

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA: INGENIERÍA DE ALIMENTOS



ELABORACIÓN DE QUESO DE PASTA HILADA TIPO SCAMORZA

Por:

MERY ROCÍO HUANCA VÁSQUEZ

Trabajo de final de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en ingeniería de alimentos.

SEPTIEMBRE, 2020

TARIJA – BOLIVIA

El tribunal calificador, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo la misma únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

Al padre celestial, el forjador de mi camino, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo.

A mis padres, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y triunfo en la vida, lo que ha contribuido a la consecución de este logro que sin su apoyo total no hubiera sido posible y a mis hermanos quienes me brindaron su afecto y su comprensión durante el desarrollo de mi trabajo.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por mostrarme su amor a través de muchas pruebas y darme fortaleza en los momentos más difíciles.

A mis preciados padres que con amor y esfuerzo me educaron y apoyaron en toda mi formación profesional.

A mis hermanos queridos hermanos que han estado apoyándome en todo sentido durante el desarrollo del presente trabajo.

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez quien con paciencia me ha guiado en el complicado proceso con su comprensión, apoyo y conocimientos para concluir el presente trabajo.

A todos los docentes de la carrera de ingeniería de alimentos por todo su esfuerzo y dedicación en brindarme su apoyo y conocimientos.

A todos mis compañeros y amigos que supieron aceptarme para complementarnos con nuestras debilidades y fortalezas y me brindaron su amistad, confianza y apoyo.

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado, un esfuerzo total es una victoria completa” (Mohatma Gandhi)

ÍNDICE

RESUMEN

Pág.

CAPÍTULO I "INTRODUCCIÓN"

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivo general	2
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Variable independiente y dependiente.....	3
1.5	Planteamiento del problema	3
1.6	Formulación del problema.....	4
1.7	Hipótesis	4

CAPÍTULO II "MARCO TEÓRICO"

2.1	Origen del queso scamorza.....	5
2.2	Definición de queso en general.....	5
2.2.1	Definición de queso semi-maduro	6
2.2.2	Clasificación de los quesos.....	6
2.3	Quesos de pasta hilada.....	8
2.3.1	Queso Scamorza	8
2.4	Interés nutricional de los quesos.....	9
2.5	Materia prima para la elaboración de queso tipo Scamorza	9
2.5.1	Leche	9
2.5.1.1	Composición química de la leche	10
2.5.1.2	Análisis microbiológico y contaminantes de la leche.....	10
2.5.1.3	Propiedades fisicoquímicas de la leche	11
2.5.1.3.1	Densidad	11
2.5.1.3.2	Acidez.....	12
2.5.1.3.3	pH	12
2.5.1.3.4	Proteína.....	13
2.5.1.3.5	Grasa.....	13

	Pág.
2.5.1.3.6 Sólidos totales.....	13
2.5.1.3.7 Cenizas.....	13
2.6 Insumos utilizados en la elaboración de queso tipo scamorza	13
2.6.1 Cultivo láctico para quesos de pasta hilada	14
2.6.1.1 Cultivo Hansen TCC-20	15
2.6.2 Cloruro de calcio	15
2.6.4 Enzima coagulante.....	16
2.6.4.1 Cuajo tres muñecas	16
2.6.3 Sal	17
2.7 Proceso de elaboración de los quesos de pasta hilada	17
2.7.1 Recepción de la leche	17
2.7.2 Pasteurización	17
2.7.3 Inoculación cultivos.....	18
2.7.4 Coagulación.....	18
2.7.4.1 Formación del cuajo en el queso	19
2.7.4.2 Coagulación enzimática por cuajo o renina.....	19
2.7.5 Desuerado	21
2.7.6 Maduración de la cuajada.....	21
2.7.7 Hilado	22
2.7.8 Salado	23
2.7.9 Maduración.....	24

CAPÍTULO III "DISEÑO METODOLÓGICO"

3.1 Desarrollo de la parte experimental.....	28
3.2 Equipos, instrumentos de laboratorio y material de complemento.....	28
3.2.1 Equipos	28
3.2.1.1 Cocina industrial.....	28
3.2.1.2 Baño termostático	28
3.2.1.3 Heladera.....	29
3.2.1.4 Envasadora al vacío	29
3.2.1.5 Material de complemento	30
3.2.2 Instrumentos de laboratorio	30

	Pág.
3.2.2.1 Balanza digital	30
3.2.2.2 Balanza analítica digital.....	31
3.2.2.3 Balanza de humedad de infrarrojo	31
3.2.2.4 Refractómetro de bolsillo	32
3.2.2.5 Salinómetro.....	32
3.2.2.6 pH-metro de mesa.....	33
3.2.2.8 Materiales de laboratorio	33
3.3 Materia prima	34
3.4 Insumos alimentarios.....	34
3.4.2 Reactivos químicos utilizados	34
3.5 Proceso de elaboración para la obtención de queso tipo Scamorza.....	34
3.5.1 Descripción del proceso de elaboración	36
3.5.1.1 Recepción	36
3.5.1.2 Higienización.....	36
3.5.1.3 Pasteurización.....	36
3.5.1.4 Inoculación	36
3.5.1.5 Coagulación.....	36
3.5.1.5.1 Adición del cloruro de calcio.....	37
3.5.1.5.2 Adición del cuajo enzimático	37
3.5.1.6 Corte de la cuajada	37
3.5.1.7 Desuerado	37
3.5.1.8 Hilado	38
3.5.1.9 Moldeado.....	38
3.5.1.10 Enfriamiento y salazón	38
3.5.1.11 Oreado y maduración.....	38
3.5.1.12 Envasado.....	39
3.5.1.13 Almacenamiento	39
3.6 Metodología para la obtención de los resultados.....	39
3.6.1 Características de la leche cruda.....	39
3.6.1.1 Análisis fisicoquímico de la leche cruda	40
3.6.1.2 Análisis microbiológico de la leche cruda.....	40

	Pág.
3.6.2	Características del producto terminado 41
3.6.2.1	Análisis fisicoquímico del producto terminado 41
3.6.2.2	Análisis microbiológico de producto terminado..... 41
3.7	Evaluación sensorial 42
3.8	Diseño experimental 43
3.8.1	Diseño factorial..... 43
3.8.1.1	Diseño factorial 23 en la etapa de maduración de la cuajada de queso tipo Scamorza 44

CAPÍTULO IV "RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS"

4.1	Caracterización de la materia prima 47
4.1.1	Análisis de parámetros fisicoquímicos de la leche cruda 47
4.1.2	Análisis microbiológicos de la leche cruda 48
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración de queso tipo Scamorza 48
4.2.1	Desarrollo inicial de pruebas preliminares de la parte experimental para la elaboración de queso fresco 48
4.2.2	Esquema metodológico para la obtención de queso tipo scamorza..... 50
4.2.3	Variación de insumos y parámetros de control para ensayo 1 51
4.2.4	Variación de insumos y parámetros de proceso en el ensayo 2..... 52
4.2.4.1	Estadístico caja y bigote para el ensayo 2 54
4.2.4.2	Prueba de Tukey para el atributo sabor en el ensayo 2..... 54
4.2.4.3	Prueba de Tukey para atributo textura en ensayo 2 55
4.2.5	Variación de insumos y parámetros de proceso para prototipo 1 57
4.2.5.1	Estadístico caja y bigote para muestras prototipo 1 57
4.2.5.2	Prueba de Tukey para textura en prototipo 1 58
4.2.5.3	Análisis de varianza de los atributos color, olor, acidez, adherencia, firmeza y granulosis de las muestras de queso prototipo 1 60
4.2.6	Dosificación de insumos para la elaboración de muestras prototipo 2..... 60
4.2.6.1	Estadístico caja y bigote para prototipo 2..... 61
4.2.6.2	Prueba de Tukey para el atributo acidez en muestra prototipo 2..... 61
4.2.6.3	Prueba estadística de Tukey para el atributo sabor en muestra prototipo 2..... 62

	Pág.
4.2.6.4	Prueba estadística de Tukey para el atributo textura en muestra prototipo 2 63
4.2.6.5	Prueba estadística de Tukey para el atributo firmeza en muestra prototipo 2 ... 64
4.2.6.6	Análisis de varianza de los atributos color, olor, adherencia y granulosidad para la dosificación de cuajo, cultivo y temperatura de prototipo 2..... 65
4.3	Diseño factorial 2 ³ en la etapa de maduración de la cuajada de queso tipo Scamorza 66
4.3.1	Análisis estadístico del diseño experimental en la etapa coagulación de queso tipo Scamorza..... 66
4.4	Caracterización de los atributos sensoriales para elegir el producto final 68
4.4.1	Estadístico caja y bigote para elegir el producto final 69
4.4.2	Análisis de varianza de los atributos sabor, color, olor, acidez, textura, adherencia, firmeza y granulosidad para la elección de la muestra final 70
4.4.2	Valoración del atributo sabor..... 70
4.4.3	Valoración del atributo olor..... 70
4.4.4	Valoración del atributo acidez 71
4.4.5	Valoración del atributo textura 71
4.4.6	Valoración del atributo adherencia 72
4.4.7	Valoración del atributo firmeza 72
4.4.8	Valoración del atributo granulosidad..... 73
4.5	Ajuste del tiempo de salado en producto final de queso tipo Scamorza 73
4.5.1	Análisis de varianza para ajuste de sal en la muestra final 74
4.6	Control de parámetros fisicoquímicos de queso tipo Scamorza 74
4.6.1	Variación de acidez en la etapa de coagulación y desuerado durante el proceso de elaboración 75
4.6.2	Variación de pH en la etapa de coagulación y desuerado durante el proceso de elaboración 77
4.6.3	Variación de sólidos solubles en la etapa de coagulación y desuerado durante el proceso de elaboración 81
4.6.4	Variación de parámetros de acidez, pH y humedad en la etapa de maduración del queso tipo Scamorza 83
4.7	Estadístico caja y bigote para la elección de atributos de muestra de referencia..... 85
4.7.1	Prueba estadística de Tukey el atributo textura de muestras de referencia 86
4.7.3	Prueba estadística de Tukey para atributo firmeza en muestras de referencia .. 87

	Pág.
4.7.4	Análisis de varianza de los atributos acidez y adherencia de las muestras de referencia 88
4.8	Comparación de la muestra referencial con muestra experimental 88
4.9	Caracterización del producto final de queso tipo Scamorza..... 90
4.9.1	Análisis de parámetros fisicoquímicos de producto final..... 90
4.9.2	Análisis de parámetros microbiológicos del producto final 91
4.10	Control de los parámetros acidez y pH durante el almacenamiento del producto final 91
4.11	Balance de materia en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza 93
4.11.1	Balance de materia en la etapa de higienización de la leche 94
4.11.2	Balance de materia en la etapa de pasteurización..... 95
4.11.3	Balance de materia en la etapa de inoculación y coagulación..... 97
4.11.4	Balance de materia en la etapa de desuerado..... 99
4.11.5	Balance en la etapa de hilado..... 100
4.11.6	Balance de materia en la etapa de salazón del queso..... 102
4.11.7	Balance en la etapa de maduración..... 104
4.12	Balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche 105
4.12.1	Desarrollo del balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche para calcular el calor del recipiente 107
4.10.2	Desarrollo del balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche para calcular el calor específico de la leche 107
4.10.3	El cálculo del calor de vaporización del agua en la etapa de pasteurización... 108
4.12.4	Calor total en la etapa de pasteurización: 108
4.13	Rendimiento en el proceso de elaboración 108

CAPÍTULO V "CONCLUSIONES RECOMENDACIONES"

5.1	Conclusiones..... 111
5.2	Recomendaciones 112

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	Composición del queso Scamorza	8
Tabla 2.2	Composición de la leche	10
Tabla 2.3	Características físico-químicas de la leche	11
Tabla 2.4	Densidad de los componentes de la leche.....	12
Tabla 3.1	Descripción de material de complemento.....	30
Tabla 3.2	Materiales de laboratorio	33
Tabla 3.3	Insumos alimentarios	34
Tabla 3.4	Reactivos químicos.....	34
Tabla 3.5	Análisis fisicoquímico de la leche cruda	40
Tabla 3.7	Análisis fisicoquímicos del queso tipo Scamorza	41
Tabla 3.8	Análisis microbiológico del queso tipo Scamorza.....	41
Tabla 3.9	Matriz de variables para el producto final de elaboración de queso tipo Scamorza	45
Tabla 3.10	Niveles de variación de los factores en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza.....	45
Tabla 4.1	Análisis fisicoquímicos de la leche cruda.....	47
Tabla 4.2	Análisis microbiológico de la leche cruda.....	47
Tabla 4.3	Formulación básica de pruebas preliminares para la elaboración de queso fresco	49
Tabla 4.4	Variación de insumos en el ensayo 1.....	51
Tabla 4.5	Parámetros de control para el ensayo 1	52
Tabla 4.6	Variación de insumos para el ensayo 2.....	47
Tabla 4.7	Parámetros de control para el ensayo 2	53
Tabla 4.8	Prueba de Tukey para el atributo sabor en ensayo 2	55
Tabla 4.9	Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en el atributo sabor de muestras de ensayo 2.....	55
Tabla 4.10	Prueba de Tukey para atributo textura en ensayo 2.....	56
Tabla 4.11	Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en el atributo textura de muestras de ensayo 2	56
Tabla 4.12	Variación de insumos para prototipo 1 de queso tipo Scamorza.....	57
Tabla 4.13	Parámetros de control en muestras de prototipo 1	57
Tabla 4.14	Prueba de Tukey para atributo textura en prototipo 1	59

	Pág.
Tabla 4.14 Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en el atributo textura de las muestras prototipo 1	59
Tabla 4.16 Parámetros de control para la muestra prototipo 2	60
Tabla 4.17 Prueba de Tukey para el atributo acidez en prototipo 2	62
Tabla 4.18 Agrupación de Tukey para diferencias de las medias en el atributo acidez de muestras prototipo 2	62
Tabla 4.19 Prueba de Tukey para el atributo sabor en prototipo 2	63
Tabla 4.20 Agrupación de Tukey para diferencias de las medias en el atributo sabor de muestras prototipo 2	63
Tabla 4.21 Prueba de Tukey para el atributo textura en prototipo 2	64
Tabla 4.22 Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en el atributo textura de muestras prototipo 2	64
Tabla 4.23 Prueba de Tukey para el atributo firmeza en prototipo 2	65
Tabla 4.24 Comparaciones de Tukey para diferencias de las medias en firmeza de muestras prototipo 2	65
Tabla 4.25 Matriz de resultados de la variable respuesta acidez (ácido láctico)	66
Tabla 4.26 Análisis de varianza para las variables del proceso de coagulación	67
Tabla 4.27 Variables de acidez y tiempo para control de acidez en el proceso de elaboración	75
Tabla 4.28 Variables de pH y tiempo en el proceso de elaboración	78
Tabla 4.29 Valores de sólidos solubles en la recepción de leche hasta la etapa de hilado del queso tipo Scamorza	81
Tabla 4.30 Prueba de Tukey para el atributo textura en muestras de referencia	87
Tabla 4.31 Agrupación de Tukey para el atributo textura en muestras de referencia ..	87
Tabla 4.32 Prueba de Tukey para el atributo firmeza en muestras de referencia	87
Tabla 4.33 Agrupación de Tukey para el atributo firmeza en muestras de referencia ..	88
Tabla 4.34 Análisis fisicoquímicos del queso tipo Scamorza	90
Tabla 4.35 Análisis microbiológico del queso de pasta hilada tipo Scamorza	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Clasificación de los quesos	7
Figura 2.2: Cambios químicos que se producen durante la maduración de la cuajada ..	22
Figura 3.1: Cocina industrial	28
Figura 3.2: Baño termostático	29

	Pág.
Figura 3.3: Heladera.....	29
Figura 3.4: Envasadora al vacío	30
Figura 3.5: Balanza digital	31
Figura 3.6: Balanza analítica digital.....	31
Figura 3.7: Balanza de humedad de infrarrojo	31
Figura 3.8: Refractómetro de bolsillo	32
Figura 3.9: Salinómetro.....	32
Figura 3.10: pH-metro.....	33
Figura 3.11 Proceso de elaboración de queso tipo Scamorza.....	35
Figura 3.12: Evaluación sensorial en el proceso de elaboración de queso tipo Scamorza	42
Figura 4.1: Pruebas preliminares para elaboración de queso fresco	49
Figura 4.2: Esquema metodológico para la obtención de muestra final	51
Figura 4.3: Estadístico caja y bigote para ensayo 2	54
Figura 4.4: Estadístico caja y bigote para muestras prototipo 1.....	58
Figura 4.5: Estadístico caja y bigote para muestras prototipo 2.....	61
Figura 4.6: Gráfica del cubo (medias ajustadas) acidez.....	67
Figura 4.7: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para queso tipo Scamorza.	68
Figura 4.8: Estadístico caja y bigote para caracterización de atributos sensoriales	69
Figura 4.9: Valoración del atributo sabor en QS6.....	70
Figura 4.10: Valoración del atributo olor en QS6.....	71
Figura 4.11: Valoración del atributo acidez en QS6	71
Figura 4.12: Valoración del atributo textura en QS6	72
Figura 4.13: Valoración del atributo adherencia en QS6	72
Figura 4.14: Valoración del atributo firmeza en QS6	73
Figura 4.15: Valoración del atributo acidez en QS6	73
Figura 4.16: Tiempo de salado del queso para la muestra final	74
Figura 4.17: Variación de acidez vs tiempo en la recepción de la leche y punto de hilado	76
Figura 4.18: Variación de pH vs tiempo en la recepción de la leche y punto de hilado .	79
Figura 4.19: Variación de sólidos solubles vs tiempo en la recepción de la leche y punto de hilado	82

Figura 4.20: Control de acidez en la etapa de maduración	83
Figura 4.21: Control de pH en la etapa de maduración.....	84
Figura 4.22: Control de pérdida de humedad en la etapa de maduración	85
Figura 4.23: Estadístico caja y bigote para muestras de referencia.....	86
Figura 4.24: Preferencia del atributo firmeza en muestra de referencia y muestra experimental	89
Figura 4.25: Preferencia del atributo acidez en muestra de referencia y muestra experimental	89
Figura 4.26: Control de acidez durante el almacenamiento	91
Figura 4.27: Control de pH durante el almacenamiento	92
Figura 4.28: Diagrama de proceso de elaboración de queso tipo Scamorza.....	93
Figura 4.29: Diagrama en la etapa de higienización	95
Figura 4.30: Diagrama en la etapa de pasteurización.....	96
Figura 4.31: Diagrama en la etapa de inoculación y coagulación.....	98
Figura 4.32: Diagrama en la etapa de desuerado.....	99
Figura 4.33: Diagrama en la etapa de hilado.....	101
Figura 4.34: Diagrama en la etapa de salazón del queso.....	102
Figura 4.35: Diagrama en la etapa oreado y maduración del queso.....	104