V_4 = \frac{L_3 X_3^H - L_5 X_5^H}{X_4^H}$$

$$V_4 = \frac{3084g * 0,8770 - 2980g * 0,8727}{1}$$

$$V_4 = 104,022g$$

4.11.3 Balance de materia en la etapa de inoculación y coagulación

En la figura 4.9 se muestra el diagrama en la etapa de inoculación y coagulación para realizar balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31: Diagrama en la etapa de inoculación y coagulación

Masa de la cuajada en la etapa de coagulación:

$$L_5 + C_7 + C_8 + C_6 = C_9 \quad \text{ec. (4.5)}$$

$$C_9 = 2980g + 0,090g + 0,300g + 0,150g = 2980,54$$

Cálculo de las fracciones másicas de humedad, grasa y sólidos en la etapa de inoculación y coagulación:

$$C_9 X_9^S = L_5 X_5^S + C_6 X_6^S + C_7 X_7^S + C_8 X_8^S \quad \text{ec. (4.5.1)}$$

$$X_9^S = \frac{L_5 X_5^S + C_6 X_6^S + C_7 X_7^S + C_8 X_8^S}{C_9}$$

$$X_9^S = \frac{2980g * 0,0859 + 0,150 * 1 + 0,090g * 1 + 0,300g * 1}{2980,54}$$

$$X_9^S = 0,0861$$

$$X_9^H = \frac{L_5 X_5^H + C_6 X_6^H + C_7 X_7^H + C_8 X_8^H}{C_9} \quad \text{ec. (4.5.2)}$$

$$X_9^H = \frac{2980g * 0,0859 + 0,300g * 1}{2980,54}$$

$$X_9^H = 0,8725$$

$$X_9^S + X_9^H + X_9^G = 1 \quad \text{ec. (4.4.2)}$$

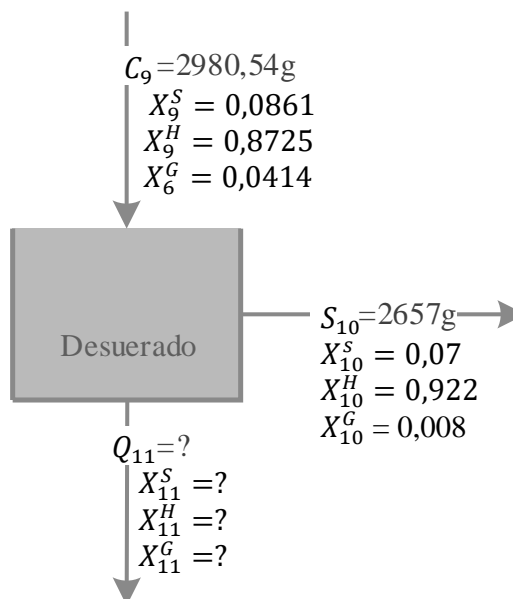
$$X_9^G = -X_9^S - X_9^H + 1$$

$$X_9^G = -0,0861 - 0,8725 + 1 = 0,0414$$

$$X_9^G = 0,0414$$

4.11.4 Balance de materia en la etapa de desuerado

En la figura 4.10 se muestra el diagrama en la etapa de desuerado para realizar balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.32: Diagrama en la etapa de desuerado

$$C_9 = S_{10} + Q_{11} \quad \text{ec. (4.6)}$$

$$Q_{11} = C_9 - S_{10}$$

$$Q_{11} = 2980,54g - 2603g = 377.54g$$

$$Q_{11} = 377,54g$$

Cálculo de las fracciones másicas de humedad, grasa y sólidos en la etapa de desuerado:

$$Q_{11}X_{11}^S = C_9X_9^S - S_{10}X_{10}^S \quad ec. (4.6.1)$$

$$X_{11}^S = \frac{C_9X_9^S - S_{10}X_{10}^S}{Q_{11}}$$

$$X_{11}^c = \frac{2980,54g * 0,0861 - 2603g * 0,06}{323,54}$$

$$X_{11}^c = 0,2660$$

$$X_{11}^H = \frac{C_9X_9^H - S_{10}X_{10}^H}{Q_{11}} \quad ec. (4.6.2)$$

$$X_{11}^H = \frac{2980,54g * 0,08725 - 2603g * 0,93}{323,54}$$

$$X_{11}^H = 0,4761$$

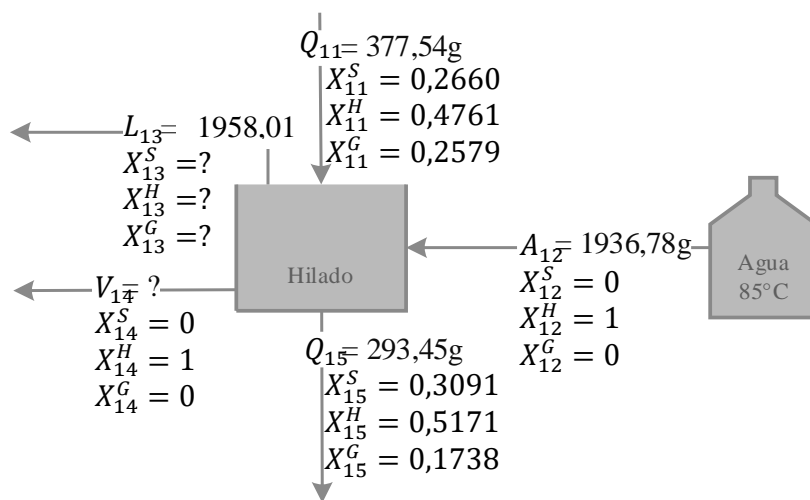
$$X_{11}^G = -X_{11}^S - X_{11}^H + 1 \quad ec. (4.4.3)$$

$$X_{11}^G = 1 - 0,2660 - 0,4761$$

$$X_{11}^G = 0,2579$$

4.11.5 Balance en la etapa de hilado

En la figura 4.11 se muestra el diagrama en la etapa de desuerado para realizar balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.33: Diagrama en la etapa de hilado

Balace general:

$$Q_{11} + A_{12} = A_{13} + V_{14} - Q_{15} \quad \text{ec. (4.7)}$$

$$V_{14} = 377,54 + 1936,78 - 1958,01 - 293,45 = 62,86g$$

$$L_{13} = A_{12} + Q_{11} - V_{14} - Q_{15} \quad \text{ec. (4.8)}$$

Cálculo de las fracciones másicas de humedad, grasa y sólidos en la etapa de hilado:

$$L_{13}X_{13}^H = A_{12}X_{12}^H + C_{11}X_{11}^H - Q_{15}X_{15}^H - V_{14}X_{14}^H \quad \text{ec. (4.8.1)}$$

$$X_{13}^H = \frac{A_{12}X_{12}^H + C_{11}X_{11}^H - Q_{15}X_{15}^H - V_{14}X_{14}^H}{L_{13}}$$

$$X_{13}^H = \frac{1936,78g * 1 + 377,54g * 0,4761 - 293,45g * 0,5171 - 62,86 * 1}{1958,01g}$$

$$X_{13}^H = 0,9714$$

$$X_{13}^G = \frac{A_{12}X_{12}^G + Q_{11}X_{11}^G - Q_{15}X_{15}^G - V_{14}X_{14}^G}{A_{13}} \quad \text{ec. (4.8.2)}$$

$$X_{13}^G = \frac{377,54g * 0,2579 - 293,45g * 0,1738}{1958,01g}$$

$$X_{13}^G = 0,0232$$

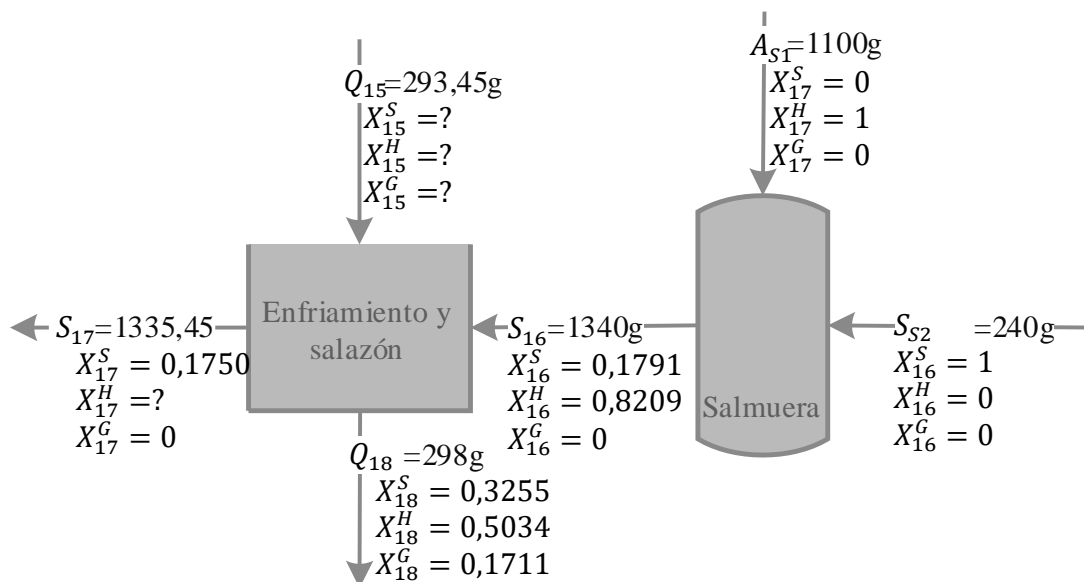
$$X_{13}^G = -X_{13}^S - X_{13}^H + 1 \quad \text{ec. (4.4.4)}$$

$$X_{13}^G = 1 - 0,0232 - 0,9714$$

$$X_{13}^G = 0,0054$$

4.11.6 Balance de materia en la etapa de salazón del queso

En la figura 4.34 se muestra el diagrama de la elaboración de salmuera para el salado del queso tipo Scamorza.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.34: Diagrama en la etapa de salazón del queso

Balance general de materia:

$$Q_{15} + S_{16} = S_{17} + Q_{18} \quad \text{ec. (4.9)}$$

$$Q_{15} = S_{17} + Q_{18} - S_{16}$$

$$Q_{15}X_{15}^S = S_{17}X_{17}^S + Q_{18}X_{18}^S - S_{16}X_{16}^S \quad \text{ec. (4.9.1)}$$

Cálculo de las fracciones másicas de humedad, grasa y sólidos de entrada, en la etapa de enfriamiento y salazón:

$$X_{15}^S = \frac{S_{17}X_{17}^S + Q_{18}X_{18}^S - S_{16}X_{16}^S}{Q_{15}} \quad \text{ec. (4.9.2)}$$

$$X_{15}^S = \frac{1335,45g * 0,1750 + 298g * 0,3255 - 1340g * 0,1791}{293,45g}$$

$$X_{15}^S = 0,3091$$

$$X_{17}^S + X_9^H + X_9^G = 1 \quad \text{ec. (4.4.5)}$$

$$X_{17}^H = 1 - X_9^H - X_9^G$$

$$X_{17}^H = 1 - 0,1750 - 0 = 0,825$$

$$X_{17}^H = 0,8250$$

$$X_{15}^H = \frac{S_{17}X_{17}^H + Q_{18}X_{18}^H - S_{16}X_{16}^H}{Q_{15}}$$

$$X_{15}^H = \frac{1335,45g * 0,8250 + 298g * 0,5034 - 1340g * 0,8209}{293,45g}$$

$$X_{15}^H = 0,5171$$

$$X_{15}^S + X_{15}^H + X_{15}^G = 1 \quad \text{ec. (4.4.6)}$$

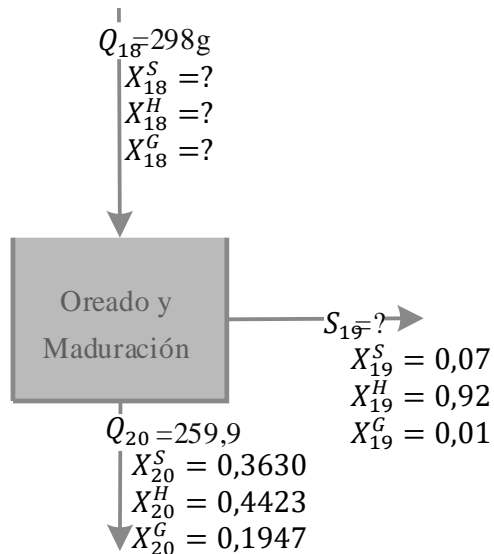
$$X_{15}^G = 1 - X_{15}^S - X_{15}^H$$

$$X_{15}^G = 1 - 0,3091 - 0,5171 = 0,1738$$

$$X_{15}^G = 0,1738$$

4.11.7 Balance en la etapa de maduración

En la figura 4.14 se muestra el diagrama en la etapa de enfriamiento y salazón del queso para realizar balance de materia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.35: Diagrama en la etapa oreado y maduración del queso

$$S_{19} = Q_{18} - Q_{20} \quad \text{ec. (4.10)}$$

$$Q_{18} = S_{19} + Q_{20} \quad \text{ec. (4.10.1)}$$

$$S_{19} = 298g - 259,9g$$

$$S_{19} = 38,1g$$

$$Q_{18}X_{18}^S = S_{19}X_{19}^S + Q_{20}X_{20}^S \quad \text{ec. (4.10.2)}$$

Cálculo de las fracciones máxicas de humedad, grasa y sólidos de entrada, en la etapa de maduración:

$$X_{18}^S = \frac{S_{19}X_{19}^S - Q_{20}X_{20}^S}{Q_{18}}$$

$$X_{18}^S = \frac{38,1g * 0,07 + 259,9g * 0,363}{298g}$$

$$X_{18}^S = 0,3255$$

$$Q_{18}X_{18}^G = S_{19}X_{19}^G + Q_{20}X_{20}^G$$

$$X_{18}^G = \frac{S_{19}X_{19}^G - Q_{20}X_{20}^G}{Q_{18}}$$

$$X_{18}^G = \frac{38,1g * 0,01 + 259,9g * 0,1947}{298g}$$

$$X_{18}^G = 0,1711$$

$$X_{18}^S + X_{18}^H + X_{18}^G = 1 \quad \text{ec. (4.4.7)}$$

$$X_{18}^H = 1 - X_{18}^S - X_{18}^G$$

$$X_{18}^H = 1 - 0,3255 - 0,1711 = 0,5034$$

$$X_{18}^H = 0,5034$$

4.12 Balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche

La ecuación general de energía a un flujo másico, se denomina ecuación de Bernouilli, según (Iriarte, 2020), aplicando el principio de conservación de la energía:

$$m_1(\epsilon C_{\mp} + \epsilon p_{\mp} + U_1 + PV_1) \pm Q - m_2(\epsilon P_{\mp} + \epsilon C_{\mp} + U_2 + PV_2) = \pm \epsilon + \frac{d\theta V_{\mp}}{d\theta}$$

Deducción de la ecuación:

$$Q = m_1 C p_1 \Delta T$$

$$m_1(\epsilon C_{\mp} + \epsilon p_{\mp} + U_1 + PV_1) \pm Q - m_2(\epsilon P_{\mp} + \epsilon C_{\mp} + U_2 + PV_2) = \pm \epsilon + \frac{d\theta V_{\mp}}{d\theta}$$

$$m_1(U_1 + PV_1) + Q + L_2(U_2 + PV_2) = 0$$

$$m_1(H_1) + Q - L_2(H_2) = 0$$

$$m_1(H_1 - H_2) + Q = 0$$

$$m_1(H_1 - H_2) = -Q$$

$$-(m_1(H_1 - H_2)) = -Q$$

$$Q = m_1\Delta H$$

$$Q = m_1 C p_1 \Delta T$$

$$Q = m_1 * C p_1 * (T_2 - T_1)$$

Las ecuaciones utilizadas para el desarrollo del balance de energía según (Varderas, 2012), son las siguientes:

$$Q_T = Q_G + Q_C \quad ec. (4.11)$$

$$Q = m * C p * \Delta T \quad ec. (4.12)$$

$$Q = m * \lambda \quad ec. (4.13)$$

Donde:

Q_T = Calor total

Q_G = Calor ganado

Q_C = Calor cedido

m = masa

Cp = Calor específico

ΔT = Diferencia de temperatura

λ = Calor latente de vaporización

4.12.1 Desarrollo del balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche para calcular el calor del recipiente

$$Q_R = m_R * C_{pR} * (T_f - T_i) \quad \text{ec. (4.12.1)}$$

Datos:

$m_R = 3 \text{ kg}$ (masa del recipiente de acero inoxidable)

$C_{pR} = 0,1218 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ (recipiente de acero inoxidable (Valvias, 2019))

$T_f = 65^\circ\text{C}$ (temperatura final del recipiente de acero inoxidable en la pasteurización)

$T_i = 24^\circ\text{C}$ (temperatura inicial del recipiente de acero en la pasteurización)

Reemplazando datos se tiene de la ec.(4.12.1), se tiene:

$$Q_R = 3\text{kg} * 0,1218 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * (65-24)^\circ\text{C}$$

$Q_R = 14,9814 \text{ kcal}$ (calor del recipiente en la etapa de pasteurización)

4.10.2 Desarrollo del balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche para calcular el calor específico de la leche

$$Q_L = m_L * C_{pL} * (T_f - T_i) \quad \text{ec. (4.12.2)}$$

$m_L = 3,090 \text{ kg}$ (masa de la leche en la pasteurización)

$C_{pL} = 0,92 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ (calor específico de leche (Charles, 1985)).

$T_f = 65^\circ\text{C}$ (temperatura final de la leche en la pasteurización)

$T_i = 12^\circ\text{C}$ (temperatura inicial de la leche en la pasteurización)

Reemplazando datos de la ec.(4.12.2), se tiene:

$$Q_L = 3,090\text{kg} * 0,928 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * (65-12)^\circ\text{C}$$

$Q_L = 151,9786 \text{ kcal}$ de la leche en la etapa de pasteurización

4.10.3 El cálculo del calor de vaporización del agua en la etapa de pasteurización

$$Q_{\text{evaporación}} = m_{\text{H}_2\text{O evaporada}} * \lambda_v \quad \text{ec. (4.13.1)}$$

Datos:

$$m_{\text{H}_2\text{O evaporada}} = 0,1040\text{kg}$$

$$\lambda_v = 540 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} \text{ calor latente de vaporización (Tipler \& Mosca, 2005).}$$

Reemplazando datos en la ec.(4.13.1), se tiene:

$$Q_{\text{evaporación}} = 0,1040\text{kg} * 540 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$Q_{\text{evaporación}} = 56,16 \text{ kcal calor de evaporación en la pasteurización.}$$

4.12.4 Calor total en la etapa de pasteurización:

$$Q_T = Q_{\text{Recipiente}} + Q_{\text{Leche}} + Q_{\text{evaporación}}$$

$$Q_T = 14,9814\text{kcal} + 151,9786\text{kcal} + 56,16\text{kcal}$$

$$Q_T = 223,12 \text{ Kcal (calor total en la etapa de pasteurización).}$$

4.13 Rendimiento en el proceso de elaboración

Para calcular el rendimiento del queso se tomó en cuenta la masa final después del madurado y la masa de leche inicial.

Datos:

$$m_{QS} = 259,9g$$

$$m_L = 3090g$$

$$R_{QS} = \frac{m_{QS}}{m_L} * 100\%$$

$$R_{QS} = \frac{259,9g}{3090g} * 100\%$$

$$R_{QS} = 8,4110\%$$

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Realizado los análisis fisicoquímicos en la materia prima, muestra que la leche de vaca tiene calcio total 1036 mg/L; cenizas 0,54%; materia grasa 4; proteína 3; sólidos totales 12,3%; humedad 87,7%; valor energético 67,64 kcal/100g. Resultados que están dentro de los límites de referencia permisibles. Los resultados de los análisis fisicoquímicos están dentro de los límites de referencia permisibles.
- Los análisis microbiológicos de la leche de vaca presentan $6,0 \times 10^1$ Escherichia coli y ausencia de salmonella.
- La muestra prototipo 2, para dosificación de insumos; cuajo, cultivo y temperatura desarrollo del presente trabajo de investigación es la muestra MP5 por tener los valores promedio en los atributos sabor MP5(4,2); textura MP5(4,36); firmeza MP5(4,2), adherencia MP5(3,96); así mismo, realizando el análisis estadístico para los atributos acidez, sabor, textura y firmeza; $F > F_{crit}$ existe evidencia estadística significativa, sin embargo, para: color, olor, adherencia y granulosidad $F > F_{crit}$ no existe evidencia estadística significativa para $p < 0,05$.
- Según el diseño experimental realizado en la etapa de coagulación del proceso de elaboración de queso de pasta hilada tipo Scamorza, se puede establecer que para las variables cultivo láctico (Cl); cuajo (Cu; temperatura de maduración de cuajada (T); existe evidencia significativa sobre la variable respuesta, acidez (ácido láctico) para $p < 0,05$.
- En la caracterización de propiedades organolépticas para el producto final, fue elegida la muestra QS6 por obtener los valores promedio en los atributos; sabor (4,1); olor (3,5); acidez (2,15); textura (2,75); adherencia (2,5); firmeza (3,3); Granulosidad QS6(2,25). Así mismo realizando un análisis estadístico para los atributos; sabor, olor, acidez, textura, adherencia, firmeza y granulosidad $F > F_{crit}$ no existe evidencia estadística significativa.

- En la determinación de tiempo de salado del queso, la muestra QS3 fue elegida por tener valor promedio (4), realizando análisis estadístico $F > F_{crit}$ no existe evidencia estadística significativa.
- Con la evaluación sensorial realizada para elegir muestra de referencia se eligió la muestra MZR (San Javier) por obtener los valores en los atributos acidez (3,5) y firmeza (3,5). Así mismo, realizando el análisis estadístico para el atributo; acidez $F > F_{crit}$ no existe evidencia estadística significativa; sin embargo, para el atributo firmeza (3,5) tiene $F > F_{crit}$ existe evidencia significativa para $p < 0,05$
- Los resultados obtenidos del Análisis físico químico y microbiológico del producto final muestran que el producto presenta cenizas 2,85%; materia grasa 19,47%; calcio 652 mg/100g; hierro 3,4 mg/100 gramos; humedad 44,23%; acidez 0,84; Escherichia Coli $< 1,0 \times 10^1$ UFC/ml y Ausencia de Salmonella P/A/25ml, y están dentro de los límites de referencia permisibles.
- Mediante el balance de materia se determinó que el rendimiento del queso de pasta hilada tipo scamorza es del 8,4110% y realizado el balance de energía se determinó que el calor total en la etapa de pasteurización es de 223 Kcal.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio competente al suero de leche obtenida en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza, con la finalidad de aprovechar los nutrientes que éste contiene y sobre quesos tipo scamorza madurados y ahumados o con leche de otros animales, oveja o cabra, etc.
- Se recomienda la estandarización de la leche, con el objetivo de regular el contenido graso de la leche para la elaboración de quesos de pasta hilada, descremando y obteniendo crema que puede ser utilizada para la elaboración de otros productos (crema, mantequilla, etc.), a la vez que obtienen leche completa

con un porcentaje menor al de la materia prima cruda, pero que cumple con lo exigido en las normas.

- Se recomienda implementar una planta de queso Scamorza en la provincia cercado, con el fin de aprovechar la leche cruda residual del mercado local

