

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada
sobre la firmeza, contenido de humedad, proteína, grasa, calcio y
aceptabilidad general en queso tipo hilado**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

DANIEL MILCIADES RIOJAS TIRADO

TRUJILLO, PERÚ

2017

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón
PRESIDENTE

Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna
SECRETARIO

Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta
VOCAL

Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios mediante su Hijo Nuestro Señor Jesucristo, por haberme dado salud, sabiduría y fortaleza para poder realizar la presente investigación.

A mis padres Narciso Riojas y Felipa Tirado, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mi esposa, hijas, hermanos, tíos, primos, y amigos. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Las palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios mediante su Hijo Nuestro Señor Jesucristo, por demostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir adelante en el presente trabajo de investigación.

A mis padres Narciso Riojas y Felipa Tirado, a mi esposa Modesta Castillo, a mis hijas Doris y Raquel. Por brindarme su apoyo y ánimo en todo momento a fin de poder culminar con el largo trecho a caminar y solo de este modo he podido lograr mis metas trazadas. Por todo esto les agradezco de todo corazón el que se encuentren a mi lado.

A mi asesor el Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos por haberme brindado su confianza en mi persona para la realización de la presente investigación.

A mis amigos Jesús Obregón Domínguez, Robert Vera y Juan Carlos Li Rabines por ayudarme en el presente trabajo de investigación y orientarme en mi futuro.

A mis profesores y compañeros de clase, por las experiencias inolvidables.

A todos ellos muchas gracias ...,

Daniel Milciades Riojas Tirado

ÍNDICE GENERAL

Carátula.....	i
Aprobación por el Jurado de Tesis.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice general.....	v
Índice de Cuadros.....	ix
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Anexos.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. Leche.....	4
2.1.1. Definición	4
2.1.2. Composición química	4
2.1.3. Producción de leche en el Perú	6
2.1.4. Calidad de la leche y su importancia	8
2.1.5. Derivados lácteos.....	9
2.2. Queso.....	10
2.2.1. Definición.....	10

2.2.2. Clasificación.....	10
2.2.2.1. Según su contenido de humedad.....	11
a. Queso blando.....	11
b. Queso semiduro.....	11
c. Queso duro.....	12
2.2.2.2. Según las características del proceso de elaboración.....	13
a. Queso fresco.....	13
b. Queso semimadurado.....	13
c. Queso madurado.....	13
d. Queso madurado por mohos.....	13
e. Queso fundido.....	14
2.2.2.3. Según el tipo de pasta.....	14
a. Untable.....	14
b. Tajable.....	14
c. Rallable.....	14
d. Hilada.....	14
2.2.2.4. Según la fuente de origen de la leche.....	14
2.2.2.5. Según el contenido de grasa.....	15
a. Extragrasso.....	15
b. Semigrasso.....	15
c. Cuartograsso.....	15
d. Magro.....	15
2.2.3. Composición química del queso.....	15

2.2.4. Producción de quesos en el Perú.....	16
2.3. Quesos tipo Hilado.....	17
2.3.1. Fundamentación química.....	18
2.3.2. Parámetros en el proceso de elaboración.....	20
a. Hilado.....	20
2.3.3. Tipos de queso de pasta hilada.....	21
2.3.3.1. Queso Mozzarella.....	21
2.3.3.2. Queso Oaxaca.....	23
2.3.3.3. Queso Asadero.....	24
III. MATERIALES	Y
MÉTODOS.....	26
3.1. Lugar de ejecución.....	26
3.2. Materiales y equipos.....	26
3.2.1. Materia prima.....	26
3.2.2. Insumos.....	26
3.2.3. Reactivos.....	26
3.2.4. Equipos.....	27
3.3. Método experimental.....	27
3.3.1. Esquema experimental.....	27
3.3.2. Procedimiento experimental para la obtención del queso tipo Hilado.....	29
3.4. Métodos de análisis.....	31
3.4.1. Análisis de humedad.....	31
3.4.2. Análisis de proteínas.....	32

3.4.3. Análisis	de
grasa.....	33
3.4.4. Análisis de calcio.....	34
3.4.5. Análisis de firmeza.....	35
3.4.6. Aceptabilidad general.....	35
3.5. Métodos	
estadísticos.....	37
IV. RESULTADOS	Y
DISCUSIÓN.....	38
4.1. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de humedad en queso tipo Hilado.....	38
4.2. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de proteínas en queso tipo Hilado.....	41
4.3. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de grasa en queso tipo Hilado.....	44
4.4. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de calcio en queso tipo Hilado.....	48
4.5. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre la firmeza en queso tipo Hilado.....	52
4.6. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre la aceptabilidad general en queso tipo Hilado.....	56
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. RECOMENDACIONES.....	60

VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
VIII.	ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	1.	Composición	química	de	la	
leche.....						5
Cuadro 2.		Otros componentes de la leche.....				5
Cuadro	3.	Producción	nacional	de		
leche.....						7

Cuadro 4. Producción de leche en la Región La Libertad.....	8
Cuadro 5. Clasificación del queso según el contenido de humedad.....	12
Cuadro 6. Clasificación del queso según su proceso.....	14
Cuadro 7. Producción nacional de queso fresco y mantecoso.....	17
Cuadro 8. Composición química del queso Mozzarella fresca.....	23
Cuadro 9. Composición química del queso Oaxaca.....	24
Cuadro 10. Composición química del queso Asadero.....	25
Cuadro 11. Prueba de Levene modificada para el contenido de humedad en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	40
Cuadro 12. Análisis de varianza para el contenido de humedad en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	40
Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para el contenido de proteínas en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	42

Cuadro 14. Análisis de varianza para el contenido de proteínas en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	43
Cuadro 15. Prueba de Levene modificada para el contenido de grasa en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	46
Cuadro 16. Análisis de varianza para el contenido de grasa en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	46
Cuadro 17. Prueba de Duncan para el contenido de grasa en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	47
Cuadro 18. Prueba de Levene modificada para el contenido de calcio en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	49
Cuadro 19. Análisis de varianza para el contenido de calcio en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	50
Cuadro 20. Prueba de Duncan para el contenido de calcio en queso tipo Hilado elaborado a tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	51

Cuadro 21. Prueba de Levene modificada para la firmeza en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada.....53

Cuadro 22. Análisis de varianza para la firmeza en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada.....54

Cuadro 23. Prueba de Duncan para la firmeza en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....55

Cuadro 24. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada.....57

Cuadro 25. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada.....58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de texturización en el queso tipo Hilado.....	20
Figura 2. Esquema experimental para la evaluación del queso tipo Hilado variando tiempo de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	28
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del queso tipo Hilado.....	30
Figura 4. Ficha de evaluación de la aceptabilidad general del queso tipo Hilado.....	36
Figura 5. Contenido de humedad del queso tipo Hilado a tres tiempos	

de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada.....38

Figura 6. Contenido de proteína del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada.....41

Figura 7. Contenido de grasa del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada.....44

Figura 8. Contenido de calcio del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada.....48

Figura 9. Firmeza del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada.....52

Figura 10. Aceptabilidad general del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada.....56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda entera.....69

Anexo 2. Resultados de pH a diferentes tiempos de remojo y

temperaturas de molienda de cuajada para la elaboración de queso tipo	
Hilado.....	70
Anexo 3. Resultados de los análisis de firmeza, humedad, proteínas, grasa y calcio en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	
	71
Anexo 4. Resultados de aceptabilidad general aplicado al queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada.....	
	72
Anexo 5. Vistas fotográficas del proceso de elaboración del queso tipo	
Hilado.....	73

RESUMEN

Se evaluó el efecto del tiempo de remojo (48, 72 y 96 h) y temperatura de molienda de cuajada (55 y 65 °C) sobre el contenido de humedad, proteína, grasa, calcio, firmeza y aceptabilidad general en queso Hilado, con una temperatura controlada de remojo de 20 ± 1 °C y proporción agua/cuajada (3/1). El análisis de varianza indicó que el tiempo de remojo presentó efecto significativo sobre el contenido de calcio y firmeza; y la temperatura de molienda sobre el contenido de grasa. La prueba de Duncan determinó que el tratamiento con 72 h de remojo y 65 °C de molienda permitió obtener mejor valor de contenido de grasa (20.38%), calcio (209.72 mg/100 g) y firmeza (3.41 N). Para aceptabilidad general las pruebas de Friedman y Wilcoxon determinaron diferencias significativas entre las muestras evaluadas, además, el tratamiento con 72 h y 65 °C presentó mayor rango promedio de 5.10 y moda de 8 correspondiente a la percepción de “Me gustó mucho” en queso tipo Hilado.

ABSTRACT

The effect of the soaking time (48, 72 and 96 h) and curd milling temperature (55 and 65 °C) on the content of moisture, protein, fat, calcium, firmness and general acceptability in yarn cheese was evaluated, with a controlled soaking temperature of 20 ± 1 °C and water/curd ratio (3/1). The analysis of variance indicated that the soaking time had a significant effect on the calcium content and firmness; and the grinding temperature on the fat content. The Duncan test determined that the treatment with 72 h of soaking and 65 °C of grinding allowed obtaining a better value of fat content (20.38%), calcium (209.72 mg/100 g) and firmness (3.41 N). For general acceptability the Friedman and Wilcoxon tests determined significant differences between the evaluated samples, in addition, the treatment with 72 h and 65 °C presented a higher average range of 5.10 and a moda of 8 corresponding to the perception of "I liked it a lot" in type yarn cheese.

I. INTRODUCCIÓN

Los productos lácteos, como leche fresca, quesos, yogures, etc., son alimentos esenciales en todas las etapas de la vida, especialmente en la lactancia, en el crecimiento (infancia y adolescencia) y a partir de los 40 años (Kairuz, 2002); debido a que son alimentos de gran valor nutricional por lo que no pueden ser fácilmente desplazados ni sustituidos por otros productos en la alimentación diaria (Instituto Lala, 2015). Son especialmente ricos en proteínas y calcio de fácil asimilación, nutrientes muy importantes en las etapas de crecimiento y desarrollo, así como para el mantenimiento de la masa ósea y muscular; y tienen un impacto muy importante en la promoción de la salud (Instituto Lala, 2015).

El queso es un alimento de amplio consumo a nivel mundial, cuyas características nutritivas, funcionales, texturales y sensoriales difieren entre cada tipo (Gunasekaran y Ak, 2003). Duran y otros (2015) informan que el consumo de queso puede tener efectos positivos para la salud; porque puede prevenir infartos cardiovasculares, disminuir los triglicéridos plasmáticos y aumentar el colesterol HDL. Lo cual hace del queso un alimento muy beneficioso para salud humana.

En nuestro país la producción de leche se ha incrementado en los últimos años; la producción nacional durante el año 2016 alcanzó un crecimiento de 3% con respecto al 2015 (Minagri, 2017). En la Región La Libertad se incrementó su producción lechera en un 3.30%; debido al aumento tanto en número de vacas en ordeño como del rendimiento promedio de unidad por día (Minagri, 2017).

En las zonas Alto andinas de la Región La Libertad, en particular las provincias de Otuzco y Santiago de Chuco se ha intensificado la producción de leche y derivados, como quesos. La producción de quesos se ha desarrollado rápidamente debido a su gran disponibilidad de la

materia prima, permitido por mejoramiento genético de las razas bovinas y forrajes mejorados. Por lo cual, convierte a ambas provincias liberteñas y a la Región La Libertad en un gran potencial de derivados lácteos, principalmente de quesos (CITE Agropecuario y Cedepas Norte, 2016).

En el Perú, el queso fresco es uno de los tipos de quesos más consumidos; sin embargo, su vida útil en refrigeración, no es mayor a 5 días. Esto significa una vida útil muy corta, en comparación, a otros tipos de quesos. El queso tipo Hilado presenta una vida útil de 15 a más días en general.

Los quesos Oaxaca, queso tipo Hilado de origen mexicano presenta una vida útil de 20 a 24 días. (López, 2004 y Fuentes, 2014) y el queso Mozzarella, el principal queso de pasta hilada en el mundo, tiene 30 días de vida útil aproximadamente (Castillo, 2001 y Tobar, 2012).

Igualmente, los quesos tipo Hilado son muy utilizados como ingrediente en la elaboración de pizzas, lo cual le proporciona un valor agregado. De igual modo, los quesos tipo Hilado son más compactos, tienen menor humedad, por lo cual permite conservarse por más tiempo (Mejía y Sepúlveda, 1999).

Seguidamente se han realizado investigaciones que reportan modificaciones en el proceso de elaboración de los quesos Hilados: acidez del suero, temperatura de molienda, lavado de la cuajada, etc.; consiguiéndose un queso tipo Hilado con mejores propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

Ramírez (2006) informa que la temperatura de la cuajada debe estar en el rango de 54 - 60 °C y el nivel de pH entre 5.0 y 5.4 para una correcta desmineralización (pérdida del calcio) y lograr con ello una excelente capacidad de elasticidad y estiramiento en el queso Mozzarella.

Así mismo, la modificación de la acidez del suero (1.10%) y la temperatura de Hilado de 80 °C se obtiene un queso tipo Hilado con mejores propiedades fisicoquímicas: mayor cantidad de sólidos totales y proteínas, menor grasa y mejores propiedades sensoriales en el Ecuador (Marcillo, 2016).

Por otro lado, el lavado (10% peso/peso) de la cuajada mejora las propiedades funcionales como capacidad de fusión y estiramiento del queso Mozzarella (Tareq y otros, 2010).

En síntesis, el queso tipo Hilado es un producto innovador para el mercado peruano; ya que presenta mayor vida útil y su vez permite diversificar la oferta de quesos en nuestro país.

Por consiguiente, el problema planteado para la presente investigación fue:

¿Cuál será el efecto del tiempo de remojo (48, 72 y 96 h) y temperatura de molienda de cuajada (55 y 65 °C) sobre el contenido de humedad, proteína, grasa, calcio, firmeza y aceptabilidad general en queso tipo Hilado?

Así mismo, los objetivos propuestos para la presente investigación fueron:

Evaluar el efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de humedad, proteína, grasa, calcio, firmeza y aceptabilidad general en queso tipo Hilado

Determinar el tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada que permita obtener el mejor contenido de humedad, proteína, grasa, calcio, firmeza y la mayor aceptabilidad general en queso tipo Hilado.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Leche

2.1.1. Definición

Es el líquido secretado por las glándulas mamarias tanto del ser humano (mujer) como de animales mamíferos (hembras); cuyo fin es servir de alimento al recién nacido (Spreer, 1991, Gigli, 2015).

En términos lactológicos, la leche es un producto íntegro de la secreción mamaria, sin adición ni sustracción alguna que ha sido obtenida por ordeño (Schlimme y Buchheim, 2002).

La designación de “leche” sin especificación de la especie productora, corresponde exclusivamente a la leche de vaca (Spreer, 1991; Keating, 1999; Schlimme y Buchheim, 2002; INDECOPI, 2006; Villegas y Santos, 2011).

2.1.2. Composición química

En la composición química de la leche radica su importancia; porque en ella se encuentra la mayoría de elementos que el organismo requiere para una adecuada nutrición (Buendía, 2016).

Sus principales componentes son: agua, grasa, proteínas, glúcidos y minerales. El Cuadro 1 muestra la cantidad de cada componente

principal; y el Cuadro 2 presenta otros componentes presentes en la leche.

Cuadro 1. Composición química de la leche

Componente	Cantidad (%)
Agua	87
Sólidos totales	12-13
Grasa	3.75
Proteínas	3.38
Lactosa	5.00
Minerales	0.7

Fuente: Robinson y Wilbey (1991), Villegas y Santos (2011), Buendía (2016) y Dilanjan (2017).

Cuadro 2. Otros componentes de la leche

Otros componentes	
Pigmentos	Caroteno, riboflavina y xantófila
Enzimas	Lipasas, proteasas, lactoperoxidasas, reductasas, fostatasas, catalasas y oxidasas
Vitaminas	Liposolubles: D, E y K Hidrosolubles: C y Complejo B

Gases	Oxígeno, nitrógeno, ácido carbónico, amoníaco, sulfhídrico, etc.
-------	--

Fuente: Robinson y Wilbey (1998) Schlimme y Buchheim (2002), Mahaut y otros (2003), Buendía (2016) y Dilanjan (2017).

2.1.3. Producción de leche en el Perú

El Perú, actualmente, ha incrementado la producción de leche fresca, debido al aumento del número de vacas de ordeño y a la mejora de los rendimientos en las Regiones de Cajamarca, Lima, Arequipa; y en La Libertad (Buendía, 2016, Cite Agropecuario y Cedepas Norte, 2016 e INEI, 2017).

El Cuadro 3 muestra la producción nacional de leche fresca en nuestro país, la cual se incrementado, registrando en el 2015, 1.8 millones de toneladas; además, el Cuadro 4 presenta la producción de leche anual de la Región La Libertad, donde también se incrementado desde el 2000 hasta el 2016.

Cuadro 3. Producción Nacional de leche

Año	Cantidad (Toneladas)
2000	906,792
2001	969,603
2002	1,056,936
2003	1,088,585
2004	1,119,358
2005	1,235,840
2006	1,346,991
2007	1,455,815
2008	1,565,528
2009	1,652,112
2010	1,678,372
2011	1,723,886
2012	1,793,818
2013	1,807,806
2014	1,840,226
2015	1,893,271
2016	1,954,232

Fuente: MINAGRI (2017) y Asociación de Ganaderos de Lima (2017).

Cuadro 4. Producción de leche en la Región La Libertad

Año	Cantidad (Toneladas)
2000	55,130
2001	56,998
2002	65,414
2003	70,848
2004	75,631
2005	79,695
2006	90,775
2007	94,476
2008	99,405
2009	98,524
2010	100,618
2011	113,502
2012	116,710
2013	118,937
2014	121,501
2015	125,366
2016	129,501

Fuente: MINAGRI (2017) y Asociación de Ganaderos de Lima (2017).

2.1.4. Calidad de la leche y su importancia

Para producir derivados lácteos de buena calidad, se tiene que utilizar leche de óptima calidad que cumpla con características nutritivas, composicionales, higiénicas, microbiológicas, sensoriales y tecnológicas; que proporcionen una mayor satisfacción al consumidor intermedio (industrial) o final; lo cual declara un producto apto para el consumo humano (Spreer 1991; Villegas y Santos, 2011 y Buendía, 2016).

Entendiéndose “Calidad de la leche”, una suma de atributos; entonces se habla de calidad composicional, fisicoquímica, microbiológica y sanitaria, sensorial y tecnológica (Villegas y Santos, 2011). Cada una de las “calidades” antes mencionadas pueden medirse por los siguientes parámetros (Villegas y Santos, 2011; Villegas, 2012 y Buendía, 2016):

- *Calidad nutricional y composicional*: porcentaje de sólidos totales, porcentaje de grasa, porcentaje de proteínas, etc.
- *Calidad fisicoquímica*: pH de la leche, acidez titulable, densidad, punto crioscópico, etc.
- *Calidad microbiológica y sanitaria*: carga bacteriana total, cuenta de coliformes, carga de células somáticas, presencia de inhibidores, presencia de adulterantes, etc.
- *Calidad sensorial*: color, sabor y olor.
- *Calidad tecnológica*: fermentabilidad, cuajabilidad, estabilidad al calor, etc.

La Norma técnica peruana establece requisitos microbiológicos y fisicoquímicos que debe tener la leche cruda, el cual se detalla en el Anexo 1 (Buendía, 2016).

2.1.5. Derivados lácteos

La leche es un alimento que, en nuestro país se consume a diario. No obstante, se puede añadir determinados ingredientes que cambian su color, olor, sabor, textura, etc. Lo cual lo convierte como materia prima para la elaboración de diversos productos como cuajada, yogurt, mantequilla, helado, queso, entre otros (Buendía, 2016).

2.2. Queso

2.2.1. Definición

Es un producto fresco o madurado, sólido o semisólido obtenido por cualquiera de estos dos sistemas (Spreer, 1991; Robinson y Wilbey, 1998, Keating, 1999; Madrid, 1999; Romero del Castillo y Mestres, 2004; Ramírez, 2005; INDECOPI, 2006; INDECOPI, 2010b; Esteire y otros, 2014 y Buendía, 2016):

- a. Por separación parcial del suero después de la coagulación de la leche natural, del desnatado total o parcialmente, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos por la acción del cuajo u otros componentes apropiados, con o sin hidrolisis previa de la lactosa.
- b. Por el empleo de técnicas de fabricación que conllevan la coagulación de la leche y/o de materiales de procedencia láctea, de manera que se obtiene un producto terminado con las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido anteriormente (a).

2.2.2. Clasificación

Existe una gran variedad de quesos en todo el mundo, unos 2000 nombres de tipos diferentes de quesos universalmente aceptados; que presentan características muy distintas y que requieren para su elaboración una serie de procedimientos diferenciados. No obstante, se encuentran variantes locales minoritarios que complican la clasificación de los quesos. Sin embargo, se ha establecido conceptos bien diferenciados que permite la clasificación: fuente de origen de la leche, método de coagulación, contenido de humedad o de grasa, textura, consistencia,

sabor, procesos de maduración, tipo de microorganismos y lugar de origen.

2.2.2.1. Según su contenido de humedad

a. Quesos blandos

Son aquellos quesos que son madurados durante algún tiempo (desde algunas semanas hasta varios meses), desarrollando aromas y sabores característicos de cada tipo. Presentan una corteza de cierta consistencia y la pasta es blanda e incluso semilíquida (Madrid, 1999).

Además, su textura es cerrada, aunque en ocasiones se toleran ojos pequeños y numerosos (Madrid, 1999).

Se recomienda consumirse pronto, cuando haya terminado su proceso de elaboración, debido a que tiende a endurecerse, perdiendo sus características agradables (Madrid, 1999).

Los quesos blandos más conocidos son los siguientes (Madrid, 1999 y Ramírez, 2004): Camembert y Brie.

b. Quesos semiduros

Son aquellos quesos que son sometidos a maduración (desde una semana a varios meses), con ello se elimina gran parte de su humedad. Se puede conservar varios meses en ciertas condiciones (Madrid, 1999).

Suele tener corteza, aunque también se les protege con papel aluminio, colorantes, plásticos, etc. (Madrid, 1999).

Se incluyen una serie varios tipos de quesos: pasta azul (Roquefort, Danablu, Cabrales, etc.) pasta amarilla, cremosa y flexible (Tilsit y Saint Paulin) y el Manchego curado (Madrid, 1999 y Ramírez, 2004).

c. Quesos duros

Los quesos duros son aquellos que son sometidos a largos procesos de maduración (incluso mayor a un año) y han sido sometidos intensamente a prensado. Esto permite que su contenido de humedad se reduzca fuertemente.

Suelen presentar un 20 a 40% de agua, pasta dura y compacta, con o sin agujeros, corteza más o menos dura, con o sin cortezas plásticas.

Los quesos duros son: Cheddar, Manchego Viejo, Gruyère, Emmental, Edam, etc.

El Cuadro 5 muestra la clasificación del queso según el contenido de humedad.

Cuadro 5. Clasificación del queso según el contenido de humedad

Tipo de queso	Humedad
Blandos	Más del 67%
Semiblandos	61 – 69%
Semiduros	53 – 63%
Duros	49 – 56%
Extraduros	Menos del 51%

Fuente: Robinson y Wilbey (1998), Madrid (1999), Ramírez (2005), INDECOPI (2010b), Villegas (2012) y Esteire y otros (2014).

2.2.2.2. Según las características del proceso de elaboración

a. Queso fresco

Producto de leche pasteurizada, sin madurar, que está listo para consumo poco después de su fabricación. Comprende todos los quesos cremosos, semicremosos o descremados, cocidos. Su conservación es no mayor a 30 días (Santos, 2007 y INDECOPI, 2010b).

b. Queso semimadurado

Producto de leche pasteurizado que después de su fabricación, se mantiene un mínimo de 10 días en condiciones ambientales apropiados, para que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos característicos de este tipo de quesos.

c. Queso madurado

Producto de leche pasteurizado que después de su fabricación, se mantiene un mínimo de 20 días en condiciones ambientales apropiados para que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos característicos de este tipo de quesos (Ramírez, 2004 y INDECOPI, 2010b). Son quesos de pasta dura, semidura o blandos. Presentan un mínimo de 25% de grasa de leche, 22% de proteínas y un máximo de 45% de humedad (Santos, 2007).

d. Queso madurado por mohos

Producto de leche pasteurizado en el que se ha madurado como consecuencia del desarrollo característico de mohos por todo el interior y sobre la superficie del queso (INDECOPI, 2010b).

e. Quesos fundidos (procesados)

Son los que se obtienen por fusión de otros tipos de quesos, con o sin adición de sustancias alcalinas aceptadas por la SSA (Secretaría de Salud de México) y que una vez fundidos, se moldean y se dejan solidificar para presentarlos en dos tipos: para rebanar (fundido tipo crema Gruyere y fundido tipo doble crema) y para untar (fundido tipo crema Gruyere y fundido tipo doble crema) (Santos, 2007).

El Cuadro 6 presenta la clasificación del queso según su proceso.

Cuadro 6. Clasificación del queso según su proceso

Tipo de proceso	
Fresco	Panela, Queso Ranchero, Queso crema, Cottage, Petit-Suisse
Período corto de maduración (semimadurados)	Chihuahua, Tipo Manchego, Edam, etc.
Mediano a largo período de maduración	Cotijo (genuino), Añejo, Camembert, Roquefort, Parmesano, Pecorino Romano, Munster

Fuente: Ramírez (2005), Santos (2007), INDECOPI (2010) y Villegas (2012).

2.2.2.3. Según el tipo de pasta

Esta clasificación alude a propiedades reológicas que permiten manejar la pasta al consumir el producto, o incorporarlo como ingrediente en otros alimentos. Están determinadas por factores que afectan su estructura; en

su mayoría es por el contenido de agua y calcio en la pasta (Villegas, 2012).

La clasificación es la siguiente:

- a. Untable: Doble crema, Crema, Cottage, Petit-Suisse
- b. Tajable: Cheddar, Chihuahua, Edam, etc.
- c. Rallable: Añejo, Cotija, Parmesano, Pecorino
- d. Hilada: Oaxaca, Asadero, Adobera, Mozzarella

2.2.2.4. Según la fuente de origen de la leche

Existen diversas fuentes de leche para la elaboración de quesos. Leche de vaca, oveja, cabra y búfala. Además, en algunas circunstancias se mezclan todas ellas para la elaboración de quesos (Spreer, 1991; Robinson y Wilbey, 1998; Madrid, 1999; Ramírez, 2005 y INDECOPI, 2010b)

2.2.2.5. Según el contenido de grasa

La clasificación es (Spreer, 1991; Ramírez, 2004; Madrid, 1999 y INDECOPI, 2010b y Schmidt, 2013):

- a. Extragrasso: >60% de grasa.
- b. Grasso: 40-60% de grasa.
- c. Semigrasso: 20-45% de grasa.
- d. Cuartograsso: 10-25% de grasa.
- e. Magro: <10% de grasa.

2.2.3. Composición química del queso

Los quesos son un derivado lácteo que por su sistema de fabricación (coagulación de la leche y eliminación del suero) son muy ricos en grasas y proteínas; mientras que su contenido de azúcares y sales minerales es bajo (Madrid, 1999 y Esteire y otros, 2014).

La caseína es la proteína más importante que aparece en el queso. Otras proteínas como la globulina y albúmina se escapan con el suero (Madrid, 1999 y Esteire y otros, 2014).

La lactosa es transportada por el suero casi en su totalidad; por el cual su presencia es muy reducida en los quesos (Madrid, 1999 y Esteire y otros, 2014).

En relación a las sales minerales, su composición se encuentra entre el 1.2 y 4.5%, siendo las más importantes calcio, fósforo y hierro. Cuanto más fuerte es el proceso de fermentación láctica, la acidez es mayor; lo cual genera la disminución del contenido de sales (Madrid, 1999 y Esteire y otros, 2014).

Seguidamente, el contenido de vitaminas varia en los quesos. La composición de vitaminas liposolubles es mucho mayor en los quesos que las vitaminas hidrosolubles. Es decir, mientras mayor es el contenido de grasa en el queso, mayor es el contenido de Vitamina A y D (Madrid, 1999 y Esteire y otros, 2014).

Por su parte, la grasa es el mayor componente en los quesos. En el proceso de maduración, la grasa se hidroliza en gran parte, contribuyendo al desarrollo de aromas y sabores (Madrid, 1999 y Esteire y otros, 2014).

2.2.4. Producción de quesos en el Perú

Los principales quesos producidos en el Perú son el queso fresco y mantecoso (MINAGRI, 2017); siendo el queso fresco el que presenta mayor producción, más de 6000 T en el 2015. El Cuadro 7 muestra la producción nacional del queso fresco y mantecoso registradas del 2010 hasta el 2015.

2.2.4.1. Definición de queso mantecoso

El “queso tipo mantecoso” es un queso solubilizado de pasta blanda, cuya cuajada a sido sometida a lavado, para evitar una acidificación demasiado elevaba (Maguiña, 1984).

El queso mantecoso es un producto “típico” de Cajamarca, semi-fresco y su producción se divide en dos etapas: primero se elabora el quesillo y después este se divide en trozos pequeños y se poned a lavar por 24 a 30 horas, después se prensa, se mezcla con sal y se pasa por un molino artesanal, resultando una masa cremosa y agradable. (Solano y Calle, 2004).

Cuadro 7. Producción nacional de queso fresco y mantecoso

Año	Queso fresco (T)	Queso mantecoso (T)
2000	1704	241
2001	2067	376
2002	2542	362
2003	2734	580
2004	4035	498
2005	3791	390
2006	4038	337
2007	4843	437
2008	7414	373
2009	5606	393
2010	5411	446
2011	6332	429
2012	5986	452
2013	5915	513
2014	6011	638
2015	6474	673

Fuente: MINAGRI (2017) y Asociación de Ganaderos de Lima (2017).

2.3. Quesos tipo Hilado

Los quesos de pasta Hilada son aquellos quesos que han sido sometidos a una acidificación de la cuajada y por consiguiente a una desmineralización parcial de ella; para más adelante en su proceso de elaboración incluir un amasado con agua caliente, que da origen a quesos con una característica particular de plasticidad y elasticidad, dando lugar a lo que se conoce como pasta hilada (Mejía y Sepúlveda, 1999 y Murieles, 2012).

La plasticidad se produce por la conversión del paracaseinato dicálcico en monocálcico en una cuajada de características muy ácidas y además por el calentamiento de la pasta a partir de 54 °C (Madrid, 1996 y Ramírez, 2006).

El grupo incluye quesos como Provolone y una variedad blanda no madura como el Mozzarella (Madrid, 1996).

2.3.1. Fundamentación química

La textura Hilada es la característica principal de estos quesos y puede explicarse, por el arreglo estructural de las moléculas de caseína (α , β y κ , que forma parte de las micelas descalcificadas) y que sufren al someter la pasta a calentamiento y trabajo mecánico. El Hilado, desarrollado durante el amasado y el ascenso de temperatura, por el aporte de agua caliente, provoca desnaturalización de parte de las moléculas de caseína, alterando su conformación β -plana y α -hélice (Linden y Lorient, 1996).

La cantidad de calcio asociada a la caseína (específicamente proveniente del fosfato de calcio) es quien gobierna primariamente la reorganización estructural de las caseínas. Para obtener un alineamiento de las proteínas y lograr una estructura fibrosa es necesario transformar al caseinato

dicálcico de la leche fresca en caseinato y paracaseinato monocálcico (Ramírez y otros, 2010).

Esta desmineralización se puede lograr por tres vías principalmente: 1) adición de cultivo láctico (la fermentación láctica ocurre predominantemente en la pasta); 2) acidificación natural de la leche por acción de la micro flora ácido láctica nativa, y 3) desmineralización (descalcificación) de las micelas caseínicas por adición de un ácido orgánico (láctico, acético o cítrico) antes del cuajado de la leche (Marcillo, 2016).

Vale decir, el aumento de la acidificación de la cuajada en el proceso interviene en la textura y estructura del producto. Al bajar el pH, el fosfato de calcio que está unido a la caseína y a la k-caseína en forma de malla en la cuajada, se vuelve soluble y se traslada hacia la fase sérica, extrae primero su forma estructural parcialmente desmineralizada, y logra así la capacidad de Hilado (Marcillo, 2016).

Además, la continua acción mecánica y el estiramiento al que se somete la pasta en una dirección espacial, orienta y alinea a las proteínas, cual si fueran agregados de hilos. Entre moléculas contiguas de proteínas alineadas se establecen enlaces químicos de distinta naturaleza (por ejemplo, por puentes de hidrógeno) que las mantendrá unidas (Linden y Lorient, 1996).

De igual manera, la grasa butírica, ya en la pasta amasada e hilada, se distribuye en “columnas” largas, al seguir la orientación de las fibras caseínicas. La grasa estaría también, en “microcisternas” de suero y funcionará como lubricante en la alineación de las fibras de caseína durante el trabajo mecánico del amasado e Hilado (Ramírez-Nolla y Vélez-Ruiz, 2012).

Finalmente, la capacidad de plastificar y estirar que adquiere la cuajada se basa, principalmente, en la relación entre pH (acidez) y contenido de calcio (Ramírez y otros, 2010).

La Figura 1 describe el proceso de texturización en el queso tipo Hilado.

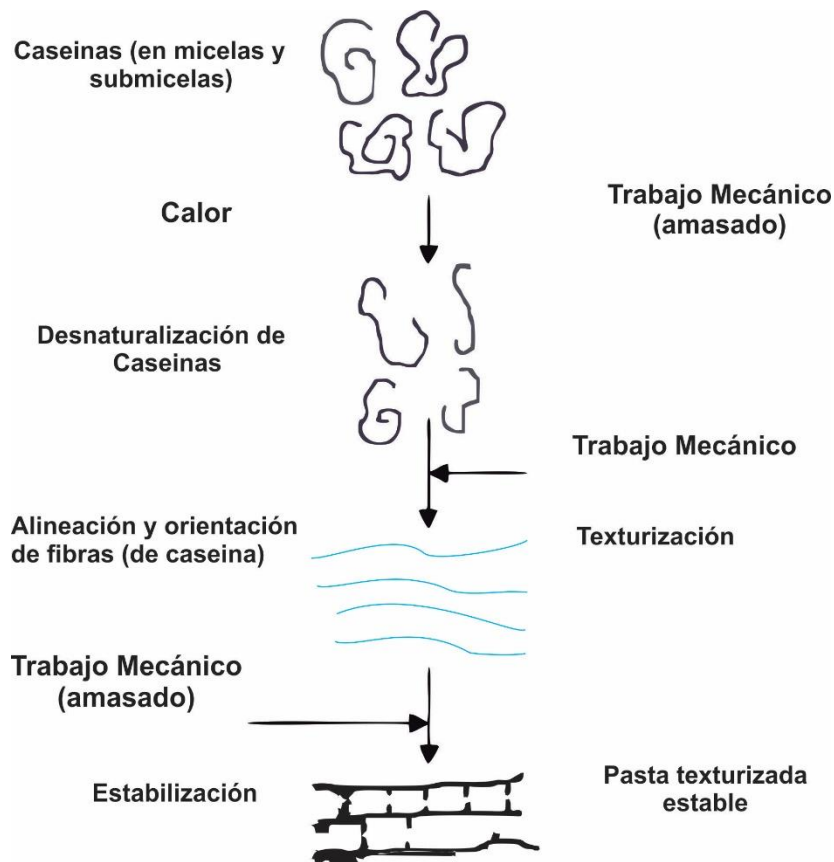


Figura 1. Proceso de texturización en el queso tipo Hilado

Fuente: Villegas (2004)

2.3.2. Parámetros en el proceso de elaboración de queso Hilado

a. Hilado

El Hilado es un paso de importancia, ya que es fundamental en el desarrollo de las propiedades características de la filancia del producto final. Existe un rango de pH entre 5,2 y 5,6 donde la funcionalidad puede ser manipulada para influir en la capacidad de fusión y flujo y la capacidad de estirabilidad y elasticidad. La temperatura de la cuajada está en función de la temperatura del agua, además, el trabajo mecánico y el tiempo de calentamiento, puede también influenciar en el Hilado del queso. Así mismo, al aumentar el tiempo de calentamiento de la cuajada incrementa la capacidad de fusión y flujo (Ramírez y otros, 2010).

2.3.3. Tipos de quesos de pasta Hilada

Dentro de este segmento se tienen a los quesos tipo pizza, mozzarella fresca y provolone producidos globalmente, siendo el queso pizza el más importante. El queso Pizza no es producido usualmente para consumo directo, este es principalmente vendido como producto intermedio para coberturas en pizzas/ platos (industria y servicios alimenticios, etc.) y sándwiches (comidas rápidas, etc.). En términos de Hilado automatizado los parámetros de pH se encuentran en $5.15 \pm 0,10$ y $65-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura (Danisco, 2011).

Del mismo modo, los quesos asadero y oaxaca, también son considerados quesos de pasta hilada (Villegas, 2012).

A. Queso Mozzarella

Los quesos tipo mozzarella son quesos frescos, blandos y elásticos con una estructura fibrosa de largas hebras de proteínas orientadas en paralelo, que no muestra gránulos de cuajada. El queso es de una coloración blanquecina, no tiene corteza y se le puede presentar de diversas formas.

Se elabora mediante el proceso de “pasta hilada”, la cuajada obtenida por coagulación enzimática, una vez cortada se deja madurar en el mismo suero durante un tiempo para que adquiera la característica adecuada para hilar, como consecuencia de una desmineralización por pérdida de calcio de la masa sólida. En este proceso interactúan fermentos lácticos que acidifican la cuajada; una vez que ésta alcance un valor de pH adecuado se pasa al tratamiento subsiguiente de calentamiento en agua, amasado y estiramiento hasta que se vuelva plástica, quede suave y sin grumos. Se trabaja en agua caliente hasta formar un rollo o cordón que luego se fracciona dándole forma. También puede colocarse en moldes

para que se enfríe en salmuera o agua refrigerada para que adquiera firmeza (Meyer, 1988).

La estabilidad de la textura de la Mozzarella depende de la actividad residual del coagulante, la cual a su vez dependerá de varios factores: tipo y dosis utilizado, pH de corte y de la relación pH – temperatura durante el proceso de Hilado (Revilla, 1996).

Revilla (1996) señala que gran parte de la actividad proteolítica en quesos proviene de la acción del coagulante utilizado, incluso en Mozzarella aunque haya sido sometida al proceso de Hilado. La proteólisis inicial tiene un fuerte impacto sobre el rendimiento quesero. La proteólisis secundaria tiene mayor efecto sobre la textura del queso y el flavour, incluso en Mozzarella.

Furtado (2001) reafirma que el control de la etapa de acidificación de la cuajada es muy importante, para ello es necesario mantener las condiciones de temperatura adecuadas para que el cultivo utilizado mantenga sus condiciones óptimas de acción y pueda transformar la lactosa en ácido láctico, el cual es el responsable del aumento de la acidez. Una vez obtenido el pH adecuado (5.1 a 5.2), es recomendable realizar la prueba de Hilado, tomando unos 50 g de cuajada y sumergirlo en agua a 85 °C, si la cuajada cuenta con la acidez adecuada, ésta debe estirar 1m aproximadamente. En el proceso de amasado de la cuajada en agua a 85 °C lo que se busca es la unión de la masa y la formación de fibras paralelas, que es la característica típica de un queso de pasta fina.

El método de Hilado de los quesos de pasta hilada puede impactar sobre las propiedades funcionales, por ejemplo, el queso mozzarella producido empleando un extrusor doble en lugar de una Hiladora tradicional produce un queso con menor capacidad de fusión y flujo y sin liberación de grasa libre. La temperatura de la cuajada, que es función de la temperatura del agua, el trabajo mecánico y el tiempo de calentamiento, pueden también

influnciar las propiedades funcionales. Aumentar el tiempo de calentamiento de la cuajada incrementa la capacidad de fusión y flujo (Ramírez - Navas, 2010).

La composición química del queso Mozzarella fresco esta descrita en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Composición química del queso Mozzarella fresco

Componente	Porcentaje
Humedad	60-61
Grasa	16-17
Proteínas	19-20
Hidratos de carbono	1.0
Sales minerales	3.6

Fuente: Madrid (1999) y Santos (2007).

B. Queso Oaxaca

El queso Oaxaca tiene gran popularidad en México. Su elaboración requiere de controlar ciertos puntos críticos como: acidez de la cuajada, determinación del punto hebra y el amasado de la pasta (Villegas, 2012).

La acidificación de la cuajada debe estar en un rango pH 5.1 – 5.4, para que, al ser amasado con agua caliente, la pasta plastifique y pueda estirarse y formar hilos. Si la cuajada no está en el rango de pH correcto, no plastificará ni estirará al aplicarle calor. Por otra parte, este proceso conlleva a la pérdida de calcio y fosfatos (Villegas, 2012).

El Cuadro 9 presenta la composición química del queso Oaxaca.

Cuadro 9. Composición química del queso Oaxaca

Componente	Porcentaje
Agua	50.82
Grasa	22.4
Proteínas	21.3
Cenizas	3.6
Lactosa	0.1

Fuente: Ramírez-Nolla y Vélez-Ruiz (2012).

C. Queso Asadero

Es un queso tipo Hilado de origen mexicano, considerado un queso fresco (Villegas, 2012).

La cuajada es previamente acidificada con un poco de suero sufre una cocción en un recipiente metálico (fuego directo, baño maría o por transmisión de calor a través de una chaqueta de vapor) con el fin de poder plastificarla e hilarla (Villegas, 2012). A diferencia del queso Oaxaca, que se calienta la pasta directamente con agua caliente (Villegas, 2012).

El Cuadro 10 muestra la composición química del queso Asadero.

Cuadro 10. Composición química del queso Asadero

Componente	Porcentaje
Agua	40-46
Grasa	23-25
Proteínas	24-27
Cenizas	1.4-1.8
Sal	1.4-1.8

Fuente: Ramírez-López y Vélez-Ruiz (2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en la Planta Procesadora de Productos Lácteos Agroindustrias Prolacb S.A.C., Laboratorio de Ciencia de los Alimentos y en la Planta Piloto de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) de la ciudad de Trujillo.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materia prima

La Cuajada fue adquirida de la provincia de Bambamarca, Región Cajamarca y transportada hasta la ciudad de Trujillo, Región La Libertad.

3.2.2. Insumos

- Sal molida y yodada de grado alimentario. Emsal marina.
- Envases: papel poligrasa de grado alimentario

3.2.3. Reactivos

- Ácido bórico
- Ácido sulfúrico
- EDTA
- Éter de petróleo
- Hidróxido de sodio
- Murexida
- Rojo de metilo
- Sulfato cúprico
- Sulfato de potasio
- Verde de Bromocresol

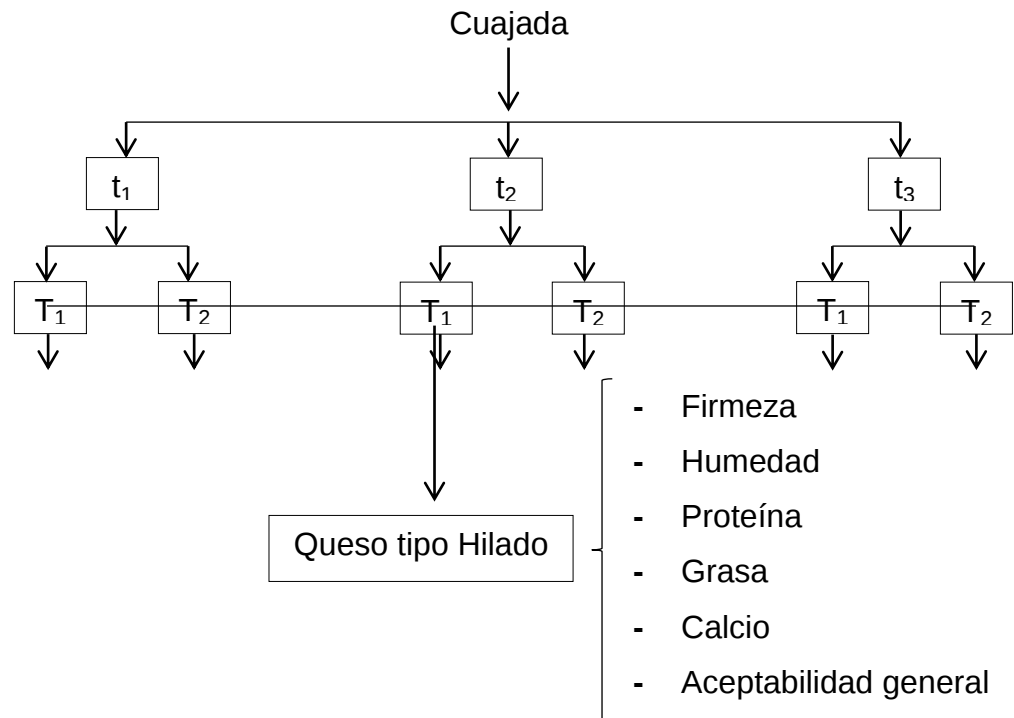
3.2.4. Equipos

- Balanza Analítica, modelo EK-610 (capacidad 500 g, sensibilidad 0.01 g)
- Equipo de titulación marca Bran, calibrado a 20 °C (precisión 0.05).
- pH-metro de bulbo. Marca HANNA
- Equipo de digestión Kjeldahl. Marca Boeco
- Equipo de destilación Kjeldahl. Marca Selecta
- Refrigeradora automática. Marca Bosch
- Termómetro laser digital. Marca Infrared. Modelo DT-380
- Texturómetro Instron 3344, con sus respectivos acoples de cizalla y yunques de compresión.
- Molino de acero inoxidable con tornillo sinfín, diámetro de discos 18", diámetro de polea de eje de motor 4", diámetro de discos de molienda 18", potencia de motor 7.5 hp, velocidad de motor 1710 rpm, velocidad promedio de molienda 380 rpm.

3.3. Método experimental

3.3.1. Esquema experimental

La Figura 2 muestra el esquema experimental para la evaluación del queso tipo Hilado tratados con diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda. Las variables independientes fueron los tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada. Por otra parte, las variables dependientes fueron: firmeza, contenido de humedad, proteína, grasa, calcio y aceptabilidad general.



Leyenda:

t_1 : Tiempo de remojo de 48 horas

t_2 : Tiempo de remojo de 72 horas

t_3 : Tiempo de remojo de 96 horas

T_1 : Temperatura de 55 °C

T_2 : Temperatura de 65 °C

Figura 2. Esquema experimental para la evaluación del queso tipo Hilado variando tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada

3.3.2. Procedimiento experimental para la elaboración del queso tipo

Hilado

La Figura 3 muestra el diagrama de flujo para la elaboración del queso tipo Hilado a partir de la cuajada.

A continuación, se describe cada operación del diagrama de flujo que se presenta en la Figura 3; para la elaboración del queso tipo Hilado.

Selección. La cuajada recién llegada de la provincia de Bambamarca, departamento de Cajamarca, pasó por un proceso de selección basándose en las características de color (amarillo claro), sabor (ligeramente ácido), olor (característico) y textura (maleable y elástico).

Pesado 1. Se pesó 3 bloques de 5 kg cada uno.

Cortado. Se cortó en trozos pequeños de aproximadamente 2 cm de grosor.

Remojo. Los trozos de cuajada se pusieron en remojo en agua, se realizó durante 3 tiempos, 48, 72 y 96 h, en relación agua/cuajada de 3/1 a temperatura constante de 20 ± 1 °C, cambiando el agua cada 6 horas, con la finalidad de subir el pH ≥ 5.4 , también disminuir el contenido de calcio (transformar el dicaseinato de calcio a monocaseinato de calcio), lo que permite que las hebras del queso se alineen en un solo sentido.

Prensado. Se realizó sometiendo la cuajada recién sacada del remojo a una pesa de 20 kg, por 30 min a fin de ejercer presión para eliminar agua.

Pesado 2. Se pesó la cuajada prensada con el fin de establecer el rendimiento de la cuajada remojada con respecto a la inicial.

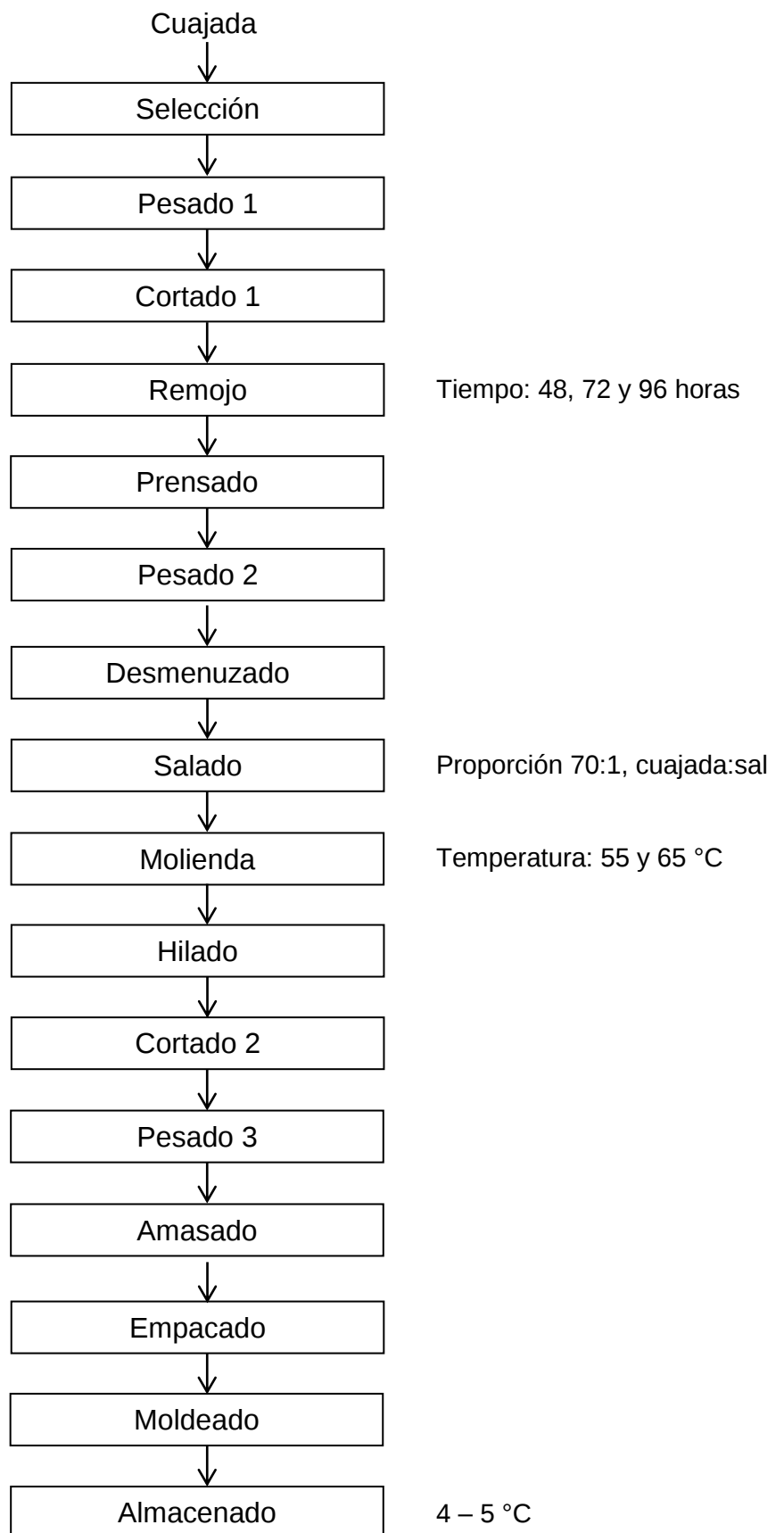


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del queso tipo Hilado

Desmenuzado. Se realizó el desmenuzado manualmente hasta un tamaño de 1 cm aproximadamente, con el objetivo de obtener mayor área expuesta para el salado.

Salado. Se adicionó sal en grano de grado alimentario en relación de peso cuajada/sal de 70/1.

Molienda. Se realizó en un molino de disco de acero inoxidable controlado mecánicamente (conformado por 2 discos: uno fijo regulable y otro giratorio), ambos discos se aflojaron o ajustaron con una tuerca regulable, lo que permitió el control de la temperatura por fricción entre 55 y 65 °C. El tiempo para llegar a la temperatura de molienda de 55 °C fue de 5 min y para 65 °C fue de 7 min, a velocidad promedio de rotación de discos de 380 rpm.

Hilado. Se realizó manualmente el estiramiento de la cuajada hasta formar una hebra uniforme en la masa de la cuajada recién molida.

Cortado 2. La cuajada hilada se cortó en trozos.

Pesado 3. Los trozos se pesaron menos de 250 g.

Amasado. Se amasó hasta que la pasta presentó brillo.

Empacado. La masa recientemente pesada se empacó en papel poligrasa.

Moldeado. La cuajada pesada y empacada aún caliente, se depositó en moldes rectangulares para que adopten esa forma.

Almacenamiento. Los quesos se almacenaron en refrigeración a 4 ± 1 °C.

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Análisis de humedad Para el análisis de humedad, se trituro la muestra, se limpió una capsula, la cual se dejó secar junto con su tapa durante al menos 1 h a 105 °C en la estufa, luego empleando pinzas, se trasladó la capsula tapada al desecador y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente y luego se pesó la capsula con la tapa (Ma). Se colocó en la capsula 10 g de queso y se tapó (M). Se colocó la capsula destapada y la tapa en la estufa a 102 °C durante 24 h, luego se retiró la capsula de la estufa, se tapó y enfrió en desecador y pesó rápidamente tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, se registró la masa de la muestra (Mb). Se repitió el proceso por duplicado (A.O.A.C., 2005).

La humedad del queso tipo Hilado expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{Mb - Ma}{M} \times 100$$

Dónde:

Ma: Masa de la capsula vacía en gramos.

Mb: Masa de la capsula y la muestra desecada en gramos.

M: Masa de la muestra antes del secado en gramos.

3.4.2. Análisis de proteínas

Se empleó el método Kjeldahl mencionado por la A.O.A.C. (1986), efectuando un ensayo en blanco usando una sustancia orgánica sin nitrógeno (sacarosa) que sea capaz de provocar la reducción de los derivados nítricos y nitrosos eventualmente presentes en los reactivos,

luego se pesó 0.3 g de muestra homogeneizada (m) en un balón de digestión Kjeldahl, se agregó 1.5 g de mezcla catalizadora (sulfato de potasio y sulfato cúprico) y 3.5 mL de ácido sulfúrico concentrado, luego se calentó en la cocina de digestión hasta que la solución fue transparente (presencia de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) entre 2 a 3 h, después de enfriarse se agregó 10 mL de agua destilada y se conectó el balón al equipo de destilación, lentamente se agregó NaOH al 50% hasta que se logró un color marrón (desprendimiento de NH_3) en presencia de vapor de agua, se destiló 10 mL en el refrigerante con el extremo sumergido en un vaso de precipitado con 10 mL de una solución de ácido bórico con indicador rojo de metilo y verde de bromocresol, obteniendo como producto NH_4BO_3 . Finalmente se realizó la titulación con HCl al 0.1N hasta lograr la neutralización con un cambio de color de rojo a anaranjado.

La expresión de los resultados fue la siguiente:

$$\% \text{ Nt} = \frac{14 \times \text{N} \times \text{V} \times 100}{m \times 1000}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N} \times f$$

Dónde:

Nt: Nitrógeno

V: Gasto de HCl 0.1N.

m: Peso de la muestra, en mg.

f: 6.38: Es el factor usado para Leche y derivados lácteos.

N: Normalidad del ácido

3.4.3. Análisis de grasa

Se empleó el método Soxhlet, recomendado por la A.O.A.C. (1990). Se homogeneizó y se pesó por duplicado 2 g de muestra en el papel filtro previamente pesado y tapado con algodón desgrasado (m), luego se secó el matraz de extracción por 30 min a 105 °C. Se pesó el matraz de extracción (m_1), luego se colocó en el sistema Soxhlet y se adicionó el solvente al matraz. Se extrajo la muestra con el solvente por 6 a 8 h a una velocidad aproximada de 3 – 6 gotas/seg. Una vez terminada la extracción se eliminó el solvente por evaporación, hasta que no se detecte olor a éter, luego se secó el matraz con la grasa en estufa a 103 °C por 10 min, se enfrió en desecador y se pesó (m_2).

La expresión de los resultados fue la siguiente:

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Dónde:

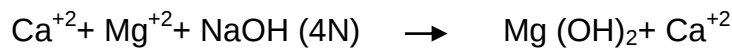
m: Peso de la muestra.

m_1 : Peso del matraz.

m_2 : Peso del matraz con grasa.

3.4.4. Análisis de calcio

Se realizó siguiendo el método indicado por la NOM – 187 – SSA1/SCFI (2002), para lo cual se realizó una dilución de 5 g de muestra en 60 mL de agua destilada, seguido de un licuado durante 2 min, luego se obtuvo 5 mL de la dilución mediante un filtrado y se agregó 1 mL de NaOH al 4N para lograr que el magnesio precipite como $Mg(OH)_2$ y no interfiera en el análisis, seguidamente se adicionó 50 mg de indicador murexida y finalmente se tituló con solución de EDTA al 0.01N hasta un cambio de color de rosa a púrpura:



La expresión de los resultados es la siguiente:

$$\text{mg Ca} / 100 \text{ g queso} = \frac{V_{\text{EDTA}} \times N_{\text{EDTA}} \times 1 \text{ meq Ca} \frac{20 \text{ mg Ca}}{1 \text{ meq Ca}}}{M} \times \frac{60 \text{ mL}}{5 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{0.1 \text{ kg}}{100 \text{ g}}$$

Dónde:

V = mL gastados de la solución de EDTA

N = normalidad de la solución de EDTA

M = mL de dilución

3.4.5. Análisis de la firmeza

Se determinó utilizando el método del texturómetro. Para su medición, se utilizó el equipo Instron 3344 midiendo fuerza compresiva (N), a un bloque de queso con dimensiones de 2 cm x 2 cm x 4 cm utilizando los acoples de cizalla (guillotina) y los yunques de compresión con espaciado de 10 mm, con velocidad de guillotina de 2 mm/s (Ordoñez, 2012).

3.4.6. Aceptabilidad general

Se realizó la prueba afectiva utilizando una escala hedónica de 9 puntos (1 = Me disgustó muchísimo; 9 = Me gustó muchísimo); con 30 panelistas no entrenados.

Las 6 muestras de 5 g cada una aproximadamente, para esta prueba se entregaron a los panelistas todas a la vez, debidamente codificadas con tres dígitos aleatorios, también se sirvió un vaso de agua para que se

enjuaguen la boca después de degustar cada muestra. (Anzaldúa-Morales, 2005 y Codero-Bueso, 2017).

La Figura 4 presenta la ficha de análisis sensorial donde se expresaron las respuestas de los panelistas luego de la degustación.

Ficha de análisis sensorial de aceptabilidad general

Nombre: _____ Fecha: __/__/__

Nombre del producto: Queso tipo Hilado.

Instrucciones: Pruebe las muestras de queso tipo Hilado proporcionada y marque con una "X" según el nivel de agrado o desagrado que le produzca.

Atributo	213	842	791	112	356	538
Me gustó muchísimo						
Me gustó mucho						
Me gustó moderadamente						
Me gustó ligeramente						
Ni me gustó ni me disgustó						
Me disgustó ligeramente						
Me disgustó moderadamente						
Me disgustó mucho						
Me disgustó muchísimo						

Gracias... 😊

Comentarios _____

Figura 4. Ficha de evaluación de aceptabilidad general del queso tipo Hilado

Fuente: Cordero-Bueso (2017) y Anzaldúa-Morales (2005).

3.5. Métodos estadísticos

Para la investigación se consideró un diseño en bloques al azar con arreglo bifactorial de 3 tiempos de remojo de cuajada x 2 temperaturas de molienda de cuajada y tres repeticiones, al cual se le aplicó las pruebas paramétricas de análisis de varianza (ANVA) y prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas. Finalmente se aplicó la prueba comparaciones múltiples de Duncan con un nivel de confianza del 95%.

A los promedios obtenidos de la prueba sensorial de aceptabilidad general se los sometió a un análisis no paramétrico con la Prueba de Friedman para decidir si existió diferencia significativa entre tratamientos; y la prueba de Wilcoxon para determinar diferencia significativa entre un tratamiento y el resto.

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de humedad en queso tipo Hilado

La Figura 5 presenta los tratamientos de tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de humedad en el queso tipo Hilado. Todos los tratamientos presentaron valores similares, registrándose en un rango de 51.07 – 52.06%.

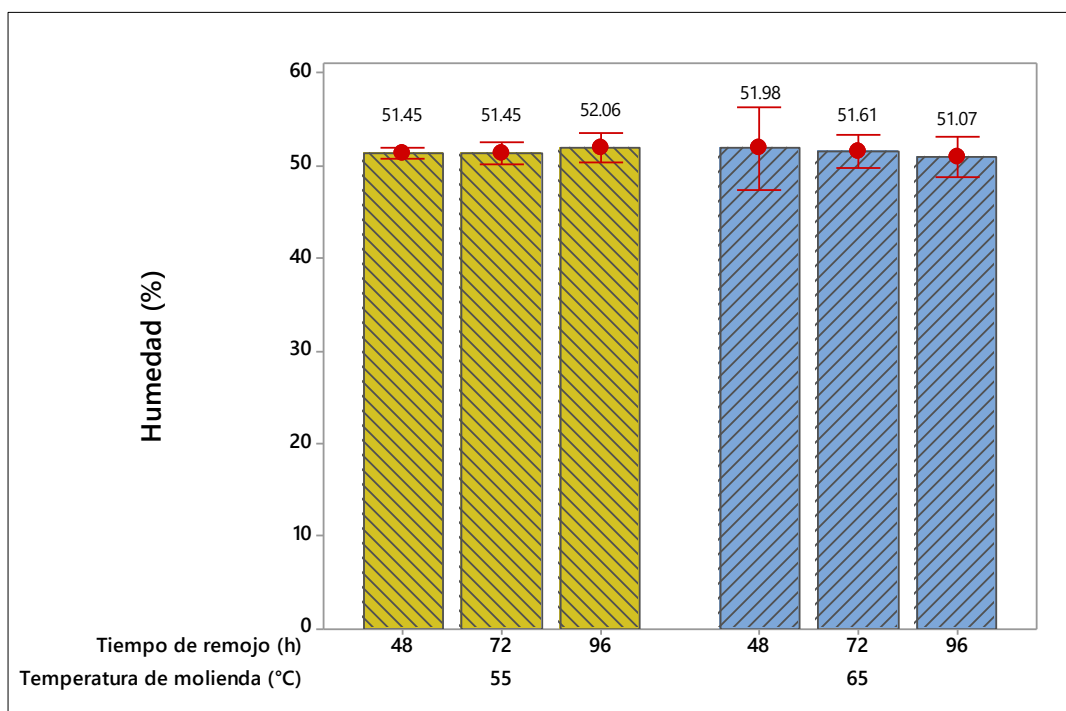


Figura 5. Contenido de humedad del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada

Los valores de humedad encontrados en el rango 51.45 – 52.06%, clasifica al queso tipo Hilado como un queso Semiduro (Robinson y Wilbey, 1998; Madrid, 1999; Ramírez, 2005, INDECOPI, 2010 y Villegas, 2012).

Diversos investigadores informaron un valor de humedad de 55%, en queso Mozzarella (Castillo, 2001); Ramírez-Navas y otros (2010) reportó en un rango, 49-55%, en quesillo (queso colombiano de pasta hilada) y Ramírez-Navas y otros (2011) encontró en un rango, 46-58%, en queso Palmito (queso de pasta hilada de Costa Rica).

Más adelante, Ramírez-Nolla y Vélez-Ruiz (2012) reportaron un valor de 50.82% de humedad en queso Oaxaca, y así mismo, Ramírez-López y Vélez-Ruiz (2012) reportaron que el valor de humedad también en queso Oaxaca en un rango 49.3-52.4%.

Además, Granados y otros (2010) reportan un valor de humedad de 43.4% en queso capa (queso tipo Hilado de Colombia). Maldonado y otros (2011) reportan que el queso tipo Telita (queso tipo Hilado de Venezuela) presentó un valor de 58.56% de humedad.

Entonces, todos los valores de humedad encontrados en la investigación se ubican dentro del rango reportado, 43.4 - 58%, en quesos tipo Hilado. Siendo muy similares al queso Oaxaca y Mozzarella.

El Cuadro 11 exhibe la Prueba de Levene aplicada a los valores del contenido de humedad en el queso tipo Hilado, denotándose la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 11. Prueba de Levene modificada para el contenido de humedad en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de la cuajada

Estadístico de Levene	p
0.63	0.679

El Cuadro 12 muestra el análisis de varianza para el contenido de humedad en el queso tipo Hilado; el cual indica que no presenta un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% de los tiempos de remojo y temperatura de molienda de la cuajada.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el contenido de humedad en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tiempo: A	0.115	2	0.057	0.004	0.996
Temperatura: B	0.047	1	0.047	0.003	0.958
A*B	1.872	2	0.936	0.058	0.944
Error	194.652	12	16.221		
Total	196.686	17			

4.2. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de proteínas en queso tipo Hilado

La Figura 6 presenta los tratamientos de tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de proteína en el queso tipo Hilado.

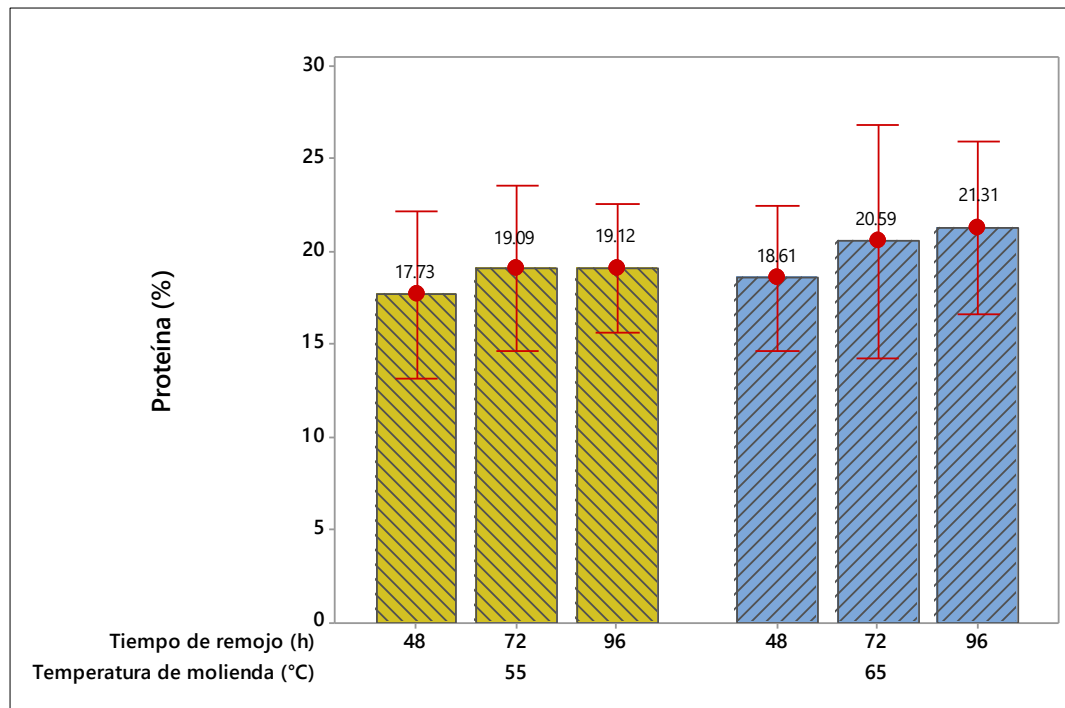


Figura 6. Contenido de proteínas del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada

En ambos tratamientos de temperatura de molienda (55 y 65 °C), los valores de proteínas aumentan conforme avanza los tiempos de remojo (48, 72 y 96 h). Esto no significa que literalmente que a > lavado o mayor temperatura se incrementa el valor de la proteína, sino que hay una pequeña dispersión de los resultados., pero la proteína en si se mantiene.

Por su parte, el tratamiento 96 h de remojo y 65 °C de molienda, presentó mayor valor de proteico, 21.31%.

Madrid (1999) y Santos (2007) reportaron que los valores de proteínas en queso Mozzarella se encuentra en un rango de 19-20%.

Además, Granados y otros (2010) encontraron un valor proteico de 24% en queso Capa. Y Maldonado y otros (2011) reportan un valor de 18.19% de proteínas en queso tipo Telita.

También, Ramírez-Navas y otros (2011) obtuvieron valores de proteínas ubicadas en un rango, 17-21%, en queso Palmito.

De igual forma, Ramírez-Nolla y Vélez-Ruiz (2012) citaron que el valor de proteínas en el queso Oaxaca es 21.3% de proteínas.

Entonces, los valores proteicos encontrados en la investigación en todos los tratamientos (17.73-21.31%) se ubican dentro del rango reportado (18.19-24%) en quesos tipo Hilado. Siendo el mayor valor de proteínas encontrado en el queso tipo Hilado, 21.31% (96 h - 65°C), igual al valor proteico del queso Oaxaca.

El Cuadro 13 presenta la Prueba de Levene aplicada a los valores del contenido de proteínas en el queso tipo Hilado, denotándose la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para el contenido de proteínas en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Estadístico de Levene	p
0.10	0.991

El Cuadro 14 presenta el análisis de varianza para el contenido de proteínas en el queso tipo Hilado; el cual indica que no presenta un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% de los tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el contenido de proteínas en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tiempo: A	14.214	2	7.107	0.110	0.897
Temperatura: B	10.458	1	10.458	0.160	0.695
A*B	1.276	2	0.638	0.010	0.990
Error	776.028	12	64.669		
Total	801.976	17			

4.3. Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de grasa en queso tipo Hilado

La Figura 7 presenta los tratamientos de tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de grasa en el queso tipo Hilado.

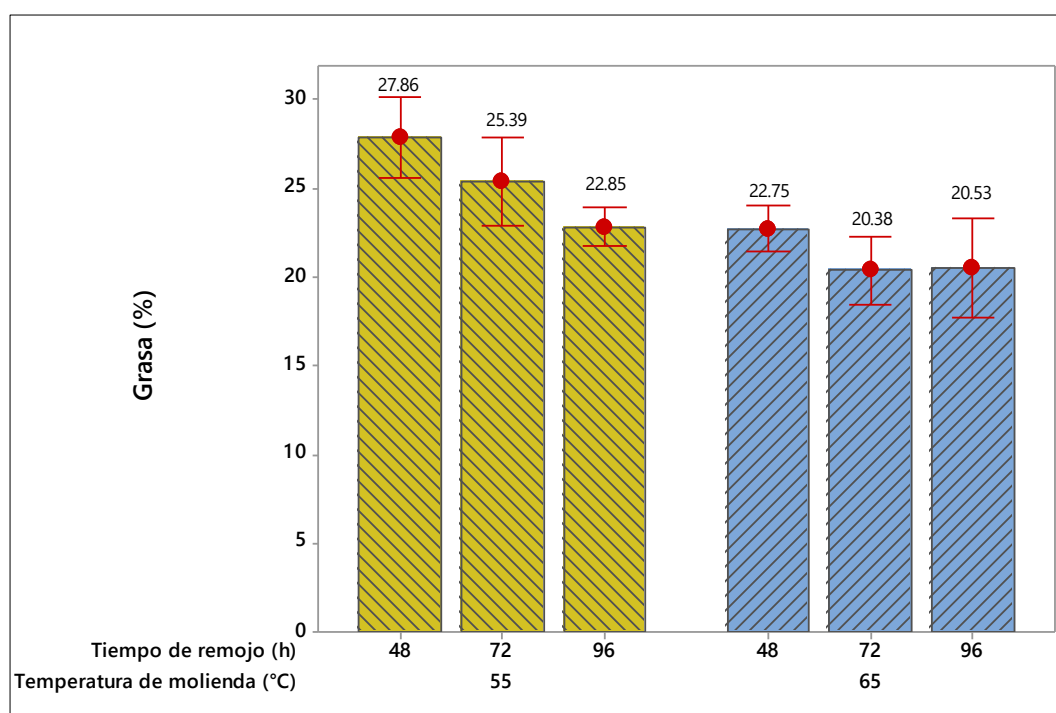


Figura 7. Contenido de grasa del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada

En ambas temperaturas de molienda (55 y 65 °C), los valores de grasa presentan una tendencia a disminuir conforme aumentó los tiempos de remojo (48, 72 y 96 h); sin embargo, el tratamiento 65 °C con tiempos de remojo (72 y 96 h) presentan valores similares.

El tratamiento (55 °C – 48 h) presentó un mayor valor de grasa, 27.86%. No obstante, los tratamientos 65 °C - 72 h y 65 °C - 96 h presentaron los menores valores de grasa, 20.38% y 20.53%, respectivamente.

Madrid (1999) y Santos (2007) reportaron que el contenido de grasa en queso Mozzarella se encuentra en un rango de 16-17%.

Además, Granados y otros (2010) obtuvieron un valor de grasa de 21.6% en queso Capa. Maldonado y otros (2011) encontraron un valor de 19.7% de grasa en queso tipo Telita.

También, Ramírez-Navas y otros (2011) encontraron valores de grasa en un rango de 16-24%, en queso Palmito.

De igual modo, Ramírez-Nolla y Vélez-Ruiz (2012) reportan el contenido de grasa en el queso Oaxaca, queso tipo Hilado, de 22.4%.

Entonces, los valores de grasa encontrados en la investigación, 20.38 y 27.86%, se encuentran en el rango reportado para los diferentes quesos tipo Hilado.

Aceves (2013) y Marcillo (2016) explican que la variación de los parámetros de proceso en la elaboración del queso (tiempo de remojo y temperatura de molienda) influye en el contenido de grasa del queso, debido a que, el incremento de la temperatura en la molienda provoca que la cuajada elimine grasa, por lo cual se reduce el contenido de grasa en el producto final, queso tipo Hilado.

El Cuadro 15 presenta la Prueba de Levene aplicada a los valores de grasa en el queso tipo Hilado, denotándose la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 15. Prueba de Levene modificada para el contenido de grasa en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Estadístico de Levene	p
-----------------------	---

0.29	0.911
------	-------

El Cuadro 16 muestra el análisis de varianza para el contenido de grasa en el queso tipo Hilado; el cual indica que presenta un efecto significativo por la temperatura de molienda de cuajada, a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro 16. Análisis de varianza para el contenido de grasa en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de la cuajada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tiempo: A	40.737	2	20.369	1.56	0.249
Temperatura: B	77.501	1	77.501	5.95	0.031
A*B	7.514	2	3.757	0.29	0.754
Error	156.286	12	13.024		
Total	282.039	17			

El Cuadro 17 presenta los resultados de la prueba de Comparaciones Múltiples de Duncan donde se muestra que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subconjuntos. El

subconjunto 1 muestra que el tratamiento, 72 h - 65°C, que presentó el menor contenido de grasa (20.38%), lo que permite una mejor lubricación de las fibras durante el trabajo mecánico de amasado (Ramírez-Nolla y Vélez-Ruíz, 2012), ya que a mayor contenido de grasa no se desarrolla buen hilado y existe exudación de esta.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para el contenido de grasa en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de la cuajada

Tiempo de remojo (h)	Temperatura de molienda (°C)	Subgrupo	
		1	2
72	65	20.38	
96	65	20.53	
48	65	22.75	22.75
96	55	22.85	22.85
72	55	25.39	25.39
48	55		27.86

Se aceptó el de menor valor 20.38 (72 h, 65 °C).

4.4 Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de calcio en queso tipo Hilado

La Figura 8 muestra los tratamientos de tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre el contenido de calcio en el queso tipo Hilado.

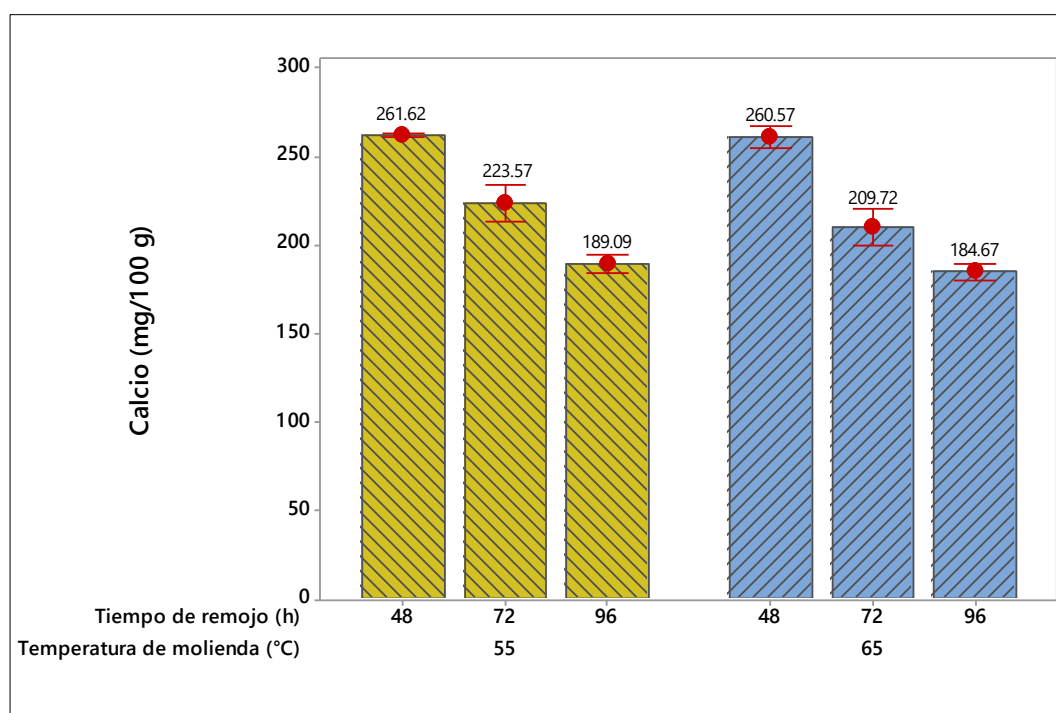


Figura 8. Contenido de calcio del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada

En ambas temperaturas de molienda (55 y 65 °C) los valores de calcio disminuyen conforme avanza los tiempos de remojo (48,72 y 96 h). Registrando el tratamiento (55 °C – 48 h) un mayor valor de calcio, 261.62 mg/100g. Por el contrario, el tratamiento (65 °C – 96 h) registra un menor valor de calcio, 184.67 mg/100g.

Sheehan (2010) explica que se produce una reducción en el contenido de calcio, mientras aumenta el tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada; debido a que con el paso del tiempo el enlace de

paracaseinato presente en la cuajada se debilita, perdiendo su capacidad de retención de calcio en la hebra. Así mismo, encontró valores de calcio en un rango de 229.04 y 232.45 mg/100 g, valores muy similares a los encontrados en la presente investigación, en queso mozzarella elaborados a diferentes temperaturas de calentamiento de la pasta (50, 55, 60 y 65 °C).

De igual forma, Gauna (2007), Ramírez-Navas y otros (2011), Villegas, (2012) y Vera (2016) explican que inicialmente la cuajada contiene altos niveles de calcio en las miscelas de caseína, posteriormente con el lavado y modificación del pH entre 5.1-5.4 (Ver Anexo 2), se logra reducir el nivel de calcio y favorecer la formación de una hebra con elasticidad ideal para el queso mozzarella.

Vale indicar que es necesario la pérdida de calcio en la cuajada, ya que a un nivel muy alto presenta una elasticidad insuficiente y a uno muy bajo una progresiva pérdida de elasticidad (Villegas, 2012 y Marcillo, 2016).

El Cuadro 18 presenta la Prueba de Levene aplicada a los valores de calcio en el queso tipo Hilado, denotándose la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 18. Prueba de Levene modificada para el contenido de calcio en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Estadístico de Levene	p
0.68	0.647

El Cuadro 19 presenta el análisis de varianza para el contenido de calcio en el queso tipo Hilado; el cual indica que presenta un efecto significativo por el tiempo de remojo de la cuajada, a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro 19. Análisis de varianza para el contenido de calcio en queso tipo Hilado a tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tiempo: A	16741.719	2	8370.860	54.61	0.000
Temperatura: B	186.696	1	186.696	1.22	0.291
A*B	132.041	2	66.020	0.43	0.660
Error	1839.307	12	153.276		
Total	282.039	17			

El Cuadro 20 se muestra los resultados de la prueba de Comparaciones Múltiples de Duncan donde se observa que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subconjuntos. El subconjunto 2 presenta el tratamiento, 72 h - 65°C, que obtuvo 209.72 mg/100 g de calcio, este es el mejor, porque es cercano al valor encontrado por Sheehan (2010), en queso Mozzarella (229 – 232 mg Ca/100), para lograr una correcta elasticidad de la pasta hilada.

Cuadro 20. Prueba de Duncan para el contenido de calcio en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Tiempo de remojo (h)	Temperatura de molienda (°C)	Subgrupo			
		1	2	3	4
96	65	184.67			
96	55	189.09	189.09		
72	65		209.72	209.72	
72	55			223.57	
48	65				260.57
48	55				261.62

4.5 Efecto del tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre la firmeza en queso tipo Hilado

La Figura 9 muestra los tratamientos de tiempo de remojo y temperatura de molienda de cuajada sobre la firmeza en el queso tipo Hilado.

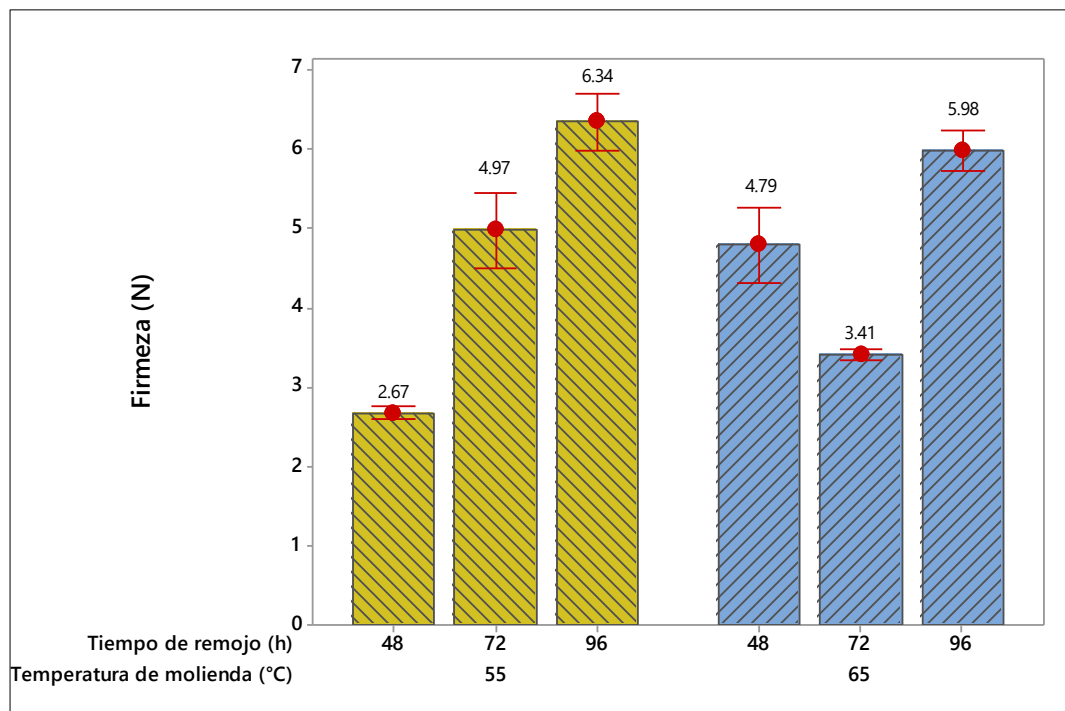


Figura 9. Firmeza del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada

En el tratamiento de 55 °C de molienda, la firmeza se incrementa conforme aumenta el tiempo de remojo; sin embargo, en el tratamiento de 65 °C de molienda, no muestra una tendencia de aumentar, sino al contrario disminuye.

El tratamiento 96 h - 55 °C presentó mayor valor de firmeza, 6.34 N; y el tratamiento 48 h - 55 °C obtuvo menor valor de firmeza, 2.67 N.

Inda (2000), Rovira (2013), Castro y otros (2014) y Castro (2014) expresan que la firmeza aumenta conforme disminuye el contenido de grasa en el queso. Debido a que las micelas de caseína están más unidas entre sí al disminuir los glóbulos de grasa adheridas, formando una red proteica lo cual le proporciona al producto mayor firmeza.

Así mismo, el tratamiento 72 h-65 °C presentó el valor de firmeza, 3.41 N. El cual no fue ni mayor ni menor valor encontrado dentro del rango de la firmeza del queso Hilado. Es decir, no estuvo ni muy duro ni muy suave. Lo cual significa un parámetro muy importante para el panelista en la evaluación sensorial del queso tipo Hilado.

Nieto y otros (2013) obtuvieron el valor de textura de 3 N en Quesillo (queso tipo Hilado de Argentina).

Entonces los resultados de firmeza encontrados en la investigación, especialmente el tratamiento (72 h – 65 °C, 3.41 N) estuvo muy cerca al valor reportado en Quesillo (quesos tipo Hilado de Argentina).

El Cuadro 21 presenta la Prueba de Levene aplicada a los valores de firmeza en el queso tipo Hilado, denotándose la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 21. Prueba de Levene modificada para la firmeza en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de la cuajada

Estadístico de Levene	p
0.82	0.559

El Cuadro 22 expone el análisis de varianza para la firmeza en el queso tipo Hilado; el cual indica que presenta un efecto significativo por el tiempo de remojo de cuajada, a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la firmeza en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tiempo: A	20.00	2	10.00	30.96	0.000
Temperatura: B	0.02	1	0.02	0.07	0.798
A*B	10.58	2	5.29	16.38	0.000
Error	3.88	12	0.32		
Total	34.48	17			

El Cuadro 23 presenta los resultados de la prueba de Comparaciones Múltiples de Duncan donde se observa que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subconjuntos. El subconjunto 1 muestra el tratamiento, 72 h - 65°C, presenta el mejor valor de firmeza de 3.41 N.

Cuadro 23. Prueba de Duncan para la firmeza en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperatura de molienda de cuajada

Tiempo de remojo (h)	Temperatura de molienda (°C)	Subgrupo		
		1	2	3
48	55	2.67		
72	65	3.41		
48	65		4.79	
72	55		4.97	
96	65			5.98
96	55			6.34

4.6 Efecto del tiempo de remojo y temperatura de tratamiento de la cuajada sobre la aceptabilidad general en queso tipo Hilado

La Figura 10 presenta la moda de la aceptabilidad general aplicada al queso tipo Hilados elaborados con diferentes tratamientos de tiempo de remojo y temperatura de molienda, empleando la escala hedónica de 9 puntos (Ver en Anexo 4).

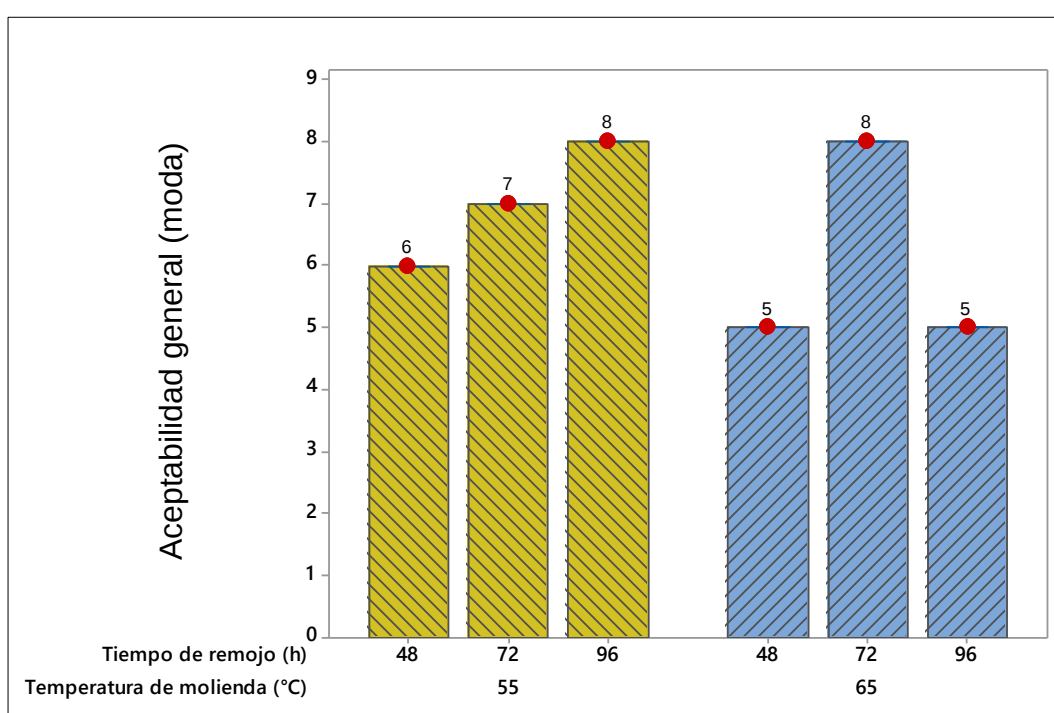


Figura 10. Aceptabilidad general del queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada

Donde se observa una moda de 8 (correspondiente a la percepción de “Me gustó mucho”) a las 96 h con 55 °C y 72 h con 65 °C. Además, el tratamiento 55 °C, los valores de aceptabilidad general en el queso tipo Hilado se incrementan conforme avanza los tiempos de remojo (48, 72 y 96 h). Así mismo, en el tratamiento 65 °C, los valores de aceptabilidad general aumento en el tiempo de remojo (48 y 72 h), excepto el de 96 h, el cual disminuyó.

Los tratamientos 55 °C-96 h y 65 °C- 72 h presentan mayor valor de aceptabilidad general en el queso tipo Hilado, 8 puntos (Me gustó mucho).

Sheehan (2010) reportó una calificación sensorial promedio de 7 puntos en quesos mozzarella elaborados a 50, 55, 60 y 65 °C de temperatura de la pasta y 3 días de almacenamiento.

El Cuadro 24 presenta los resultados de la prueba de Friedman para la aceptabilidad general en función del tiempo de remojo y temperatura de molienda de la cuajada para el queso tipo Hilado, identificándose que existe diferencia significativa ($p < 0.05$).

Cuadro 24. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada

Tiempo de remojo (h)	Temperatura de molienda (°C)	Rango promedio	Moda
48	55	3.85	6
48	65	1.67	5
72	55	3.27	7
72	65	5.10	8
96	55	4.42	8
96	65	2.70	5
Chi-cuadrado		67.197	
p		0.000	

Por los resultados hallados se demuestra que el tratamiento de 72 h de lavado y 65 °C de molienda tiene un rango promedio de 5.10 que es mayor a todos y una moda de 8.

El Cuadro 25 muestra la Prueba de Wilcoxon donde se comparó el tratamiento (72 h – 65 °C) que presentó mayor rango promedio (5.10) y moda (8) en la Prueba Friedman con los demás tratamientos; encontrándose diferencia significativa en la comparación, a excepción con el tratamiento (96 h- 55°C), que no presentó diferencia significativa.

El tratamiento 96 h - 55°C genera mayor costo en la producción en comparación, debido a que se incrementa el tiempo de remojo de cuajada; lo cual se utiliza mayores recursos.

Por consiguiente, se determinó que el mejor tratamiento fue de 72 horas de remojo y 65 °C de molienda de la cuajada en la aceptabilidad general del queso Hilado.

Cuadro 25. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en queso tipo Hilado a tres tiempos de remojo y dos temperaturas de molienda de cuajada

Tratamientos					
Tiempo de remojo (h)	Temperatura de molienda (°C)	Tiempo de remojo (h)	Temperatura de molienda (°C)	Z	p
72	65	48	55	-2.858	0.004
		48	65	-4.606	0.000
		72	55	-3.565	0.000
		96	55	-1.603	0.109
		96	65	-4.191	0.000

5 CONCLUSIONES

Se determinó que el tiempo de remojo presentó efecto significativo sobre el contenido de calcio y firmeza; y la temperatura de molienda sobre el contenido de grasa en queso tipo Hilado.

El tratamiento con 72 h de remojo y 65 °C de molienda permitió obtener mejor valor de contenido de grasa (20.38%), calcio (209.72 mg/100 g) y firmeza (3.41 N) y mayor aceptabilidad general con moda de 8, corresponde a la percepción de “me gustó mucho” en queso tipo Hilado.

6 RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto de la adición de un saborizante natural sobre la aceptabilidad general en queso tipo Hilado.

Realizar estudios de optimización de variables tiempo de remojo y temperatura de molienda.

Realizar análisis cuantitativo descriptivo (QDA) en queso tipo hilado en comparación con otros tipos de quesos similares.

Realizar un estudio de vida útil al queso Hilado y compararlo con otros tipos de quesos que se oferta en el mercado peruano.

Realizar un estudio de comparación de características fisicoquímicas y funcionales del queso tipo Hilado con el queso Mozzarella y otros del mismo tipo.

Evaluar el rendimiento del queso Hilado con otros similares.

7 BIBLIOGRAFÍA

Aceves, J. 2013. Caracterización del fundido y textura de queso Oaxaca y queso Oaxaca de imitación comercial. Tesis para obtener el título de Químico de Alimentos de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

Anzaldúa – Morales, A. 2005. La Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza, España.

A.O.A.C. 15-130. 1986. Official Methods of Analysis 13th Edition. Determinación de proteínas por el método Kjeldahl.

A.O.A.C. 15-080. 1990. Official Methods of Analysis 15th Edition. Determinación de grasa por el método Soxhlet.

A.O.A.C. 297-05. 2005. Official Methods of Analysis 18th Edition. Determinación de humedad por el método universal de la estufa.

Asociación de Ganaderos de Lima. 2017. Lima, Perú.

Awad, S., Hassan, A. N., Muthukumarappan, K. 2005. Application of Exopolysaccharide-Producing Cultures in Reduced Fat Cheddar Cheese: Texture and Melting Properties. Journal of Dairy Science, 88: 4204-4213

Bachmann, H., Bachmann, P. 2001. Cheese analogues: a Review. International Dairy Journal, 11: 505-515.

Buendía, M. 2016. Elaboración, producción y comercialización de derivados lácteos. Editorial Macro. Lima, Perú.

Castillo, J. 2001. Elaboración de quesos mozzarella con diferentes porcentajes de grasa en la leche de vaca. Tesis para obtener el Título de Ingeniera Agrónoma de la Universidad Earth. Guácimo, Costa Rica.

Castro, A., Novoa, C., Algecira, N. y G. Buitrago, G. 2014. Reología y textura de quesos bajos en grasa. RECyT, 16(22):58-66.

Castro, A. 2014. Efecto de la adición de un dextrano sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y funcionales de queso de pasta hilada semigraso. Tesis para obtener el grado de Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

CITE agropecuario y Cedepas Norte. 2016. Ganadería lechera y transformación de derivados lácteos en zonas Altoandinas. Trujillo, Perú.

Costabel, L., Pauletti, M. y De Piante, D. 2007. Influencia del proceso de elaboración en la capacidad de fusión del queso Mozzarella. INTA. Santa Fé, Argentina.

Cordero-Bueso, G. 2017. Análisis sensorial de los alimentos. Primera Edición. Editorial AMV Ediciones. Madrid, España.

DANISCO Andino. 2011. Economía & Productividad: Pastas Hiladas Oferta de Producto Danisco. SAFI-APD.

Dilanjan. S. 2017. Fundamentos de la elaboración del queso. Quinta Reimpresión. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Duran, S.; Torres, J. y Sanhueza, J. 2015. Consumo de queso y lácteos y enfermedades crónicas asociadas a obesidad, ¿amigo o enemigo? Nutrición Hospitalaria, 32(1):61-68.

Esteire, L., Cenzano, E. y Madrid, A. 2014. Queserías. Nuevo manual técnico. A. Madrid Vicente (AMV), Ediciones. Madrid, España.

Fuentes, L. 2014. Efecto del tiempo de almacenamiento refrigerado sobre la calidad del queso Oaxaca (México) elaborado con leche cruda y estudio taxonómico y tecnológico de su microflora ácido-láctica. Tesis para obtener el grado de Doctor de la Universidad de León. León, México.

Furtado, M. 2001. II Simposio de quesos y productos fermentados. Quesos y Mozzarella. Material de participación Edit. Hansen. Costa Rica.

Gigli, I. 2015. La buena leche. Aspectos biológicos y su industrialización. Ituzaingó, Argentina.

Granados, C.; Urbina, G. y Acevedo, D. 2010. Tecnificación, caracterización fisicoquímica y microbiológica del queso Capa de Mompo Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 8(2):41-45p.

Guana, A. 2007. Seminario de Tecnología de Elaboración de Queso Mozzarella (pizza cheese). Sacco fermenti laticci. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Buenos Aires. Argentina.

Gunasekaran, S. y Ak, M.M. 2003. Cheese Rheology and Texture. CRC Press. Nueva York, EE.UU. 437pp.

Kairuz, L. 2002. Introducción al estudio de la composición de los alimentos. Décima edición. Bogotá D.C, Colombia.

Inda, A. 2000. Producción de queso con calidad y rendimiento. Organización de los Estados Americanos (OEA). Saltillo, México.

INDECOPI. 2004. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. 2004. NTP 202.195. Norma Técnica Peruana. Leche y productos lácteos. Queso fresco. Requisitos. Lima, Perú.

INDECOPI 2006. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. NTP 202.085. Norma Técnica

Peruana. Leche y productos lácteos. Definiciones y clasificación. Lima, Perú.

INDECOPI 2010a. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. NTP 202.001. Norma Técnica Peruana. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos. Lima, Perú.

INDECOPI. 2010b. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. NTP 202.193. Norma Técnica Peruana. Leche y productos lácteos. Queso. Identificación, clasificación y requisitos. Lima, Perú.

Instituto Lala. 2015. Boletín de Nutrición y Salud: 4 (34).

Keating, P. y Rodríguez, H. 1999. Introducción a la lactología. Segunda edición. Editorial Limusa. México D.F., México.

Linden, G. y Lorient, D. 1996. Bioquímica agroindustrial. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

López, M. 2004. Mejoramiento de vida anaquel en queso tradicional Ranchero y y Queso de pasta hilada (Oaxaca). Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad Iberoamericana. México, D.F., México.

Madrid, A. 1996. Curso de Industrias Lácteas. Editorial Mundiprensa AMB ediciones. Madrid, España. 604 p.

Maguiña, I. 1984. Estudio para establecer la técnica de elaboración del Queso Mantecoso de Cajamarca y los requerimientos de diseño de planta para su elaboración. Tesis Título Ing. Ind. Alimentarias. UNALM. Lima-Perú.

Madrid, A. 1999. Tecnología quesera. Segunda edición. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones y Editorial Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Mahaut, M., Jeantet, R. y Brulé, G. 2003. Introducción a la tecnología quesera. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Maldonado, R.; Rodríguez, M.; Llanca, L.; Román, Y.; Isturiz, R.; Giménez, O.; Gámez, L. y Meléndez, B. 2011. Esquema tecnológico general y caracterización del queso Hilado tipo Telita. *Agronomía*, 61(3-4): 177-188p.

Marcillo, Y. 2016. Influencia de la acidez y temperatura del proceso de Hilado del queso tipo “de hoja” sobre las propiedades físico química, sensoriales y microbiológicas. Tesis para optar el Título de Ingeniera Agroindustrial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos, Ecuador.

Mejía, L. y Sepúlveda, J. 1999. Tecnología de los quesos procesados y madurados. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Meyer, A. 1988. Tecnología Láctea. II. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

MINAGRI. 2017. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. Unidad estadística. Lima, Perú.

Muriele, M. 2012. Elaboración de queso de capa a partir de leche ganado vacuno con adición de cultivos lácticos para mejorar su calidad y productividad industrial. Tesis para optar el grado de Ingeniera de Alimentos de la Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Colombia.

Nieto, I.; Karlen, J.; Oliszewski, R; Aimar, B. y Picotti, J. 2013. Caracterización del perfil sensorial del quesillo, queso de pasta hilada

tradicional del Noroeste Argentino. Inti Lácteos y Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.

Ramírez, M. 2005. Manual práctico de quesería I. Ediciones Ayala. Madrid, España.

Ramírez, M. 2006. Manual práctico de quesería II. Ediciones Ayala. Madrid, España.

Ramírez-Navas, J. 2010. Propiedades funcionales de los quesos. Tecnología Láctea Latinoamericana 64.

Ramírez J., Osorio M. y Rodríguez, A. 2010. El Quesillo: un queso colombiano de pasta hilada. Cali, Colombia.

Ramírez-López, C. y Vélez-Ruiz, J. 2012. Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 6(2): 131-148

Ramírez-Navas, J.; González, S. y Sequeira, N. 2011. Queso Palmito: originalmente Costarricense. Tecnología Láctea Latinoamericana 68: 42-49p.

Ramírez-Nolla S. y Vélez-Ruiz, J. 2012. Queso Oaxaca: panorama del proceso de elaboración, características fisicoquímicas y estudios recientes de un queso típico mexicano. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 6(1): 1-12.

Revilla, M. 2009. Tecnología de la leche. Procesamiento, manufactura y análisis. Editorial Herrero hermanos. México.

Robinson R. y Wilbey, R. 1991. Fabricación del queso. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Romero, L. 2015. Evaluación fisicoquímica y microbiológica del proceso de elaboración del queso doble crema en una fábrica de lácteos del

municipio de belén (boyacá). Tesis para optar el grado de Química de alimentos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.

Rovira, S. 2013. Estudio de la microestructura y la aplicación de sensores opticos en la elaboración de quesos de cabra. Tesis para obtener el grado de Doctor de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia. Murcia, España.

Schlimme, E. y Buchheim W. 2002. La leche y sus componentes. Propiedades químicas y físicas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Schmidt, K. 2013. Elaboración artesanal de mantequilla, yogur y queso. Reimpresión. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Sheehan, J. y Guinee, T. 2010. Effect of pH and calcium level on the biochemical, textural and functional properties of reduced – fat Mozzarella cheese. International Dairy Journal.14: 161-172.

Spreer, E. 1991. Lactología industrial. Segunda Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Solano, A y Calle, M. 2004 Elaboración de queso mantecoso. Proyecto Formación y Fortalecimiento de una red de Microproductores Rurales en Tallamac, Departamento de Cajamrca-Perú.

Tareq, M., Osaili, M., Ayyash, A., Nabulsi, R., Shaker, A. y Nagendra, P. 2010. Effect of curd washing level on proteolysis and functionality of low-moisture mozzarella cheese made with galactose – fermenting culture. Jornal of Food Science. 75: 2155 – 2162.

Tobar, M. 2012. Uso de reguladores de acidez y su incidencia en el tiempo de acidificación de la cuajada para la elaboración de queso mozzarella. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Vera, F. 2016. Evaluación de las fases de pasteurización, retención de caseína-grasa y penetración de la cuajada para la estandarización del proceso de queso pasta hilada tipo hoja. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos, Ecuador.

Villegas, A. y Santos, A. 2011. Manual básico para elaborar productos lácteos. Segunda edición. Editorial Trillas. México D.F., México.

Villegas, A. 2004. Dos famosos quesos de pasta hilada (filata): el Oaxaca y el Mozzarella. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Villegas, A. 2012. Tecnología quesera. Segunda edición. Editorial Trillas. México, D.F., México.

Walstra, P., Geurts, T., Noomen, A., Jellema, A. y Van Boekel, M. 2001. Ciencia de la leche y tecnología de productos lácteos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

8 ANEXOS

Anexo 1. Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda entera

Requisitos fisicoquímicos				
Materia grasa (g/100 g)	Min. 3.2			
Sólidos no grasos (g/100 g)	Min. 8.2			
Solidos totales (g/100 g)	Min. 11.4			
Acidez, expresada en gramos de ácido láctico por 100 g de leche	Min. 0.14%			
	Máx. 0.18%			
Densidad a 15 °C (g/cm³)	Min. 1.0296			
	Máx. 1.0340			
Índice de Refracción del suero 20 °C	Min 1.34179 (lectura refractométrica 37.5)			
Ceniza total (g/100 g)	Máx. 0.7			
Alcalinidad de la ceniza total (cm³ de solución NaOH 1 N)	Máx. 1.7 cm³			
Índice crioscopio	Máx. -0.540 °C			
Sustancia conservadoras o cualquier otra sustancia extraña	Ausencia			
Prueba de alcohol (74 %V/V mínimo)	No coagulable			
Tratamiento que disminuya o modifica sus componentes	Ninguno			
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Min. 4h			
Requisitos microbiológicos				
	n	m	M	c
Numeración de microorganismos mesófilos, aerobios y facultativos viables por mL	5	500 000 ufc	1 000 000 ufc	1

Numeración de coliformes por mL	5	100 ufc	1 000 ufc	3
Conteo de células somáticas	Máximo 5 000 000 µ/mL			

Fuente: INDECOPI (2010a)

Anexo 2. Resultados de pH a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada para la elaboración de queso tipo Hilado

Tiempo de remojo (h)	Temperatura de molienda (°C)	pH
48	55	5.32
	65	5.24
72	55	5.34
	65	5.21
96	55	5.32
	65	5.36

n: Es el número de unidades de muestra que deben ser examinados de un lote de alimento para satisfacer los requerimientos de un plan de muestreo vehicular.

m: Es un criterio microbiológico, el cual, en un plan de muestreo de dos clases, separa buena calidad de calidad defectuosa, o en otro plan de muestreo de tres clases, separa buena calidad de calidad marginalmente aceptable. En

general representa un nivel aceptable y valores sobre el mismo que son marginalmente aceptables o inaceptables.

M: Es un criterio microbiológico que, en un plan de muestreo de tres clases, separa calidad marginalmente aceptable de calidad defectuosa. Valores mayores a "M" son inaceptables.

c: Es el número máximo permitido de unidades de muestra defectuosa. Cuando se encuentran cantidades mayores de este número, el lote es rechazado.

Anexo 3. Resultados de los análisis de firmeza, humedad, proteínas, grasa y calcio en queso tipo Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de molienda de cuajada

Tiempo de remojo (h)	Temperatura de molienda (°C)	Firmeza (N)	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Calcio (mg/100 g)
48	55	2.83	50.84	30.72	8.96	260.5
		2.57	50.86	23.39	23.82	260.52
		2.61	52.66	29.47	20.40	263.85
Promedio		2.67	51.45	27.86	17.73	261.62
48	65	3.98	43.12	23.9	10.74	257.7
		5.62	57.63	20.21	22.40	272.32
		4.78	55.18	24.14	22.70	251.7
Promedio		4.79	51.98	22.75	18.61	260.57
72	55	5.90	49.35	28.54	23.30	244.05
		4.65	53.44	27.18	23.80	210.00
		4.37	51.57	20.46	10.17	216.65
Promedio		4.97	51.45	25.39	19.09	223.57
72	65	3.54	48.21	23.81	8.46	229.35
		3.35	54.08	17.05	23.50	206.7
		3.34	52.55	20.27	29.80	193.1
Promedio		3.41	51.61	20.38	20.59	209.72
96	55	6.48	49.4	24.9	12.16	197.7

		5.67	51.81	22.38	22.40	189.05
		6.85	54.96	21.27	22.80	180.52
Promedio		6.34	52.06	22.85	19.12	189.09
96	65	5.50	46.74	15.6	12.03	192.75
		6.37	52.44	25.46	25.80	185.05
		6.09	54.02	20.52	26.10	176.2
Promedio		5.98	51.07	20.53	21.31	184.67

**Anexo 4. Resultados de aceptabilidad general aplicado al queso tipo
Hilado a diferentes tiempos de remojo y temperaturas de
molienda de cuajada**

Jueces	T1 (48 h-55 °C)	T2 (72 h-55 °C)	T3 (96 h-55 °C)	T4 (48 h-65 °C)	T5 (72 h-65 °C)	T6 (96 h-65 °C)
1	7	3	4	8	9	6
2	5	3	6	7	7	5
3	2	1	4	9	8	4
4	9	4	4	8	8	5
5	6	3	4	8	6	3
6	6	5	5	9	4	6
7	4	5	7	8	9	8
8	5	2	3	8	3	3
9	7	2	5	8	7	2
10	4	3	5	8	7	4
11	4	2	6	9	6	5
12	6	3	2	7	4	5
13	7	5	7	9	8	8
14	7	5	4	7	8	6
15	6	7	8	7	9	5
16	6	5	7	8	4	5
17	6	4	7	8	9	2
18	6	3	6	7	8	5
19	8	1	7	9	5	4
20	4	5	6	7	6	8

21	7	4	7	9	8	5
22	6	5	7	9	3	7
23	5	1	2	6	8	1
24	7	5	6	3	8	5
25	7	4	2	9	7	2
26	8	5	7	9	6	4
27	7	4	5	8	9	5
28	9	2	7	2	8	5
29	9	2	8	6	4	5
30	8	5	5	7	8	2
Promedio	6	4	5	8	7	5
Moda	7	5	7	8	8	5

Anexo 5. Vistas fotográficas del proceso de elaboración del queso tipo Hilado



1 Remojo



2 Desmenuzado y salado



3 Molienda



4 Hilado o Filado



5 Cortado



6 Pesado



7 Moldeado

8 Empacado y Refrigerado

