



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TITULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

Alternativa de uso del quesillo lojano para la elaboración de queso fundido

TRABAJO DE TITULACION

AUTOR: Álvarez Arias, Joe Jhamil

DIRECTOR: Reyes Bueno, Jorge Felipe, Mg. Sc

LOJA-ECUADOR

2017



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2017

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Magister

Jorge Felipe Reyes Bueno

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “Alternativa de uso del quesillo lojano para la elaboración de queso fundido” realizado por: Joe Jhamil Alvarez Arias, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, de Marzo de 2017

Firma:

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Joe Jhamil Álvarez Arias declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Alternativa de uso del queso lojano para la elaboración de queso fundido, de la Titulación de Ingeniería en Alimentos, siendo el Mg. Sc. Jorge Felipe Reyes Bueno, director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

Firma:

Alvarez Arias Joe Jhamil

CI: 1105214561

DEDICATORIA

Con el más profundo amor, dedico este trabajo a mi familia, quien ha sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante y me han brindado su apoyo y amor incondicional durante toda mi vida, especialmente en mi formación como profesional, con quienes estoy eternamente agradecido por estar a mi lado y por motivarme a ser mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y por estar a mi lado a lo largo de mi formación como profesional y en mi vida diaria.

Mi agradecimiento más profundo a mi padre German Alvarez y a mi madre Rosa Arias quienes siempre me han brindado fuerzas y ánimo para seguir adelante y que con sus enseñanzas me motivan a ser mejor persona.

A mis hermanos Enrique y Lenin, por darme sus consejos, apoyarme en toda situación y por ayudarme a seguir adelante a pesar de las dificultades.

Agradezco al Magister Felipe Reyes por compartir su experiencia, conocimientos y por su guía y paciencia en la ejecución del presente trabajo de investigación.

A todos los docentes de la UTPL que han contribuido en mi formación como profesional y han compartido sus conocimientos conmigo.

Finalmente agradezco a mis compañeros de carrera por haber compartido conmigo todos estos años de formación y experiencias vividas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 Generalidades del queso	6
1.2 Queso fundido.....	6
1.3 Tipos de queso fundido.....	6
1.4 Principales materias primas usadas en la elaboración de quesos fundido	7
1.4.1 Quesos.....	7
1.4.2 Sales emulsionantes.....	7
1.5 Factores importantes en la elaboración de queso fundido.....	8
1.5.1 Características de la materia prima.....	8
1.5.1.1 pH.....	8
1.5.1.2 Contenido intacto de caseína y el grado de maduración	8
1.5.1.3 Contenido de calcio.....	9
1.5.2 Condiciones del proceso.....	9
1.5.2.1 Temperatura.....	9
1.5.2.2 Tiempo	9
1.6 Propiedades funcionales de los quesos	9

1.6.1 Capacidad de fusión	10
1.6.2 Capacidad de liberación de aceite	10
1.6.3 Relación de las propiedades funcionales con la edad del queso	10
CAPITULO II OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo General	12
2.2 Objetivos Específicos	12
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Lugar de ejecución	14
3.2 Esquema general de la investigación	14
3.3 Definición del producto.....	14
3.4 Materia Prima.....	15
3.4.1 Quesillo	15
3.5 Insumos	15
3.5.1 Sal emulsificante.....	15
3.5.2 Sal	15
3.5.3 Conservante	15
3.6 Pruebas preliminares:	15
3.6.1 Formulación y proceso iniciales de elaboración.....	15
3.7 Metodología experimental	15
3.7.1 Curva de comportamiento de pH vs tiempo	15
3.7.2 Selección de las condiciones del proceso de elaboración.....	15
3.7.3 Selección del mejor tratamiento.....	16
3.8 Métodos de Análisis	16
3.8.1 Análisis físico químicos y propiedades funcionales.....	16
3.8.1.1 pH	16
3.8.1.2 Capacidad de fusión.....	16
3.8.1.3 Capacidad de liberación de aceite.....	16
3.8.2 Análisis nutricional	17
3.8.2.1 Análisis de humedad	17

3.8.2.2 Análisis de Cenizas	17
3.8.2.3 Análisis de Grasa	17
3.8.2.4 Análisis de Proteína	17
3.8.2.5 Carbohidratos.....	17
3.8.2.6 Contenido calórico.....	17
3.8.3 Análisis microbiológico.....	17
3.9 Evaluación sensorial	18
3.9.1 Preparación de la muestra	18
3.9.2 Evaluación del producto.....	18
3.10 Análisis Estadístico	18
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1 Estudios de la materia prima	20
4.1.1 Selección de los niveles de pH del queso.....	20
4.1.2 Influencia del pH sobre las propiedades funcionales de la materia prima.	21
4.1.3 Evaluación microbiológica de la materia prima.	21
4.2 Efecto del tratamiento de fusión sobre las características tecnológicas y microbiológicas del queso fundido.....	22
4.3 Elección del mejor tratamiento.	24
4.3.1 Resultados evaluación sensorial.....	24
4.3.2 Propiedades funcionales y rendimiento	25
4.4 Análisis nutricional del queso fundido.....	26
CONCLUSIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXOS	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados microbiológicos e identificación de los tratamientos con el defecto de falta de fusión.....	22
Tabla 2: Composición nutricional del queso fundido.	26

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema general de la investigación.....	14
Figura 2: Curva de comportamiento de pH vs tiempo en quesillo	20
Figura 3: Capacidad de fusión y capacidad de liberación de aceite vs pH del quesillo	21
Figura 4: Efecto del pH y la temperatura sobre el atributo olor	24
Figura 5: Efecto del pH y la temperatura sobre el atributo sabor.....	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL APLICADA EN EL ESTUDIO	34
ANEXO 2: DEFECTO TECNOLÓGICO EN QUESO FUNDIDO.	35
ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO	36

RESUMEN

Con el propósito de dar una alternativa de uso al quesillo lojano y aumentar su tiempo de vida útil, en este trabajo se lo uso como materia prima para la elaboración de queso fundido. Por medio de revisión bibliográfica y evaluación sensorial, se estableció la formulación y el flujograma del proceso inicial. Un análisis de la influencia del tiempo de almacenamiento sobre los cambios de pH del quesillo permitió definir los niveles de pH que se consideraron en el estudio. La optimización del proceso se efectuó considerando el efecto que el pH del quesillo, la temperatura y el tiempo de fundido tuvieron sobre las características sensoriales (firmeza, brillo, olor y sabor), microbiológicas (*Staphylococcus aureus*, *E. coli*/coliformes, aerobios mesófilos, mohos y levaduras), propiedades funcionales (capacidad de fusión y capacidad de liberación de aceite) y rendimiento del producto. Al mejor tratamiento se le determinó su composición nutricional. La efectividad del tratamiento térmico se pudo verificar por la ausencia de microorganismos en el producto final. El queso fundido tiene una alta cantidad de proteínas 17 g/100g, 3.01 g/100g de carbohidratos totales, 23 g/100g de grasa, 52.62 g/100g de humedad, 4.36 g/100g de cenizas y un aporte calórico de 287.04 Kcal/100g.

Palabras clave: queso fundido, quesillo, propiedades funcionales, capacidad de fusión y capacidad de liberación de aceite.

ABSTRACT

With the purpose of giving an alternative of use to the quesillo lojano and to increase its useful life, in this work it was used as raw material for the elaboration of processed cheese. By means of bibliographic review and sensorial evaluation, the formulation and the flowchart of the initial process were established. An analysis of the influence of storage time on the pH changes of the quesillo allowed to define the pH levels that were considered in the study. The optimization of the process was carried out considering the effect of pH of quesillo, temperature and melt time on the sensorial characteristics (firmness, shine, odor and taste), microbiological (*Staphylococcus aureus*, *E. coli*/coliforms, mesophilic aerobes, molds and yeasts), functional properties (meltability and oil release capacity) and product yield. The best treatment it was determined its nutritional composition. The effectiveness of the heat treatment has been proven by the absence of microorganisms in the final product. The processed cheese has a high amount of proteins 17 g /100 g, 3.01 g /100 g total carbohydrates, 23 g /100 g fat, 52.62 g /100 g moisture, 4.36 g / 100g ash and a caloric content of 287.04 kcal /100g.

Keywords: processed cheese, quesillo, functional properties, meltability, oil release capacity.

INTRODUCCIÓN

El queso es uno de los alimentos más consumidos en todo el mundo, se estima que la producción mundial de quesos es aproximadamente de 20 millones de toneladas (Seçkin *et al.*, 2016). Una de estas variedades es el queso fundido, el cual se elabora mediante la molienda y mezcla de varios tipos de quesos, los mismos que son mezclados con sales emulsionantes y otros ingredientes, luego de lo cual se aplica un tratamiento térmico de fusión, lo que permite obtener un nuevo producto con características propias, logrando mejorar posibles defectos de fabricación del producto, pero que aún pueden ser consumidos. Se considera que este producto surgió de la necesidad de las empresas de dar un uso a quesos que no se ha conseguido vender o con fecha próxima de caducidad y cuyo descubrimiento data del año 1911 por Walter Gerber y Fritz Stettler (Kapoor y Metzger, 2008).

En la gastronomía del Ecuador y especialmente de la provincia de Loja, el quesillo es un alimento que forma parte de la dieta diaria de las personas. Se estima que en la provincia de Loja se producen aproximadamente 150000 litros de leche diarios, cantidad con la cual se elabora en su mayoría quesillo (El Mercurio, 2014). Este tipo de queso es obtenido mayormente de manera artesanal a partir de leche sin pasteurizar, por lo cual su tiempo de vida útil es muy corto. Debido a ello en el presente trabajo de investigación se planteó realizar una adaptación tecnológica al proceso de elaboración de queso fundido que consistió en usar quesillo como materia prima, lo que permitió alargar su tiempo de vida útil, generar variedad dentro de los productos lácteos ya conocidos en el mercado local y agregarle valor.

Este trabajo se hizo en el marco de la colaboración que tiene la titulación de Ingeniero en Alimentos con la empresa ECOLAC CIA. LTDA, la cual manifestó su interés en acopiar el quesillo elaborado por los diferentes ganaderos de la localidad, para la elaboración de queso fundido en sus instalaciones.

En el capítulo de revisión bibliográfica se exponen una serie de conceptos que permiten comprender la tecnología involucrada en el proceso de elaboración de queso fundido, en el siguiente capítulo se indican los materiales, insumos y métodos de análisis que se utilizaron durante la investigación para determinar las condiciones con las cuales se pudo obtener el deseado. Finalmente, se presentan y discuten los resultados correspondientes a las variables analizadas dentro del proceso de elaboración de queso fundido y el efecto que se tienen sobre las características sensoriales, funcionales, microbiológicas y rendimiento del producto final mediante la utilización de quesillo.

En la investigación se contó con la asesoría de un experto en productos lácteos, quien colaboró con su experiencia y conocimiento para el desarrollo del producto deseado. Por otro lado, dentro del mercado local, el queso fundido es un alimento del cual muchas personas desconocen su existencia, por lo cual podría abrir un mercado nuevo para la empresa ECOLAC CIA LTDA.

CAPITULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Generalidades del queso

El queso se define como el producto lácteo que se obtiene ya sea mediante la coagulación de las proteínas contenidas en la leche por la acción de agentes coagulantes y la separación del suero que resulta de dicha coagulación (INEN 2604, 2012).

El principal objetivo con la elaboración de queso es conseguir un producto de características agradables, así como, el de concentrar los nutrientes más importantes de la leche (proteínas y grasa), adicionalmente se logra la separación del agua que se encuentra en el suero obtenido de dicho proceso y se consigue que el queso tenga mayor tiempo de vida útil que la leche, esto debido a la combinación de varias condiciones favorables como la formación de una corteza protectora alrededor del queso, un contenido casi inexistente de azúcares, valores bajos de pH, aumento de acidez, etc. (Walstra y Almudí, 2001).

Seçkin *et al.* (2016) afirma que “se estima que la producción anual de quesos en el mundo es aproximadamente de 20 millones de toneladas”. Villegas de Gante (2012) por su parte indica que la clasificación de los quesos puede ser difícil debido a la gran variedad existente, para lo cual se consideran diferentes puntos de vista como son; el tipo de leche utilizada como materia prima, el método de elaboración, por su consistencia, por el método de conservación y maduración, el tipo de cultivo usada etc.

Dentro de las muchas variedades de queso existentes, centraremos nuestra atención en un tipo especial, el queso fundido.

1.2 Queso fundido

El queso fundido o queso procesado es un producto alimenticio elaborado principalmente de la mezcla de uno o varios tipos de queso, los mismos que son molidos y mezclados con sales emulsificantes y otros ingredientes, a lo cual se aplica un tratamiento térmico de fusión con una agitación constante a fin de obtener una masa homogénea la cual será envasada y posteriormente enfriada. Según el tipo de producto que se desee obtener se puede mezclar con otros ingredientes tales como: agua, suero de leche, leche en polvo, mantequilla o crema etc. (Guinee, 2011) (Kapoor y Metzger, 2008) (Fox *et al.*, 2000)

1.3 Tipos de queso fundido.

Según Osthoff *et al.* (2011) dependiendo de la textura y consistencia, los quesos fundidos se los agrupa en dos categorías: queso fundido en bloque (cortable) el cual se caracteriza por presentar una textura más firme, mayor adhesividad y un contenido de humedad bajo, entre el 42% al 49% y el queso fundido untable que tiene una textura más suave, cremosa y generalmente tiene un contenido de humedad entre el 57-67%.

1.4 Principales materias primas usadas en la elaboración de quesos fundido

Para la elaboración de queso fundido se puede usar una variedad de ingredientes, algunos de los cuales se describen a continuación.

1.4.1 Quesos.

Los quesos que serán usados como materia prima constituyen el ingrediente más importante a tomar en cuenta en la elaboración de queso fundido, pues tendrán un efecto importante sobre las propiedades funcionales del producto final que se desea obtener, generalmente se suele usar queso cheddar, gouda u holandés, para la elaboración de este producto, pero esto dependerá de la disponibilidad de materia prima de cada país. La cantidad de queso natural usado para la elaboración de queso fundido puede variar desde el 51% al 80% o más, del total del queso fundido. Algunos de los factores importantes a tomar en cuenta del queso que se usa como materia prima son: el grado de madurez, el pH, el contenido de calcio, el contenido intacto de caseína, entre otros (Kapoor *et al.*, 2007).

Varios estudios demuestran que se puede elaborar queso fundido a partir de diferentes tipos de queso, como por ejemplo queso de cabra, queso fresco, cheddar, mozzarella, holandés etc. (Carapaz y del Pilar, 2013) (Täger, 1985). Para este estudio se utilizará como materia prima quesillo, el cual se define según INEN 1528 (2012) como “el queso no madurado, preparado con leche, adicionado de cuajo y de textura homogénea, con desuerado natural”.

Se debe destacar que para la elaboración de queso fundido, generalmente se suele utilizar como materia prima quesos maduros (Osthoff *et al.*, 2011), por lo cual el utilizar quesillo, el cual es un queso fresco, represente un logro destacable en la obtención de queso fundido.

1.4.2 Sales emulsionantes

Otro de los principales ingredientes que debe ser usado en el proceso de elaboración de queso fundido son las sales emulsionantes. Según Kapoor y Metzger (2008) “Las sales emulsionantes son compuestos iónicos que contienen cationes monovalentes y aniones polivalentes, que cumplen dos funciones principales en el queso fundido: secuestrar el calcio para interrumpir la red proteica ligada al fosfato de calcio presente en el queso natural y para ajustar el pH. Estas dos funciones contribuyen a la hidratación de la caseína presente en el queso natural, de manera que puedan interactuar fácilmente las fases de agua y grasa, produciendo de este modo una emulsión homogénea de queso procesado”

Las sales emulsionantes más usadas son el citrato de sodio y el fosfato de sodio, de los cuales el citrato de sodio es la sal más usada para la elaboración de queso fundido en bloque (Kapoor y Metzger, 2008). En el Ecuador el nivel máximo permitido de sales fundentes que se pueden

usar ya sea solas o en mezcla de ellas no debe exceder el 4% del valor total en peso (INEN 2613, 2012).

Las funciones que una sal emulsionante debe cumplir en la elaboración de queso fundido son las siguientes: capacidad de dar al queso fundido una textura suave, cremosa, de gran flujo y que evite la separación de aceite en el proceso, dar al producto final firmeza con una textura suave y una buena calidad de corte, no afectar el sabor del producto final, durante el almacenamiento, por otro lado no deben presentar ningún tipo de cristalización y deben tener facilidad de solubilizarse, no presentar impurezas y tener un precio razonable (Lucey *et al.*, 2011)

Para seleccionar la sal emulsionante adecuada se deben tomar en cuenta características de la materia prima, tales como la madurez del queso, el pH, la composición del queso, el tipo de queso, las características que se desean obtener, las condiciones de proceso al que se someterá etc., pues tendrán un efecto significativo sobre el producto final (Chiriboga Chiriboga, 2012) (Lucey *et al.*, 2011).

1.5 Factores importantes en la elaboración de queso fundido

1.5.1 Características de la materia prima

1.5.1.1 pH

Fox *et al.* (2004) mencionan que el pH del queso usado como materia prima es de mucha importancia, pues tiene un considerable efecto tanto en las configuraciones proteicas del queso, así como en la solubilidad y la capacidad de que las sales emulsionantes se unan al calcio contenido, se menciona que un rango óptimo para la elaboración de queso fundido varía entre valores de pH de 5-6.5, pues a valores aproximados de 5 las proteínas se encuentran cerca del punto isoeléctrico y puede presentar una textura que se desmorona fácilmente debido a que se debilita la interacción entre proteínas, en cambio valores por sobre 6.5 pueden presentar una textura muy suave, por lo cual se debe prestar atención a este parámetro para obtener un producto de buena calidad.

1.5.1.2 Contenido intacto de caseína y el grado de maduración

El grado de maduración de los quesos usados está directamente relacionado con el contenido de caseína intacto que presentan, debido a que quesos con mayor maduración presentarán menos contenido de esta proteína, provocado por la actividad enzimática y las bacterias lácticas residuales que aún están presentes y cuya función es hidrolizar dicha proteína en péptidos más pequeños los cuales son dispersados durante el proceso de elaboración, lo que ocasiona que las interacciones de proteína sean más fuertes, disminuyendo las propiedades de flujo del producto final (Kapoor y Metzger, 2008).

Los quesos fundidos en bloque generalmente son elaborados con quesos jóvenes pues ayudan a que estos tengan una mejor capacidad de corte, ya que al tener mayor cantidad de caseína intacta esto tendrá un efecto significativo en la firmeza y textura del producto final (Guinee, 2011).

1.5.1.3 Contenido de calcio

Kapoor y Metzger (2008) menciona que un alto contenido de calcio total en el queso usado como materia prima dificulta la fabricación del queso fundido, ya que las sales emulsionantes añadidas durante la fabricación de queso procesado deben secuestrar una mayor cantidad de calcio de este mineral presente en las caseínas del queso natural, por lo tanto, el ingrediente que contribuye principalmente a las variaciones en el contenido total de calcio en una fórmula es el queso natural. Al utilizar un queso con un contenido total de calcio más alto para elaborar queso fundido, genera productos más firmes y menos fundibles.

1.5.2 Condiciones del proceso

1.5.2.1 Temperatura

Guinee (2011) observó que al aumentar la temperatura de 70 a 90°C en la elaboración de queso fundido, se obtiene un producto con mayor firmeza, y explica que el aumentar la temperatura del proceso se alteran las fuerzas de atracción entre las caseínas en el producto lo que le dan una firmeza aun mayor, además el aumento de temperatura por encima de los 80°C contribuye a la disminución del tamaño de los glóbulos de grasa (Guinee, 2011).

1.5.2.2 Tiempo

El tiempo que dura el proceso de elaboración de queso fundido también tiene un efecto muy importante sobre las características del queso fundido. Algunas investigaciones en las cuales se ha usado diferentes tiempos (6, 11, 16, 26, y 46 minutos) han demostrado que aumentar este parámetro permite obtener un producto con mayor firmeza y menos capacidad de fusión. (Kapoor y Metzger, 2008)

Guinee (2011) menciona que el mantener el tiempo del proceso cuando se trabaja a temperaturas entre 75-90°C producirá lo que se conoce como “over-creaming” lo que ocasiona que el producto adquiera una firmeza muy alta con una excesiva liberación de aceite, además menciona que el tiempo del proceso afecta principalmente a la cantidad de agua libre en la matriz del producto, así como a la dispersión de la grasa presente por lo cual se debe prestar atención a este parámetro.

1.6 Propiedades funcionales de los quesos

Ramírez Navas (2010) define a las propiedades funcionales como “un conjunto de indicadores que permiten cuantificar los requisitos de desempeño de los quesos y que, de alguna manera,

estas se relacionan con las expectativas o la percepción que tiene el consumidor respecto al producto". Además Monroy (2007) menciona que estas propiedades confieren al queso "aptitudes en su almacenamiento, conservación, presentación y preparación culinaria y que estas dependen del tipo de queso considerado".

Dentro de estas propiedades funcionales nos centraremos principalmente en dos de ellas, las cuales se mencionan a continuación:

1.6.1 Capacidad de fusión

La capacidad de fusión se entiende como la cualidad que tiene el queso para derretirse y expandirse sobre una superficie al ser sometido al calentamiento y que está directamente relacionada con las propiedades reológicas del queso, generalmente para medir esta propiedad se hace en relación a la distancia que aumenta sobre una superficie (Gunasekaran y Ak, 2002)

1.6.2 Capacidad de liberación de aceite

Ramírez Navas (2010) define esta propiedad como "la capacidad del queso que tiene para expulsar una cierta cantidad de grasa en forma de gotitas cuando se aplica calor sobre la superficie del queso, esto da al queso un aspecto grasoso dando una apariencia desagradable. Sin embargo, cuando esta liberación es moderada es algo deseable pues otorga una capa hidrofóbica que durante el calentamiento da cierto brillo que es deseable y que a la vez impide la evaporación del agua durante el calentamiento"

1.6.3 Relación de las propiedades funcionales con la edad del queso

Se ha observado que las propiedades funcionales están muy relacionadas con el grado de maduración de los quesos. Purna *et al.* (2006) explican que este comportamiento está relacionado con el contenido intacto de caseína y el contenido de calcio que los quesos presentan. Durante la maduración, las proteínas se van degradando debido a la hidrólisis que estas sufren por la acción de las enzimas presentes, que transforma dichas proteínas en péptidos. En vista de que las caseínas están presentes en la red que forma interacciones entre las proteínas y las grasas contenida en el queso, al ser más joven, contiene una mayor cantidad de caseína en su estado natural, a medida que madura, se degrada la caseína y por ende las interacciones proteína-proteína y proteína-grasa se van debilitando y el calcio presente en forma de fosfato de calcio se va solubilizando en el suero que va siendo expulsado del quesillo en la maduración, dando como resultado una textura más suave y como consecuencia un mayor aumento de derretimiento o capacidad de fusión, además debido a que la estructura entre proteínas y grasa se debilita, la grasa contenida queda libre de la estructura y es liberada durante el calentamiento lo que se conoce como la capacidad de liberación de aceite.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Utilizar quesillo lojano en la elaboración de queso fundido para la empresa ECOLAC

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el pH adecuado del quesillo para ser usado como ingrediente en la elaboración de queso fundido.
- Adaptar un proceso tecnológico para la elaboración de queso fundido a partir de quesillo

CAPITULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente proyecto se llevó a cabo en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad Técnica Particular de Loja

3.2 Esquema general de la investigación

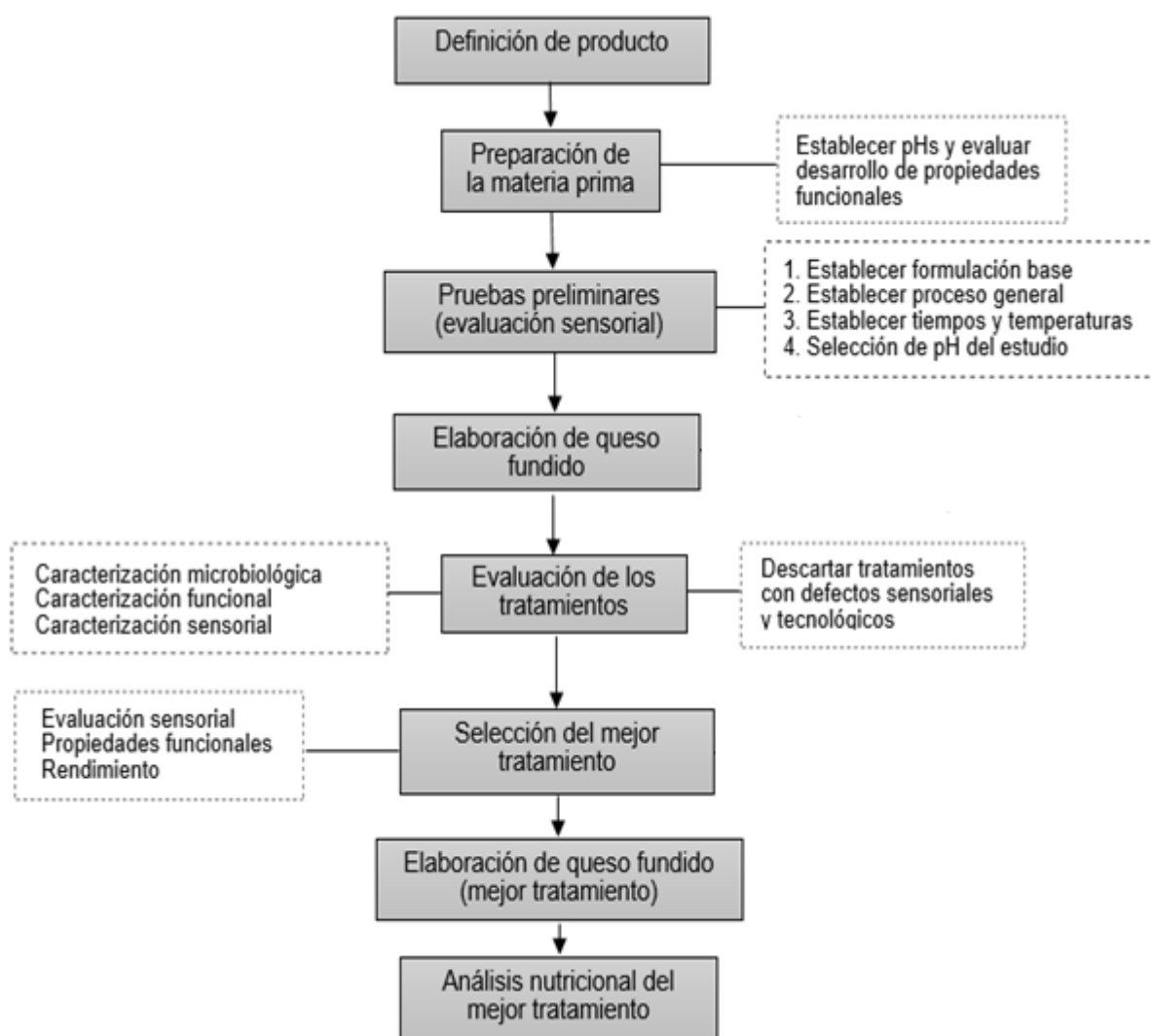


Figura 1: Esquema general de la investigación.
Fuente: El autor

3.3 Definición del producto

El queso fundido es un producto lácteo que se elabora mediante la molienda y mezcla de quesillo recién elaborado proveniente de leche sin pasteurizar, con sal emulsificante, conservante, sal yodada y colorante, a los cuales se les aplica un tratamiento térmico de fusión, obteniéndose un producto de consistencia homogénea, características sensoriales agradables y que tiene una presentación en bloque.

3. 4 Materia Prima

3.4.1 Quesillo

Se utilizó quesillo recién elaborado que fue suministrado por la empresa ECOLAC CIA. LTDA.

3.5 Insumos

3.5.1 Sal emulsificante

Se usó sal emulsionante considerando el límite máximo de 40 g/kg establecido en la norma INEN 2613 (2012) para queso fundido

3.5.2 Sal

Se utilizó sal yodada en polvo comercial conseguida en los mercados de la localidad.

3.5.3 Conservante

Se conservante considerando el límite máximo de 40 g/kg establecido en la norma INEN 2613 (2012) para queso fundido

3.6 Pruebas preliminares:

Se utilizó la información (fórmula y proceso) de queso fundido descrita en la ficha técnica de procesado de lácteos elaborada por la FAO (2014) en la cual usan diferentes ingredientes como: sales emulsificantes, sal, agua, sobre el producto final. Las pruebas preliminares se validaron con la colaboración de cinco personas con amplio conocimiento en tecnología de alimentos y familiarizados con este tipo de productos. En esta etapa se evaluó los atributos de consistencia, sabor, olor y color de los productos obtenidos

Además, se probaron diferentes condiciones del proceso de fundido (temperaturas y tiempos) frente a sus características sensoriales.

3.6.1 Formulación y proceso iniciales de elaboración.

Mediante revisión de bibliografía se llegó a proponer la formulación y el procedimiento iniciales para la elaboración de queso fundido.

3.7 Metodología experimental

3.7.1 Curva de comportamiento de pH vs tiempo

Para determinar esta curva se consideró partir de quesillo recién elaborado, al cual se le midió el pH a intervalos de 1 hora, desde el tiempo 0 hasta alcanzar el tiempo de 70 horas, las medidas se realizaron por triplicado.

3.7.2 Selección de las condiciones del proceso de elaboración

Se estudió el efecto que tiene el pH del quesillo, temperatura y tiempo del proceso sobre las características sensoriales (firmeza, brillo, olor, sabor), propiedades funcionales (capacidad

de fusión y capacidad de liberación de aceite) y calidad microbiológica (*Staphylococcus aureus*, aerobios mesófilos, *E. coli*/ coliformes y mohos y levaduras) del producto final

3.7.3 Selección del mejor tratamiento

Para seleccionar el mejor tratamiento, primeramente, se decidió descartar, aquellos que presentaron un defecto tecnológico en el producto final (quesillo sin fundir), o que por su elevada carga microbiana no cumplieran con los requisitos establecidos en las normas de referencia, y que adicionalmente presentaban graves defectos sensoriales de olor y sabor.

3.8 Métodos de Análisis

3.8.1 Análisis físico químicos y propiedades funcionales

3.8.1.1 pH

Para el análisis de pH se utilizó el método NMX-F-099-1970 de determinación de pH en quesos procesados el cual consiste en pesar 1 g de quesillo y tritularlo con la ayuda de un mortero, después se diluye con 10mL de agua destilada y se procede a realizar la medida correspondiente en el pH-metro.

3.8.1.2 Capacidad de fusión

Para evaluar la capacidad de fusión del quesillo se usó el test modificado de Schreiber, que consiste en usar pequeños cilindros de queso con una altura de 4 milímetros y 2 centímetros de diámetro, y colocarlos en cajas Petri de vidrio e introducidos en una estufa por 15 minutos a una temperatura de 110°C. Una vez frío, se procedió a realizar la medida del diámetro resultante en 4 puntos diferentes, los resultados se expresaron en porcentaje usando la siguiente relación (Castro, 2014)

$$Cf = \frac{Df}{Di} * 100$$

Dónde:

- Cf representa la capacidad de fusión en porcentaje
- Df representa el diámetro final;
- Di representa el diámetro inicial

3.8.1.3 Capacidad de liberación de aceite

Para la evaluación de la capacidad de liberación de aceite se usó cilindros de queso con una altura de 5 milímetros y 2 centímetros de diámetro y se los coloco sobre un papel filtro en cajas Petri de vidrio y se los introdujo en una estufa por 5 minutos a una temperatura de 110°C. Luego se procedió a medir el diámetro del aceite que se difundió sobre el papel filtro, la

capacidad de liberación de aceite se expresó como porcentaje. (Castro, 2014). Se usó la siguiente relación

$$Cla = \frac{Df}{Di} * 100$$

Donde:

-Cla representa la capacidad de liberación de aceite en porcentaje.

-Df representa el diámetro final.

-Di representa el diámetro inicial

3.8.2 Análisis nutricional

3.8.2.1 Análisis de humedad

Para el análisis de humedad se usó el método AOAC 92608 para queso, el cual se basa en la evaporación del agua contenida en el alimento mediante el calor.

3.8.2.2 Análisis de Cenizas

Para el análisis de cenizas se usó el método NMX-F-094 1984 para quesos el cual consiste en la incineración de la muestra en una mufla y se calcula en función a la pérdida de peso.

3.8.2.3 Análisis de Grasa

Para el análisis de grasa se usó el método INEN 0064,1974 para queso en el cual se realiza la con la ayuda de una solución de ácido sulfúrico y la centrifugación para luego realizar la lectura en el butirómetro.

3.8.2.4 Análisis de Proteína

Para el análisis de proteína se usó el método AOAC 2001.14 para queso que consiste en la digestión de las muestras y la titulación del nitrógeno resultante.

3.8.2.5 Carbohidratos

La determinación del contenido de carbohidratos se realizó teóricamente mediante la diferencia de los otros componentes nutricionales analizados (Nielsen, 2009)

3.8.2.6 Contenido calórico

Para determinar el contenido calórico se consideró el aporte de 4kcal/g para carbohidratos, 4kcal/g para proteínas y 9kcal/g para grasa (Badui, 2006)

3.8.3 Análisis microbiológico

Se realizó análisis microbiológicos mediante métodos rápidos en placas Petri film y se evaluó; *Staphylococcus aureus*, aerobios mesófilos, *E. coli*/ coliformes y mohos y levaduras, siguiendo los métodos AOAC 2003.08, AOAC 990.12, AOAC 991.14 y AOAC 990.12 respectivamente, los ensayos se realizaron por duplicado.

Para la interpretación de los resultados, en el caso de aerobios mesofilos se usó como referencia lo establecido en la norma para leche cruda ya que en la normativa nacional correspondiente a queso fundido no se los incluye, además se consideró para el estudio de *Staphylococcus aureus*, *E. coli*/ coliformes, mohos y levaduras como referencia las normas INEN 2613 y COVENIN 3559 (venezolana), ambas para quesos fundidos.

3.9 Evaluación sensorial

3.9.1 Preparación de la muestra

La muestra fue cortada en rebanadas de aproximadamente 7 centímetros de largo, 4 centímetros de altura y 1 centímetro de ancho, y fueron codificadas para su posterior degustación, fueron mantenidas en refrigeración para que al momento de evaluar se encuentren en una temperatura aproximada entre 20-25 °C

3.9.2 Evaluación del producto

La evaluación sensorial se realizó con un panel semi-entrenado de 5 jueces con el fin de seleccionar el mejor tratamiento, se evaluaron las características de brillo, firmeza, olor y sabor, en cual a cada juez se le presentó porciones de aproximadamente 20g las cuales estaban codificadas con números aleatorios, (la ficha sensorial que se usó se puede observar en el anexo 1). Para el olor y sabor se consideró las opciones de agradable y desagradable, pues cada juez tuvo su criterio sobre el producto final el cual mantuvo cierto sabor y olor a quesillo maduro, posteriormente se calculó el porcentaje de calificaciones agradables y desagradables, para así poder determinar el tratamiento que se percibió como más agradable para la mayoría de jueces. Esta prueba se realizó mediante la suma de las puntuaciones de todos los jueces y se hizo por duplicado.

3.10 Análisis Estadístico

Se realizó un diseño factorial para determinar el efecto que tendría el pH y la temperatura sobre las características sensoriales, funcionales y el rendimiento para lo cual se usó un ANOVA, posterior a lo cual y si ameritaba se realizó una comparación de rangos múltiples de Tukey con una confianza del 95%. Todo esto se hizo con la ayuda del programa estadístico Minitab 17.

Para el caso de los atributos olor y sabor se usó estadística descriptiva para su análisis.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estudios de la materia prima

4.1.1 Selección de los niveles de pH del quesillo

En la figura 3 se puede observar el comportamiento en refrigeración (4 °C) del pH del quesillo en función del tiempo y puede notarse que en un periodo de 24 horas el pH descendió desde un valor de 6.6 a un valor de 5.36, lo cual puede deberse a la acción de las bacterias ácido lácticas y las enzimas que se encuentran en la leche cruda, que transforman la lactosa en ácido láctico (Shelly y Lagarriga, 2004). Luego de este descenso se notó que hubo un leve aumento de los valores de pH fluctuando entre 5.5 y 5.7, este aumento de pH se podría atribuir al catabolismo del ácido láctico por parte de microorganismos especialmente por levaduras con la producción de amoníaco, el cual en una disolución acuosa se puede comportar como una base y formar amonio (Mansour *et al.*, 2008)

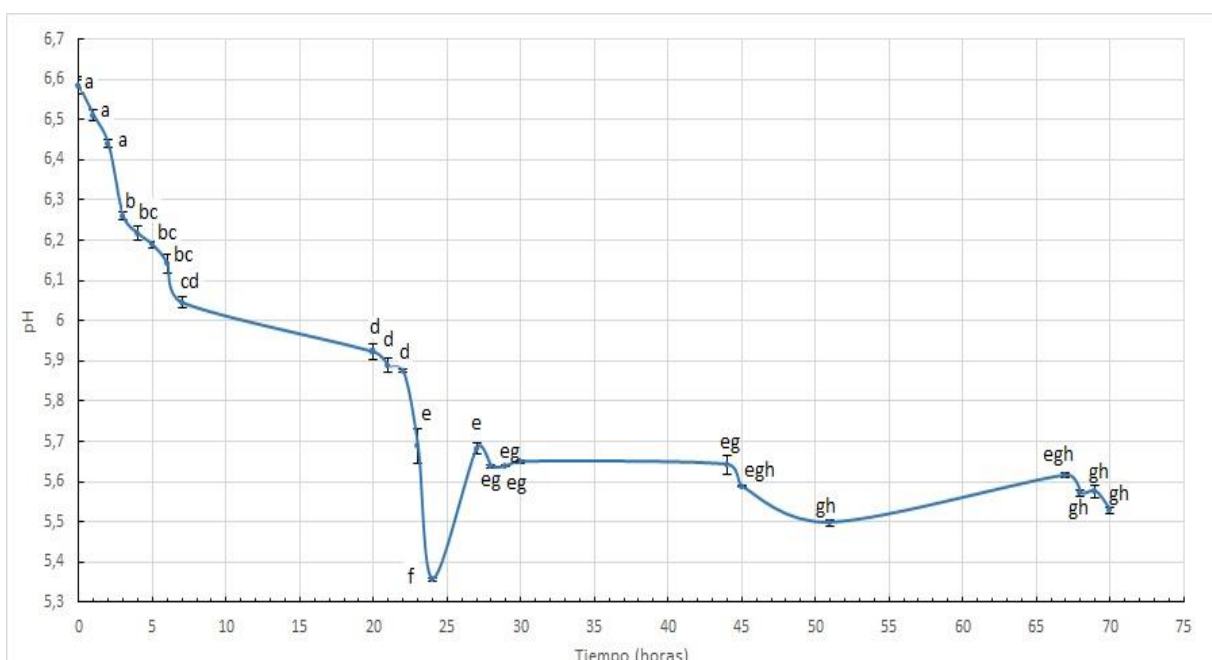


Figura 2: Curva de comportamiento de pH vs tiempo en quesillo.

Fuente: El autor.

Letras iguales significan que no hay diferencia estadística entre los valores de pH alcanzados con el avance del tiempo.

Esta curva permitió establecer los valores de pH que posteriormente se evaluaron en el proceso de elaboración de queso fundido. Fox *et al.* (2004) menciona que, durante la proteólisis del queso, la degradación de las caseínas a aminoácidos y péptidos contribuye a la formación de compuestos aromáticos tales como aminas, carbonilos, y compuestos que contienen azufre, entre otros, y cuando estos alcanzan altas concentraciones dan al queso defectos de sabor y olor. También durante las reacciones de lipólisis la oxidación de algunos ácidos grasos poliinsaturados produce aldehídos insaturados que poseen un fuerte aroma y provocan un defecto llamado “rancidez oxidativa”.

4.1.2 Influencia del pH sobre las propiedades funcionales de la materia prima.

Como se puede observar en la figura 4, las propiedades funcionales de quesillo se ven afectadas por el pH, de tal manera que a medida que disminuye el pH tanto la capacidad de fusión como la capacidad de liberación de aceite aumentan. Este aumento progresivo de las propiedades funcionales puede deberse a la degradación de la caseína que se da durante la maduración del queso, debido a la hidrólisis que causan las enzimas presentes las cuales debilitan la estructura del queso (Purna *et al.*, 2006).

Kapoor *et al.* (2007) y de Oliveira *et al.* (2011) coinciden en que se debe prestar atención a diversos parámetros como el pH, el contenido intacto de caseína, la cantidad de calcio y fósforo presentes, el contenido de grasa y proteína, que al disminuir su valor afectan las propiedades funcionales que posee la materia prima y el producto final, las cuales generalmente están relacionadas a la edad del queso.

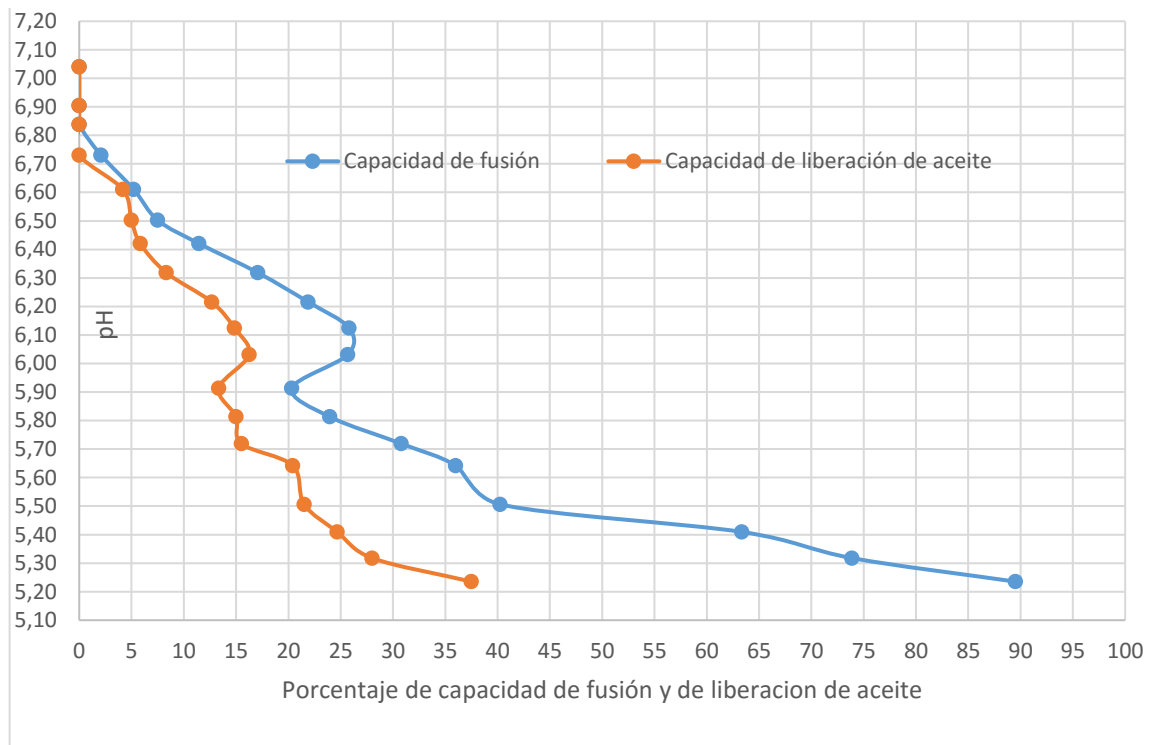


Figura 3: Capacidad de fusión y capacidad de liberación de aceite vs pH del quesillo.
Fuente: El autor.

4.1.3 Evaluación microbiológica de la materia prima.

Los resultados demostraron que el quesillo usado como materia prima para el proceso de elaboración de queso fundido, presentó una carga microbiana que aumentó a medida que transcurrió el tiempo en almacenamiento.

Esta contaminación inicial puede deberse a que el queso se elaboró con leche sin pasteurizar, la cual tiene una carga microbiana inicial muy alta, posiblemente asociada a las deficientes condiciones de manejo e higiene durante el ordeño, microorganismos que luego se desarrollan fácilmente en el queso debido al elevado contenido de agua, que favorece su rápido crecimiento durante el almacenamiento (Yoon *et al.*, 2016).

4.2 Efecto del tratamiento de fusión sobre las características tecnológicas y microbiológicas del queso fundido.

Todos los tratamientos estudiados se encuentran dentro de los límites establecidos en las normas de referencia usadas, esto puede deberse al efecto positivo del tratamiento térmico al que se somete el queso en la elaboración de queso fundido para la eliminación de microorganismos. También se pudo observar que algunos tratamientos presentaron un defecto tecnológico el cual consistió en la presencia de partículas de queso sin fundir notables a simple vista (ver anexo 4) lo que dio al producto una apariencia desagradable.

Tabla 1: Resultados microbiológicos e identificación de los tratamientos con el defecto de falta de fusión

Tratamientos	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	Coliformes totales (UFC/g)	Aerobios mesófilos (UFC/g)	Mohos y Levaduras (UFC/g)	Defecto tecnológico
Tratamiento 1	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	
Tratamiento 2	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	x
Tratamiento 3	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	x
Tratamiento 4	2,5±0.71 ^b	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	x
Tratamiento 5	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	
Tratamiento 6	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	10±0 ^a	0±0.00 ^a	x
Tratamiento 7	0±0.00 ^a	0±0.00 ^a	8.5±0.71 ^a	0±0.00 ^a	
Tratamiento 8	10±1.41 ^c	0±0.00 ^a	19.5±0.71 ^a	0±0.00 ^a	x
Tratamiento 9	40±0.00 ^d	25±7.07 ^c	145±7.07 ^b	0±0.00 ^a	
Tratamiento 10	50±0.00 ^e	20±0.0 ^c	155±7.07 ^b	0±0.00 ^a	x
Tratamiento 11	40±0.00 ^d	10±0.00 ^b	170±14.14 ^{bc}	0±0.00 ^a	
Tratamiento 12	80±0.00 ^f	20±0.00 ^c	190±14.14 ^c	0±0.00 ^a	x
Límites permitidos	*m=10; M=100	**Min=7; Max=43	*m=1000 M=10000	**Min. = 10 Max. = 100	

Fuente: El autor.

Los resultados corresponden al promedio ± la desviación estándar de n=2. Letras iguales en la misma columna significan que no hubo diferencia estadística entre los resultados evaluados.

m = Índice máximo permitido para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permitido para identificar nivel aceptable de calidad.

Referencias; normas *INEN 2613:2012 y **COVENIN 3559:2000, para queso fundido.

En el cuadro anterior se puede observar que, en los tratamientos 1, 2 y 3 hubo ausencia de los microorganismos evaluados, y solamente en el tratamiento 4 hubo presencia muy baja de

Staphylococcus aureus, esto pudo deberse al poco tiempo de almacenamiento requerido para alcanzar el valor de pH usando para estos tratamientos, sumado al efecto que el proceso térmico tuvo para controlar la presencia de microorganismos en este valor de pH. Un aspecto a tomar en cuenta fue que, en los tratamientos 2, 3 y 4 que tuvieron igual pH, el quesillo no se fundió completamente (defecto tecnológico) lo cual podría asociarse al poco desarrollo de las propiedades funcionales en este pH, ya que como se menciona en el ítem 4.1.2 las proteínas han sufrido poca hidrólisis, presentado una estructura más firme lo que pudo ocasionar que el quesillo no se fundiera completamente (Purna *et al.*, 2006).

Por otro lado, en los tratamientos 6, 7 y 8 se pudo observar que hubo poca presencia de aerobios mesófilos y de *Staphylococcus aureus* (tratamiento 8) en el queso fundido, esta mayor presencia de microorganismos se pudo deber al mayor desarrollo relacionado al mayor tiempo de almacenamiento de la materia prima para alcanzar el pH de estos tratamientos, con el cual se elaboró el producto, pero hay que destacar que el tratamiento 5 resulto efectivo en la eliminación de todos los microorganismos evaluados. Además, en estos valores de pH fue notable un mayor desarrollo de las propiedades funcionales.

Finalmente, los tratamientos 9, 10, 11 y 12 presentaron una significativamente mayor carga microbiana, que los anteriores para *Staphylococcus aureus*, aerobios mesófilos y coliformes totales, así como una mayor presencia de olores y sabores desagradables, lo cual puede deberse a que con un mayor tiempo de almacenamiento del quesillo, se espera que la presencia de microorganismos sea mayor y estos como consecuencia desarrollan olores y sabores desagradables, producto de las reacciones de descomposición que provocan (Fox *et al.*, 2004). Bibek y Arun (2010) indican que el tiempo es un factor importante a tomar en cuenta en el desarrollo microbiológico, pues los microorganismos presentes en la materia prima tienen un crecimiento logarítmico al transcurrir el tiempo, lo que puede ocasionar que el producto tenga un menor tiempo de vida útil.

Se pudo observar que en los tratamientos 2, 3, 4, 6, 8, 10 y 12 presentaron el mencionado defecto tecnológico (falta de fusión). Shirashoji *et al.* (2006) explican que tiempos de cocción muy cortos en la elaboración de queso fundido, son insuficientes, ya que la masa de queso no se puede mezclar completamente con la sal emulsificante, lo que no permite secuestrar todo el calcio de la materia prima. Considerando lo anterior, se decidió eliminar todos los tratamientos que no permiten la completa fusión del. Además, se descartó los tratamientos 9, 10, 11 y 12, los cuales, a pesar de poseer un buen desarrollo de sus propiedades funcionales, presentan defectos en las características sensoriales muy marcados en el producto final (olores y sabores desagradables). Por lo tanto, para la siguiente etapa de la investigación se consideró únicamente los tratamientos 1, 3 5 y 7 para la elaboración de queso fundido.

4.3 Elección del mejor tratamiento.

4.3.1 Resultados evaluación sensorial

a) Firmeza y brillo

Los análisis estadísticos demostraron que, los tratamientos estudiados no presentaron diferencia significativa para los atributos de firmeza y brillo sobre el producto final. Hay que considerar que, según lo mencionado por Kapoor y Metzger (2008), se esperaría que usar temperaturas de fusión más altas, aumenten la firmeza y la fuerza de la emulsión del producto final, además el usar un queso con un pH menor (mayor maduración) puede causar que el producto final sea más suave, ya que durante la maduración del queso, las interacciones entre proteína y grasas son afectadas debido a la disminución del contenido de caseína intacta (Purna *et al.*, 2006).

b) Olor y sabor

Para estos dos atributos se consideró un conteo del número de calificaciones agradables y desagradables por parte de los jueces que evaluaron el producto, los resultados se pueden observar en las figuras 4 y 5.

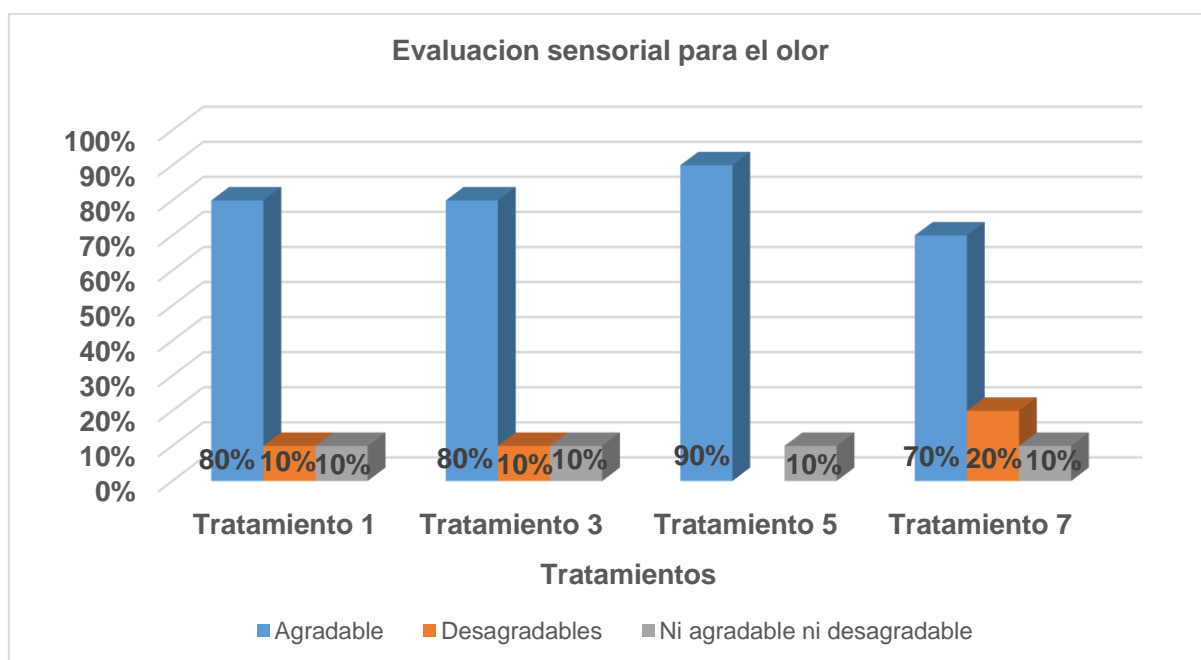


Figura 4: Efecto del pH y la temperatura sobre el atributo olor
Fuente: El autor

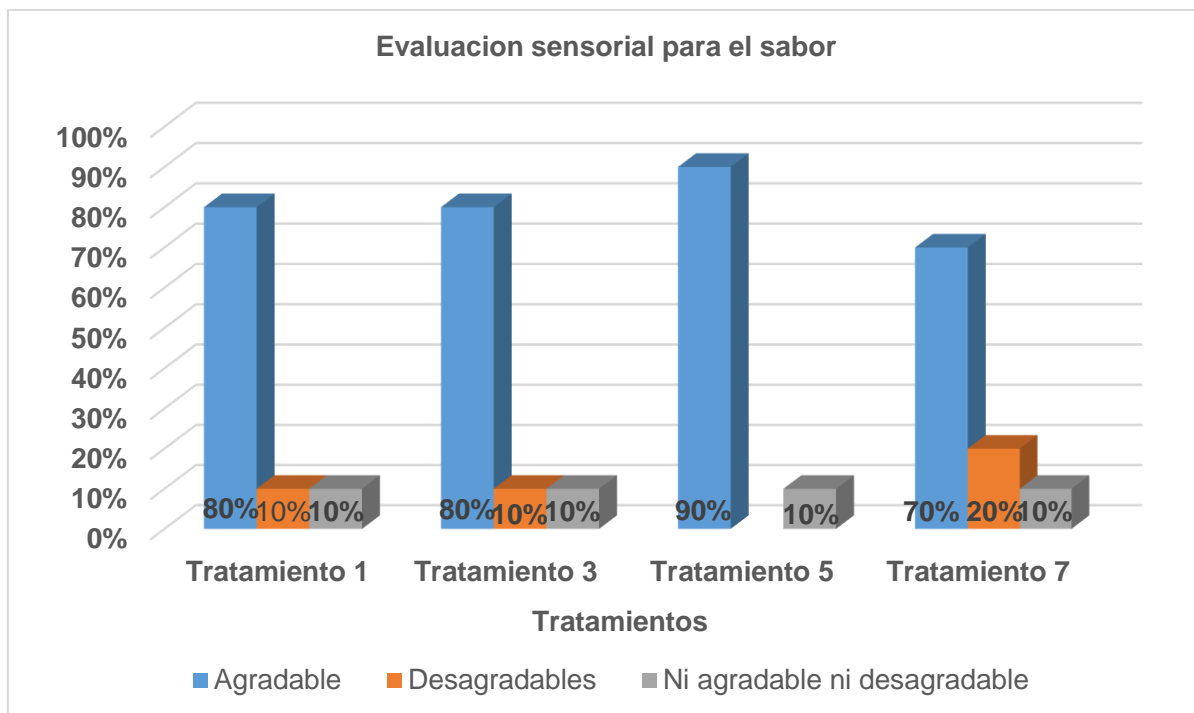


Figura 5: Efecto del pH y la temperatura sobre el atributo sabor.

Fuente: El autor

Se puede observar que, con respecto al olor no existe una diferencia marcada entre tratamientos, y que el 80% de los jueces los percibieron como agradables. Por otro lado, al evaluar el atributo sabor se pudo observar que el 90% de los jueces considero el tratamiento 5 como agradable y el 10% como neutro (ni agradable ni desagradable). De los resultados anteriores se eligió al tratamiento 5 como el mejor por ser el que presenta las mejores características sensoriales

4.3.2 Propiedades funcionales y rendimiento

El nivel de pH del queso tiene efecto ($p < 0.05$) sobre las propiedades funcionales del queso fundido (capacidad de fusión y capacidad de liberación de aceite) y rendimiento. La importancia del favorable desarrollo de las propiedades funcionales radica en que permiten evaluar el comportamiento del queso fundido en los diferentes alimentos en los cuales será utilizado y la percepción que los consumidores tendrán sobre el alimento (Ramírez Navas, 2010).

En la capacidad de fusión este mayor desarrollo de las propiedades funcionales puede atribuirse, a que como explican Kuo *et al.* (2001) “durante la maduración, la matriz de caseínas en el queso se vuelve más suave y menos elástico durante el almacenamiento debido a la desnaturalización de la alfa-caseína, lo que provocara que se presente un aumento en la capacidad de fusión”. En cambio para la capacidad de liberación de aceite Guinee (2011)

explica que este aumento podría deberse a que al descender el pH, el queso fundido adquiere una textura demasiado suave lo que provoca una inestabilidad en su estructura, lo que como consecuencia hace que libere aceite con mayor facilidad

En cuanto al rendimiento, en un estudio realizado por Simba y del Carmen (2012) en el cual elaboraron queso fundido a partir de una mezcla de queso mozzarella y queso fresco, obtuvieron un rendimiento promedio del 92.05%, valor cercano al obtenido en este estudio (84.185), pues se considera que la humedad de la materia prima influirá en el rendimiento final del producto luego de aplicar el proceso de fusión.

4.4 Análisis nutricional del queso fundido

Una vez determinado cual fue el mejor tratamiento se procedió a realizar un análisis nutricional, los resultados se muestran en la tabla 8.

Tabla 2: Composición nutricional del queso fundido.

Componente	Resultado (g/100g de producto)
Carbohidratos Totales	3.01±0.01
Proteína	17.00±0,00
Grasa	23.00±0,00
Humedad	52.62±0,001
Cenizas	4.36±0.01
Energía	287.04 Kcal/100g

Fuente: El autor

El queso fundido elaborado tuvo un contenido de proteína de 17g/100g de producto, valor que cumple con los requisitos establecidos en la norma venezolana para queso fundido COVENIN 3559 (2000) en el cual el contenido mínimo de proteína para queso fundido es de 16 g/100g de producto. Hay que destacar que el aporte de proteína es alto, pues es cercano al que aporta la carne y el pescado, e incluso mayor a algunos tipos de legumbres (Menchú y Méndez, 2007). Además, algunas referencias de análisis de proteína que constan en el libro oficial de métodos de análisis de la AOAC indican valores de proteína para queso fundido van desde 16 a 22 g/100g de producto (AOAC, 1980).

El aporte de carbohidratos totales fue de 3.01g/100g de producto, este valor está dentro de los rangos observados en algunos quesos fundidos en los cuales se reportan diversos valores entre 0.6 a 4 g/100g de producto, recalándose que este contenido de carbohidratos estará directamente influenciado por los diferentes tipos de queso usados como materia prima en la elaboración de queso (Moreiras *et al.*, 2011) (Menchú y Méndez, 2007). Se debe considerar que en quesos el principal carbohidrato que compone estos alimentos es la lactosa.

El contenido de humedad fue de 52.62 g/100g de producto, según la norma INEN 1528 (2012) este producto puede ser clasificado como un queso semiduro. Brito *et al.* (2003) elaboraron queso fundido laminable a partir de mezclas de queso chanco y quesillo y obtuvieron humedades que variaban desde 50.81 a 56.39 g/100g de producto, valores parecidos al obtenido en este estudio. Por otro lado Dimitreli y Thomareis (2007) elaboraron quesos fundidos en bloque y obtuvieron un contenido de humedad más bajo, entre 38.6 y 51.1 g/100g de producto, observándose valores más bajos que el obtenido en este estudio, hay que considerar que estos partieron de fundir un queso maduro (Gouda) que tiene un contenido de humedad más bajo.

El queso fundido tuvo un contenido de cenizas de 4.36 g/100g de producto, este valor es alto si lo comparamos con lo reportado por García (2006) quien realizó un análisis físico químico de algunas variedades de quesos, donde obtuvo un contenido de cenizas entre 2.5 y 3.7 g/100g de producto, valores por debajo del obtenido en este estudio, este contenido alto en cenizas puede deberse al contenido de calcio de la materia prima y al aporte relacionado con la adición de cloruro de sodio, y sal emulsionante, lo que posiblemente influyo en el resultado obtenido

Este producto por su contenido de grasa (23 g/100g de producto) se lo consideraría, según la norma INEN 022 (2014), correspondiente al etiquetado nutricional, como un alimento alto en grasa. En el estudio realizado por Brito *et al.* (2003) obtuvieron un queso fundido con contenido de grasa de 22.67 y 23.67 g/100g de producto, valores entre los cuales se encuentra el producto obtenido en este estudio. Así mismo Dimitreli y Thomareis (2007) reportan un contenido de grasa hasta del 27 g/100g de producto en queso fundido, por lo cual se considera que el valor obtenido está dentro de los correspondientes para este producto

CONCLUSIONES

Se logró utilizar quesillo lojano para la elaboración de queso fundido mediante la aplicación de un proceso térmico de fusión, obteniendo un producto con buenas características sensoriales, funcionales y microbiológicas.

Se determinó que el pH del quesillo tiene gran influencia sobre el rendimiento y las propiedades funcionales del queso fundido, ya que permiten evaluar el comportamiento que este producto tiene en los alimentos en los cuales se usa como ingrediente.

El producto final tiene un aporte alto de proteínas, obteniéndose un contenido de 17g/100 de queso.

RECOMENDACIONES

Se debería realizar el estudio de tiempo de vida útil, así como hacer un estudio con consumidores del producto obtenido

Se debería poner a prueba el proceso establecido para elaborar queso fundido con otros quesillos diferentes a los elaborados por la empresa ECOLAC.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, A. o. O. A. C. (1980). *Official methods of analysis* (Vol. 534): AOAC Arlington, VA, Washington DC.
- Badui, D. S. (2006). *Química de los alimentos* (Pearson Ed. 4ta ed.).
- Bibek, R., & Arun, B. (2010). *Fundamentos de microbiología de los alimentos* (McGraw-Hill Ed.). Mexico.
- Brito, C., Silva F, S., Molina C, L. H., Pinto C, M., Carrillo L, B., & Oyarzún Y, E. (2003). QUESO PROCESADO LAMINABLE REDUCIDO EN GRASA ELABORADO DE CHANCO Y QUESILLO. *Revista chilena de nutrición*, 30, 272-278.
- Carapaz, E., & del Pilar, L. (2013). Elaboración de queso fundido unttable tipo cheddar en Industria Lechera Carchi SA.
- Castro, A. (2014). *Efecto de la adición de un dextrano sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y funcionales de queso de pasta hilada semigraso*. Universidad Nacional de Colombia.
- COVENIN 3559. (2000). Norma venezolana queso fundido.
- Chiriboga Chiriboga, B. (2012). Elaboración de queso fundido cremoso a partir de precipitación ácida en caliente y fusión con crema de leche.
- de Oliveira, M. N., Ustunol, Z., & Tamime, A. (2011). Manufacturing practices of processed cheese. *Processed cheese and analogues*, 148-178.
- Dimitreli, G., & Thomareis, A. S. (2007). Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1364-1373.
- El Mercurio. (2014). 60 % del consumo de leche viene de otras provincias. *Diario El Mercurio*. Recuperado desde <https://www.elmercurio.com.ec/452158-60-del-consumo-de-leche-viene-de-otras-provincias/#.WAo3PMdunIU>
- FAO. (2014). *Procesados de lácteos. Fichas técnicas*. Recuperado desde: <http://www.fao.org/3/a-au170s.pdf>
- Fox, P., Guinee, T., Cogan, T., & McSweeney, P. (2000). *Fundamentals of cheese science*. Wolf Publocation.

- Fox, P., Guinee, T., Cogan, T., & McSweeney, P. (2004). *Cheese: chemistry, physics and microbiology: general aspects*: Academic Press.
- García, B. (2006). Caracterización físico-química de diversos tipos de quesos elaborados en el Valle de Tulancingo con el fin de proponer normas de calidad. *Trabajo de grado Ingeniería Agroindustrial. Programa Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.*
- Glass, K., & Doyle, M. E. (2005). Safety of processed cheese. *A. Review of the Scientific Literature, Food Research Institute, University of Wisconsin, Madison.*
- Guinee, T. (2011). Effects of natural cheese characteristics and processing conditions on rheology and texture: the functionality of cheese components in the manufacture of processed cheese. *Processed cheese and analogues*, 81-109.
- Gunasekaran, S., & Ak, M. M. (2002). *Cheese rheology and texture*: CRC press.
- INEN 022. (2014). *RTE INEN 022 "ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PROCESADOS, ENVASADOS Y EMPAQUETADOS"*.
- INEN 1528. (2012). Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos (Vol. NTE INEN 1528:2012, pp. 11).
- INEN 2604. (2012). *Norma General para Quesos Madurados. Requisitos.*
- INEN 2613. (2012). *Norma General para Queso Fundido. Requisitos.*
- Kapoor, R., Metzger, L., Biswas, A., & Muthukummarappan, K. (2007). Effect of natural cheese characteristics on process cheese properties. *Journal of dairy science*, 90(4), 1625-1634.
- Kapoor, R., & Metzger, L. E. (2008). Process cheese: Scientific and technological aspects—A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7(2), 194-214.
- Kuo, M.-I., Wang, Y.-C., Gunasekaran, S., & Olson, N. (2001). Effect of heat treatments on the meltability of cheeses. *Journal of dairy science*, 84(9), 1937-1943.
- Lucey, J., Maurer-Rothmann, A., & Kaliappan, S. (2011). Functionality of ingredients: emulsifying salts. *Processed cheese and analogues*, 110-132.
- Mansour, S., Beckerich, J., & Bonnarme, P. (2008). Lactate and amino acid catabolism in the cheese-ripening yeast *Yarrowia lipolytica*. *Applied and environmental microbiology*, 74(21), 6505-6512.
- Menchú, M. T., & Méndez, H. (2007). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica.

Monroy, K. E. (2007). Propiedades funcionales de los principales quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hidalgo.

Moreiras, O., Carbajal, Á., Forneiro, L. C., & Vives, C. C. (2011). *Tablas de composición de alimentos*.

Nielsen, S. (2009). *Análisis de los alimentos* (3ra ed ed.): Acribia.

Osthoff, G., Slabber, E., Kneifel, W., & Durrschmid, K. (2011). Flavours and Flavourants, Colours and Pigment. *Processed cheese and analogues*, 133-147.

Purna, S. G., Pollard, A., & Metzger, L. (2006). Effect of formulation and manufacturing parameters on process cheese food functionality—I. Trisodium citrate. *Journal of dairy science*, 89(7), 2386-2396.

Ramírez Navas, J. S. (2010). Propiedades funcionales de los quesos. *Tecnología láctea latinoamericana*.

Seçkin, A. K., Yilmaz, B., & Tosun, H. (2016). Real-time PCR is a potential tool to determine the origin of milk used in cheese production. *LWT-Food Science and Technology*.

Shelly, R. R. C., & Lagarriga, J. M. (2004). *Productos lácteos. Tecnología*: UPC.

Shirashoji, N., Jaeggi, J., & Lucey, J. (2006). Effect of trisodium citrate concentration and cooking time on the physicochemical properties of pasteurized process cheese. *Journal of dairy science*, 89(1), 15-28.

Simba, C., & del Carmen, M. (2012). *Optimización a nivel de laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa de lácteos Alpen Swiss SA Provincia de Pichincha*. SANGOLQUI/ESPE/2012.

Täger, Y. (1985). *Desarrollo tecnológico de queso procesado (fundido) untable con diversas proporciones de queso de cabra/queso de vaca*. Tesis de Licenciatura Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 1985..[Links].

Villegas de Gante, A. (2012). *Tecnología quesera* (2a ed.). Mexico: Editorial Trillas Sa De Cv.

Walstra, P., & Almudí, R. M. O. (2001). *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*: Acribia, Editorial, S.A.

Yoon, Y., Lee, S., & Choi, K.-H. (2016). Microbial benefits and risks of raw milk cheese. *Food Control*, 63, 201-215.

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL APLICADA EN EL ESTUDIO

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL

El alimento que se le suministra a continuación es un queso fundido que contiene aditivos químicos y además contiene lactosa. Ha sido elaborado bajo condiciones higiénicas adecuadas, lo que garantiza su inocuidad. Se realizó los análisis microbiológicos correspondientes para asegurar la efectividad de los tratamientos y así eliminar riesgos para la salud

Los resultados y evidencias que se obtengan serán utilizados para fines de investigación y académicos, salvaguardando la privacidad de los evaluadores.

Yo.....,
con CI:, una vez informado, acepto participar de esta evaluación sensorial

Loja. de..... del

Firma:

Ficha de Evaluación sensorial de queso fundido.

Nombre:

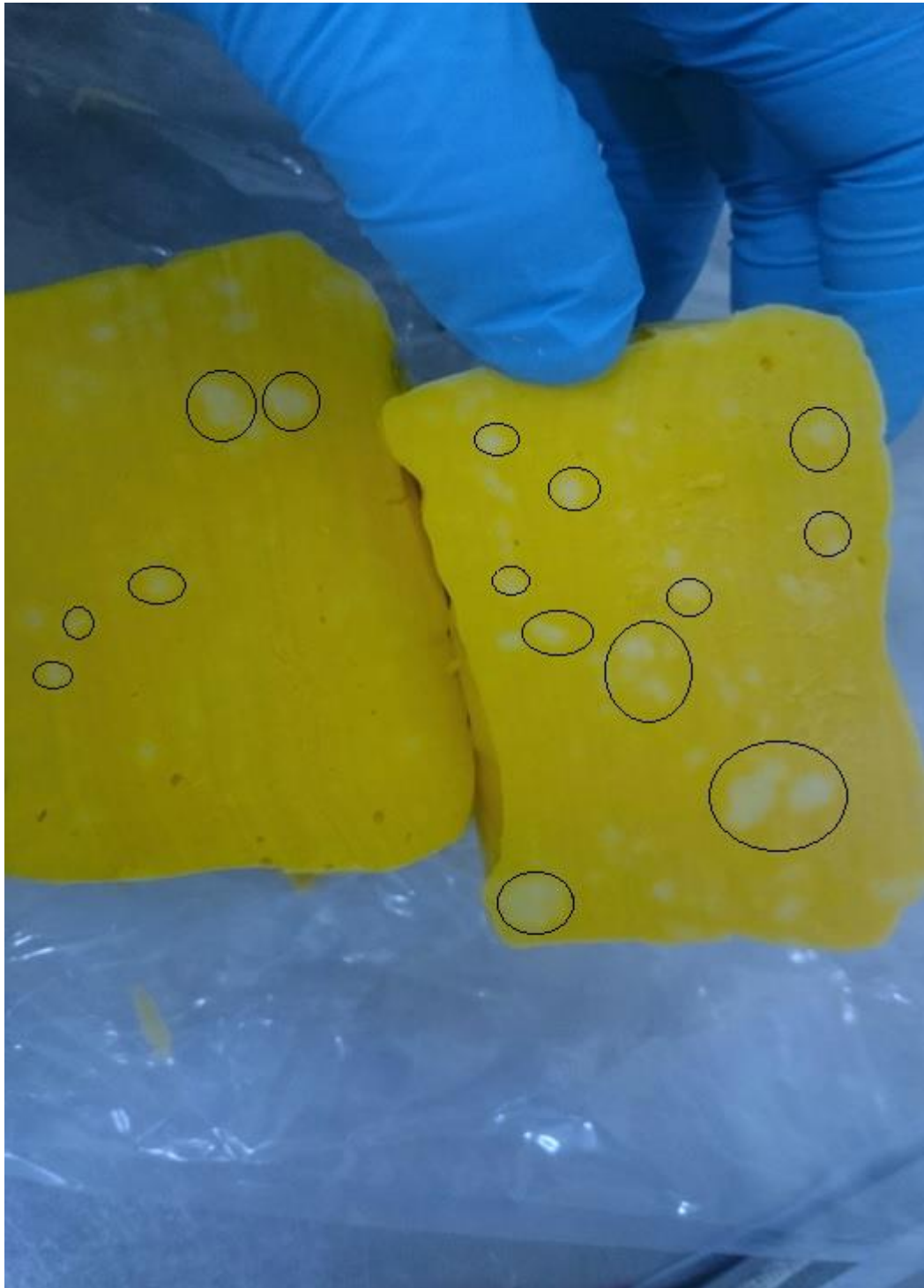
Fecha:

Instrucciones: Por favor, pruebe el alimento que se le ofrece y marque con una X en el lugar de la escala según su grado de percepción para los atributos mencionados, luego para los atributos de olor y sabor marque una X en el casillero correspondiente según si es agradable o desagradable y a continuación relacione o describa el atributo percibido en la línea punteada, describiendo la razón porque es agradable o desagradable según sea el caso.

Código: _____

	Bajo				Alto					
Intensidad de Brillo	_____	_____	_____	_____	_____					
	Bajo				Alto					
Intensidad de Firmeza	_____	_____	_____	_____	_____	Descripción del atributo				
	Bajo				Alto					
Intensidad de Olor	_____	_____	_____	_____	_____	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Agradable</td> <td style="padding: 2px;">Desagradable</td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"></td> <td style="height: 15px;"></td> </tr> </table>	Agradable	Desagradable		
Agradable	Desagradable									
	Bajo				Alto					
Intensidad de Sabor	_____	_____	_____	_____	_____	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Agradable</td> <td style="padding: 2px;">Desagradable</td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"></td> <td style="height: 15px;"></td> </tr> </table>	Agradable	Desagradable		
Agradable	Desagradable									

ANEXO 2: DEFECTO TECNOLÓGICO EN QUESO FUNDIDO.



ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO

Recepción de la materia prima: Se recibió el queso y se procedió a pesarlo en una balanza digital (mettler Toledo wildcat) y se midió el pH, esto se hizo con la ayuda de un pH-metro para alimentos (HANNA HI 99161) directamente sobre el queso, para conocer las condiciones iniciales de la materia prima.

Lavado: Se procedió a lavar el queso usando agua corriente potable a temperatura ambiente para eliminar la presencia de partículas extrañas que puedan estar adheridas a la superficie del queso.

Maduración: Se almacenó el queso hasta alcanzar el nivel de pH requerido en el estudio

Molienda: Este paso se realizó mediante la ayuda de un molino de disco de acero inoxidable, marca corona, a un tamaño de partícula aproximado de 5mm. Para así de esta forma homogenizar el tamaño del queso y aumentar la superficie de contacto y lograr una mejor fusión.

Mezclado y fundido: En esta etapa se procedió a mezclar en una olla de acero inoxidable todos los ingredientes haciendo uso de una espátula. Luego se llevó la olla a baño maría para aplicar el tratamiento térmico de fusión.

Moldeado: una vez completado el proceso se dejó enfriar el producto al ambiente, cubriéndolo con un film plástico.

Empacado: El queso fundido se colocó en fundas de polietileno de alta densidad y se realizó un empacado al vacío.

Almacenamiento: Se procedió a almacenar el producto final en una cámara de refrigeración a una temperatura de 4°C