



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“EVALUACIÓN DE QUESO FRESCO UTILIZANDO CUAJO
ENZIMÁTICO DE CERDO”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para obtener el grado de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: JOANNA LIZBETH FLORES ALDAZ

DIRECTOR: Ing. MANUEL ENRIQUE ALMEIDA GUZMÁN

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Joanna Lizbeth Flores Aldaz

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Joanna Lizbeth Flores Aldaz, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de febrero de 2023

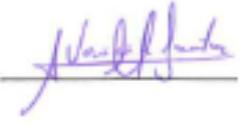


Joanna Lizbeth Flores Aldaz

060489487-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación Tipo: Trabajo Experimental “**EVALUACIÓN DE QUESO FRESCO UTILIZANDO CUAJO ENZIMÁTICO DE CERDO**”, realizado por la señorita: **JOANNA LIZBETH FLORES ALDAZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera MsC. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-02-14
Ing. Manuel Enrique Almeida Guzmán MsC. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-02-14
Bqf. María Verónica González Cabrera MsC. ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-02-14

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación a la persona más hermosa, la cual ha sido mi aspiración más grande mi bella y hermosa hija Jhoselyn Estefanía Sánchez Flores, también a mi abuelita Mélida Blanca Aldaz Yáñez las cuales son mi mayor motor para salir adelante.

Sin dejar atrás a mis queridos padres, Walberto Robinson Flores Aldaz, y Bélgica Humbelina Aldaz Silva los cuales siempre me han apoyado incondicionalmente durante todo el trayecto de mi vida. Por último, le dedico este trabajo a mis amigos que una o otra forma siempre han estado apoyándome para salir adelante, mis hermanos, mi sobrina y una persona muy especial que también me ha apoyado siempre en todo.

Joanna

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haberme permitido terminar este trabajo de titulación, al Patrón Santiago de Sibambe, Virgencita del Quinche y a la Churonita por guiarme siempre por el camino correcto.

Agradezco a todos mis docentes que nos impartieron con sus conocimientos para cada día superarnos y llegar a lograr nuestras metas, inculcándonos a ser unos profesionales responsables, honestos y con buenos fundamentos teóricos y prácticos.

Agradezco todo el apoyo incondicional de mis padres, mi prima, mis hermanos, mi sobrina y todos mis amigos.

Joanna

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS... ..	vii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1.1. El queso	3
<i>1.1.1. Tipos de queso</i>	<i>3</i>
<i>1.1.1.1. Queso fresco</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Calidad del queso.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2.1. Composición física química del queso</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2.2. Composición microbiológica del queso</i>	<i>6</i>
<i>1.1.2.3. Características organolépticas del queso.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.3. Proceso de elaboración del queso.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.3.1. Recepción.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.3.2. Filtración.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.3.3. Pasteurización</i>	<i>7</i>
<i>1.1.3.4. Enfriamiento</i>	<i>8</i>
<i>1.1.3.5. Adición de Cloruro de calcio.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.3.6. Adición del Cuajo</i>	<i>8</i>
<i>1.1.3.7. Coagulación.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.3.8. Corte de la cuajada.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.3.9. Reposo.....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.3.10. Batido.....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.3.12. Desuerado</i>	<i>9</i>
<i>1.1.3.13. Moldeado</i>	<i>9</i>
<i>1.1.3.14. Prensado</i>	<i>9</i>
<i>1.1.3.15. Salado</i>	<i>9</i>
<i>1.1.3.16. Envasado</i>	<i>10</i>

1.1.3.17. Almacenamiento.....	10
1.2. El cuajo	10
1.2.1. Cuajo de origen animal.....	10
1.2.2. Obtención de cuajo	10
1.2.3. Tipos de Cuajo	11
1.3. Estómago	11
1.3.1. Estructura del estómago del cerdo.....	12
1.3.2. Estructura del estómago del cerdo.....	13
1.3.3. Enzimas disponibles en el estómago	13
1.3.3.1. La quimotripsina	14

CAPITULO II

2.1. Localización y duración del experimento.....	15
2.2. Unidades experimentales.....	15
2.3. Equipos, materiales, insumos y reactivos.....	15
2.3.1. Equipos de campo.....	15
2.3.2. Equipos para pruebas bromatológicas.....	16
2.3.3. Equipos para pruebas microbiológicas.....	16
2.3.4. Materiales para para pruebas bromatológicas	16
2.3.5. Materiales para pruebas microbiológicas.....	17
2.3.6. Materiales para pruebas sensoriales.....	17
2.3.7. Insumos de campo	18
2.3.8. Insumos y reactivos para pruebas microbiológicas.....	18
2.3.9. Reactivos para para pruebas bromatológicas.....	18
2.4. Tratamiento y diseño experimental	18
2.5. Esquema del experimento	19
2.6. Mediciones experimentales	19
2.6.1. Pruebas físico – químicas.....	19
2.6.1.1. Determinación de pH	20
2.6.1.2. Determinación de Acidez.....	20
2.6.2. Análisis bromatológicos	20
2.6.2.1. Determinación de proteína.....	20
2.6.2.2. Determinación de grasa	20
2.6.2.3. Determinación de solidos totales.....	20

2.6.3. Microbiológico.....	20
2.6.3.1. Coliformes Totales y <i>E. coli</i> . UFC/g.....	20
2.6.3.2. <i>Salmonella</i> en 25g.....	21
2.6.4. Organoléptico.....	21
2.6.5. Económico.....	21
2.7. Análisis estadístico y pruebas de significancia.....	21
2.8. Procedimiento experimental.....	22
2.8.1. Preparación de cuajo.....	22
2.8.2. Elaboración del queso.....	22
2.9. Metodología de evaluación.....	22
2.9.1. Análisis físico – químico.....	22
2.9.1.1. Determinación de Ph.....	22
2.9.1.2. Determinación de acidez.....	23
2.9.2. Análisis bromatológicos.....	23
2.9.2.1. Determinación de sólidos totales... ..	23
2.9.2.2. Determinación del contenido de proteína.....	24
2.9.2.3. Determinación de grasa.....	24
2.9.3. Análisis Microbiológico.....	25
2.9.3.1. Coliformes Totales.....	25
2.9.3.2. <i>E. coli</i>	26
2.9.3.3. <i>Salmonella</i> UFC/g.....	26
2.9.4. Análisis organoléptico.....	27
2.9.5. Análisis económico.....	27

CAPITULO III

3.1. Composición fisicoquímica del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado en diferentes tiempos.....	29
3.1.1. pH.....	29
3.1.2. Acidez.....	29
3.1.3. Proteína.....	30
3.1.4. Grasa.....	31
3.1.5. Sólidos totales.....	32
3.2. Análisis microbiológico del queso elaborado con cuajo enzimático del estómago de cerdo macerado en diferentes tiempos.....	32

3.2.1.	<i>Coliformes totales, UFC/g</i>	32
3.2.2.	<i>Escherichia coli, UFC/g</i>	33
3.2.3.	<i>Salmonella, UFC/g</i>	34
3.3.	Análisis organoléptico del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado en diferentes tiempos	34
3.3.1.	<i>Color</i>	34
3.3.2.	<i>Aroma</i>	35
3.3.3.	<i>Sabor</i>	36
3.3.4.	<i>Textura</i>	36
3.3.5.	Análisis económico del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado en diferentes tiempos	37
3.3.6.	<i>Costo de producción, dólares/kg</i>	37
	CONCLUSIONES	39
	RECOMENDACIONES	40
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas de Riobamba.....	15
Tabla 2-2: Esquema del experimento.....	19
Tabla 3-2: Esquema del ADEVA.....	21
Tabla 4-2: Escala de 5 puntos para la prueba hedónica.	27
Tabla 1-3: Escala de 5 puntos para la prueba hedónica.	29
Tabla 2-3: Microbiología del queso fresco elaborado con cuajo enzimático de cerdo.	32
Tabla 3-3: Análisis organoléptico del queso fresco elaborado con cuajo enzimático de cerdo.	34
Tabla 4-3: Costos de producción.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Estomago del cerdo	13
Figura 1-3: Acidez del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	30
Figura 2-3: Proteína del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	31
Figura 3-3: Grasa del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	31
Figura 4-3: Echerichia coli presente en el queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	33
Figura 5-3: Echericha coli presente en el queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	33
Figura 6-3: Color del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	35
Figura 7-3: Color del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	35
Figura 8-3: Sabor del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	36
Figura 9-3: Textura del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: SOLIDOS TOTALES%

ANEXO B: GRASA %

ANEXO C: PROTEÍNA %

ANEXO D: pH %

RESUMEN

Uno de los desechos que se produce en la industria del queso es el suero, el mismo que dispone en su estructura elementos orgánicos y minerales los cuales se desperdicia al ser evacuado en los alcantarillados, por otro lado, el estómago y viseras de los animales faenados se desechan causando problemas de contaminación, por lo tanto, el objetivo de esta presente investigación fue determinar el tiempo de maceración del cuajo enzimático del estómago del cerdo desteto en la elaboración del queso fresco, la misma que se desarrolló en la planta lácteos de la Facultad de Ciencias Pecuarias ESPOCH. Las unidades experimentales fueron conformadas cada una de 20 litros de leche utilizando un total de 16 unidades experimentales que corresponde a 4 tratamientos experimentales y cada uno con 4 repeticiones. Para lo cual se realizó la maceración durante tres tiempos distintos (5 días, 10 días y 15 días) frente a un tratamiento control con cuajo comercial, por lo que se contó con 4 tratamientos experimentales y cada uno de ellos con 4 repeticiones; los mismos que fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar. Obteniendo como resultado el tratamiento de cuajo macerado durante 15 días, el pH fue de 5,35, la acidez obtenida fue de 0,16 %; la proteína 18,86%; grasa 19,09%, sólidos totales no difieren significativamente entre tratamientos siendo de 50,27%, *coliformes totales* de 312 ufc/g y para *E.coli* se obtuvo un valor de 19,67 ufc/g; se determinó la ausencia de *salmonella*, el mismo que en la evaluación sensorial obtuvo la mayor aceptabilidad. Concluyendo que la composición fisicoquímica a los 15 días de maceración del cuajo de cerdo nos permitió determinar un excelente pH, acidez, proteína, grasa y sólidos totales del queso elaborado.

Palabras Claves: < MACERACIÓN DEL CUAJO>, <QUESO FRESCO>, <CUAJO DE CERDO>, <ESTÓMAGOS DE CERDO>, <LECHE>.



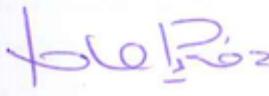
0585-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

One of the wastes produced in the cheese industry is whey. This has organic and mineral elements in its structure, which are wasted when evacuated in the sewers. On the other hand, the stomach and viscera of slaughtered animals are discarded, causing contamination problems. Therefore, this research aimed to determine the maceration time of enzymatic rennet from the stomach of weaned pigs in the production of fresh cheese. It was developed in the dairy plant of the Faculty of Livestock Sciences ESPOCH. The experimental units consisted of 20 liters of milk using a total of 16 experimental units corresponding to 4 experimental treatments with four replicates each. The maceration was carried out three different times (5 days, ten days, and 15 days) against a control treatment with commercial rennet. Thus, the four were four experimental treatments, four with four replicates distributed under a completely randomized design. As a result, the treatment with rennet macerated for 15 days presented a pH of 5.35. The acidity obtained was 0.16%, protein 18.86%, and fat 19.09%. Total solids did not differ significantly between treatments, being 50.27%, total coliforms were 312 cfu/g, and for E.coli, a value of 19.67 cfu/g was obtained. Salmonella's absence was determined, and the highest acceptability was obtained in the sensory evaluation. After 15 days of maceration of the pork rennet, it is concluded that the physicochemical composition allowed us to determine an excellent pH, acidity, protein, fat, and total solids of the cheese elaborated.

Keywords: <RASH MACERATION>, <FRESH CHEESE>, <PIG RASH>, <PIG STEMS>, <MILK>.

0585-DBRA-UPT-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.

0602698904

INTRODUCCIÓN

El queso es un producto lácteo que ha jugado y juega un importante rol en la nutrición humana desde hace varios siglos. Desde entonces, el principal objetivo ha sido y es hoy hacer de un producto altamente perecedero, como es la leche, otro que tenga larga vida y preserve sus nutrientes. En esencia, el queso es elaborado removiendo agua o suero de la leche permitiendo que los sólidos o cuajada puedan ser manejados de una manera controlada. La recolección de la leche es el primer paso de este proceso. El segundo paso es la producción de la cuajada y el tercero es la concentración de esta por corte, cocinado o no, salado y maduración (Sbodio & Revelli, 2012, p. 237).

El valor nutritivo del queso depende del proceso de elaboración, de la materia prima y de la maduración, en el cual se ve sometido a varias fermentaciones (incluida la láctica), y a su transformación en masa que provoca la reducción de su peso, conforme avanza la curación. El queso como alimento es muy completo gracias a su contenido en proteínas, lípidos y minerales como el fósforo y el calcio (sobre todo los de pasta dura); y buena parte de las vitaminas de la leche fresca, así como numerosas vitaminas de los grupos A, B y C. Concretamente, los quesos de pasta blanca y, especialmente, los que incluyen hongos internos, son ricos en vitamina B (Carranco & Rodríguez, 2015, p. 1).

En la elaboración de quesos por vía enzimática, se emplea tradicionalmente el cuajo. Su principio activo es la enzima proteolítica quimosina. Esta enzima se extrae del cuarto estómago de los terneros lactantes (Ruiz, 2014). La alta demanda del cuajo a nivel mundial ha provocado la escasez de esta enzima, debido a que su obtención implica el sacrificio de los terneros (Osorio, Gómez & Sánchez, 2008, p. 26).

En este sentido, en los últimos 20 años se realizaron investigaciones con el objetivo de sustituir el uso del cuajo en la producción de los quesos (Osorio, Gómez & Sánchez, 2008, p. 26). Existen enzimas coagulantes comerciales de origen vegetal (papaína, ficina y bromelina), animal (pepsina, tripsina, quimotripsina, quimosina) y microbianas (hongos y bacterias), denominadas coagulantes lácteos. Estas enzimas, al igual que el cuajo, son capaces de provocar la desestabilización de la micela de caseína con la formación de un gel lácteo en las condiciones habituales empleadas durante la elaboración del queso (Chaparro, y otros, 2015, p. 67-75).

El estómago del cerdo posee la enzima proteolítica quimotripsina, la misma que mediante un proceso de secado y maceración, puede ser utilizado en la industria láctea; razón por lo cual se utiliza el estómago secado de animales tiernos como cuajo para la elaboración de quesos, a nivel

casero se ha venido desarrollando frecuentemente, pero no se han realizado estudios con el sustrato macerado de este tipo de estómagos.

En este sentido se propone el presente trabajo que busca determinar si es o no factible utilizar este sustrato macerado en la elaboración de queso fresco, partiendo de los siguientes objetivos:

Determinar el tiempo de maceración del cuajo enzimático del estómago del cerdo desteto en la elaboración del queso fresco.

Analizar la composición fisicoquímica, microbiológica y organoléptica del queso fresco.

Establecer el rendimiento productivo y económico.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. El queso

El queso es el producto lácteo fresco o maduro que se obtiene por separación del suero de la leche entera, parcial o totalmente descremada, coagulada por acción del cuajo u otros coagulantes apropiados [INEN 1528, 1987] El queso puede ser definido como el producto resultante de la concentración de una parte de la materia seca de la leche por medio de la coagulación (Nolivos, 2011,p.1-131).

1.1.1. Tipos de queso

1.1.1.1. Queso fresco

El queso fresco es un queso que está listo para el consumo después de la fabricación y no será sometido a ningún cambio físico o químico adicional. Es un producto no madurado, de corta duración y que se debe conservar a temperaturas bajas [BYLUND, 20038; LUQUET, 199317; INEN 1528] El queso fresco se caracteriza por tener bordes regulares y caras lisas, una textura suave, no esponjosa, su color puede ir del blanco a crema, libre de colorantes. Deben presentar un sabor y olor lácteo característico, una humedad mayor al 65% pero no superar el 80%; su contenido de grasa puede variar según su condición de semigraso, graso o rico en grasa (Nolivos, 2011,p.1-131).

1.1.2. Calidad del queso

1.1.2.1. Composición física química del queso

La lactosa es, cuantitativa y cualitativamente, el principal carbohidrato de la leche. Su concentración varía entre 4,2 y 5%, siendo en general, su contenido más bajo al final de la lactación. Es un disacárido constituido por una molécula de α -D-glucosa y otra de β -D-galactosa, presentándose en forma de α -lactosa monohidratada y de α y β -lactosas anhidras (Scott y Col., 2002 citado (De la Haba, 2017, p. 1-225). La mayor parte de la lactosa de la leche se pierde durante el desuerado como lactosa o lactato. Sin embargo, al finalizar la elaboración (tras el salado), todavía quedan pequeñas concentraciones de lactosa en la cuajada. Esta lactosa es rápidamente

metabolizada a L-lactato por las bacterias ácido- lácticas del cultivo iniciador durante los primeros estadios de maduración, a un ritmo determinado por la temperatura y el contenido de sal en relación con la humedad de la cuajada (S, R, & Hermida M., 2004, p. 97-104).

El aumento del lactato provoca un descenso rápido del pH que desarrolla el aroma del queso, modifica su estructura (por solubilizarían de los minerales ligados a las caseínas), favorece la retracción de la cuajada y protege el medio, al impedir el desarrollo de otros microorganismos perjudiciales e inhibir acciones enzimáticas alterantes (Lindgren & Dobrogosz, 1990) citado por (De la Haba, 2017, p. 1-225).

Así, el pH depende del grado de hidrólisis sufrido por la lactosa tras la coagulación de la leche y de la cantidad de ésta que quede retenida en la cuajada tras el desuerado. Las primeras operaciones en la elaboración del queso determinan el grado de acidificación de la cuajada hasta el momento del salado. A partir de este momento, la actividad proteolítica de bacterias y mohos provoca la liberación de sustancias neutras o alcalinas que mantienen o elevan el pH y provocan la disminución de la capacidad tampón de la cuajada. El pH óptimo durante la coagulación del queso está comprendido entre 5,7 y 6. A este pH se produce una red tridimensional muy regular, que atrapa glóbulos grasos de 2-3 μm de diámetro.

Las primeras fuerzas responsables de la cohesión del gel son enlaces no covalentes (puentes de hidrógeno, hidrófobas e interacción electrostática), de los que dependen posteriormente las propiedades reológicas del queso. Por tanto, pequeños cambios en la composición iónica modifican sustancialmente la interacción de la proteína y tienen una repercusión importante sobre la estructura final y la calidad del gel proteico (Marchesseau & Col., 1997) citado por (Rodríguez I., 2015, p.1545-1551).

Los valores de pH para los quesos de cabra españoles varían entre para los quesos frescos y para los quesos más curados. Dentro de los quesos frescos andaluces, el pH varía entre 5,7 para el queso de Cádiz y 6,2 para el queso de Ronda (Fernández & Díaz, 1997)

El agua confiere plasticidad a la matriz por lo que cuando aumenta el contenido, la estructura se vuelve más plástica, determinado algunas propiedades de textura como la firmeza (Gambaro & Col., 2017 citado por (De la Haba, 2017, p. 1-225). Scott (1991) citado por (De la Haba, 2017, p. 1-225) afirma que el agua en el queso se encuentra en tres formas diferentes: agua libre que contiene sustancias solubles, agua retenida por fuerzas de atracción a las partículas de la cuajada y la grasa y agua ligada a la estructura de algunos componentes de la cuajada (proteínas). En este sentido, Hardy (1997) y Eck (1990) citado por (De la Haba, 2017, p. 1-225) señalan como factores principales

que modifican el contenido de esta fracción de agua ligada al queso el salado de la cuajada y la deshidratación producida durante la maduración.

El porcentaje de grasa en el queso está determinado por el contenido en grasa de la leche utilizada, por el tamaño del glóbulo graso, por la velocidad de coagulación, por el tratamiento de la cuajada y por el tiempo de maduración. La materia grasa de la leche se encuentra constituida fundamentalmente por triglicéridos (97-98 %) de bajo punto de fusión (líquidos a temperatura ambiente) y el resto son di- y monoacilgliceroles, ésteres de colesterol y colesterol libre, ácidos grasos libres y fosfolípidos. Rodeándolos aparece una membrana lipoproteica, cargada negativamente, que estabiliza la emulsión al impedir que los glóbulos grasos se agrupen y además los protege de oxidaciones y de enzimas lipolíticas. Durante la etapa de maduración la fracción lipídica sufre profundas transformaciones, influyendo en las características físicas, reológicas y organolépticas que van a determinar el tipo de queso elaborado (Chamorro & Losada, 2002) citado por (Rodríguez I, 2015, p. 1545-1551).

Generalmente, la fracción lipídica del queso se degrada vía enzimática (lipólisis) ya que la oxidación (degradación vía química) está muy limitada debido al bajo potencial redox que presenta el queso y a la presencia de antioxidantes naturales. Las lipasas hidrolizan la grasa con liberación de ácidos grasos, glicéridos parciales o, en último término, glicerol. La actividad de estas lipasas se ve influida notablemente por múltiples factores como la calidad de la leche de partida, la agitación y la homogeneización de esta, el tiempo y la temperatura de maduración, el valor pH del queso, la microflora presente, la adición o no de cultivo iniciador, la pasteurización, el tiempo de salado y el tipo y cantidad de coagulante utilizado (Walstra & Co, 2001) citado por (Menéndez, 2004). Estas enzimas proceden de la leche de partida, de cultivos iniciadores, del cuajo o de otras fuentes. Los mohos son los microorganismos de mayor actividad lipolítica.

Las caseínas constituyen más del 80% de las proteínas totales, presentándose en forma micelar gracias a su carácter anfílico y a su fosforilación, que favorece la interacción entre ellas y con el fosfato cálcico. Se producen en la glándula mamaria, excepto la γ caseína que se origina tras una proteólisis de la β -caseína subdividir básicamente en cinco tipos, caseínas α_1 , α_2 , β , γ y κ (Scott & Col, 2002) citado (De la Haba, 2017, p. 1-225)

Existen numerosos modelos propuestos para explicar la estructura de la micela de caseína. El más aceptado es el que afirma que la micela está constituida por un conjunto de submicelas, a su vez constituidas por agregados de moléculas de caseína. En la superficie de la micela se localiza la κ -caseína, uniéndose al centro de la caseína su zona hidrófoba y proyectando al exterior el macropéptido hidrofílico hacia la fase acuosa formando una capa de filamentos, responsables de

la estabilización estérica de la proteína (Walstra & Col, 2001) citado por (Menéndez, 2004).

La proteólisis es el fenómeno más complejo de todos los procesos bioquímicos que tienen lugar durante la maduración del queso, afectando al desarrollo del flavor y textura (Fox et al, 2017). Se divide en dos fases: la proteólisis primaria, que comprende la hidrólisis de las caseínas producida por la acción de proteinasas residuales del cuajo y la proteólisis secundaria, caracterizada por la hidrólisis de los péptidos y polipéptidos producidos durante la proteólisis primaria, como consecuencia de la acción de las bacterias, microorganismos o enzimas del cultivo iniciador, que producen péptidos y aminoácidos libres (Menéndez, 2004).

Este fenómeno bioquímico, que comienza durante la coagulación y se completa durante la fase de maduración, afecta tanto a la textura (por acción del cuajo residual y de la plasmina se produce una solubilización de la caseína haciendo la masa del queso más blanda y untuosa) como al flavor del queso (las enzimas del coagulante, del cultivo iniciador y de la microflora degradan las proteínas a péptidos y aminoácidos libres que participan directamente en el aroma y sabor o sirven de precursores para el desarrollo del flavor).

La mayoría son de tipo mineral (fosfatos, cloruros, bicarbonatos, etc.) aunque también las hay de origen orgánico (citratos y lactatos). Pese a su porcentaje relativamente bajo (0,7%), ejercen gran influencia sobre las características de la leche (Chamorro & Losada, 2002) citado por (Menéndez, 2004).

La composición mineral del queso depende de la leche de partida y del procesotecnológico, fundamentalmente de la coagulación, desuerado y salado. Las sales más importantes en la elaboración del queso son los fosfatos y citratos de calcio y magnesio. La cantidad de calcio disponible afecta al tamaño de las micelas de caseína, por lo que la adición de cloruro cálcico antes del cuajado aumenta el tamaño de éstas (Scott y Col, 2002) citado por (De la Haba, 2017). Aproximadamente el 60% del calcio suele hallarse en estado coloidal, participando en la estructura del complejo caseínico y tan sólo una décima parte se encuentra en forma de calcio reactivo.

1.1.2.2. Composición microbiológica del queso

1.1.2.3. Características organolépticas del queso

La evaluación sensorial es la valoración de un alimento por medio de los sentidos. El hombre, desde su infancia, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con las sensaciones que experimenta

al observarlos y/o al consumirlos (color, olor, dureza, aromas, picor...). Este aspecto de la calidad global de los alimentos es lo que se denomina calidad sensorial (Costell & Durán, 1981) citado por (Frezno Alvarez, 2012).

La evaluación de esta calidad se lleva a cabo mediante una disciplina científica, el análisis sensorial, cuyo instrumento de medida es el propio hombre. El análisis sensorial se define como el examen de las propiedades organolépticas de un producto por los órganos de los sentidos (ISO, 2008). Las propiedades organolépticas o sensoriales son, por tanto, los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos y son la apariencia, el flavor y las propiedades de textura (Anzaldúa-Morales, 1994) citado por (Álvarez et al, 2007).

1.1.3. Proceso de elaboración del queso

1.1.3.1. Recepción

Es el conjunto de operaciones que realizan la recepción de la leche, comprobando los requisitos generales que se especifican en la norma INEN 0009:09. Se realizaron los análisis de andén, que son pruebas de densidad, acidez, pH y grasa, debido a que es necesario conocer la clase de materia prima con que se elabora el producto y, en particular la aptitud de la leche para fabricar queso fresco (Nolivos, 2011).

1.1.3.2. Filtración

Se realizó la filtración o depuración donde se removieron las impurezas que pueden haber tenido acceso a la leche en forma involuntaria, este proceso se realizó mediante el uso de filtros (Nolivos, 2011).

1.1.3.3. Pasteurización

Es un proceso cualitativo que permite reducir la cantidad total de bacterias, destruir en su totalidad los gérmenes patógenos e inactivar las enzimas presentes en la leche. Su eficacia depende del tiempo de exposición y de la temperatura a la que se somete la leche. La pasteurización se realizó a una temperatura de 65 °C por 30 minutos, no se aconseja un tratamiento térmico muy fuerte, pues causa una disminución de la aptitud de la leche para coagular con el cuajo, ello significa más tiempo de coagulación o coágulo más suave, un desuerado más lento y pérdida de materia seca

en el suero por un coágulo débil (Nolivos, 2011).

1.1.3.4. Enfriamiento

Luego de la pasteurización la leche fue enfriada a 38 °C que es la temperatura a la que actúa el cuajo (Nolivos, 2011).

1.1.3.5. Adición de Cloruro de calcio

En la elaboración de queso fresco con cuajo vegetal se agregó 0,20 gramos de cloruro de calcio por litro de leche, según la norma del Queso fresco. Requisitos INEN 1528:87.

1.1.3.6. Adición del Cuajo

Se adicionó tres concentraciones diferentes de látex de higo: 6ml, 8ml y 10 ml por litro de leche respectivamente para cada tratamiento, la cantidad a utilizarse depende del tipo de cuajo (Nolivos, 2011).

1.1.3.7. Coagulación

El tiempo necesario para que la cuajada se forme y posea las características adecuadas para su corte depende de factores como el pH, concentración de calcio, concentración de cuajo y temperatura. La cuajada tiene la apariencia de un gel y se forma al cabo de unos 30 a 40 minutos después de haber vertido el cuajo vegetal (Nolivos, 2011).

1.1.3.8. Corte de la cuajada

La división de la cuajada se la realizó lenta y cuidadosamente, los cortes son de forma cuadrículada, para obtener pequeños cubitos; tienen que ser netos y completos, la masa debe seccionarse y no desgarrarse y mucho menos deshacerse. Del tamaño de los granos de cuajada depende el contenido de agua que se desea en el queso. Para elaborar quesos blandos, los cuales tienen bastante agua, es necesario cortar el bloque de cuajada en granos grandes. Por el contrario, para obtener quesos duros, con poca agua en el interior de la masa, los granos deben ser muy pequeños (Nolivos, 2011).

1.1.3.9. Reposo

Después del corte se dejó reposar la cuajada por 10 minutos para facilitar la extracción del suero (Nolivos, 2011).

1.1.3.10. Batido

Se agitó los granos de la cuajada de 5 a 10 minutos dentro del suero caliente para que comience el desuerado desde el interior. Conforme avanza el batido, el grano disminuye en volumen y aumenta la densidad por la pérdida de suero; por esta razón, es necesario batir el granulo con mayor fuerza. La idea del batido es separar las partes sólidas del suero y si algunas pequeñas partículas de queso flotan en el suero, se procede a utilizar colador para no perderlas (Nolivos, 2011).

1.1.3.12. Desuerado

Consiste en separar el suero de los granos de cuajada, para el desuerado nos valemos de lienzos (Nolivos, 2011).

1.1.3.13. Moldeado

El moldeado del queso tiene como finalidad dar el tamaño y forma de acuerdo con sus características. La cuajada se colocó en los moldes de forma esférica se revistieron con un lienzo para facilitar la salida del suero y formar la corteza (Nolivos, 2011).

1.1.3.14. Prensado

Para la mayor parte de los quesos el proceso del moldeado se termina con un prensado y el objetivo es dar la forma característica del queso correspondiente. Además, es parte importante en el proceso de formación de cáscara, unión de los granos y eliminación del suero. La presión y el tiempo dependen del tamaño del queso y la firmeza, por lo que el prensado se lo realizó por simple presión del propio peso, con el fin que se realice el desuerado o auto prensado (Nolivos, 2011).

1.1.3.15. Salado

El objetivo del salado consiste en dar al queso un sabor característico, regular el desarrollo de los microorganismos y regular la función de las enzimas. La salmuera se preparó disolviendo 2,7 Kg en 10 litros de agua con el fin de llegar a los 19 a 22 Grados Boume, esta preparación se enfrió hasta los 12°C aproximadamente colocando los quesos de 2 a 3 horas (Nolivos, 2011).

1.1.3.16. Envasado

El objetivo del envasado es dar al queso una apariencia agradable, protegerlo contra el ataque de microorganismos y perturbaciones mecánicas. El material utilizado para el envasado fueron las fundas plásticas (Nolivos, 2011).

1.1.3.17. Almacenamiento

Los quesos una vez envasados pueden ser consumidos enseguida, el queso se almacenó en refrigeración a una temperatura de 8 a 10 °C (Nolivos, 2011).

1.2. El cuajo

Se entiende por cuajo aquellas sustancias capaces de propiciar la precipitación de la caseína de la leche y formar la cuajada, desde este punto de vista tenemos el cuajo de origen animal, vegetal y microbiano (Ibañez, 2015).

1.2.1. Cuajo de origen animal

Actúan con las enzimas quimasas (quimosina o rennina), se obtiene de los cuajares o abomasos de los terneros, corderos o cabritos lactantes, aunque se utilizan también de los rumiantes adultos y de otras especies como el cuy, pollo, cerdo, etc. (Ibañez, 2015).

Cuajo de ternero es el más genuino y utilizado, contiene 701 % de quimosina o más del 5-30 % de pepsina, mientras más joven es el ternero, el cuajo tendrá más quimotripsina y menos pepsina y será de mejor calidad (Ibañez, 2015).

1.2.2. Obtención de cuajo

Después del sacrificio del ternero se obtiene el abomaso, se elimina los tejidos grasos adherentes

y de membranas mesentéricas (López, 2003) y dejar secar al ambiente, no se recomienda lavar con agua para evitar la pérdida de la quimisisina del abomaso (Ibañez, 2015).

Secado. Los estómagos deben ser secados a temperatura ambiente, lo más rápido posible para luego inflados trasladarlos a un local con buena circulación de aire seco a una temperatura de 25-30 °C. luego de varios días de exposición, los estómagos vienen desinflados y almacenados en un lugar seco; este almacenamiento puede prolongarse hasta por un año, los cuajos pueden considerar listos para la extracción a los 9 meses (Ibañez, 2015).

Proceso de extracción. Antes de la extracción, los estómagos pueden o ser privados del extremo pilórico. Luego son reducidos a pedazos pequeños y expuestos en maceración (4 estómagos por cada litro de agua) en el líquido estrayente, cuya composición es importante para favorecer la extracción de la enzima y obtener un producto inocuo, inhibir el desarrollo bacteriano y permitir la filtración, la filtración puede durar de 4 a 2 días según el grado de salinidad del baño (7-25% de ClNa) (Ibañez, 2015).

La temperatura de conservación del cuajo no debe ser superiores a 20°C puesto que hacen perder la fuerza del cuajo, aunque esté bien conservado, esta pérdida en algunos casos puede llegar al 10 % de la pérdida de la fuerza inicial (Ibañez, 2015).

1.2.3. Tipos de Cuajo

- Líquido
- En polvo
- En pastilla
- Cuajo natural
- Cuajo en pasta

1.3. Estómago

El estómago del cerdo es voluminoso (6 a 8 litros), situado hacia la izquierda del intestino delgado mide de 15 a 20 metros, capacidad de plano medio. consta de duodeno, yeyuno e íleon, el ciego es cilíndrico con una longitud de 30 cm. El colon está situado al lado derecho del plano medio (Neira, 1987).

El sistema digestivo del cerdo es apropiado para raciones completas en base a concentrados que

generalmente se alimentan. Todo el tracto digestivo es relativamente sencillo además posee un solo estómago por lo que se denomina monogástrico, en cuanto a los órganos que están involucrados, están conectados a través de un tubo músculo-membranoso que va de la boca al ano. Sin embargo, este multifacético sistema involucra muchas funciones complejas e interactivas (De Rouchey, 2014).

1.3.1. Estructura del estómago del cerdo

El estómago es un órgano muscular responsable de almacenar, iniciar la descomposición de nutrientes, y pasar la digesta hacia el intestino delgado; tiene cuatro áreas diferentes que incluyen la región del esófago, la de las glándulas cardias, y la región de las glándulas fúndicas y pilóricas (De Rouchey, 2014).

La región esofágica está ubicada en la entrada del estómago, del esófago. Esta región del estómago no segrega enzimas digestivas pero su importancia es que aquí es donde ocurre la formación de úlceras en cerdos. La irritación de esta área debida a las partículas finas en tamaño, al estrés u otros factores del medio ambiente, puede contribuir con la formación de úlceras en cerdos. Una vez que la comida pasa por esta región ingresa a la región cardias. En la porción de los cardias del estómago se segrega mucosidad y se mezcla con el alimento digerido. El alimento pasa entonces a la región del fundus que es la parte más grande del estómago donde empieza el proceso digestivo (De Rouchey, 2014).

En esta región las glándulas gástricas segregan ácido hidroc্লórico, lo cual resulta en un pH bajo de 1.5 a 2.5. Este pH bajo elimina la bacteria ingerida con el alimento, otras secreciones en esta región están presentes en forma de enzimas digestivas, específicamente pepsinógeno. Luego el pepsinógeno se descompone con el ácido hidroc্লórico para formar la pepsina, la cual está involucrada con el catabolismo proteico (De Rouchey, 2014).

Finalmente, la digesta se mueve hacia el fondo del estómago, que es la región pilórica. Esta región es responsable de segregar mucosidad para alinear las membranas digestivas y prevenir daño de la digesta baja en pH a lo que pasa al intestino delgado. El esfínter pilórico regula la cantidad de quimo (digesta) que pasa al intestino delgado. Esta es una función importante y no se debe sobrecargar en intestino delgado con quimo, para que ocurra una digestión eficiente y se absorban los nutrientes (De Rouchey, 2014).

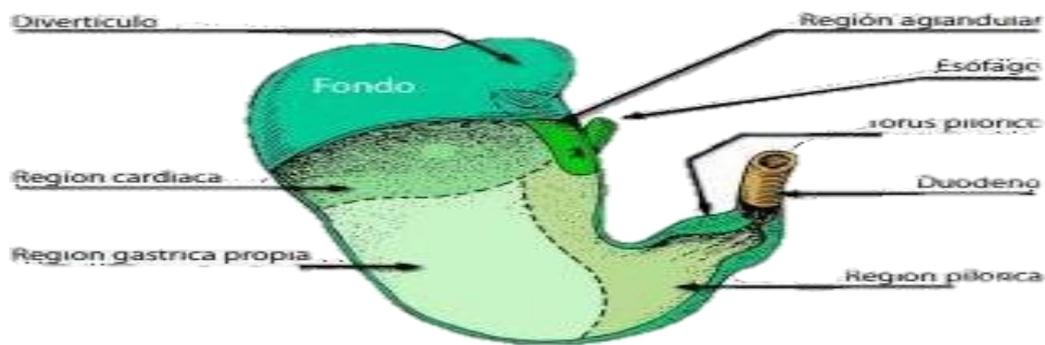


Figura 1-1. Estómago del cerdo

Fuente: (De Rouchey, 2014).

1.3.2. Estructura del estómago del cerdo

La estructura básica para describir histológicamente este órgano es la misma descrita para los órganos tubulares de este sistema, donde se observa una túnica mucosa, la submucosa, una túnica muscular y una externa que en este caso es una serosa. El cerdo presenta dos zonas que difieren en su estructura histológica: zona aglandular o esofágica la que presenta epitelio estratificado plano y no se observan glándulas, y la zona glandular en la que la túnica mucosa presenta un epitelio simple prismático alto, que al invaginarse forma las glándulas, que caracterizan a cada región de la mucosa glandular. La región aglandular es muy pequeña en el cerdo, su lámina propia presenta fibras colágenas, elásticas y reticulares dispuestas irregularmente, no existe una clara muscular de la mucosa, la unión de esta zona con la glandular es brusca (Macedo, 2016, p. 17-19).

1.3.3. Enzimas disponibles en el estómago

Las glándulas digestivas que actúan primero son las glándulas salivares de la boca. La saliva que producen las glándulas contiene una enzima que comienza a digerir el almidón de los alimentos y lo transforma en moléculas más pequeñas. Una enzima es una sustancia que acelera las reacciones químicas en el cuerpo. El siguiente grupo de glándulas digestivas está en la membrana que tapiza el estómago. Éstas producen ácido y una enzima que digiere las proteínas. Una gruesa capa de moco tapiza la mucosa y evita que la acción ácida del jugo digestivo disuelva el tejido del estómago. En la mayoría de las personas, la mucosa estomacal puede resistir el jugo, a diferencia de los alimentos y de otros tejidos del cuerpo. Después de que el estómago vierte los alimentos y su jugo en el intestino delgado, los jugos de otros dos órganos se mezclan con los alimentos para continuar el proceso. Uno de esos órganos es el páncreas, cuyo jugo contiene un gran número de enzimas que descomponen los carbohidratos, las grasas y las proteínas de los alimentos. Otras enzimas que participan activamente en el proceso provienen de glándulas en la

pared intestinal. El segundo órgano, el hígado, produce la bilis, otro jugo digestivo. La bilis se almacena en la vesícula biliar entre las comidas. Cuando comemos, la bilis sale de la vesícula por las vías biliares al intestino y se mezcla con las grasas de los alimentos. Los ácidos biliares disuelven las grasas en el contenido acuoso del intestino, casi del mismo modo que los detergentes disuelven la grasa de una sartén. Después de que las grasas se disuelven, las enzimas del páncreas y de la mucosa intestinal las digieren.

1.3.3.1. La quimotripsina

La α -quimotripsina es, según las clasificaciones de proteasas dadas en una endoproteasa con un residuo serina en el centro activo. Su origen se encuentra en las células acínicas del páncreas, donde se sintetiza en forma de precursor inerte, el quimotripsinógeno A, el cual está formado por una sola cadena polipeptídica de 245 residuos aminoácidos, con un peso molecular aproximado de 25 KDa. Este precursor inerte es transportado por el jugo pancreático hasta el intestino delgado, donde es atacado por la tripsina (serinoproteasa), lo que origina la ruptura de un enlace peptídico crucial para originar la enzima plenamente activa. Esta ruptura ocurre entre los residuos Arg15 e Ile16, (13, 14), originando un producto, compuesto por dos cadenas, completamente activo, llamado n-quimiotripsina. Esta forma de la enzima no es estable en el intestino y sufre dos rupturas más (catalizadas por otras dos moléculas de quimotripsina) originando sucesivamente 5-quimotripsina (ruptura Leu13-Ser14) y α -quimotripsina (Thr,47 - Asn148). Esta última, la α -quimotripsina, es, por tanto, una enzima cuya estructura está formada por tres cadenas polipeptídicas unidas entre sí por puentes disulfuro. Una representación esquemática. Así, la α -quimotripsina consta de 241 residuos aminoácidos con un peso molecular aproximado de 24,8 KDa; las tres cadenas pépticas unidas por enlaces disulfuro constan de 13, 131 y 97 residuos respectivamente y se denominan A, B y C. Los residuos esenciales para la actividad catalítica de la proteína aparecen señalados con círculos, y son Asp1~, Ile57 y Ser195. Los aminoácidos que intervienen en la conversión de quimotripsinógeno inactivo en α -quimotripsina activa están marcados con cuadros y son: Ile16, Asp1~ e His~. Muchos otros aminoácidos, que no están marcados, son importantes para la unión del sustrato porque forman la cavidad en la cual se fijan las cadenas (Torres, 1997).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo de titulación se realizó en la planta lácteos de la Facultad de Ciencias Pecuarias ubicado en la Estación Agroturística Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicado vía a Licto a 7.5 km de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, a una altitud de 2750 m.s.n.m., a una latitud Sur de 01° 38" y longitud Oeste de 78° 40.

Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas de Riobamba.

	Indicadores
Temperatura	13.0 °C
Humedad relativa	66 %
Precipitación anual	558 mm/año

Fuente: Estación Meteorológica de la FRN. ESPOCH. 2020.

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

La duración del trabajo experimental fue de 90 días, tiempo en el cual se realizó la obtención, de los estómagos de cerdos lactantes, el secado, macerado, su aplicación del cuajo en la elaboración de queso fresco, análisis físico químico, microbiológico y organoléptico del queso.

2.2. Unidades experimentales

Las unidades experimentales estarán conformadas cada una de 20 litros de leche utilizándose un total de 16 unidades experimentales que corresponde a 4 tratamientos experimentales y cada uno con 4 repeticiones.

2.3. Equipos, materiales, insumos y reactivos

2.3.1. Equipos de campo

- Olla de doble fondo
- Mesa de acero para elaboración de quesos
- Moldes de acero inoxidable

- Prensa
- Paletas
- Termómetro
- Papel tornasol
- Tela de filtrado
- Baldes de plástico
- Lira de corte
- Mallas de plástico
- Tina de salmuera
- Fundas ziploc
- Fundas para empacado
- Botas, mandil
- cofia, mascarilla

2.3.2. Equipos para pruebas bromatológicas

- Estufa
- Refrigeradora
- Equipo micro kjeldahl
- Balanza analítica
- pH- metro

2.3.3. Equipos para pruebas microbiológicas

- Autoclave
- Incubadora
- Cámara de flujo laminar
- Plancha de calentamiento
- Contador de colonias
- Microscopio
- Refrigeradora
- Balanza de precisión
- Vortex

2.3.4. Materiales para para pruebas bromatológicas

- Acidómetro
- Crisoles
- Desecador
- Matraz de Erlenmeyer
- Vasos de precipitación
- Buretas
- Probetas
- Mortero y pistilo
- Papel filtro

2.3.5. *Materiales para pruebas microbiológicas*

- Tubos de ensayo
- Cajas Petri
- Micropipeta
- Espátula
- Vasos de precipitación
- Papel aluminio
- Papel industrial
- Guantes, cofia, mascarilla
- Mandil
- Bureta
- Mechero
- Puntas
- Gradillas
- Piseta
- Portaobjetos
- Tanque de gas
- Frascos termorresistentes
- Libreta

2.3.6. *Materiales para pruebas sensoriales*

- Boletas de catación
- Esferos
- Platos desechables

- Mondadientes

2.3.7. *Insumos de campo*

- Leche
- Enzimas del estómago de cerdo macerado (liquido)
- Cloruro de calcio
- Sal en grano

2.3.8. *Insumos y reactivos para pruebas microbiológicas*

- Agar (SS Agar Salmonella Shigella Agar)
- Agar BD Baird
- Parker Agar
- EMB Agar
- Placas Petrifilm (Enterobacterias)
- Jabón líquido
- Alcohol (70 % - 96 %)
- Agua destilada
- Cristal violeta
- Alcohol cetona
- Lugol
- Safranina
- Aceite de inmersión

2.3.9. *Reactivos para para pruebas bromatológicas*

- Sulfato de cobre
- Sulfato de sodio
- Catalizadores
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Alcohol

2.4. Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó la calidad del queso fresco obtenido mediante el empleo del estómago de cerdos lactantes que fueron secados y macerados con diferentes periodos (5, 10 y 15 días) frente a un tratamiento control (cuajo comercial), por lo que se contó con 4 tratamientos experimentales y cada uno de ellos con 4 repeticiones; los mismos que fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar, que para su análisis se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y = \mu + r_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y: valor estimado de la variable

μ : Media general

r_i : efecto de los tiempos de maceración de cuajo del cerdo desteto

ϵ_{ij} : error experimental.

2.5. Esquema del experimento

El esquema del trabajo experimental se describe a continuación en la tabla 2–2.

Tabla 2-2: Esquema del experimento.

Periodo de maceración del estómago seco.	Código	Repeticiones	T.U.E.*	T.U.E./trat.
Control	T0	4	20	80
5 días	T1	4	20	80
10 días	T2	4	20	80
15 días	T3	4	20	80
Total, de leche				320

Elaborado por: Flores, Joanna, 2023.

*Tamaño de la unidad experimental: 20 litros de leche.

2.6. Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se realizaron fueron las siguientes:

2.6.1. Pruebas físico – químicas

Las mediciones experimentales realizadas para esta investigación son:

2.6.1.1. Determinación de pH.

Se determinó el pH con el método de ensayo descrito en (NMX - F 099, 1970, p. 1-3).

2.6.1.2. Determinación de Acidez.

La acidez se determinó de acuerdo con el método de ensayo de la NTE INEN 13 por titulación mediante ácido clorhídrico.

2.6.2. Análisis bromatológicos

2.6.2.1. Determinación de proteína.

La proteína se determinó realizando, siguiendo el método de ensayo de la (NMX - F 098, 1976, p.1-5) para leche y productos lácteos.

2.6.2.2. Determinación de grasa.

La grasa se realizó de acuerdo con lo establecido en la normativa ecuatoriana, se siguió el procedimiento descrito en (NTE INEN 64, 1973, pp.1-12).

2.6.2.3. Determinación de sólidos totales

La determinación de sólidos totales se realizó mediante la norma (NTE INEN 63, 1973, p.1-7), donde se pesa una porción de muestra y se seca por calentamiento en un horno de secado a 102°C y luego se pesa para determinación de pérdida de masa.

2.6.3. Microbiológico

2.6.3.1. Coliformes Totales y E. coli. UFC/g

Para analizar coliformes y E. coli se realizó mediante el procedimiento descrito por la AOAC 991.14, en donde se describe el manejo, recepción y preparación de la muestra hasta el reporte de los resultados. (AOAC 991.14, p. 2-12).

2.6.3.2. *Salmonella* en 25g

Para la determinación de salmonella se siguió el procedimiento descrito en la norma NTE INENISO 6785 en donde se detalla el procedimiento para la detección de salmonella.

2.6.4. *Organoléptico*

- Color, 5 puntos
- Aroma, 5 puntos
- Sabor, 5 puntos
- Textura, 5 puntos
- Total, 20 puntos

2.6.5. *Económico*

- Dólares por producción, USD/kg
- Beneficio / costo

2.7. *Análisis estadístico y pruebas de significancia*

Los resultados experimentales se analizaron a través del modelo matemático utilizando:

- Análisis de varianza (ADEVA) con $P \leq 0.05$
- Separación de medias según Tukey
- Gráficos de Frecuencia
- Estadística descriptiva

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA.

Análisis de varianza	Grados de libertad	
Total	$tr - 1$	15
Tiempos de maceración	$t - 1$	3
Lineal	$2 - 1$	1
Cuadrática	$2 - 1$	1
Cúbica	$2 - 1$	1
Error	$t(r - 1)$	12

Elaborado por: Flores, Joanna, 2023.

2.8. Procedimiento experimental

2.8.1. Preparación de cuajo

Una vez obtenido el estómago del cerdo, este se procedió a secar naturalmente con calor y humo de leña, hasta que haya un contenido de humedad de aproximadamente un 10 %. Luego se puso porciones del estómago del cerdo secado a procesos de maceración en suero de leche fresco sal al 20 % por un periodo de tiempo de 5, 10 y 15 horas respectivamente.

2.8.2. Elaboración del queso

- Recepción de la leche
- Análisis básico de la calidad de la leche
- Pasteurización
- Inoculación de las enzimas a 35 °C por un periodo de 30 minutos
- Cortado de la cuajada
- Batido de la cuajada por un espacio de 10 minutos
- Reposo de la cuajada por espacio de 10 minutos
- Primer desuerado
- Batido de la cuajada por 5 minutos
- Lavado de la cuajada con sal yodada al 10 %
- Reposo de la cuajada por 10 minutos
- Segundo desuerado
- Colocado de la cuajada en moldes
- Moldeo de la cuajada por espacio de 15 minutos y viraje y reposo de 15 minutos
- Prensado del queso por un espacio de una hora
- Salado en la salmuera por 30 minutos.
- Almacenado hasta realizar los análisis fisicoquímico, microbiológico y organoléptico.

2.9. Metodología de evaluación

2.9.1. Análisis físico – químico

2.9.1.1. Determinación de pH

Para la determinación del pH se basó en la (NMX - F 099, 1970, p.1-3), mediante el siguiente procedimiento:

- Colocar la muestra con agua destilada y agitar.
- Lavar los electrodos con agua destilada.
- Calibrar el pH metro con solución buffer.
- Insertar la base del pH metro en el recipiente que contiene la muestra.
- Proceder a la lectura.

2.9.1.2. Determinación de acidez

Esta prueba nos permite determinar la cantidad de acidez expresada en ácido láctico (%), el procedimiento se lo realizó de acuerdo con la (NTE INEN 13, 1983, p.1-2):

- Pesar 10 gramos de muestra de queso triturado.
- Agregar la muestra y 100 ml de agua destilada
- Mezclar y filtrar la solución.
- Tomar 25 ml de lo filtrado en un Erlenmeyer.
- Cargar el acidómetro con la solución de Hidróxido de sodio 0.1 N (NaOH)
- Agregar 3 – 4 gotas de fenolftaleína y proceder a titular, gota a gota hasta que adquiera un color rosa pálido.
- Registrar el gasto de NaOH en mililitros.

2.9.2. Análisis bromatológicos

2.9.2.1. Determinación de sólidos totales

Para determinar sólidos totales se basó en siguiente norma (NTE INEN 63, 1973, p.1-7), mediante el siguiente procedimiento:

- Colocar los crisoles en la estufa durante 12 horas, luego sacarlos y dejarlos enfriar en el desecador por 30 min.
- Pesar los crisoles y poner la muestra 1-2 gramos.
- Colocarlos en la estufa por 24 horas.
- Sacarlos de la estufa y ponerlos en el desecador para enfriarlos por 30 min.
- Posteriormente pesarlos y tomar lectura.

- Finalmente aplicar la fórmula con los datos obtenidos.

$$SS (\%) = \frac{m2 - m}{m1 - m} \times 100$$

En donde:

H = sustancia seca en porcentaje en masa.

m = masa de la cápsula en g

m1 = masa de la cápsula con la muestra en g

m2 = masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento en g.

2.9.2.2. Determinación del contenido de proteína

Para el contenido de proteína se basó en la (NMX - F 098, 1976, p.1-5), mediante el siguiente procedimiento:

- Colocamos en un balón de digestión micro Kjeldahl entre 1 a 2 g de muestra, se añade 1 g de sulfato de cobre y 9 g de sulfato de sodio; más 25 ml de ácido sulfúrico y lo instalamos en el aparato de digestión hasta obtener un líquido color verde esmeralda.
- Retiramos el balón y lo dejamos enfriar, posteriormente continuamos con la fase de destilación donde colocamos un Erlenmeyer con 100 ml de ácido bórico. En el balón adicionamos 200 ml de agua; granallas de zinc, y 100 ml de hidróxido de sodio y procedemos a destilar.
- Una vez obtenido el destilado procedemos a titular.
- Continuamos con la fase de titulación donde colocamos en el Erlenmeyer entre 4 a 5 gotas de indicador mixto y titulamos con HCl.
- Finalmente. La cantidad de HCl gastado en la titulación se anota para calcular con la siguiente fórmula:

$$\% P = \frac{V \times N \times f \times 0.014}{m} \times 100$$

En donde:

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa

f = factor para transformar el %N2 en proteína, y que es específico para cada alimento.

V = volumen de HCl empleado para titular la muestra en mL

N1 = normalidad del HCl m= masa de la muestra analizada.

2.9.2.3. Determinación de grasa

Esta prueba nos permite determinar el contenido de grasa basado en la (NTE INEN 64, 1973, pp.1-12), mediante el siguiente procedimiento:

- Pesar 1,5 gramos de muestra de queso, triturarla.
- Colocar la muestra en el butirómetro.
- Verter ácido sulfúrico por la extremidad del butirómetro hasta que el nivel del ácido alcance las 2/3 partes de la cámara del butirómetro y recubra totalmente el queso.
- Sumergir el butirómetro dentro del baño maría de agua a 65° - 67° C, durante 5 minutos, retirarlo y agitarlo enérgicamente durante un determinado tiempo, repetir las operaciones hasta la disolución de toda la muestra.
- Verter 1 cm³ de alcohol amílico en el butirómetro y agitarlo suavemente no menos de 3 segundos.
- Si el caso lo requiere añadir más ácido sulfúrico hasta que el butirómetro se llene hasta 5 mm por debajo de la escala graduada.
- Cerrarlo y agitarlo suavemente en una vitrina de protección hasta que se mezcle completamente y las partículas sólidas desaparezcan.
- Luego colocar el butirómetro en baño maría de agua a 65° - 67° C durante 5 minutos, cuidando que la columna de grasa quede sumergida completamente en el agua.
- Retirarlo, mezclar y centrifugar el butirómetro con su tapa colocada hacia afuera, colocarlos simétricamente equilibrando con uno que contenga igual volumen, la operación tardará en un tiempo no menor a 5 ni mayor a 6 minutos.

Retirarlo de la centrífuga y colocarlo con la tapa hacia abajo en el baño maría de agua a 65° - 67° C, durante 5 minutos, manteniendo la columna de grasa completamente sumergida en agua. – Sacar el butirómetro del baño de agua maría y examinar su contenido, si hay una clara división entre la capa de grasa y el ácido proceder a la lectura, y si no existe una clara división repetir los pasos anteriores.

2.9.3. Análisis Microbiológico

2.9.3.1. Coliformes Totales

La siembra se lo realizó de acuerdo con la (NTE INEN 1529 - 13, 2013, p.1-3), donde se procede a:

- Esterilizar los materiales en la autoclave por 15 minutos a 125 ° C (tubos de ensayo, puntas).

- Se continúa con el pesaje de las muestras (1 g) para 9 ml de agua y la dilución de las muestras a la -1, -2 y -3.
- Encender la cámara de flujo laminar para la eliminación de posibles contaminantes en el aire.
- Con la dilución de 10⁻³ sembrar en las placas Petrifilm 3M.
- Rotular las placas Petrifilm 3M y colocar 1 ml de solución en el centro de la placa con la ayuda de una micropipeta, en posición inclinada
- Correr la película superior hacia abajo, evitando la formación de burbujas de aire. - Presionar con el aplicador el círculo del cultivo.
- Tiempo de incubación de las placas Petrifilm 3M a 37 ° C durante 24 h ± 2 h. Para el recuento se tomó de acuerdo con el instructivo (AFNOR 3M, 1997, p.11-15).

2.9.3.2. *E. coli*

Para la determinación se realizó de acuerdo con la (NTE INEN 1529 - 8, 2016, p.6-8).

- Esterilizar los materiales en la autoclave por 15 minutos a 125 ° C (tubos de ensayo, puntas).
- Preparar el agar; realizar el cálculo de acuerdo con lo requerido; auto clavar el agar (15 min a 120 °C).
- Enfriar a unos 50°C. Mezclar y verter en cajas Petri estériles. - Se continúa con el pesaje de las muestras (1 g) para 9 ml de agua y la dilución de las muestras a la -1, -2 y -3.
- Con la dilución de 10⁻³ sembrar en las cajas Petri.
- Incubar las placas invertidas de 35 °C a 37 °C por 24 h ± 2 h.
- Examinar las placas entre 18 – 24 horas, se presentan con un color púrpura con centro negro y verde brillo metálico.

2.9.3.3. *Salmonella* UFC/g

Para la siembra para *Salmonella* se lo realizó de acuerdo con la (NTE INEN 1529 - 15, 2013, p.1-7).

- Esterilizar los materiales en la autoclave por 15 minutos a 125 ° C (tubos de ensayo, puntas).
- Preparar el agar; realizar el cálculo de acuerdo con lo requerido.
- Hervir con agitación frecuente para disolver completamente el medio, no esterilizar en la autoclave, ni sobrecalentar ya que el sobrecalentamiento puede destruir la selectividad del medio.
- Enfriar a unos 50°C. Mezclar y verter en cajas Petri estériles.

- Se continua con el pesaje de las muestras (1 g) para 9 ml de agua y la dilución de las muestras a la -1, -2 y -3. - Con la dilución de 10⁻³ sembrar en las cajas Petri.
- Invertir las placas e incubarlas a 37 ± 1°C por 24h.
- Examinar las placas entre las 18 y 24 horas, si el crecimiento es pobre y no aparecen colonias típicas de salmonelas, la mayoría de las colonias típicas de salmonelas son opacas o traslúcidas, incoloras o de color crema, con o sin centro negro. Las pocas salmonelas que fermentan la lactosa presentan colonias lisas de color rosa o naranja.

2.9.4. *Análisis organoléptico*

Se empleó la prueba de aceptación con una escala hedónica con el fin de conocer si la muestra que se presenta es aceptada o no por los panelistas en base a (Espinoza, 2007, p. 81), donde se aplicaron boletas de catación para la evaluación sensorial, lo cual se realizó a 60 estudiantes de la Escuela de Agroindustrias de la Facultad de Ciencias Pecuarias, con la siguiente calificación según su percepción mediante una escala hedónica como se muestra en la tabla 2-4.

Tabla 4-2: Escala de 5 puntos para la prueba hedónica.

Puntos	Escala
5	me gusta mucho
4	me gusta
3	ni me gusta ni me disgusta
2	me disgusta
1	<u>me disgusta mucho</u>

Elaborado por: Flores, Joanna, 2023.

Se realizo trozos de 10 gramos aproximadamente y colocar en un recipiente blanco para que el catador realice el respectivo análisis del color, olor, sabor, textura y apariencia.

El panel calificador debe cumplir con ciertas normas como: estricta individualidad entre panelistas; disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas. Una vez definidas las muestras, se procedió a la evaluación sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente, en la que se pidió valorar las muestras en una escala numérica. Este proceso se repitió en cada sesión (total cuatro sesiones), con todos los resultados obtenidos se procedió a la evaluación estadística correspondiente.

2.9.5. *Análisis económico*

Los costos de producción se determinaron dividiendo los egresos totales para la cantidad obtenida y sus resultados se expresaron en dólares por kg.

$$\text{Costo de producción, Dolares/litro} = \frac{\text{Egresos totales, dolares}}{\text{Cantidad de queso obtenido, kg}}$$

Mientras que el beneficio/costo, se obtuvo dividiendo los ingresos totales para los egresos totales realizados.

$$\text{Beneficios/costo} = \frac{\text{Ingresos totales, dolares}}{\text{Egresos totales, dolares}}$$

CAPITULO III

3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Composición fisicoquímica del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado en diferentes tiempos

Los resultados de la composición fisicoquímica del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo con diferentes períodos de maceración, se reporta en la tabla 3-1.

Tabla 1-3: Escala de 5 puntos para la prueba hedónica.

Parámetros	Días de maceración del cuajo				CV	E.E	P < 0.05
	0	5	10	15			
pH	5,32 b	5,24 a	5,32 b	5,35 b	0,72	0,02	0,0098
Acidez %	0,16 b	0,13 a	0,15 a b	0,16 b	7,58	0,01	0,0061
Proteína %	17,49 c	16,04 a	16,78 b	18,86 d	1,02	0,09	<0,0001
Grasa %	20,58 b	21,97 c	19,51 a	19,09 a	1,11	0,11	<0,0001
Solidos totales %	49,84 a	49,50 a	49,98 a	50,27 a	1,29	0,32	0,4275

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.1.1. pH

El pH del queso fresco elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado durante 15 días fue de 5.25 que corresponde a un producto ligeramente ácido, valor que difiere significativamente ($p < 0.01$) del resto de tratamientos, principalmente del control con el cual se registró un pH en el queso de 5.32 que corresponde a un producto ácido. Esto puede ocurrir ya sea por la sal y el humo que se utiliza para conservar el cuajo de cerdo durante 60 días este mantiene el producto neutro (pH: 7) y al macerar durante 10 días conserva la neutralidad haciendo que en el queso tenga un pH ligeramente ácido, mientras que los extremos y más aún el cuajo comercial enzimático bajan el pH del queso.

3.1.2. Acidez

La acidez del queso fresco elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado durante varios días registra una diferencia altamente significativa que varía desde 0,13% del quinto día de macerado al 0,16 % que corresponde a los 15 días macerado. Esto posiblemente ocurre a que procede de la leche normal que tiene una acidez titulable de 0.13 a 0.16 (INEN, 2008. p. 1-10.) esta particular de la acidez se debe a la acción de las enzimas coagulantes que producen acidez en ácido láctico (Alviar, 2010. pp: 765 - 806.).

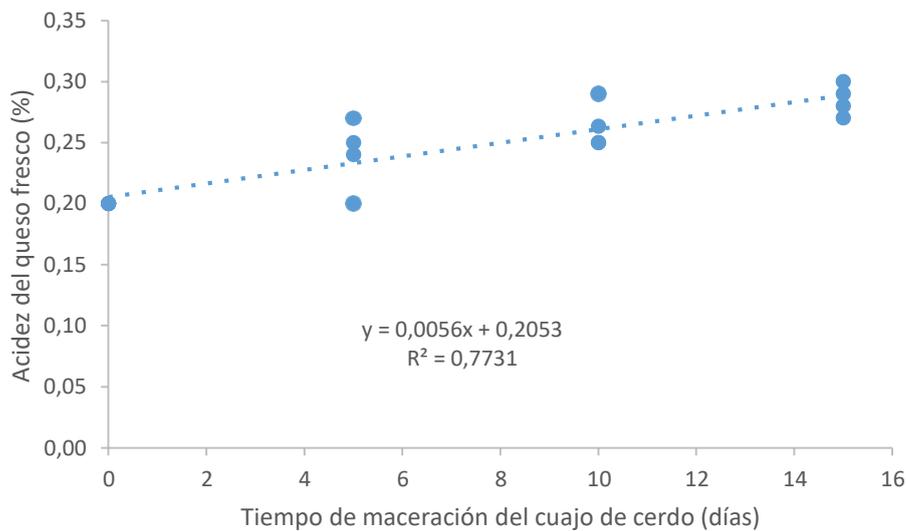


Figura 1-3. Acidez del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.1.3. Proteína

El contenido de proteína del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado durante 15 días fue de 18,86% valor que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente el de los 5 días que fue 16.04%; esto quizá se deba a que el cuajo de cerdo tenga mayor fuerza para que la proteína y sólidos totales de la leche se precipiten del suero, aunque se puede mencionar que en estudios se han determinado el 23 % de proteína (Alba, 2008. p. 805 - 909.).

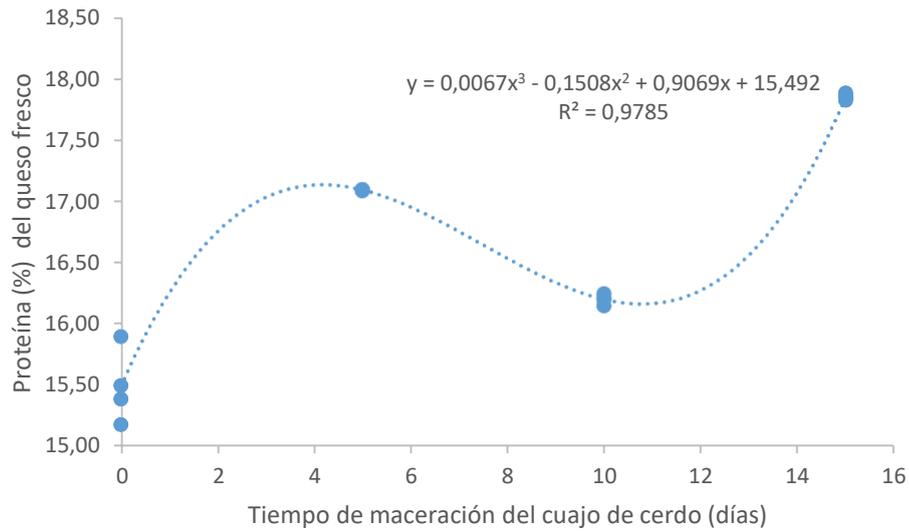


Figura 2-3. Proteína del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.

Realizado por: Flores, J, 2023.

3.1.4. Grasa

El contenido de grasa del queso obtenido con cuajo enzimático de cerdo macerado durante 5 días registró un valor de 21.97% valor que difiere significativamente ($p < 0.01$) del resto de tratamientos, principalmente del cuajo enzimático macerado 15 días con el cual se alcanzó un contenido de 19.09%, valores que están por debajo del reportado por (Inda, 2000, p. 1 - 171), quien indica que el queso posee 28 % de grasa y que se considera que la grasa es un compuesto sólido de la leche y al ser precipitado a través del proceso de coagulación este está presente en el queso, excepto en el queso elaborado con leche descremada.

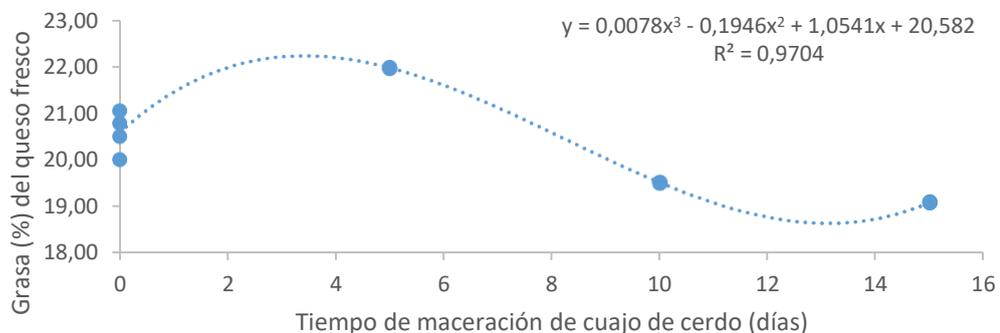


Figura 3-3. Grasa del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.

Realizado por: Flores, J, 2023.

3.1.5. Sólidos totales

La presencia de sólidos totales del queso esta entre 50,27 y 49,50 % valor entre los cuales no difieren significativamente ($p>0.05$) entre los tratamientos, valores muy por encima de los reportados por (Ramírez, 2015, p. 72), en su investigación donde los sólidos totales alcanzaron valores de 26,26; y también de los reportados por (Hernández y Ayala, 2018) quienes manifestaron que el contenido de sólidos del queso fresco es de 46,6%.

3.2. Análisis microbiológico del queso elaborado con cuajo enzimático del estómago de cerdo macerado en diferentes tiempos

Tabla 2-3: Microbiología del queso fresco elaborado con cuajo enzimático de cerdo.

Variables microbiológicas	Días de maceración del cuajo				CV	E.E	P- valor
	0	5	10	15			
Coliformes totales UFC/g	362 b	515,67 d	428,33 c	312 a	3,24	6,56	<0,0001
E. coli. UFC/g	13,75 b	10,33 a	10,00 a	19,67 c	8,06	0,54	<0,0001
Salmonella UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-	-	-

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.2.1. Coliformes totales, UFC/g

La aplicación de cuajo de cerdo macerado durante 5 días permitió registrar 515,67 UFC/g de coliformes totales en el queso fresco, valor que difiere significativamente ($p<0.01$) del resto de tratamientos, principalmente del cuajo de cerdo macerado durante 15 días, con el cual se registró un promedio de 312.00 UFC/g, determinándose que el queso fresco registra presencia de coliformes totales. El mismo que determina que el 97.82 % de crecimiento de coliformes totales depende del tiempo de maceración del cuajo de cerdo, de cierta manera siendo beneficioso puesto que se observa que la cantidad de microorganismos van reduciendo.

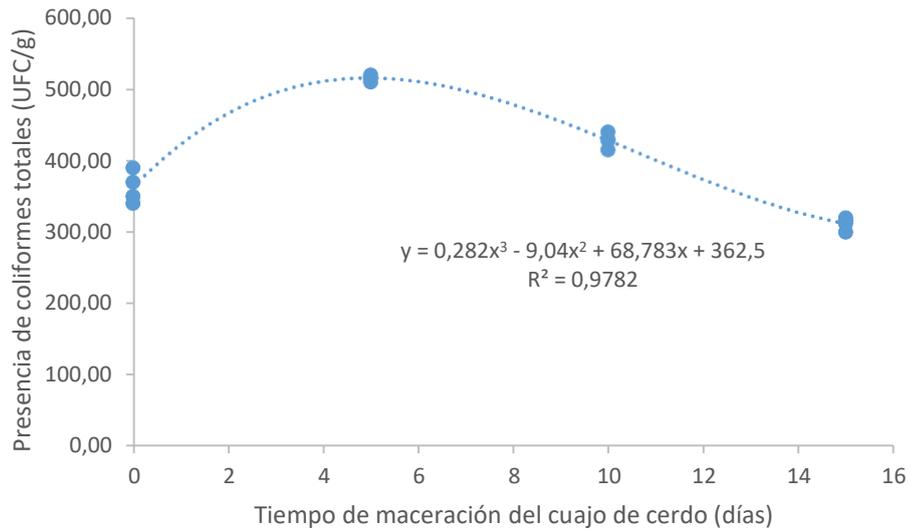


Figura 4-3. Echerichia coli presente en el queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.2.2. Escherichia coli, UFC/g

Con relación a la presencia de los coliformes totales, la Escherichia coli está en cantidades inferiores, aunque se puede notar que esta bacteria se encuentra en mayor cantidad en el queso fresco elaborado con cuajo de cerdo macerado durante 15 días cuya frecuencia fue del 19,67 UFC/g, el mismo que difiere significativamente ($p < 0.01$) del resto de tratamientos, principalmente del cuajo macerado durante 5 y tratamiento control días cuya carga microbiológica fue 10,33y 13,75 UFC/g respectivamente

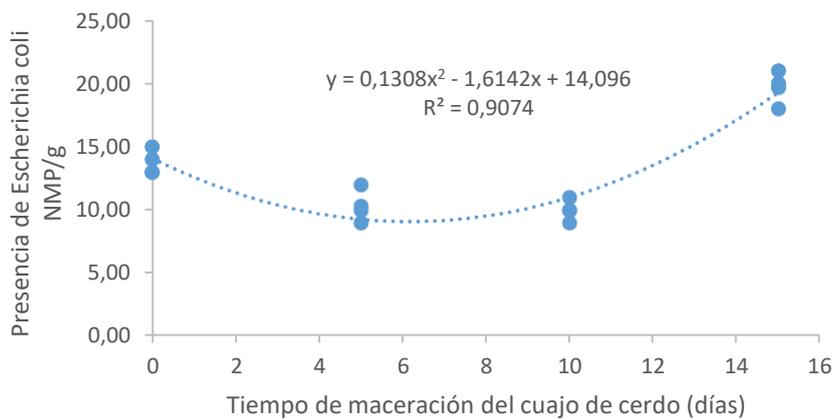


Figura 5-3. Echerichia coli presente en el queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.2.3. *Salmonella*, UFC/g

En el queso fresco elaborado con cuajo de cerdo macerado durante 5, 10 y 15 días incluso con en tratamiento control (cuajo comercial) no se registró presencia de salmonella, lo que significa que el proceso de elaboración del queso fue considerando todas las normas de seguridad que garantiza el consumo de este derivado lácteo.

3.3. Análisis organoléptico del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado en diferentes tiempos

Tabla 3-3: Análisis organoléptico del queso fresco elaborado con cuajo enzimático de cerdo.

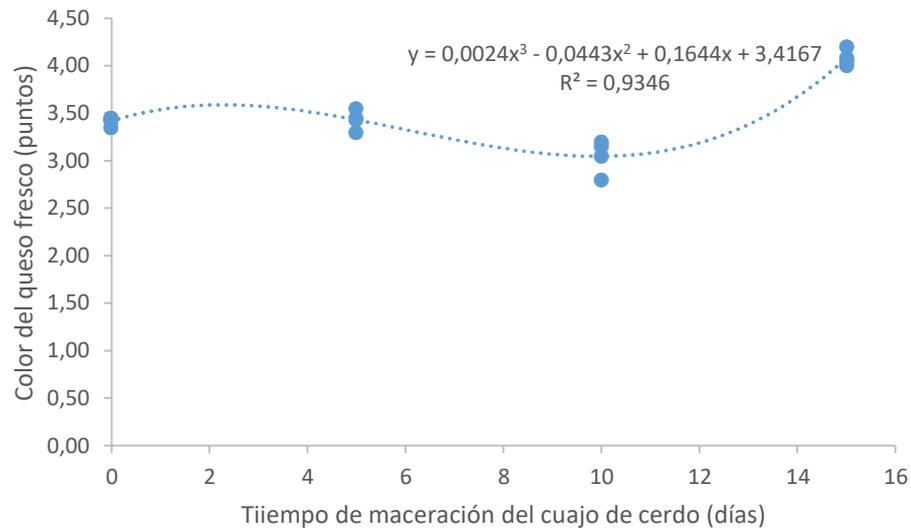
Parámetros	Días de maceración del cuajo				CV	p-valor
	0	5	10	15		
Color	3 Ni me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	3 Ni me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	39,85	<0,0001
Aroma	3 Ni me gusta ni me disgusta	3 Ni me gusta ni me disgusta	3 Ni me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	74,31	<0,0001
Sabor	3 Ni me gusta ni me disgusta	2 Me disgusta poco	3 Ni me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	107,90	<0,0001
Textura	3 Ni me gusta ni me disgusta	3 Ni me gusta ni me disgusta	3 Ni me gusta ni me disgusta	4 Me gusta poco	42,04	<0,0001

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.3.1. Color

La aplicación de cuajo de cerdo macerado durante 15 días permitió registrar un color de 4/5.00 puntos (Tabla 3.3) que corresponde a una calificación de muy bueno, el mismo que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del queso tratado con cuajo macerado 10 días cuyo valor fue 3/5.00 puntos que corresponde a un color que no le gusta y le disgusta.

Figura 6-3. Color del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.



Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.3.2. Aroma

La aplicación de cuajo de cerdo macerado durante 15 días permitió registrar un aroma de 4/5.00 puntos (Tabla 3.3) que corresponde a una calificación de muy bueno, el mismo que difiere significativamente ($p < 0.01$) del resto de tratamientos, principalmente del queso elaborado con cuajo macerado 10, 5 días y el control cuyos valores fueron 3/5.00 puntos que corresponde a un aroma regular.

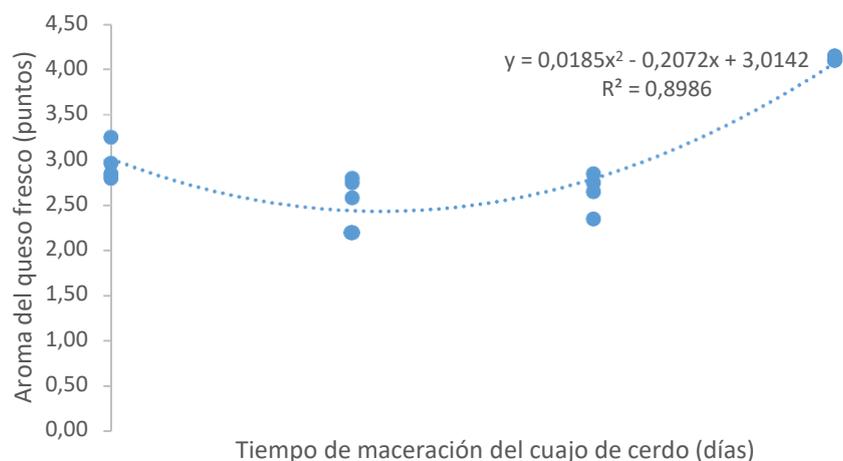


Figura 7-3. Color del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.3.3. Sabor

La aplicación de cuajo de cerdo macerado durante 15 días permitió registrar un sabor de 4/5.00 puntos (Tabla 3.3) que corresponde a una calificación de muy bueno, el mismo que difiere significativamente ($p < 0.01$) del resto de tratamientos, principalmente del queso elaborado con cuajo macerado 5 días cuyo valor fue 2/5.00 puntos que corresponde a un sabor regular.

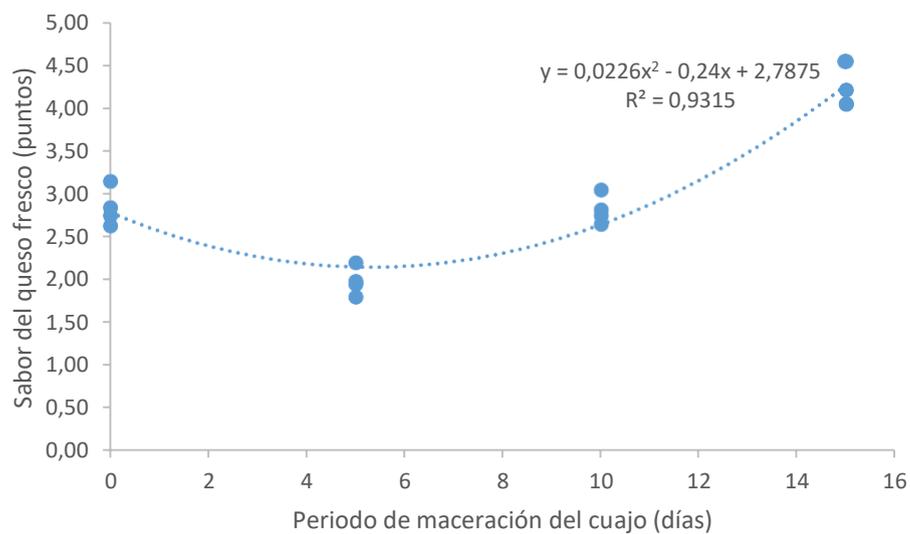


Figura 8-3. Sabor del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.

Realizado por: Flores, Joanna, 2023.

3.3.4. Textura

La aplicación de cuajo de cerdo macerado durante 15 días permitió registrar una textura de 4/5.00 puntos (Tabla 3.3) que corresponde a una calificación de muy bueno, el mismo que difiere significativamente ($p < 0.01$) del resto de tratamientos, principalmente del queso elaborado con cuajo macerado 5, 10 días y control cuyos valores fueron 3/5.00 puntos respectivamente que corresponde a una textura buena.

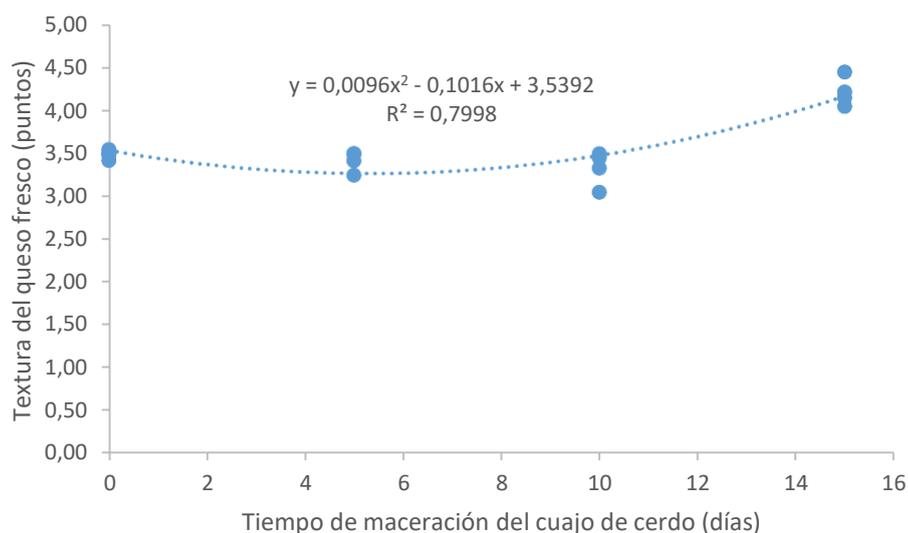


Figura 9-3. Textura del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado a diferentes tiempos.

Realizado por: Flores, J, 2023.

3.3.5. Análisis económico del queso elaborado con cuajo enzimático de cerdo macerado en diferentes tiempos

3.3.6. Costo de producción, dólares/kg

Tabla 4-3: Costos de producción.

Ingrediente	Unidad	Niveles /días			
		0	5	10	15
Leche	lt	20	20	20	20
Sal	kg	0,4	0,4	0,4	0,4
Cuajo comercial	ml	2			
Cuajo de cerdo	ml		200	200	200
Mano de obra	h	1	1	1	1
Egresos	Precio/ unidad				
Leche	0,3	6	6	6	6
Sal	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
Cuajo comercial	0,18	0,36			
Cuajo de cerdo	0,002		0,4	0,4	0,4
Mano de obra	1	1	1	1	1
Total de egresos		7,56	7,6	7,6	7,6
Queso obtenido/kg		2,5	2,3	2,59	3,2
Costo de Producción, \$/kg		3,02	3,30	2,93	2,38
Precio de venta		4	4	4	4
Total de ingresos		10,00	9,20	10,36	12,80
B/C		1,32	1,21	1,36	1,68

Elaborado por: Flores, Joanna, 2023.

De acuerdo con los resultados reportados en la evaluación de relación se determinó que los costos de producción al utilizar el cuajo de cerdo macerado incrementan, aumentando también la cantidad del producto obtenido, alcanzando 1,79 dólares de beneficio/costo en el tratamiento con 15 días de maceración que se determinó como el de mayor rentabilidad.

La mayor rentabilidad que se acredita al tratamiento en el cual se utilizó cuajo de cerdo macerado durante 15 días se debe a que mientras más días de maceración tenga el cuajo mayor cantidad en kilogramos de producto final se obtiene y con esto mayores ingresos económicos.

CONCLUSIONES

- La composición fisicoquímica a los 15 días de maceración del cuajo de cerdo nos permitió determinar un pH de 5,35 valor que se encuentra dentro del rango recomendado; por su parte la acidez obtenida fue de 0,16 %; la proteína en este tratamiento también alcanzó el mayor valor siendo este de 18,86%; el nivel de grasa fue el más bajo con un valor 19,09%; finalmente los valores de sólidos totales no difieren significativamente entre tratamientos siendo para este tratamiento de 50,27%.
- El análisis microbiológico determinó coliformes totales con un valor de 312 ufc/g para el tratamiento de 15 días de maceración; por su parte para E.coli se obtuvo un valor de 19,67 ufc/g; finalmente se determinó la ausencia de salmonella en todos los tratamientos, todos los valores resultantes se encuentran dentro de los rangos establecidos por las normas INEN.
- La evaluación de la maceración de cuajo del estómago de cerdo en diferentes tiempos (días), nos permitió establecer que el tratamiento 4 (maceración durante 15 días) fue el más rentable, con un beneficio costo de \$1,79 de B/C y con mayor aceptación en la evaluación sensorial.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Elaborar queso fresco utilizando cuajo macerado durante 15 días de estómago del cerdo por cuanto las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas no se alteran por el contrario toman mejores valores y a su vez promueven la relación B/C haciendo al producto más rentable.
- Determinar la vida útil del producto final para poder recomendar el tiempo de consumo al momento de su comercialización.
- Propiciar investigaciones con otros cuajos de otras especies y macerar al menos 15 días para mejorar la calidad nutricional y aceptabilidad del queso fresco.

BIBLIORAFÍA

ALBA, C. Ciencia, tecnología e industria de alimentos. Bogotá : Grupo Latino Editores 1ª ed. ISBN 978-958-8203-70-6 2008. [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en:http://biblioteca.unach.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=1254

ALVIAR, J. Manual agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá [Colombia]: Limerin. ISBN. 978-958-932134—8 2010. [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en:
http://biblioteca.unach.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=8594#.YvJgvXbMLU

CARRANCO, L; & RODRÍGUEZ, J. “Incidencia del contenido de grasa de la leche de vaca, dosis del probiótico (*Lactobacillus casei* - 01) y temperatura de inoculación del cultivo en la elaboración de queso fresco” [en línea] (Trabajo de Titulación). Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra Ecuador, 2015. pp. 1. [Consultado: 15 de Julio de 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4488/1/03%20EIA%20371%20TESIS.pdf?fbclid=IwAR2IH7lsw3jv29k6JyEB8sj2cm9AyzakJvMG4LGPLeT93dFaN-O16AJlpQg>

CHAPARRO, S; et al. Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango (*Mangifera indica* L.) Revista Ciencia en Desarrollo, Vol. 6 No. 1 ISSN 0121-7488 2015, pp. 67-75 [Consultado: 15 de Julio de 2022]. Disponible en:
<file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/ARtculopublicadomango.pdf>

DE LA HABA, M. Caracterización físico-química y sensorial de los quesos artesanos andaluces. España: Universidad de Córdoba. 2017. 1-225 pp. [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en:
<https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/15085/2017000001699.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DE ROUCHEY, J. Sistema Digestivo del Cerdo: Anatomía y Funciones. CIAP. (2014).
Dauth, J. D. (1984). Ionized calcium versus total calcium in dairy cows. . [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en: <https://www.elsitioporcino.com/articles/2513/sistema-digestivo-del-cerdo-anatoomaa-y-funciones/>

FERNÁNDEZ J; & GÓMEZ R. Estudio de los quesos tradicionales de Andalucía. In. Publicaciones de la Universidad de Córdoba y Obra Social y Cultural Cajasur, Córdoba 1997. [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en: <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/15085/2017000001699.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FOX; et al. Fundamentals of Cheese Science. Second Edition. SN - 978-1-4899-7679-6 [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4899-7681-9?noAccess=true>

HERNÁNDEZ, C; & AYALA, E. Elaboración de queso fresco a base de leche con adición de aceituna verde (olea europea L). [en línea] (Trabajo de Titulación) Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería pesquera y de Alimentos, Escuela profesional de Ingeniería en Alimentos. Callao, Perú 2018 Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3778>

IBÁÑEZ, A. Cuajo de ternero es el más genuino y utilizado, contiene 701 % de quimosina o más del 5-30 % de pepsina, mientras más joven es el ternero, el cuajo tendrá más quimotripsina y menos pepsina y será de mejor calidad [en línea] (Trabajo de Titulación) Universidad Politécnica Salesiana. Carrera de Ingeniería Agropecuaria Industrial. Cuenca - Ecuador 2015. pp 17 - 58. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8883/1/UPS-CT005089.pdf>

INDA, A. El queso. México.: Organización de los Estados Americanos OEA.2000. pp 1-171 [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en: <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=O51xfikk6CU%3D&tabid>

INEN. Norma Técnica Ecuatoriana. Quito - Ecuador.: Quinta revisión. NTE - INEN. 2008. pp. 1-10. [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>

MEYER, D. El laboratorio en medicina veterinaria. Interpretación y diagnóstico. Buenos Aires, Argentina: Ed. Inter-Médica. 2000. [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/laboratorio-en-medicina-veterinaria-interpretacin-diagnostico/oclc/1024885613?referer=di&ht=edition>

MENENDEZ; et al. Características del queso de leche pasteurizada “Tetilla” elaborado con la incorporación de cultivos autóctonos. Microbiología de Alimentos Vol. 21, número 1. 2004, pág.

97-104 [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002003000145#!>

NOLIVOS, M. Uso de cuajo vegetal (leche de higo verde - ficus carica linnaeus) para la elaboración de queso fresco. [en línea] (Trabajo de Titulación) Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato - Ecuador 2011. pp. 1-131 Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3258/1/PAL262.pdf>.

OSORIO, A; et al. Evaluación de diferentes fuentes de carbono y nitrógeno para la producción de renina a partir del moho *Mucor miehei*. Rev.fac.ing.univ. Antioquia [en línea]. 2008, n.45, pp.17-26. ISSN 0120-6230. [Consultado: 15 de Julio de 2022] Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302008000300002&script=sci_abstract&tlng=es

RAMÍREZ, N. Diseño y Desarrollo en una Industria Artesanal de un queso fresco tipo ricotta deslactosado y con especias naturales (ajo y albahaca) [en línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil, Ecuador 2015. pp.72 [Consultado: 15 de Julio de 2022]. disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16244/1/TESIS%20MPCA.%20035_Dise%C3%B1o%20y%20desarrollo%20en%20una%20industria%20artesanal%20de%20un%20queso%20fresco.pdf.

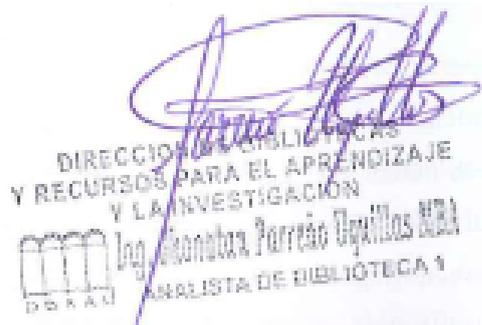
RODRÍGUEZ, I. Sensory analysis integrated by palynological and physicochemical determinations plays a key role in differentiating unifloral honeys of similar botanical origins (Myrtaceae honeys from southern Spain). International Journal of Food Science and Technology. 2015. 50, pp 1545-1551. [Consultado: 16 de Julio de 2021.]. Disponible en: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.12802>

RUIZ, M. El cuajo una sustancia mágica. (2014) Disponible en: <http://raizyparamodeguzman.es/cuajo-sustancia-magica-queso/>.

SBODIO, O; & REVELLI, G. Coagulación de la leche. Desarrollo de un dispositivo para el "monitoreo" online del proceso. Avances en la Argentina, RIA Vol. 38. N°3 2012/pp. 237. [Consultado: 16 de Julio de 2021.]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Dialnet-Coagulaci> TORRES, Carlos. "a-quimotriipsina inmovilizada como cataliz4dor en la sintesis de dipépti[dos]". [en línea] (Trabajo de Titulación) (Doctoral) Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. Dpto. de Química Orgánica y Farmacéutica. Madrid – España 1997.

[Consultado: 16 de Julio de 2021.]. Disponible en:
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/3397/1/T21896.pdf>

TORRES, C. “a-Quimotriipsina inmovilizada como cataliz4dor en la sintesis de dipéptidos”. [en línea] (Trabajo de Titulación) (Doctoral) Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. Dpto. de Química Orgánica y Farmacéutica. Madrid – España 1997. [Consultado: 16 de Julio de 2021.]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/3397/1/T21896.pdf>
onDeLaLeche-4168604%20(1).pdf



ANEXOS.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL QUESO FRESCO ELABORADO CON CUAJO DEL ESTÓMAGO DE CERDO MACERADO A DIFERENTES TIEMPOS

ANEXO A: SÓLIDOS TOTALES %

Tratam	Repet.			
	I	II	III	IV
0	40,00	39,48	40,68	39,18
5	39,64	38,23	40,00	40,11
10	40,00	40,68	39,56	39,66
15	39,76	40,54	40,78	40,00

ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	6,23			
Tratam	3	1,24	0,41	1,00	0,43
Lineal	1	0,64	0,64	1,53	0,24
Cuadrático	1	0,40	0,40	0,97	0,34
Cúbico	1	0,20	0,20	0,49	0,50
Error	12	4,99	0,42		
CV %			1,62		
Media			39,91		

Separación de medias según Tukey ($p < 0,05$)

Tratam	Media		E.E.	Grupo
0	40,05	±	0,37	b
5	39,29	±	0,37	c
10	40,08	±	0,37	a
15	40,36	±	0,37	a

ANEXO B: GRASA %

Tratam	Repet.			
	I	II	III	IV
0	20,00	20,78	21,05	20,50
5	21,97	21,98	21,96	21,97
10	19,51	19,52	19,50	19,51
15	19,09	19,10	19,08	19,09

ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	20,43			
Tratam	3	19,83	6,61	131,18	1,94304E-09
Lineal	1	9,64	9,64	191,32	9,78635E-09
Cuadrático	1	3,26	3,26	64,72	3,54997E-06
Cúbico	1	6,93	6,93	137,51	6,24937E-08
Error	12	0,60	0,05		
CV %			1,11		
Media			20,19		

Separación de medias según Tukey (p<0,05)

Tratam	Media		E.E.	Grupo
0	20,61	±	0,13	b
5	21,97	±	0,13	a
10	19,51	±	0,13	c
15	19,09	±	0,13	c

ANEXO C: PROTEÍNA %

Tratam	Repet.			
	I	II	III	IV
0	15,18	15,50	15,90	15,39
5	17,10	17,10	17,09	17,10
10	16,21	16,25	16,15	16,20
15	17,85	17,89	17,83	17,86

ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	13,06			
Tratam	3	12,78	4,26	181,70	0,00
Lineal	1	7,69	7,69	327,90	0,00
Cuadrático	1	0,00	0,00	0,10	0,75
Cúbico	1	5,09	5,09	217,10	0,00
Error	12	0,28	0,02		
CV %			0,90		
Media			17,05		

Separación de medias según Tukey (p<0,05)

Tratam	Media		E.E.	Grupo
0	15,53	±	0,09	d
5	17,10	±	0,09	b
10	16,20	±	0,09	c
15	17,86	±	0,09	a

ANEXO D: pH %

Tratam	Repet.			
	I	II	III	IV
0	5,20	5,19	5,20	5,18
5	5,30	5,20	5,40	5,30
10	5,55	5,40	5,30	5,42
15	5,77	5,72	5,68	5,72

ADEVA

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	15	0,69			
Tratam	3	0,63	0,21	45,03	0,00
Lineal	1	0,58	0,58	125,18	0,00
Cuadrático	1	0,04	0,04	8,50	0,01
Cúbico	1	0,01	0,01	1,40	0,26
Error	12	0,06	0,00		
CV %			1,25		
Media			5,48		

Separación de medias según Tukey (p<0,05)

Tratam	Media		E.E.	Grupo
0	5,20	±	0,04	d
5	5,30	±	0,04	c
10	5,42	±	0,04	a
15	5,72	±	0,04	b



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24 / 03 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Joanna Lizbeth Flores Aldaz
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniera en Industrias Pecuarias
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS
Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE
LA INVESTIGACIÓN
Ing. Jonathan Porcino Ugualles MBA
ANALISTA DE BIBLIOTECA I

0585-DBRA-UTP-2023