



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

“UTILIZACIÓN DE LA LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL
EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS SEMI-MADUROS EN LA
PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR

DIANA NEREIDA VILLA UVIDIA

Riobamba – Ecuador

2010

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Luís Eduardo Hidalgo Almeida.
PRESIDENTE-TRIBUNAL

Ing. M.C. Enrique César Vayas Machado.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. José Vicente Trujillo Villacís.
ASESOR DE TESIS

Fecha: 8 de Abril de 2010

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud a Dios por brindarme la vida día tras día, por mis logros y caídas, por transmitir su fe que solo él nos puede otorgar.

También agradezco muy especial al Ing. M.C. Enrique Vayas M, Director. Ing. M.C. Vicente Trujillo V, Asesor quienes supieron guiarme, de la misma manera a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y a mi querida Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por abrirme sus puertas y conquistar un sueño.

Mi agradecimiento especial a la Escuela Superior Politécnica del Ejercito (IASA II) a su Director de Carrera Mayo ,Ing. René Gonzáles Vilela, a la Señora . Patricia Macas financiera de la Institución y a todos los profesionales que laboran en tan prestigiosa Institución por brindarme su apoyo incondicional .

DEDICATORIA

Dedicado con mucho cariño a mis Padres Ángel Villa y Carmelina Uvidia por ser los pilares fundamentales para la consecución de esta meta, por brindarme siempre sus consejos y por estar junto a mí en todo momento.

A mis hermanos y a toda mi familia por su apoyo moral e incondicional y por ser parte importante en mi vida.

Por ustedes se logro realizar y culminar esta investigación.

RESUMEN

En la Planta de Lácteos Molestina de la ESPE (IASA II), se evaluó distintos niveles de Lisozima como conservante natural (5, 10 y 15 %), en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), en la elaboración de queso tipo Andino (semimaduro), utilizándose 256 litros de leche, divididos en 32 unidades experimentales, de 4 litros cada una, los resultados experimentales se sometieron a análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Waller-Duncan, así como la prueba de Rating Test para las características organolépticas. Determinándose que los niveles de lisozima no afectaron las propiedades físico-químicas del queso, presentando contenidos promedios de 37.46 % de humedad, 26.53 % de proteína, 25.53 % de grasa y 5.65 % de cenizas, un pH ligeramente ácido (6.04). La preferencia de los consumidores según las características organolépticas, determinan que no hubo diferencias entre los quesos, recibiendo todos una calificación de Muy buena. Los análisis microbiológicos iniciales determinaron la ausencia de coliformes totales, así como mohos y levaduras, en cambio a los 21 días de almacenamiento (vida de anaquel), se determinó cantidades de microorganismos que disminuyen a medida que se incrementa los niveles de lisozima, presentando mejores respuestas el empleo del nivel 15 %. Los mayores rendimientos (10.25 %), así como los menores costos de producción (4.89 USD por kg), se obtuvieron cuando se elaboró el queso semi-maduro con el 15 % de lisozima en reemplazo del conservante químico, por lo que se recomienda utilizar este nivel en la elaboración de quesos tipo Andino.

ABSTRACT

In Molestina Dairy Plant of the ESPE (IASA II) assessed different levels of lysozyme as a natural preservative (5, 10 and 15%), replacing the chemical preservative (E300 sorbic acid) in the development of Andean cheese (semimaduro), using 256 liters of milk, divided into 32 experimental units of 4 liters each, the experimental results were subjected to analysis of variance and mean separation by Waller-Duncan test and the test Test Rating for the organoleptic characteristics. Determining the levels of lysozyme did not affect the physico-chemical properties of cheese, presenting average content of 37.46% moisture, 26.53% protein, 25.53% fat and 5.65% ash, a slightly acidic pH (6.04). The preference of consumers according to the organoleptic characteristics, determine that there were no differences between cheeses, receiving all a score of Very Good. The initial microbiological tests identified the absence of total coliforms and molds and yeasts, in contrast to the 21 days of storage (shelf life), it was determined that lower amounts of microorganisms as it increases levels of lysozyme, providing better Employment answers level 15%. The highest yield (10.25%), as well as lower production costs (4.89 USD per kg), were obtained when we prepared the semi-mature cheese with 15% of lysozyme in place of chemical preservatives, so it is recommended this level in the development of Andean type cheeses.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| Resumen | v |
| Abstract | vi |
| Lista de Cuadros | vii |
| Lista de Gráficos | viii |
| Lista de Anexos | ix |
| | |
| I. <u>INTRODUCCION</u> | 1 |
| II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u> | 18 |
| A. EL QUESO | 18 |
| 1. <u>Definición</u> | 18 |
| 2. <u>Importancia</u> | 18 |
| 3. <u>Ventajas y beneficios</u> | 19 |
| 4. <u>Clasificación de los quesos</u> | 20 |
| 5. <u>Variedades de quesos en el Ecuador</u> | 21 |
| 6. <u>Procesos en la transformación de la leche en queso</u> | 22 |
| 7. <u>Requisitos para la elaboración de los quesos</u> | 22 |
| 8. <u>Valor nutritivo</u> | 23 |
| 9. <u>Requisitos microbiológicos del queso</u> | 25 |
| B. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO | 26 |
| 1. <u>Preparación de la leche</u> | 26 |
| 2. <u>Adición de fermentos lácteos</u> | 27 |
| 3. <u>Cuajado o coagulación de la leche</u> | 28 |
| 4. <u>Ruptura de la cuajada y desuerado</u> | 31 |
| 5. <u>Moldeado y prensado</u> | 33 |
| 6. <u>Salado</u> | 34 |
| 7. <u>Maduración, cambios químicos que intervienen</u> | 35 |
| C. DEFECTOS DE LOS QUESOS | 36 |
| D. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO | 39 |
| 1. <u>Apariencia</u> | 40 |
| 2. <u>Color</u> | 41 |
| 3. <u>Consistencia/Textura</u> | 41 |
| a. Características de superficie | 41 |
| b. Corteza | 42 |

| | | |
|------|--|----|
| 4. | <u>Olor</u> | 43 |
| 5. | <u>Sabor</u> | 44 |
| E. | CONSERVANTES | 45 |
| 1. | <u>Importancia</u> | 45 |
| 2. | <u>Conservantes más empleados en la elaboración de productos lácteos</u> | 47 |
| a. | Ácido sórbico | 47 |
| b. | Sorbatos | 47 |
| c. | Ácido benzoico | 48 |
| F. | LISOZIMA | 48 |
| 1. | <u>Descripción</u> | 48 |
| 2. | <u>Fisiología</u> | 49 |
| 3. | <u>Usos</u> | 50 |
| 4. | <u>Recomendaciones de uso</u> | 51 |
| 5. | <u>Dosis recomendada</u> | 51 |
| 6. | <u>Limitaciones de uso</u> | 51 |
| III. | <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 53 |
| A. | LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO | 53 |
| B. | UNIDADES EXPERIMENTALES | 53 |
| C. | MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES | 53 |
| 1. | <u>Equipos y materiales de laboratorio</u> | 53 |
| 2. | <u>En la elaboración de quesos semi-maduro</u> | 54 |
| D. | TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 55 |
| E. | MEDICIONES EXPERIMENTALES | 55 |
| 1. | <u>Valoración físico-químico</u> | 55 |
| 2. | <u>Valoración microbiológica</u> | 56 |
| 3. | <u>Valoración organoléptica</u> | 56 |
| 4. | <u>Valoración de la vida de anaquel</u> | 56 |
| 5. | <u>Análisis económico</u> | 57 |
| F. | ANALISIS ESTADISTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA | 57 |
| G. | PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL | 57 |
| 1. | <u>Recepción de la materia prima</u> | 57 |
| 2. | <u>Elaboración de los quesos</u> | 58 |
| 3. | <u>Programa sanitario</u> | 60 |

| | | |
|------|--|----|
| H. | METODOLOGIA DE EVALUACION | 61 |
| 1. | <u>Valoración físico-química</u> | 61 |
| 2. | <u>Valoración microbiológica</u> | 61 |
| 3. | <u>Valoración organoléptica</u> | 62 |
| IV. | <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> | 63 |
| A. | VALORACIÓN FÍSICO-QUÍMICA | 63 |
| 1. | <u>Contenido de humedad</u> | 63 |
| 2. | <u>Contenido de proteína</u> | 65 |
| 3. | <u>Contenido de grasa</u> | 67 |
| 4. | <u>Contenido de cenizas</u> | 69 |
| 5. | <u>pH</u> | 71 |
| B. | VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA | 71 |
| 1. | <u>Apariencia</u> | 73 |
| 2. | <u>Color</u> | 73 |
| 3. | <u>Olor</u> | 75 |
| 4. | <u>Sabor</u> | 75 |
| 5. | <u>Acidez</u> | 76 |
| 6. | <u>Valoración total</u> | 78 |
| C. | CALIDAD MICROBIOLÓGICA | 78 |
| 1. | <u>Condición inicial de los quesos</u> | 78 |
| 2. | <u>A los 21 días de almacenamiento (vida de anaquel)</u> | 81 |
| D. | ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO | 84 |
| 1. | <u>Conversión leche/queso</u> | 84 |
| 2. | <u>Costo de producción</u> | 86 |
| 3. | <u>Beneficio/costo</u> | 86 |
| V. | <u>CONCLUSIONES</u> | 89 |
| VI. | <u>RECOMENDACIONES</u> | 90 |
| VII. | <u>LITERATURA CITADA</u> | 91 |
| | ANEXOS | 80 |

LISTA DE CUADROS

| Nº | Pág. |
|---|-------------|
| 1. REQUISITOS DEL QUESO FRESCO. | 8 |
| 2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO. | 9 |
| 3. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL QUESO TIPO ANDINO OBTENIDO A PARTIR DE LECHE PROCEDENTE DE VACAS DE TRES RAZAS DIFERENTES. | 9 |
| 4. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DEL QUESO. | 10 |
| 5. NIVELES DE MICROORGANISMOS TOLERABLES DEL QUESO. | 11 |
| 6. NIVELES DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO. | 11 |
| 7. CONSERVANTES MÁS UTILIZADOS EN LA UNIÓN EUROPEA. | 34 |
| 8. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO. | 41 |
| 9. ESQUEMA ADEVA. | 42 |
| 10. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE RECIBIDA. | 43 |
| 11. FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO ANDINO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA. | 43 |
| 12. VALORACIÓN NUTRITIVA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL EN REEMPLAZO DE CONSERVANTE QUÍMICO (ÁCIDO SÓRBICO E300), EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA. | 49 |
| 13. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL EN REEMPLAZO DE CONSERVANTE QUÍMICO (ÁCIDO SÓRBICO E300), EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA. | 57 |
| 14. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL EN REEMPLAZO DE CONSERVANTE QUÍMICO (ÁCIDO SÓRBICO E300), EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA. | 65 |

15. EVALUACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL CONSERVANTE QUÍMICO (ÁCIDO SÓRBICO E300), EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA.

LISTA DE GRÁFICOS

| Nº | | Pág. |
|-----------|--|-------------|
| 1. | Esquema de elaboración del queso Andino. | 44 |
| 2. | Contenido de proteína (%) en los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), en dos ensayos consecutivos. | 51 |
| 3. | Contenido de grasa (%) en los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), en dos ensayos consecutivos. | 53 |
| 4. | Contenido de cenizas (%) en los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), en dos ensayos consecutivos. | 55 |
| 5. | Valoración organoléptica del color (sobre 20 puntos) de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300). | 59 |
| 6. | Valoración organoléptica del sabor (sobre 20 puntos) de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300). | 62 |
| 7. | Valoración organoléptica total (sobre 100 puntos) de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300). | 64 |
| 8. | Comportamiento de la presencia de Coliformes totales (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300). | 67 |

9. Comportamiento de la presencia de mohos y levaduras (UPC/g) a los 21 días de almacenamiento de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300). 68
10. Costo/kg de quesos semi-maduros (dólares) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300). 72

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Modelo de encuesta para la valoración organoléptica de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300).
2. Reporte de los resultados de los análisis bromatológicos y microbiológicos de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.
3. Resultados experimentales de la valoración físico-química del queso semi-maduro (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico, en dos ensayos consecutivos.
4. Análisis estadístico del contenido de humedad (%) en el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.
5. Análisis estadístico del contenido de proteína (%) en el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.
6. Análisis estadístico del contenido de grasa (%) en el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.
7. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%) en el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.
8. Análisis estadístico del pH del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.
9. Resumen de los resultados experimentales de la valoración organoléptica del queso semi-maduro (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

10. Análisis estadístico de la apariencia del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.
11. Análisis estadístico del olor del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.
12. Análisis estadístico del sabor del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.
13. Análisis estadístico del color del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.
14. Análisis estadístico de la acidez del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.
15. Análisis estadístico de la valoración total del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.
16. Resultados experimentales de la valoración microbiológica del queso semi-maduro (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.
17. Análisis estadístico de la presencia de coliformes totales (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.
18. Análisis estadístico de la presencia de mohos y levaduras (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos de alto valor nutritivo está restringida principalmente por la falta de educación, poca disponibilidad de alimentos y falta de ingresos. Los alimentos como la carne, huevos, leche y sus derivados, que contienen proteína de origen animal, son escasos y su elevado costo no permite que sean consumidos muy frecuentemente.

Generalmente en las pequeñas empresas de nuestra provincia, las condiciones del ordeño, transporte y conservación de la leche no se encuentran dentro de los parámetros adecuados, esto es causado por varios factores, entre los más significativos podemos citar la falta de capacitación, no cuentan con los recursos técnicos apropiados, o simplemente existe un marcado descuido en el tratamiento adecuado de la leche. Las causas antes citadas han llevado a las pequeñas y medianas queseras rurales a trabajar con materias primas (leche) de mala calidad acompañado esto de la ausencia de buenas prácticas de manufactura que se deberían aplicar al momento del trabajo.

La leche y los productos lácteos debidos a su composición química y a su elevada actividad de agua, es un magnífico sustrato para el crecimiento de una gran diversidad de microorganismos. Como resultado de esto es que se elaboran productos de baja y hasta de pésima calidad, lo cual se ve reflejada por la poca vida útil y la consiguiente devolución y/o reclamo por parte de los clientes. Además ha generado un estancamiento en la economía ya que no pueden competir ni siquiera con los mercados locales lo que genera decepciones y pérdidas a los pequeños empresa

La principal causa de deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo).

Se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos (<http://www.nutricionyrecetas.com>. 2009), por lo que para el control y conservación de los alimentos se puede utilizar la lisozima, que es una enzima que se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza y posee la capacidad de degradar la pared bacteriana por medio de la ruptura de los enlaces glucosídicos en el peptidoglicano bacteriano. La lisozima ha sido considerada como parte importante de un mecanismo primitivo de defensa en una gran variedad de organismos, los cuales carecen de un sistema inmunológico bien desarrollado, mientras que en organismos superiores la lisozima aparece en secreciones y tejidos mucosos con la función de protección bacteriana (Montenegro, R. 2000).

La utilización de lisozima como conservante natural en la elaboración de productos lácteos, como son los quesos semi-maduros no solo permite optimizar la materia prima, sino también mantener productos y precios módicos en el mercado.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Utilizar la lisozima como conservante natural (5, 10 y 15 %), en reemplazo del conservante químico en la elaboración de quesos semi-maduros en la planta de lácteos Molestina
- Evaluar las características Sensoriales, Físico – Químicas, y Microbiológicas de quesos semi-maduros con la utilización de lisozima como conservante natural.
- Establecer el rendimiento del queso semi-maduro, cuando se utiliza la lisozima conservante natural.
- Estimar la rentabilidad mediante el indicador beneficio / costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. EL QUESO

1. Definición

González, M. (2002), señala que el queso es el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada, integral o parcialmente descremada, constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado, que retiene un porcentaje de la materia de grasa, según el caso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales.

En <http://www.consumaseguridad.com>. (2003), se reporta que el queso es el producto maduro obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, nata, suero de mantequilla o la mezcla de éstas. Su valor nutritivo depende de la elaboración, de la materia prima y del proceso de maduración.

Sánchez, J. (2005), indica que el queso es un alimento básico que se consume desde tiempos remotos y cuyo nacimiento fue, sin duda, fruto de la casualidad. En un principio el queso se hacía dejando cuajar la leche, batiéndola luego con unas ramas, prensando la mezcla con unas piedras, Posteriormente esta masa se dejaba secar al sol y por último se espolvoreaba con sal. A lo largo de los siglos, las técnicas artesanas fueron produciendo una gran diversidad de quesos. La intervención de la iglesia fue fundamental para el perfeccionamiento de los métodos, a través de las órdenes monásticas, que a su vez contribuyeron a la difusión de las técnicas.

2. Importancia

Revilla, A. (1996), señala que el queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. La elaboración de la mayoría de los quesos involucra la coagulación que se lleva a cabo por medio de enzimas de origen animal microbiano y de ácidos orgánicos, como los ácidos

acético, cítrico y láctico. Después de la coagulación sigue el corte de la cuajada, la agitación, calentamiento, desuere, salado, moldeado, prensado, envasado y almacenamiento.

El queso es la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche, proporciona proteínas ricas en aminoácidos esenciales no sintetizables por el organismo (González, M. 2002).

<http://www.sica.gov.ec>. (2005), afirma que la producción de queso es la forma más primitiva de conservación de un alimento perecedero tan utilizado como es la leche. Hasta hace 40 años era común la operación de queserías caseras en inmensas haciendas ganaderas de propiedad de un reducido número de familias. Posteriormente, factores como la reforma agraria y la parcelación de tierras convirtieron las grandes haciendas en productores de leche cruda y queso fresco. Sin embargo, el desarrollo más notable del sector de los quesos se evidencia a raíz de las políticas agropecuarias que establecieron el control del precio de la leche en 1.980. Esta situación desmotivó la producción de leche fresca pasteurizada (y por ende la de leche cruda), al tiempo que impulsó el crecimiento de las empresas artesanales y sobre todo industriales del queso.

3. Ventajas y beneficios

Rodríguez, A. y Sermeño, A. (2005), señalan que la elaboración de queso presenta las siguientes ventajas y beneficios:

Ventajas:

- Incrementa el Valor Agregado a la producción de leche.
- La transformación de la leche en queso la convierte en producto menos perecedero.
- Disponibilidad de un alimento de alto valor nutritivo.
- Contribuye a la diversificación de la industria láctea.

Entre los beneficios se anotan:

- Económicos: Aumento del ingreso económico del productor al transformar la leche en queso.
- Sociales: Generación de empleo en el área rural; creación de microempresas; disponibilidad de derivados lácteos de buena calidad para las comunidades rurales; y, formación de mano de obra calificada.
- Ambientales: Al eliminar la materia orgánica del suero por medio de la obtención del requesón y al darle uso al suero crudo para alimentar cerdos y aves se evita que el suero se convierta en producto contaminante al ambiente.

4. Clasificación de los quesos

Gavilánez, E. (2000), señala que hay 18 tipos de quesos y más de 400 nombres que los aplican a estos, pero pueden clasificarse en dos grupos: los duros y los blandos: entre los duros se tienen los muy duros que se clasifican con la presencia o no de ojos (Parmesano y Emmental!), los semiduros se clasifican por el tipo de fermento utilizado para la maduración, con bacterias (Andino y Tilsit) y hongos (Roquefort); en tanto que los quesos blandos se clasifican en: madurados por bacterias y hongos y los no madurados. También se clasifican desde varios puntos de vista: por el tipo de leche (vaca, oveja, cabra, etc.), por el tipo de coagulación (cuajo, acidez y mixto), por el porcentaje de agua en duros con 38%, semiduros con 40% y blandos con 50% de humedad; por el porcentaje de grasa en: grasos, semigrasos y magros.

En <http://www.farmacia.us.es>. (2009), se indica que los quesos propiamente dichos se pueden clasificar de una manera más exacta en:

| | |
|---------------------|---|
| No maduros blandos: | Cottage, Cream, Nuefchatel. |
| Maduros muy duros: | Romano, Provolone, Parmesano. |
| Maduros duros: | Cheddar, Suizo, Emmental, Gruyère. |
| Maduros semiduros: | Roquefort, Gorgonzola, Azul, Muenster, Gouda. |
| Blandos: | Camembert, Brie. |
| Quesos fundidos: | Alimentos de queso y quesos para extender. |
| Requesón: | Mysost. |

<http://www.ultimahora.com.py>. (2003), los clasifica según:

El proceso de maduración en:

- Curados o semicurados: Mantenidos durante determinado tiempo a una temperatura fija y en condiciones ideales para que se realicen las transformaciones físicas y/o químicas requeridas en el queso.
- Curados o madurados con mohos: Su curación se produjo gracias a la proliferación típica de mohos en su interior y/o en su superficie. Por ejemplo, los quesos azules como el roquefort o el camembert.
- Frescos: Están listos para consumir al terminar el proceso de fabricación. Entre ellos están el cuartirolo, el port salut y ricota.
- Pasteurizado: Es el queso untable, que ha sido sometido a pasteurización, como el petit-suisse, cremoso o el cottage.

Por su textura en:

- Blancos. Son fácilmente untables (queso crema).
- Blandos. Son más firmes que los blancos, pero con un grado de humedad que los hace quebradizos y desmenuzables (roquefort, ricota, Saint Paulin o port salut, diet, muzzarella, Paraguay).
- Semiduros. Se caracterizan por ser consistentes y fáciles de cortar en rodajas (pategrás o sándwich, gruyère, Holanda).
- Duros. Son consistentes y densos. Generalmente se los ralla para usarlos.

Por el tenor graso en:

- Alto. En general, los quesos con mayor contenido graso son los "duros" y los de color más amarillo. Por ejemplo, el sardo o el pategrás.
- Medio. Con un contenido menor de grasa láctea -entre un 25% al 45%- se encuentra, por ejemplo, el gruyere.
- Bajo. Son los quesos descremados o semidescremados, como los pasteurizados, el Saint Paulin y los llamados diet.

5. Variedades de quesos en el Ecuador

En la página <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se reporta que en el Ecuador,

actualmente existen una gran variedad de quesos y que para su clasificación se los ha agrupado bajo los siguientes criterios:

Según el contenido de agua del queso:

- Quesos frescos o sin madurar
- Quesos blandos o tiernos
- Quesos semi – curados y curados.

Según la textura del queso:

- Quesos compactos
- Quesos con ojos redondeados y granulares
- Quesos con ojos de formas irregulares

Según el contenido de grasas:

- Quesos grasos
- Quesos semigrasos
- Quesos secos

6. Procesos en la transformación de la leche en queso

González, M. (2002), manifiesta que la transformación de la leche en queso consta de fundamentalmente de dos procesos: la obtención de la cuajada y su maduración. Estos procesos a su vez se pueden dividir en tres fases esenciales:

- La formación del gel de caseína. Es el cuajado o coagulación de la leche;
- La deshidratación parcial de este gel por sinéresis, es decir, por contracción de las micelas que la forman. Es el desuerado de la cuajada;
- La maduración enzimática del gel deshidratado. Es el afinado o maduración de la cuajada, del que es responsable, la proliferación de determinados microorganismos.

7. Requisitos para la elaboración de los quesos

Según Burdiles, S. (2004), en la elaboración a los quesos se le puede adicionar:

- Cultivos de bacterias productoras de ácido láctico;
- Cultivos de hongos o bacterias específicas para quesos de características especiales;
- Cuajo u otras enzimas apropiadas para la coagulación;
- Cloruro de sodio;
- Agua;
- Cloruro de calcio;
- Nitrato de sodio o potasio: máximo 50 mg/kg de queso;
- Caroteno, carotenoides y riboflavina, solos o mezclados;
- Sustancias aromatizantes o saborizantes naturales autorizadas.
- La dosis máxima de los emulsionantes en el producto final será de 40 g/kg, solos o mezclados, pero sin que los compuestos de fósforo agregados excedan de 9 g/kg calculados como fósforo.

8. Valor nutritivo

Según el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN. 1996), el queso deberá cumplir con los requisitos establecidos en el cuadro 1.

Cuadro 1. REQUISITOS DEL QUESO FRESCO.

| Requisitos | Tipo de queso | Medida | Mín. | Máx. | Método de ensayo |
|---------------------------|---------------------------|--------|------|------|------------------|
| Humedad | Queso fresco común | % | _ | 65 | INEN 63 |
| | Queso fresco extra húmedo | % | >65 | 80 | INEN 63 |
| Grasa en el extracto seco | Ricos en grasa | % | >60 | _ | INEN 64 |
| | Grasos | % | >45 | 60 | INEN 64 |
| | Semigrasos | % | >25 | 45 | INEN 64 |
| | Pobres en grasa | % | >10 | 25 | INEN 64 |
| | Desnatados | % | _ | 10 | INEN 64 |

Fuente: Norma INEN 1528. (1996).

Revilla, A. (1996), reporta que el queso tipo Andino presenta un contenido de 50% de agua, 24% de grasa y 21% de proteína.

Según la Food and Agricultural Organization (FAO. 2000), la composición química del queso se reporta en el cuadro 2, donde se observa que el contenido de proteína fluctúa entre 18 a 21 %, el contenido de humedad de 50 a 52 %.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL QUESO.

| Nutriente | Contenido % |
|-----------------|-------------|
| Grasa | 24.0 – 25.0 |
| Proteína | 18.0 - 21.0 |
| Carbohidratos | 1.8 - 2.0 |
| Sales minerales | 2.0 |
| Agua | 50 – 52 |

Fuente: FAO. (2000).

Pérez, A. (2001), al evaluar el queso Andino elaborado con leche de diferentes razas bovinos (Jersey, Brown swiss y Holstein frisian), encontró que el contenido de proteína varió entre 18.0 y 21.2 %, los sólidos totales de 50.0 a 61.0 %, el contenido graso fluctuó de 22.0 a 28.1 % y el contenido de cenizas de 4.3 a 4.5% (cuadro 3).

Cuadro 3. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL QUESO TIPO ANDINO OBTENIDO A PARTIR DE LECHE PROCEDENTE DE VACAS DE TRES RAZAS DIFERENTES.

| Parámetros | Razas | | |
|--------------------|----------|-------------|--------|
| | Holstein | Brown Swiss | Jersey |
| Proteína, % | 18.0 | 19.7 | 21.2 |
| Sólidos Totales, % | 50.0 | 57.0 | 61.0 |
| Grasa, % | 22.0 | 23.6 | 28.1 |
| Cenizas, % | 4.30 | 4.70 | 4.50 |

Fuente: Pérez, A. (2001).

La Fundación Grupo Eroski. (2009), indica que en el queso semi-maduro, el extracto seco total debe ser superior al 40% e inferior al 50%; para que este queso sea “graso” el porcentaje de materia grasa sobre extracto seco total (MG/EST) debe encontrarse entre el 45% y el 60%, atendiendo a la grasa total,

contienen entre un 21% y un 23% Este alimento es proteico: aporta entre el 13% y 18% de proteínas, los hidratos de carbono suponen sólo entre un 4% y un 7% del alimento. La lactosa de los quesos semi-maduros no debe superar el 6%. El poder energético de estos quesos oscila muy poco, ya que varía entre 265 y 282 calorías por cada 100 gramos de producto, su contenido en sodio es entre 1 y 2% Contienen mucho calcio, con 492 ppm a 305 ppm de calcio. Una simple operación matemática nos revela que dos lonchas de queso semi-maduro (36 gramos de producto) aportan a nuestro organismo una cantidad de calcio equivalente a la proporcionada por medio vaso de leche (120 mililitros). Aporta así mismo bastantes vitaminas A, D y E, así como cantidades moderadas de B1, B2, B6 y B12.

9. Requisitos microbiológicos del queso

El INEN (1996), indica que el queso ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas deberá cumplir con los siguientes requisitos de microbiológicos (cuadro 4):

Cuadro 4. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DEL QUESO.

| Requisitos | clase | n | C | M | M | Método de ensayo |
|-----------------|-------|---|---|-------|--------|------------------|
| <i>E coli</i> | 3 | 5 | 2 | 100/g | 500/g | INEN 1529 |
| <i>S aureus</i> | 3 | 5 | 2 | 100/g | 1000/g | INEN 1529 |
| Salmonella | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | INEN 1529 |

n = Número de muestras que deben analizarse.

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: INEN Norma 1528. (1996).

Madrid, A. (1999), señala que en las normas españolas, la tolerancia de microorganismos indicadores se indican en el cuadro 5.

El Mercosur. (2002), establece niveles de tolerancia de microorganismos del queso, los mismos que se reportan en el cuadro 6.

Cuadro 5. NIVELES DE MICROORGANISMOS TOLERABLES DEL QUESO.

| Bacteria | N | c | m | M |
|---------------------------------|---|---|-----------------|-----------------|
| Entero bacterias totales/g | 5 | 2 | 1×10^3 | 1×10^4 |
| <i>E coli</i> / g | 5 | 2 | 1×10^2 | 1×10^3 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> /g | 5 | 1 | 1×10^2 | 1×10^3 |
| Salmonella o shigella/25g | 5 | 0 | 0 | 0 |

n = Número de muestras que deben analizarse.

c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: Madrid, A. (1999).

Cuadro 6. NIVELES DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO.

| Microorganismos | Criterio de Aceptación | Categoría ICMSF | Métodos de Ensayo |
|---------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|
| Coliformes/g (30°C) | m=100 M=1000 | 5 | FIL 73A: 1985 |
| Coliformes/g (45°C) | m=50 M=500 | 5 | APHA 1992 |
| Estafilococos/g | m= 10 M=100 | 8 | FIL 145: 1990 |
| Hongos y Levaduras/g | m=500 M=5000 | 2 | FIL 94B: 1990 |
| <i>Salmonella sp</i> /25g | m=0 | 10 | FIL 93A: 1985 |

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: Mercosur. (2002).

B. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO

1. Preparación de la leche

De acuerdo a González, M. (2002), la leche se somete a diferentes tratamientos para obtener un producto homogéneo y con parámetros óptimos para la obtención del queso que se fabricará, entre estos tenemos:

- Filtrado
- Clarificación

- Desnatado o añadido de nata (obtener contenido graso óptimo)
- Homogenización de los glóbulos grasos en el seno de la leche.
- Pasteurización a 72 °C/15 segundo en HTST o en cuba a 63°C/30 minutos.

En <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se señala que la leche debe de tener un contenido microbiano bajo al llegar a la quesería. Debe controlarse también la presencia de antibióticos que inhiben el crecimiento del cultivo bacteriano que se utiliza en la fermentación del queso y que impedirían la coagulación. La leche debería transportarse en cisternas isotermas a una temperatura de entre (4-6 °C.) Si no es así, se enfriará inmediatamente al llegar a la fábrica hasta que alcance una temperatura de (3- 4 °C). A continuación la leche se higieniza por centrifugación (para eliminar las impurezas sólidas), se normaliza el contenido en grasa y se pasteuriza a (70-80 °C) durante 15 segundos. Este último paso (la pasteurización) no tiene lugar en la elaboración de quesos artesanos, que se elaboran con leche cruda.

Sánchez, J. (2005), indica que la leche para la elaboración del queso artesanal no siempre es sometida a tratamiento térmico alguno, lo cual puede ser causa de intoxicaciones alimentarias, el queso fabricado industrialmente siempre parte de una leche pasteurizada, de modo que se quede garantizada la calidad.

2. Adición de fermentos lácteos

Según Madrid, A. (1999), los fermentos lácticos desarrollan aromas o sustancias precursoras de aromas que en realidad son capaces de desdoblar las proteínas en péptidos y aminoácidos o bien otras enzimas que descomponen grasas. En quesería se prefiere emplear un inóculo que no pase a los 60-65 °D a otro que alcance 100 °D. Los fermentos están aún en su fase de multiplicación máxima y no paralizado en parte por el exceso de acidez.

González, M. (2002), indica que la función principal de las bacterias lácticas (fermentos) es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a 5,0-5,2 y le confiere

sabor ácido. Además, las bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis (ruptura de proteínas) y la lipólisis (ruptura de las grasas). Con el empleo del fermento se logra:

- Proporción de ácido requerido
- No debe ocasionar sabores desagradables
- Condiciones de sabores buscado

Por su parte Sánchez, J. (2005), señala que los fermentos lácteos se añaden para producir una ligera acidificación de la leche. Estos fermentos son bacterias que además contribuirán al aroma que se desarrollará en la fase de maduración del queso. En quesos artesanales es poco frecuente añadirlos, ya que conservan la flora microbiana de la leche, que no se ha sometido a tratamiento térmico alguno. Para realizar este proceso se echa la leche en la cuba de cuajar con el reactivo (denominado "starter" - cultivo de microorganismos) durante 20 minutos a 25°C, aproximadamente. Esta operación es la maduración de la leche.

En cambio, en <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se reporta que este cultivo iniciador o "starter" está compuesto por bacterias lácticas de los géneros *Leuconostoc*, *Streptococcus* y *Lactobacillus* (aunque no se emplean conjuntamente estos tres géneros de bacterias). Su misión es:

- Transformar la lactosa en ácido láctico.
- Potenciar la acción del cuajo.
- Favorecer el desuerado.
- Disminuir el pH hasta 5 - 5.2, inhibiendo de este modo el crecimiento bacteriano.
- Liberar las sustancias que confieren a cada queso su aroma y sabor típicos.

3. Cuajado o coagulación de la leche

González, M. (2002), manifiesta que el cuajado o coagulación de la leche, consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de

la leche), que conducen a la formación de un coágulo. Tiene lugar debido a la acción conjunta de la acidificación por las bacterias lácticas (coagulación láctica) y de la actividad del cuajo (coagulación enzimática).

- La coagulación láctica o ácida es realizada por las bacterias lácticas presentes en la leche cruda o procedente del fermento, que transforman la lactosa en ácido láctico haciendo descender el pH de la leche, lo que produce la alteración de la caseína hasta la formación de un coágulo.
- La coagulación enzimática se produce cuando se añade cuajo a la leche. Durante siglos se ha utilizado en quesería cuajo animal, es decir, el enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes. Las dificultades de aprovisionamiento a nivel mundial de cuajo, junto con el aumento de precio de las preparaciones comerciales del enzima, han favorecido el desarrollo de otros enzimas coagulantes, tanto de origen animal (pepsinas bovinas y porcinas), como de origen microbiano (proteasas fúngicas, etc.) o vegetal (flores de *Cynara cardunculus*, etc.), el cuajo es una enzima proteolítico que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un “gel” o coágulo que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior. Igualmente, su actividad proteolítica conduce a la formación de compuestos que serán utilizados por las bacterias del fermento para su multiplicación.

Señalando además, que la adición del cuajo a la leche es un punto de considerable importancia en la fabricación de queso. En los quesos frescos, de coagulación fundamentalmente láctica, se utilizan pequeñas cantidades de cuajo y se opera a temperaturas bajas (15-20°C), para evitar la actividad óptima de la enzima. En este caso, el cuajo se emplea más bien para facilitar el desuerado, que por su acción coagulante o por su capacidad proteolítica a lo largo de la maduración. La leche deberá contener los fermentos lácticos necesarios para asegurar la acidificación. En los quesos de coagulación fundamentalmente enzimática (por ejemplo, Gruyère), se añaden cantidades de cuajo muy superiores y se coagula a temperatura más elevada (30-35 °C), para acelerar la formación de la cuajada. En estos quesos, los fermentos no deben desarrollarse

de inmediato a fin de que no se acidifique la leche sensiblemente durante la coagulación y durante las operaciones del desuerado. Finalmente, en los quesos de coagulación mixta (por ejemplo, camembert), se emplea una cantidad de cuajo considerable a una temperatura que permita el desarrollo óptimo de los fermentos lácticos (28-32 °C) y que al mismo tiempo garantice al cuajo unas condiciones de acción bastante favorables. La firmeza del cuajo y la textura de la cuajada formada dependerán, fundamentalmente, de la cantidad de cuajo utilizado, de la temperatura (velocidad de coagulación máxima a 40-42°C) y de la acidez de la leche.

<http://www.sica.gov.ec>. (2005), indica que esta es una de las etapas claves del proceso y la base de la conversión de la leche en queso. Esta transformación se produce por la coagulación de la caseína, que engloba parte de la grasa y otros de los componentes de la leche. Se puede distinguir dos tipos de coagulación: la ácida (que se emplea preferentemente para la elaboración de requesón) y la enzimática (que es la que nos interesa, ya que es la que se emplea para elaborar queso). La coagulación enzimática se produce cuando le añadimos a la leche un cuajo comercial compuesto por un 18 - 20 % de cloruro sódico, benzoato sódico y enzimas como la renina y la pepsina. La valoración comercial del cuajo se basa en su poder o fuerza coagulante, que depende del contenido enzimático y se denomina título (el título es la cantidad de leche que coagula un volumen de cuajo determinado a 35°C en 40 minutos). Se suelen utilizar 20 o 30 mililitros de cuajo por cada 100 litros de leche. La leche puede tardar en cuajar de 45 minutos a tres horas. Como resultado de la coagulación enzimática de la leche, se forma una masa que retiene gran cantidad de agua entre sus poros.

Por su parte Sánchez, J. (2005), reporta que la coagulación de la leche se realiza con el cuajo, líquido procedente del 4º estómago de rumiantes lactantes, o bien con cuajo sustitutivo, de origen vegetal, como el jugo de las hojas de la higuera, el galio o algunos tipos de cardos. Cuando la coagulación se realiza a 25°C o menos, se produce una coagulación débil cuyo resultado es una cuajada de aspecto irregular, propio para la fabricación de quesos de pasta blanda. Por el contrario si la coagulación se realiza a 33°C o más, la cuajada es más compacta, formada por pequeños fragmentos del tamaño de un grano de arroz, y la

temperatura habrá alcanzado durante la coagulación y de menor tamaño será el granulo. Cuando la cuajada ha adquirido la consistencia debida, se procede a la división en pequeños trozos, que una vez escurrido el suero, constituyen la pasta del queso.

4. Ruptura de la cuajada y desuerado

Según Veisseyre, R. (1998), en el momento del corte de la cuajada debe tener una firmeza suficiente y resistencia al corte. Las cuajadas muy blandas se desmenuzan durante el trabajo formándose el polvo de la cuajada, que hace disminuir el rendimiento. Dado esto es importante determinar si la cuajada esta lista para ser cortado y esto se puede realizar mediante la prueba de la palma de la mano, que consiste en tocar ligeramente, la superficie de la cuajada con la palma de la mano. Sino quedan residuos en la mano quiere decir que ya esta lista para el corte. El método más corriente empleado consiste en introducir en el coágulo la mano, una varilla o un vástago del termómetro, para provocar la ruptura. Un corte limpio y un suero color verdoso indican que ha llegado al momento del corte. Si este no es limpio sino irregular y si el suero es de color blanquecino, el coágulo es demasiado blando, la superficie del corte indica la calidad de la cuajada. En la práctica se realiza la prueba del corte. Con una varilla o espátula pudiendo observar la consistencia del cuajo la cual presentaba la consistencia de un flan, también fue está un índice que la cuajada estaba lista el hecho de que se separa de los paredes de la cuba quesera en este punto se realizó el corte.

González, M. (2002), el desuerado consiste en la separación del suero que impregna el coágulo, obteniéndose entonces la parte sólida que constituye la cuajada. Para permitir la salida del suero retenido en el coágulo es preciso recurrir a acciones de tipo mecánico, como son el cortado y el removido, cuya acción se complementa mediante el calentamiento y la acidificación.

- El cortado radica en la división del coágulo en porciones con objeto de aumentar la superficie de desuerado y, por tanto, de favorecer la evacuación del suero. Según el tipo de queso, el cortado es más o menos intenso, desde

un simple cortado en los quesos de pasta blanda a un corte en pequeños cubos en los de pasta más dura. Por tanto, existe para cada tipo de queso una dimensión óptima del grano. El cortado de la cuajada se efectúa utilizando unos instrumentos denominados liras, de las que existen distintos modelos manuales y mecánicos. Estas últimas se integran a las cubas de la elaboración del queso cuando son de volumen considerable; debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer del coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad.

- El removido tiene por objeto acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los granos, así como posibilitar un calentamiento uniforme. Se efectúa con ayuda de agitadores, que al igual que las liras, pueden ser manuales o mecánicos.
- La elevación de la temperatura (calentamiento), permite disminuir el grado de hidratación de los granos de la cuajada favoreciendo su contracción. La subida de la temperatura ha de ser lenta y progresiva, ya que si se produce de forma brusca se observa la formación de la superficie de los granos de una costra impermeable que detiene el desuerado. Las temperaturas de calentamiento bajas conducirán a cuajadas con mayor contenido de humedad y, por tanto, con más lactosa, que será utilizada por las bacterias lácticas para producir ácido en las primeras fases del período de maduración. Las temperaturas altas de cocción conducen a una cuajada seca y dura, adecuada para una maduración lenta y prolongada. Así, por ejemplo, en quesos de tipo Gruyère la cuajada se somete a temperaturas de 52-55 °C.

<http://www.sica.gov.ec>. (2005), indica que el desuerado se consigue mediante acciones químicas y mecánicas. La expulsión del suero esta influenciada por:

- El corte y la agitación de la cuajada, que se realiza habitualmente con una lira compuesta de una serie de alambres dispuestos en un bastidor. La lira, después de múltiples pasadas por la cuajada, divide ésta en partículas muy pequeñas. Los granos de cuajada se agitan continua y lentamente, favoreciendo la pérdida de agua.

- El descenso del pH de la cuajada.
- Por el tratamiento térmico, que acelera el desuerado. Se realiza calentando la cuba exteriormente gracias a un recubrimiento o "camisa" por donde circula vapor o agua caliente.

Existen dos tipos de tratamientos térmicos:

- Tratamiento suave: se utilizan temperaturas de 20 a 30 °C. Se pierde poco suero, obteniéndose quesos con alto contenido en agua.
- Tratamiento alto: se utilizan temperaturas de 40 a 50 °C. La cuajada pierde mucha agua, dando lugar a quesos duros.

5. Moldeado y prensado

Según Saiven, N. (1997), el prensado tiene por finalidad endurecer la masa de la cuajada y eliminar el suero sobrante. La cuajada se prensa por la precisión que ejerce sobre la masa (autoprensado) y por la aplicación de una fuerza externa. El autoprensado es un proceso de larga duración 13-24 horas, durante el cual el queso adquiere firmeza y disminuye el volumen. Se da por terminado cuando cesa la expulsión del suero y el queso adquiere su dureza y formas típicas, es por eso que en la práctica se deja el queso en planchas de madera. La temperatura durante el prensado y sobre todo durante el autoprensado debe ser aquella que mejor controle el grado de desuerado, deseado. La mayoría de los quesos semiblandos y duros deben tener un pH de 5.3-5.9 al final del prensado, este parámetro es importante para el desarrollo microbiano y la maduración del queso.

González, M. (2002), señala que el moldeado, es la colocación de la cuajada en moldes, cuya forma y tamaño varían con cada tipo de queso, mientras que el prensado, se efectúa en prensas de queserías, con las que se ejerce sobre la cuajada determinada presión que puede aumentar progresivamente durante el curso de la operación. Las condiciones del prensado son distintas para cada tipo de queso, variando la presión a aplicar, el desarrollo y duración de la operación. Así, por ejemplo, en los quesos más intensamente desuerados (Gruyere), las

presiones utilizadas alcanzan progresivamente 16 a 18 Kg por Kg de queso, con una duración de 24 horas como mínimo, mientras que en quesos menos desuerados, se aplican presiones inferiores durante unas pocas horas.

<http://www.sica.gov.ec>. (2005), manifiesta que en esta etapa se completa el desuerado y se le da al queso su forma definitiva, introduciéndolo en un molde que puede ser de madera, plástico, metal, etc. y que puede tener perforaciones para dejar escapar el suero. Dependiendo del tipo de queso que se pretenda obtener, el prensado será más o menos intenso. En algunos casos, como puede ser el del queso camembert no se aplica ningún tipo de presión, dejando que el peso del propio queso en el molde actúe como prensa. Las prensas se componen de unas palancas con las que se ejerce una determinada presión sobre la masa o cuajada.

6. Salado

<http://www.sica.gov.ec>. (2005), reporta que para este proceso se suele utilizar sal fina, pura, seca y bien molida. Esta sal puede ser extendida por la superficie o también puede ser directamente incorporada a la masa. Otra forma de salar el queso es con un baño de salmuera, que se encuentra a una temperatura de (10-13 °C), y en cual permanecen entre 6 y 12 horas los quesos blandos y de 24 a 72 los quesos duros. Este sistema es cada vez más utilizado porque necesita menos mano de obra y porque con él todos los quesos adquieren, aproximadamente, el mismo contenido en sal. Los principales objetivos de esta etapa son los siguientes:

- Impedir la proliferación de microorganismos patógenos, lo que contribuye a una mejor conservación del queso.
- Completar el desuerado de la cuajada.
- Controlar o dirigir los microorganismos del cultivo iniciador.
- Mejorar el aroma y el sabor del queso.

Sánchez, J. (2005), señala que la salazón tiene por objeto mejorar el sabor y asegurar la conservación de los quesos; además completa la salida del suero.

Todos los quesos, salvo raras excepciones se someten a este tratamiento. El salado cumple varias funciones, además de proporcionar ese sabor, como son evitar el excesivo desarrollo de la flora microbiana o contaminaciones de otros microorganismos externos y acelera la formación de la corteza. La concentración exagerada de sal provoca una acción deshidratante excesiva en la superficie del queso formándose una corteza muy gruesa y dura que dificultará su absorción de sal.

7. Maduración, cambios químicos que intervienen

González, M. (2002), manifiesta que la maduración es la última fase de la fabricación del queso. La cuajada, antes de iniciarse la maduración, presenta una capacidad, volumen y forma ya determinadas. Suele ser ácida en razón de la presencia de ácido láctico. En el caso de los quesos frescos la fabricación se interrumpe en esta fase. Los demás tipos de queso sufren una maduración más o menos pronunciada, que es un fenómeno complejo y más conocido. El período de maduración puede comprender desde una o dos semanas hasta más de un año. Los quesos blandos, con un alto contenido en agua, sufren períodos cortos de maduración. La maduración comprende una serie de cambios de las propiedades físicas y químicas adquiriendo el queso su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característicos. Los cambios químicos responsables de la maduración son:

- Fermentación o glucólisis: la fermentación de la lactosa a ácido láctico, pequeñas cantidades de ácido acético y propiónico, CO₂ y diacetilo. Es realizada fundamentalmente por las bacterias lácticas. Comienza durante la coagulación y el desuerado y se prolonga hasta la desaparición casi completa de la lactosa. El ácido láctico procedente de la degradación de la lactosa no se acumula en la cuajada sino que sufre distintas transformaciones de naturaleza diversa. En quesos blandos madurados por mohos, es metabolizados por éstos. En queso tipo Gruyère se transforma en propiónico, acético y CO₂.
- Proteolisis: es uno de los procesos más importantes de la maduración que no sólo interviene en el sabor, sino también en el aspecto y la textura. Como

resultado de la proteólisis se acumulan una gran variedad de productos en el queso durante la maduración. Por otra parte, este proceso no es siempre uniforme en toda la masa del queso, pudiendo ser más intenso en la superficie que en el interior (por ejemplo, en quesos blandos madurados superficialmente).

- Lipólisis: o hidrólisis de las grasas afecta a una pequeña proporción de éstas. Sin embargo, los ácidos grasos liberados y sus productos de transformación, aunque aparecen en pequeñas cantidades, influyen decididamente en el aroma y sabor del queso.

<http://www.sica.gov.ec>. (2005), reporta que la maduración es el período en el que la cuajada sufre determinadas transformaciones para dar el queso tal y como lo conocemos. Puede durar unos días o varios meses, según el tipo de queso. Durante esta fase el queso es almacenado en cámaras donde se controla la temperatura (12 °C), la humedad (70-90 %) y la aireación. Los quesos azules requieren una humedad de casi el 100% debido a que en su proceso de maduración participan determinados mohos. Los principales objetivos de la maduración o madurado son:

- Desarrollar el sabor y el aroma.
- Modificar el aspecto.
- Alcanzar la consistencia deseada.

Al terminar el proceso de maduración se observa:

- La existencia de una corteza más o menos sólida.
- La formación de una pasta homogénea y elástica.
- La presencia de ojos, fisuras, etc. en la pasta.

C. DEFECTOS DE LOS QUESOS

De acuerdo a Sánchez, J. (2005), la mayoría de los defectos de los quesos se pueden atribuir a alguna de las siguientes situaciones:

- Malas condiciones de higiene durante todo el proceso que sufre la leche desde el momento del ordeño.
- Errores que se cometen durante el proceso de la fabricación.
- Problemas en el proceso de conservación posterior del producto.

En la página <http://www.sica.gov.ec>. (2005), se indica que las principales alteraciones que se registran en los quesos son:

- Enmohecimiento superficial: El crecimiento de mohos produce manchas de tono azulado, pardo o negras, tanto en la corteza como en la superficie del corte.
- Reblandecimiento y deformación: Debido al almacenamiento a temperatura excesiva, los microorganismos que viven en el queso actúan sobre su masa, produciendo una disminución de su consistencia.
- Aberturas del queso: Producidas por la acidez excesiva del queso durante el cuajado.
- Hinchazón: Se forman cavernas en el interior del queso por acción de determinados microorganismos apareciendo abultado su aspecto exterior.
- Fluidez excesiva de las pastas blandas: Cuando no se desuera suficientemente la cuajada, se permite el posterior desarrollo de las bacterias que licuan la masa.

Concluyendo que los consumidores no pueden evitar las alteraciones producidas por un defecto de fabricación, ni las producidas en el punto de venta, pero sí las que se puedan producir en el hogar, teniendo en cuenta la importancia de un adecuado almacenaje y temperatura, frenando así el crecimiento de los organismos causantes, manteniendo la calidad del producto.

<http://www.infogranja.com.ar>. (2009), detalla los defectos más comunes que pueden presentar los quesos y sus causas:

- Quesos ácidos. Se produce porque durante su elaboración, la cuajada ha retenido más suero que el necesario. También puede atribuirse a la excesiva acidez o fermentación de la leche.
- Quesos amargos. Se debe a un problema de la vaca, que puede transferir mal sabor a la leche o de la post contaminación durante la elaboración. También puede ser originado por la insuficiente cantidad de sal o a su mala calidad.
- Olores anormales. Puede atribuirse a la leche con la cuál se elaboró el queso. De allí la importancia de disponer de un lugar higiénico para la fabricación de quesos.
- Quesos rajados. Ocurre si la cuajada se enfría antes del moldeado; por golpes o cambios bruscos de temperatura.
- Quesos secos. Una de las causas se debe al bajo porcentaje de sustancia grasa de la leche. También a un apresuramiento para dividir el coágulo, cuando aún no ha adquirido la consistencia necesaria. Lo mismo ocurre cuando la cuajada se corta desordenadamente, desgarrando la masa, provocando pérdidas de grasa que está aprisionada dentro del coágulo. En ambientes con escasa humedad es común observar este problema.
- Quesos hinchados. La hinchazón es producida por los gases desprendidos por microbios repartidos dentro de la masa del queso. Estos microorganismos abundan en leches sucias con tierra, estiércol, pelos, etc., o provenientes de vacas enfermas con fiebre aftosa, colitis, y otros. Otras veces la hinchazón se debe al uso de fermentos infectados, de cuajos alterados o a deficiencias de estacionamiento, sobre todo, cuando la temperatura de los depósitos de maduración es muy elevada. Para evitar el problema, habrá que prestar atención a la calidad de la leche: debe ser limpia y proceder de animales sanos. Además, si se usa suero fermento deberá tenerse la seguridad de que no esté infectado con gérmenes, lo que se conoce por la presencia de burbujas de gas en su superficie. Otro causante, puede ser el cuajo en malas condiciones, por cuya razón se recomienda el uso de marcas acreditadas.

Cuando el cuajo esta mal disuelto en el agua, puede contribuir a producir la hinchazón de los quesos. En consecuencia, se aconseja preparar la solución del cuajo con anticipación de 15 a 20 minutos, agitando muy bien la leche después de su agregado. Si en la masa queda mayor suero del conveniente, porque el desuerado ha sido incompleto, debido a que se ha trabajado una cuajada muy dura o el corte ha sido muy irregular, o el prensado defectuoso, ese exceso de suero es un caldo favorable para los gérmenes que producen la hinchazón.

- Quesos mil agujeros. Son quesos que presentan un gran número de pequeños ojos con dimensiones de 1 a 5 milímetros. Se produce cuando se corta la cuajada sin consistencia, o cuando en su parte superior ha sufrido un descenso marcado de temperatura. También produce este problema la leche de mala calidad, muy ácida o mezclada con calostro.
- Putrefacción de la cáscara. Se presenta en los quesos que durante su maduración o estacionamiento son mantenidos en estantes sucios o húmedos, o que no han sido invertidos con la frecuencia necesaria, especialmente en los días subsiguientes al abandonar el saladero o, cuando por falta de espacio, las hormas son colocadas unas sobre otras. El queso por falta de ventilación se mancha, ablanda y entra en descomposición. Es necesario lavarlos inmediatamente, rasparlos o extirparles la parte afectada. El lavado se realiza con salmuera concentrada y hervida.

D. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO

Morales, A. (2004), señala que la calidad organoléptica del queso, se refiere a los atributos que posee. El análisis sensorial o cata es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos, utilizando al hombre como instrumento de medida. La precisión y reproductibilidad de los métodos instrumentales son mayores que las de un jurado de degustación. Puede darse el caso de que dos quesos totalmente diferentes organolépticamente presenten datos analíticos, químicos y microbiológicos iguales. De aquí se deduce la importancia del análisis sensorial, para los siguientes fines:

- Desarrollar, modificar y mejorar el queso.
- Identificar diferencias entre quesos.
- Asegurar la calidad de los quesos elaborados.
- Proporcionar datos sensoriales.
- Proporcionar un registro permanente de los atributos de un producto.
- Poder seguir la evolución del producto durante su almacenamiento.
- Juzgar la tipicidad del producto.
- Seleccionar y preparar catadores.

1. **Apariencia**

Chamorro, M. (2002), indica que la apariencia es el conjunto de atributos que se aprecian con la vista. Tienen en cuenta las propiedades visuales, tanto externas (forma, corteza) como internas del queso (aberturas, color).

Coste, E. (2005), señala que la evaluación de la apariencia externa del queso, consiste en el examen visual de la muestra de queso, en los que se consideran los atributos de: forma, tamaño, peso y corteza.

- En cuanto a la forma, dada la gran variedad de quesos existente, es posible encontrar las formas más diversas, las básicas son las geométricas, especialmente cilindro o paralelepípedo, pero también hay esféricas, piramidales o troncocónicas. En ocasiones tienen formas que recuerdan a otros objetos o productos, pueden tener los bordes o aristas rectas o redondeadas, y las caras superior e inferior planas o abombadas (cóncavas, convexas); de igual modo las caras laterales pueden ser rectas o curvas (cóncavas o convexas). Siempre se debe presentar una forma regular del queso.
- El tamaño y peso de los quesos también es muy variable, las piezas más pequeñas suelen ser las propias de los quesos de cabra franceses y las pastas blandas, mientras que los mayores son siempre de la familia de las pastas prensadas y cocidas.

- La corteza, puede no existir en los quesos frescos, es fina en las pastas blandas y gruesa o muy gruesa en las prensadas y cocidas. Puede ser lisa o estriada y presentarse al natural, con hongos, con especias, ahumada, parafinada, teñida, encerada, cubierta de cenizas, etc.

2. Color

Losada, M. y Serrano, J. (2006), reportan que el corte de la pasta va a influir en la apreciación del color, por lo que se procurará que sea un corte limpio. El matiz o tono y la intensidad varían mucho de unos quesos a otros y a veces incluso en la superficie del corte del mismo queso. El brillo de la pasta va a estar influenciado por el contenido en agua o de grasa del queso (gotitas) por el tipo de leche y la zona de producción. Entre los matices más frecuentes en la pasta, tenemos: Blanco, blanco marfil, amarillo pálido, amarillo beige, verde azulado y naranja.

3. Consistencia/Textura

La textura de los sólidos esta influida por el tamaño de partícula, la higroscopicidad del producto, el molturado, la plasticidad, etc. En los líquidos su "apariencia" varía fundamentalmente en función de sus propiedades reológicas y de su homogeneidad (<http://www.chemedia.com>. 2005).

Coste, E. (2005), sostiene que la textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. También se puede definir a la textura como el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto perceptibles por los mecano-receptores, los receptores táctiles y en ciertos casos los visuales y los auditivos.

a. Características de superficie

Conjunto de características que informan del estado de la superficie de la textura del queso. Estas características se observan sobre una sección o una loncha del queso, de un tamaño y forma que sean representativas de todas las zonas del

miso a ser posible. En la fase visual se observará si hay o no elementos de ruptura en la presentación del corte, considerando como elementos de ruptura los cristales, los ojos, las aberturas y las grietas, también se tendrá en cuenta su forma, tamaño y número. La pasta siempre se observará en un corte limpio, pudiendo presentar diferentes características (Aenor, D. 2002):

- Compacta y prensada
- Agrietada
- Cerrada y blanda
- Friable
- Ciega
- Con cavidades
- Blanda y granulada
- Poco elástica
- Untable
- Gomosa
- Líquida
- Abierta
- Cerrada y compacta
- Corta
- Untuosa
- Con pequeñas oquedades
- Gelatinosa y brillante
- Elástica
- Nada elástica
- Frágil
- Blanda
- Desmenuzable

b. Corteza

La corteza depende del tipo de queso (fresco, maduro, etc.), de la tecnología empleada en su elaboración (pasta blanda, pasta prensada), del tipo de maduración (con mohos, bacterias) así pueden ser (Anzaldúa, A. 2004):

- Bien definida
- Natural
- Lisa
- Rugosa
- Cerosa
- Engrasada o aceitosa
- Con ceniza
- Húmeda
- Brillante
- Ausencia de corteza
- Compacta
- Estriada
- Escalada
- Untuosa
- Ahumada
- Enmohecida
- Suave
- Limpia

4. Olor

Propiedad organoléptica perceptible por vía indirecta por el órgano olfativo durante la degustación, es la fuerza del estímulo global percibido en el bulbo olfativo. Recibimos este estímulo por la nube gaseosa aromática, liberada por la masticación y por la respiración, que lo guía hacia el interior de la nariz (Barcina, A. 2004).

Coste, E. (2005), indica que es importante remarcar las diferencias entre los parámetros de olor y aroma ya que aunque ambas sensaciones se perciben por el órgano olfativo, el aroma se percibe por vía retronasal (vía indirecta) durante la degustación. Para evaluar el olor se debe acercar la muestra de queso a la nariz con el fin de poder percibir a través de la vía nasal directa los olores que caracterizan al queso, intentando reconocer los olores dominantes. Para completar y mejorar la percepción se aconseja romper en dos la muestra por el centro, cerca de la nariz y aspirar inmediatamente la fuerza del estímulo percibido (intensidad del olor). La evaluación del aroma se realiza tras masticar el queso para propiciar que estos se liberen, tomen la vía retro-nasal y se perciban en el bulbo olfativo. El olor y el aroma de los quesos tienen dos orígenes principales: la materia prima y el afinado. El olor láctico es dominante o casi exclusivo en los quesos jóvenes (frescos), mientras que en los más madurados aparecen otras familias de olores, como consecuencia de una serie de mecanismos, en su mayoría enzimáticos, que transforman los diferentes componentes de la cuajada (proteínas y lípidos, principalmente) formando numerosos componentes aromáticos, cuya proporción y naturaleza dependen de la tecnología de elaboración del queso. La intensidad del olor puede ser baja, media o elevada. Realmente, expresar estas sensaciones con palabras resulta muy complejo; por ello Berodier y cols. citados por Coste, E. (2005), han realizado un trabajo muy útil para la evaluación olfato-gustativa de quesos de pasta dura o semidura. Han definido 8 familias de términos para describir los olores y aromas. Estas familias son los olores:

- Lácticos (leche fresca, acidificada, corteza de queso)
- Vegetales (hierba, verdura cocida, ajo, cebolla, madera)

- Florales (miel, rosa)
- Afrutados (avellana, nuez, cítricos, plátano, piña, manzana, aceites)
- Torrefactos (bizcocho, vainilla, caramelo, tostado)
- Animales (vaca, establo, cuajo, estiércol)
- Especias (pimienta, menta, clavo de olor)
- Otros (propiónico, rancio, jabón, ensilado)

5. **Sabor**

En la boca se entremezcla la valoración de las propiedades táctiles, aromas, sabores elementales, regusto y persistencia. El sabor, son las sensaciones bucales táctiles percibidas en el interior de la boca, incluyendo la lengua y los dientes (Aenor, D. 2002).

Es la sensación percibida por el órgano del gusto (la lengua), cuando se le estimula con ciertas sustancias solubles. De los sabores elementales (dulce, ácido, amargo, umami, alcalino y metálico), el sabor dulce se detecta en la punta de la lengua; los laterales de la lengua son sensibles al sabor ácido y la parte posterior de la lengua al amargo (Barcina, A. 2004).

Coste, E. (2005), indica que para evaluar el sabor las piezas de queso deben ser masticadas y salivadas. El sabor es la sensación percibida por el órgano del gusto (lengua) cuando se lo estimula con ciertas sustancias solubles. Entonces, las sensaciones gustativas nos permiten captar la cantidad de sal, dulzor, acidez y amargor del queso. De los cuatro sabores básicos (dulce, salado, ácido y amargo) los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado. En los quesos más madurados el sabor es más equilibrado y se hace más intensa la sensación de sal, como consecuencia del agua evaporada en el proceso de maduración.

<http://www.chemedia.com>. (2005), indica que la percepción del gusto se efectúa en las papilas gustativas situadas en la lengua y en el paladar. Las sustancias no tienen en general un sabor único: lo que se percibe suele ser una sensación compleja originada por uno o más de los gustos básicos: ácido, salado, dulce y

amargo. Los productos que presentan gustos ácidos, salados y dulces permiten establecer reglas asociadas a las funciones químicas o a la estructura química del producto.

E. CONSERVANTES

1. Importancia

Según Madrid, A. (1999), cuando las condiciones de recogida, transporte y conservación de la leche no son muy estrictas se encuentran presentes en la misma una serie de bacterias ácido- butíricas y *Coli aerogenes* capaces de sobrevivir a la pasteurización y que después provocarán graves problemas en la fabricación y maduración de los quesos. Las bacterias ácido – butíricas forman esporas que sobreviven a la pasteurización, desarrollándose después, durante la maduración de los quesos, dando lugar a la formación de gas y sabores desagradables. En los quesos donde predominan las bacterias lácticas no suele ocurrir esto, pero hay variedades poco ácidas (Edám, gouda, Svecia) donde si se puede presentar este problema. Para evitar estos inconvenientes se ha recurrido históricamente a la adición de nitratos sódico o potásico (NO_3Na y NO_3K) a la leche, en cantidades de 20 gramos por cada 100 litros. Los nitratos tienen la capacidad de inhibir el desarrollo de las bacterias ácido butírico y *Coli aerogenes*, mientras que no afectan a las lácticas, siempre que no se sobrepasen las dosis requeridas. Si la cantidad de nitratos que se añade a la leche es excesiva se pueden presentar los siguientes problemas:

- Inhibición de fermentos lácticos, detienen la pre maduración de la leche.
- Detención del proceso de maduración del queso por el poder inhibidor de una fuerte dosis sobre todo tipo de microorganismos
- Sabores extraños y desagradables en los quesos terminados.

<http://www.nutricionyrecetas.com>. (2009), indica que la principal causa de deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes

(deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). Se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos. Por otra parte, los alimentos alterados pueden resultar muy perjudiciales para la salud del consumidor. La toxina botulínica, producida por una bacteria, *Clostridium botulinum*, en las conservas mal esterilizadas, embutidos y en otros productos, es una de las sustancias más venenosas que se conocen (miles de veces más tóxica que el cianuro). Las aflatoxinas, sustancias producidas por el crecimiento de ciertos mohos, son potentes agentes cancerígenos. Existen pues razones poderosas para evitar la alteración de los alimentos. A los métodos físicos, como el calentamiento, deshidratación, irradiación o congelación, pueden asociarse métodos químicos que causen la muerte de los microorganismos o que al menos eviten su crecimiento.

Además, indica que en muchos alimentos existen de forma natural sustancias con actividad antimicrobiana. Muchas frutas contienen diferentes ácidos orgánicos, como el ácido benzoico o el ácido cítrico. La relativa estabilidad de los yogures comparados con la leche se debe al ácido láctico producido durante su fermentación. Los ajos, cebollas y muchas especias contienen potentes agentes antimicrobianos, o precursores que se transforman en ellos al triturarlos. Los organismos oficiales correspondientes, a la hora de autorizar el uso de determinado aditivo tienen en cuenta que éste sea un auxiliar del procesado correcto de los alimentos y no un agente para enmascarar unas condiciones de manipulación sanitaria o tecnológicamente deficientes, ni un sistema para defraudar al consumidor engañándole respecto a la frescura real de un alimento. Las condiciones de uso de los conservantes están reglamentadas estrictamente en todos los países del mundo. Usualmente existen límites a la cantidad que se puede añadir de un conservante y a la de conservantes totales. Los conservantes alimentarios, a las concentraciones autorizadas, no matan en general a los microorganismos, sino que solamente evitan su proliferación. Por lo tanto, solo son útiles con materias primas de buena calidad.

2. Conservantes más empleados en la elaboración de productos lácteos

<http://www.alimentacion-sana.com.ar>. (2009), manifiesta que para retrasar el deterioro de los alimentos debido a la acción de microorganismos, se emplean sustancias antimicrobianas para inhibir, retardar o prevenir el desarrollo y la proliferación de bacterias, levaduras y moho.

a. Ácido sórbico

<http://www.nutricionyrecetas.com>. (2009), indica que el ácido sórbico es un ácido graso insaturado, presente de forma natural en algunos vegetales, pero fabricado para su uso como aditivo alimentario por síntesis química. Tienen las ventajas tecnológicas de ser activos en medios poco ácidos y de carecer prácticamente de sabor. Su principal inconveniente es que son comparativamente caros y que se pierden en parte cuando el producto se somete a ebullición. Son especialmente eficaces contra mohos y levaduras, y menos contra las bacterias.

<http://www.alimentacion-sana.com.ar>. (2009), sostiene que el ácido sórbico (E300) tiene varias aplicaciones, entre ellas, la conservación de productos a base de patata, el queso y la mermelada. Los nitros y los nitritos (E249-252) constituyen otro grupo de sustancias de gran utilidad. Se utilizan como aditivos en productos cárnicos, como los embutidos y el jamón, con el fin de protegerlos de las bacterias que causan el botulismo (*Clostridium botulinum*); contribuyendo así significativamente a la seguridad alimentaria.

b. Sorbatos

<http://www.alimentacion-sana.com.ar>. (2009), manifiesta que los compuestos sulfatados, como los sulfitos (E221-228), se usan para evitar la aparición de bacterias, por ejemplo, en el vino, la fruta desecada y las verduras en vinagre o en salmuera.

<http://www.nutricionyrecetas.com>. (2009), señala que los sorbatos se utilizan en bebidas refrescantes, en repostería, pastelería y galletas, en derivados cárnicos,

quesos, aceitunas en conserva, en postres lácteos con frutas, en mantequilla, margarina, mermeladas y en otros productos. En la industria de fabricación de vino encuentra aplicación como inhibidor de la fermentación secundaria permitiendo reducir los niveles de sulfitos.

Cada vez se usan más en los alimentos los sorbatos en lugar de otros conservantes más tóxicos como el ácido benzoico. Los sorbatos son muy poco tóxicos, de los que menos de entre todos los conservantes, menos incluso que la sal común o el ácido acético (el componente activo del vinagre). Por esta razón su uso está autorizado en todo el mundo. Metabólicamente se comporta en el organismo como los demás ácidos grasos, es decir, se absorbe y se utiliza como una fuente de energía.

c. Ácido benzoico

<http://www.alimentacion-sana.com.ar>. (2009), expone que el ácido benzoico y sus sales de calcio, sodio y potasio (E210-213) se emplean como agentes antibacterianos y antifúngicos en productos como los pepinillos en vinagre, las mermeladas y gelatinas bajas en azúcar, los aliños y los condimentos. En el Cuadro 7, se resumen ejemplos de los conservantes más utilizados en la Unión Europea (UE).

F. LISOZIMA

1. Descripción

Montenegro, R. (2000), indica que la lisozima (EC 3.2.1.17), es una enzima que se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza y posee la capacidad de degradar la pared bacteriana por medio de la ruptura de los enlaces glucosídicos en el peptidoglicano bacteriano. La lisozima ha sido considerada como parte importante de un mecanismo primitivo de defensa en una gran variedad de organismos, los cuales carecen de un sistema inmunológico bien desarrollado, mientras que en organismos superiores la lisozima aparece en secreciones y tejidos mucosos con la función de protección bacteriana.

Cuadro 7. CONSERVANTES MÁS UTILIZADOS EN LA UNIÓN EUROPEA.

| Número E | Sustancia/clase | Alimentos en los que se usan |
|-----------|--------------------------------|--|
| E 200-203 | Ácido sórbico y sorbatos | Queso, vino, fruta desecada, compotas, acompañamientos, quesos, etc. |
| E 210-213 | Ácido benzoico y benzoatos | Verduras en vinagre, mermeladas y gelatinas bajas en azúcar, frutas confitadas, semiconservas de pescado, salsas, etc. |
| E 220-228 | Anhídrido sulfuroso y sulfitos | Fruta desecada, frutas en conserva, productos a base de patata, vino, etc. |
| E 235 | Natamicina | Tratamiento de la cubierta exterior del queso y los embutidos |

Fuente: <http://www.alimentacion-sana.com.ar>. (2009).

<http://www.tuteur.com.ar>. (2009), señala que la lisozima es un principio natural extraído de la albúmina de huevo. También está presente en la saliva, lágrimas, sangre, en la leche de vaca (en pequeñas cantidades) y en leche humana (en elevada concentración).

<http://www.laboratoriosarroyo.com>. (2009), reporta que la lisozima es un compuesto enzimático cuyo principio activo es el clorhidrato de lisozima, obtenido por procesos físicos, a partir de la clara de huevo de la gallina. Se puede presentar comercialmente de forma microgranulada de color blanco, o en forma líquida, de color amarillo pálido, y densidad próxima a 1. La Lisozima es uno de los productos más eficaces para combatir a las bacterias butíricas, causantes del deterioro de los quesos por hinchazón tardía. Actúa hidrolizando los enlaces 1-4 de la pared celular de los *Clostridium tyrobutyricum*, lo que produce la lisis de la pared y la consiguiente muerte de la bacteria. La Lisozima es estable en medio ácido, incluso a elevadas temperaturas, lo que garantiza su actividad permanente en el queso hasta que la bacteria butírica se desarrolle y actúe sobre ella.

2. Fisiología

<http://es.wikipedia.org>. (2009), manifiesta que la mayoría de las bacterias

afectadas por lisozimas no son patogénicas. En algunos casos, la lisozima es la razón principal por la que estos organismos no llegan a ser patogénicos. La lisozima puede actuar como una opsonina innata o como una enzima catalítica. Las lisozimas sirven como opsoninas innatas uniéndose a la superficie bacteriana, reduciendo la carga negativa y facilitando la fagocitosis de las bacterias, todo esto antes de la llegada de las opsoninas del sistema inmunológico. La lisozima hace que las células fagocíticas puedan absorber más fácilmente a la bacteria. Como enzima funciona atacando a los peptidoglicanos, lo que explica su localización en la pared celular de las bacterias, especialmente en las Gram. positivas. La lisozima hidroliza el enlace glucosídico entre el residuo de ácido N-acetilmurámico NAMA y el carbono 4 (C4) de la N-acetilglucosamina. Hace esto uniendo la molécula de peptidoglicano en el sitio activo, una prominente hendidura entre sus dos dominios, provocando que la molécula sustrato adopte una conformación muy tensa, similar a la de un estado de transición. Según el mecanismo de Phillips, la lisozima se une a un hexasacárido deformando el cuarto azúcar (el anillo D) que adopta una conformación de media silla. En este estado de tensión el enlace glucosídico es fácilmente roto.

3. Usos

<http://www.laboratoriosarrojo.com>. (2009), sostiene que la lisozima se utiliza para evitar el hinchado tardío o butírico, producto de fermentaciones anómalas de Clostridios del grupo butírico o más raramente del grupo putrefactivo, produce en los quesos de pasta dura graves trastornos, ojos anómalos, formación de sabores y olores desagradables con notable depreciación de la calidad del producto. El uso en queserías confirma que la lisozima es la mejor solución para el hinchado tardío porque ataca el clostridium sin interferir en la elaboración ni en la flora láctica y por lo tanto en las características organolépticas del queso.

<http://www.directoalpaladar.com>. (2009), indica que su uso no influye en las características organolépticas de los alimentos, se usa en pequeñas concentraciones donde ya es efectiva. Presenta buenas cualidades para su uso en:

- Productos cárnicos: Reduce la población de microorganismos alternantes.
- Productos lácteos: Como los quesos y mantequillas.
- En vinos y mostos: Para el control de las bacterias lácticas y fermentaciones en el mosto. Además permite reducir la cantidad de dióxido de azufre utilizada.
- Su uso en quesos, por ejemplo, permite dejar de usar los nitratos en estos productos para evitar el desarrollo de las bacterias anaerobias formadoras de gas y especialmente el los gérmenes butíricos que provocan las hinchazones tardías de los quesos, provocando defectos de sabor, aroma y aspecto.

4. Recomendaciones de uso

<http://www.laboratoriosarroyo.com>. (2009), indica las siguientes recomendaciones:

- Colocar la cantidad de LISOZIMA pesada en un recipiente bien seco.
- Agregar agua a temperatura ambiente mezclando bien.
- Dejar reposar durante 15 minutos.
- Verificar, agitando, que la solución sea límpida e incolora.
- Agregar la solución obtenida a la tina durante la fase de calentamiento de la leche y antes del fermento ya que una buena disolución en la leche permite una máxima agregación a la caseína.

5. Dosis recomendada

Es un polvo blanco de baja densidad, por lo cual ocluye aire con facilidad y por lo tanto el dopaje volumétrico mediante cuchara no es preciso. Es necesario pesar la cantidad exacta a utilizar. La garantía de pureza (97%) facilita el manejo ya que la relación entre el peso y el principio activo es casi directa. Todas las experiencias indican que la dosis óptima es de 25 partes por millón de principio activo, o sea 2,5 g. de lisozima por cada 100 litros de leche (<http://www.laboratoriosarroyo.com>. 2009).

6. Limitaciones de uso

En <http://www.laboratoriosarroyo.com>. (2009), se indica que:

- La lisozima inhibe la hinchazón tardía producida por butíricos, no aquella producida por propiónicos, las cuales pueden ser eliminadas usando buena tecnología. Tampoco inhibe la hinchazón precoz producida por inhibidores, coliformes, etc.
- La lisozima tiene una acción bacteriológica bien determinada y precisa. La presencia de sólo pocas decenas de esporas por litro de leche elaborada es un grave riesgo de hinchazón tardía. La LISOZIMA permite trabajar con leches conteniendo hasta 200 esporas por litro, eliminando completamente el riesgo de hinchazón.
- Ante presencia mayor de esporas (600-800 por litro), pueden obtenerse óptimos resultados.
- En el caso de un número muy elevado de esporas, el hinchado no se evita, pero se puede atenuar y retardar el fenómeno.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Planta de Lácteos Molestina de la ESPE que pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Ejército (IASA II), que se encuentra localizada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, cantón Santo Domingo, km 28 vía a Quevedo, a una altitud de 270 m.s.n.m., con una latitud de 00°18'43" y una longitud de 79°18'43". El tiempo que duró el trabajo experimental fue de 120 días (4 meses), distribuidos en la elaboración de quesos semi-maduros, análisis bromatológicos, microbiológicos, organolépticos y la vida de anaquel del producto obtenido.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para la elaboración del queso semi-maduro (Tipo Andino), se utilizaron 256 litros de leche, que se dividieron en 32 unidades experimentales, con un tamaño por unidad de 4 litros de leche, trabajándose dos unidades experimentales por semana, por efectos de producción.

Para la valoración de las características físico-químicas y microbiológicas se utilizaron muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales, así como para las pruebas de aceptación del consumidor (características organolépticas).

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron fueron los siguientes:

1. Equipos y materiales de laboratorio

- Acidómetro
- Peachímetro
- Tubos de ensayo

- Termómetro
- Calculadora
- Equipo de protección personal (cofia, guantes, botas y mandil)

2. En la elaboración de quesos semi-maduro

Equipos:

- Olla doble fondo
- Mesa de moldeo
- Prensa

Materiales:

- Bidón de 40 litros de acero inoxidable
- Moldes para el queso
- Baldes
- Gavetas plásticas
- Tina para salmuera
- Frigorífico
- Malla
- Tacos de madera
- Fuente de calor
- Cilindro de gas
- Balanza digital
- Jabones, detergentes y desinfectantes
- Libreta de apuntes

Aditivos:

- Cloruro de Calcio
- Fermento láctico
- Ácido sórbico
- Lisozima
- Cuajo Marshall
- Sal yodada

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto de la utilización de distintos niveles de Lisozima como conservante natural (5, 10 y 15 %), en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), en la elaboración de queso tipo Andino (semimaduro) para ser comparada con un grupo testigo en el que se empleó el ácido sórbico, por lo que se contó con cuatro tratamientos experimentales, con cuatro repeticiones cada uno, en dos ensayos consecutivos, dando un total de 32 unidades experimentales, las mismas que fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar, en un arreglo combinatorio donde el Factor A, estuvo compuesto por los niveles de Lisozima y el Factor B, por los ensayos, por lo que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Parámetro de determinación

μ = Media general

A_i = Efecto de los niveles de lisozima

B_j = Efecto del número de ensayo

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental

El esquema del experimento empleado se detalla en el Cuadro 8.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se midieron fueron:

1. Valoración físico-químico

- pH
- Contenido de humedad, %
- Contenido de proteína, %

El esquema el experimento que se empleó fue el siguiente:

Cuadro 8. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

| Niveles lisozima (Factor A) | Ensayos (Factor B) | Código | Repetición | TUE | Litros leche /tratamiento. |
|--------------------------------|-----------------------|--------|------------|-----|-------------------------------|
| Testigo | 1 | TE1 | 4 | 8 | 32 |
| Testigo | 2 | TE2 | 4 | 8 | 32 |
| 5 % | 1 | L5E1 | 4 | 8 | 32 |
| 5 % | 2 | L5E2 | 4 | 8 | 32 |
| 10 % | 1 | L10E1 | 4 | 8 | 32 |
| 10 % | 2 | L10E2 | 4 | 8 | 32 |
| 15 % | 1 | L15E1 | 4 | 8 | 32 |
| 15 % | 2 | L15E2 | 4 | 8 | 32 |
| Total litros de leche | | | | | 256 |

TUE: Tamaño de la unidad Experimental, 8 litros de leche.

- Contenido de grasa, %
- Contenido de cenizas, %

2. Valoración microbiológica

- Coliformes totales, UFC/g
- Mohos y Levaduras

3. Valoración organoléptica

- Apariencia, 20 puntos
- Olor, 20 puntos
- Sabor, 20 puntos
- Color, 20 puntos
- Acidez, 20 puntos
- Total, 100 puntos

4. Valoración de la vida de anaquel

Se consideraron las características microbiológicas presentadas por los quesos a los 21 días posteriores en almacenamiento en refrigeración.

5. Análisis económico

- Costos de producción, dólares/kg
- Beneficio / Costo.

F. ANALISIS ESTADISTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes pruebas:

- Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias en las variables físico-químicas (cuadro 9).
- Separación de medias a través de la prueba de Waller-Duncan a los niveles de probabilidad $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$.
- Prueba de Ratting Test, para las variables no paramétricas como son las variables organolépticas.

Cuadro 9. ESQUEMA ADEVA.

| Fuente de variación. | Grado de libertad |
|--------------------------------|-------------------|
| Total. | 31 |
| Niveles de lisozima (Factor A) | 3 |
| Ensayos (Factor B) | 1 |
| Error experimental | 27 |

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Recepción de la materia prima

La materia prima al momento de recibirla se procedió a realizar el análisis de control de calidad, para los parámetros físicos, químicos, antes de ingresar a los tanques de almacenamiento ubicados en el Área de Recepción, obteniéndose los resultados que se reportan en el cuadro 10.

Los resultados garantizan que la leche cumple con los requisitos exigidos por el INEN (1996), que señala que la leche fresca debe presentar una densidad entre

1.0270 a 1.0320, el contenido de grasa mínimo de 3.00 %, ser negativa a la prueba de alcohol y un tiempo de reducción (reductasa) entre 4 a 8 horas.

Cuadro 10. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE RECIBIDA.

| Análisis | Leche Centro de Acopio |
|-----------------------|------------------------|
| % de grasa | 3.3 |
| Densidad | 1.028 |
| Acidez D | 15 |
| Prueba de Alcohol 82% | Negativa |
| Reductasa | Entre 6 y 8 horas |

2. Elaboración de los quesos

En la elaboración del queso Andino, se utilizó las formulaciones que se reportan en el cuadro 11 y para su elaboración se siguió el esquema que se reporta en el gráfico 1, proceso el cual se detalla a continuación:

Cuadro 11. FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO ANDINO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA.

| Formulación: | Unidad | Referencia | Niveles de Lisozima | | | |
|--------------------|--------|------------|---------------------|-------|-------|-------|
| | | | 0% | 5% | 10% | 15% |
| Leche Pasteurizada | Lt | 100 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Cloruro de calcio | G | 20 | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,60 |
| Fermento láctico | MI | 1000 | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 |
| Cuajo microbiano | MI | 10 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| Ácido sórbico | G | 20 | 1,60 | 1,52 | 1,44 | 1,36 |
| Lisozima | | | 0,00 | 0,08 | 0,16 | 0,24 |
| Sal | Kg | 1,25 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |

Una vez aprobada la calidad de la materia prima en la recepción, la leche se sometió a un filtrado, para eliminar posibles contaminantes (basuras, pelos, etc.); a continuación se pasteurizó la leche en la tina de pasteurización, donde se elevó la temperatura a 75°C por 15 minutos, luego de lo cual se dejó enfriar a 40°C y -

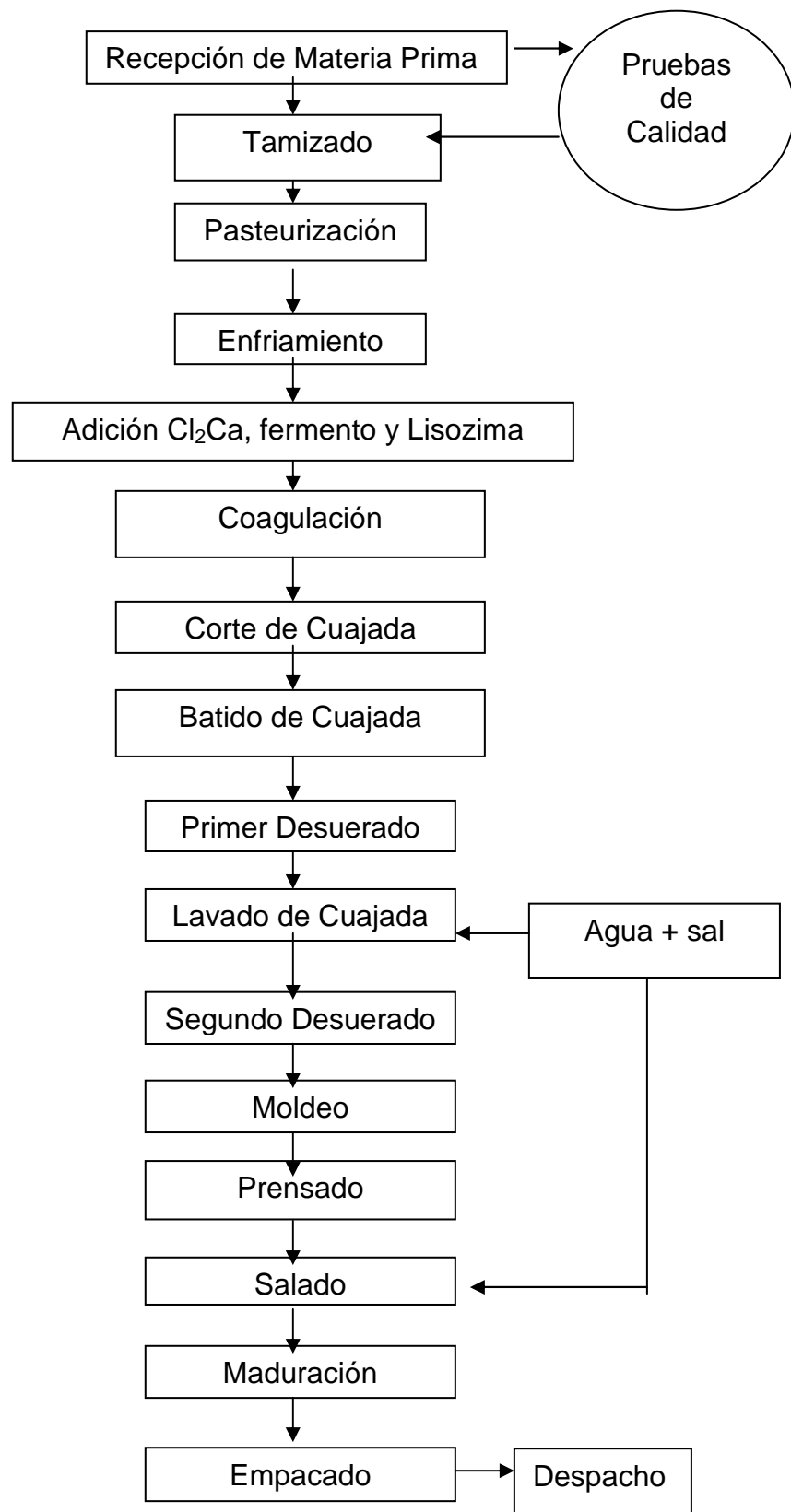


Gráfico 1 Esquema de elaboración del queso Andino.

agregar el cloruro de calcio en escamas, en una cantidad de 20 g/100 litros de leche, el fermento láctico de repique en una cantidad del 1 lt/100 lt de leche, el ácido acético de una relación referencial de 20 g/100 lt de leche como conservante y los niveles de lisozima (5, 10 y 15 %), en reemplazo del ácido acético, a una temperatura de 34 °C, y se realizó una homogenización por 5 minutos, luego se dejó madurar por el lapso de 30 minutos, transcurrido este tiempo se agregó el cuajo microbiano a una temperatura de 35°C en dosis de 1 ml por cada 10 litros de leche, seguidamente se dejó en reposo la leche por un lapso de 30 minutos para que se produzca la coagulación.

Posterior a esto, se procedió a cortar y batir la cuajada por un lapso de 15 a 20 minutos, hasta que el grano de la cuajada esté del tamaño de una haba; a ésta solución se la dejó reposar por 5 minutos y luego procedió a sacar el 35% de suero y adicionar el 30% de agua caliente que estuvo a la temperatura de coagulación correspondiente; luego batimos por un lapso de 10 minutos (lavado de la cuajada) y posteriormente colocamos la cuajada en moldes plásticos para el respectivo desuerado. Una vez llenos los moldes se realizaron un volteo inmediato de los mismos, para asegurar un mejor desuerado, se procedió a realizar un segundo volteo luego de 30 minutos aproximadamente. Luego colocamos los quesos en paños para seguidamente trasladarlos a la prensa, en donde permanecieron por un lapso de 60 minutos y luego fuera de ella por 12 horas. El salado de los quesos se efectuó con la utilización de salmuera a una concentración de 22°Bé y por un tiempo aproximado de 12 horas.

El manejo de maduración de los quesos se efectuó durante un 15 días, el mismo que consistió en una limpieza diaria de la superficie del queso, utilizando un paño humedecido con agua sal; esta práctica permitió eliminar los residuos de suero que contenían los quesos. La temperatura de la cámara de maduración varió entre 10 y 15°C y con una humedad relativa del 75 al 80%. Para lograr la humedad deseada, se mantuvo húmedo el piso.

3. Programa sanitario

Previa a la elaboración del queso, se realizaron las siguientes actividades:

- Lavado de instalaciones, equipos y utensilios, utilizando jabón líquido y agua.
- Se desinfecto el ambiente con vapor de agua y aplicación de hipoclorito.
- Durante el procesamiento de los quesos, la limpieza del área se realizó solamente con agua
- Al final de cada proceso, se realizó la desinfección del local con cloro en una proporción de 0.5 litros de cloro disueltos e 10 litros de agua.
- Los moldes, mallas, tacos, prensadora, olla de doble fondo y otros materiales, que se utilizaron durante el proceso, se lavaron con agua caliente y luego fueron desinfectados con vapor de agua.

Estas actividades se realizaron periódicamente, antes, durante y después del proceso, con la finalidad de asegurar su asepsia y evitar la contaminación de los quesos elaborados.

H. METODOLOGIA DE EVALUACION

1. Valoración físico-química

Para el control de los parámetros bromatológicos del producto terminado (queso semi-maduro) se tomaron muestras de 200 g y fueron enviadas al Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LAB-CESTTA, de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), así como al Laboratorio de Alimentos "OSF", de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, para la determinación del contenido de humedad, materia seca, proteína, grasa y cenizas.

2. Valoración microbiológica

Para los análisis microbiológicos, de igual manera se tomaron muestras de 200 g de cada unidad experimental, luego de su identificación se las envió al Laboratorio de Microbiología de los Alimentos y Técnicas Industriales, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, para determinar la carga microbiológica presente en base al método de siembra en profundidad, para determinar la presencia y carga microbiológica de Coliformes totales, así como de mohos y

levaduras. Este proceso se realizó al obtener el queso y a los 21 días posteriores, para establecer su calidad en la vida de anaquel.

3. Valoración organoléptica

Para la obtención de los resultados organolépticos, se coordinó con el director de tesis, para seleccionar el panel de catadores quienes calificaron los quesos semi-maduros bajo los siguientes parámetros propuestos:

| | |
|--------------------------|------------|
| Apariencia del producto, | 20 puntos |
| Olor, | 20 puntos |
| Sabor, | 20 puntos |
| Color, | 20 puntos |
| Apariencia | 20 puntos |
| Total, | 100 puntos |

El panel calificador debió cumplir con ciertas normas como: estricta individualidad entre panelistas para que no haya influencia entre los mismos; disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas. En la evaluación de las características organolépticas se siguió el siguiente procedimiento:

Una vez definidas las muestras de los tratamientos a evaluarse durante la sesión, se procedió a la evaluación sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente (Anexo 1), en la que se pide valorar las muestras en una escala numérica, de acuerdo a la escala predefinida. Este proceso se repitió en cada sesión, con todos los resultados obtenidos se procedió a la evaluación estadística de acuerdo a la prueba de Rating Test (Witting, E. 1981).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. VALORACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

Los resultados del análisis físico-químico de los quesos semi-maduros obtenidos por efecto de la utilización de diferentes niveles de Lisozima como conservante natural (5, 10 y 15 %), en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), se reportan en el Cuadro 12, donde se observa que el empleo del conservante natural no influye en la composición nutritiva del queso Andino.

1. Contenido de humedad

Los contenidos de humedad de los quesos andinos por efecto del empleo de diferentes niveles de lisozima en reemplazo del conservante químico, no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre las medias determinadas, por cuanto los valores encontrados fluctuaron entre 37.35 y 37.62 %, que corresponden a los quesos elaborados con el conservante químico y en los que se emplearon el 15 % de lisozima en su reemplazo, respectivamente, en tanto que entre ensayos los valores registrados fueron de 37.63 y 37.29 % de humedad en los quesos del primero y segundo ensayo, en su orden, considerándose que las respuestas obtenidas guardan relación con los reportados por la FAO. (2000), que señala que los quesos semi-maduros presentan un contenido de humedad entre 35 a 45 %, debiéndose esta característica a que durante la maduración el contenido de humedad se va reduciendo en este periodo, también se encuentran entre los valores indicados por la Fundación Grupo Eroski. (2009) y <http://eris.unalmed.edu.co>. (2009), quienes indican que en el queso semi-maduro, el contenido de humedad debe ser inferior al 40% y no más del 44%, respectivamente.

De igual manera al comparar los resultados obtenidos con estudios realizados en la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH, se establece que estos guardan relación con varios estudios, por cuanto Pérez, A. (2001), al evaluar la elaboración de queso Andino con leches de diferentes razas de bovinos (Jersey, Brown Swiss y Holstein Frisian), registró contenidos entre 39 y 50 % de humedad,

Cuadro 12. VALORACIÓN NUTRITIVA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL EN REEMPLAZO DE CONSERVANTE QUÍMICO (ÁCIDO SÓRBICO E300), EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA

| Parámetros | Niveles de Lisozima | | | | Prob. | Ensayos | | Prob. |
|--------------------------|---------------------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|-------|
| | Testigo | 5% | 10% | 15% | | I | II | |
| Contenido de humedad, % | 37.35 | 37.35 | 37.52 | 37.616 | 0.9980 | 37.629 | 37.287 | 0.776 |
| Contenido de proteína, % | 26.82 | 26.56 | 26.41 | 26.334 | 0.9960 | 26.416 | 26.646 | 0.883 |
| Contenido de grasa, % | 25.75 | 25.53 | 25.38 | 25.471 | 0.9950 | 25.566 | 25.496 | 0.947 |
| Contenido de cenizas, % | 5.60 | 5.60 | 5.70 | 5.709 | 0.9540 | 5.656 | 5.647 | 0.959 |
| pH | 6.02 | 6.04 | 6.04 | 6.073 | 0.9070 | 6.037 | 6.044 | 0.89 |

P>0.05, No existen diferencias estadísticas de acuerdo al ADEVA

siendo en tanto inferiores con los señalados por Tinoco, H. (2002), quien encontró con el uso de fermento mesófilo en la elaboración del queso semi-maduro contenidos de humedad, entre 40.45 y 40.93 %, al igual que con Heredia, M. (2006), que indica que los contenidos medios de humedad de los quesos Andinos elaborados con diferentes niveles de Antibut, fueron entre 47.84 y 52.00 %, en tanto que Paucar, S. (2006), señala que en su estudio de los quesos fundidos elaborados pertenecen a la clasificación de semi-maduros, por cuanto los contenidos de humedad variaron entre 37.24 y 38.81 %, por lo que se considera que los valores registrados en el presente trabajo se encuentran entre los valores mencionados así como con los recomendados por el INEN (1996), que exige que el queso semi-maduro debe contener un máximo de 50 % de humedad, dependiendo del tiempo de almacenamiento o maduración al que fueran sometidos.

2. Contenido de proteína

Las medias del contenido de proteína de los quesos fundidos no presentaron diferentes estadísticas ($P > 0.05$) por efecto de los niveles de Lisozima empleados, por cuanto se registraron contenidos de 26.33 % cuando se utilizó el nivel 15 % de lisozima (conservante natural), a 26.82 % con el empleo del ácido sórbico (conservante químico), de igual manera entre ensayos tampoco se observaron diferencias estadísticas por cuanto los valores determinados fueron de 26.42 y 26.65 % de proteína en los quesos del primero y segundo ensayos, respectivamente (gráfico 2); ratificándose por tanto que el reemplazo del conservante químico por el natural, no afecta las características nutritivas del queso, por cuanto según <http://www.nutricionyrecetas.com>. (2009), la función de estos productos es evitar el deterioro de los alimentos causado por el ataque de diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos).

Comparando los resultados obtenidos con las informaciones de La Fundación Grupo Eroski. (2003) y <http://www.consumer.es>. (2009), quienes indican que en el queso semi-maduro el contenido de proteínas es del 18%, los valores encontrados son superiores a estos reportes, en cambio que guardan relación con el reporte de <http://eris.unalmed.edu.co>. (2009), donde se indica que el contenido

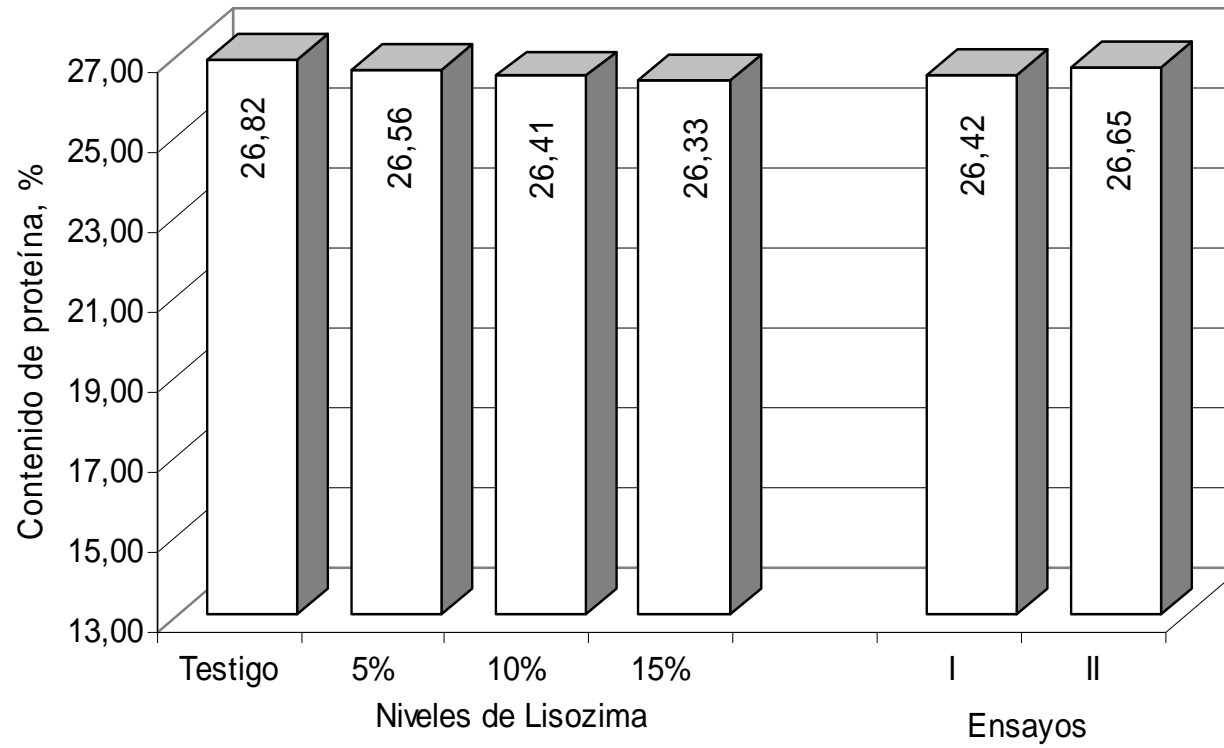


Gráfico 2. Contenido de proteína (%) en los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), en dos ensayos consecutivos.

de proteína de este tipo de queso es del 26 %, por lo que se puede considerar que las diferencias encontradas con los diferentes valores citados pueden deberse a las características químicas de las materias primas utilizadas, como lo enuncia González, M (2002), en que su composición depende enteramente del contenido de humedad y de las materias primas utilizadas en su fabricación, ya que durante el proceso de maduración, al perderse humedad hay una mayor concentración de nutrientes y entre estos el contenido de proteína, de ahí que los resultados obtenidos sean superiores a los señalados por Pérez, A. (2001), quien al elaborar queso Andino con leches de diferentes razas de bovinos, registró contenidos de proteína del 18 a 21.2 %, Tinoco, H. (2002), en el queso semimaduro elaborados con diferentes niveles de fermento mesófilo, presentaron contenidos entre 23.64 y 23.95 %, mientras que Heredia, M. (2006), indica que el contenido de proteína de los quesos tipo Andino fueron de 17.48 a 18.24 % por efecto de los niveles de Antibut, por lo que en base a estas diferencias, se puede indicar que la composición de los quesos varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración.

3. Contenido de grasa

Los contenidos medios de grasa en los quesos semi-maduros no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.051$) por efecto de los niveles de lisozima empleados ni por efecto del número de ensayos, ya que los contenidos de grasa fluctuaron entre 25.38 % en los quesos elaborados con 10 % de lisozima y 25.75 % en los quesos elaborados con el conservante químico (testigo), mientras que entre ensayos los valores encontrados fueron de 25.57 y 25.50 % en el primero y segundo, respectivamente (gráfico 3), por lo que se confirma lo señalado en <http://www.directoalpaladar.com>. (2009), en que el uso la lisozima no influye en las características nutritivas y organolépticas de los alimentos, siendo su acción principal según <http://www.laboratoriosarrojo.com>. (2009), evitar en el queso el hinchado tardío o butírico, producto de fermentaciones anómalas de Clostridios, sin interferir en la elaboración ni en la flora láctica y por lo tanto en las características organolépticas del queso.

Los valores determinados presentan ser superiores a los reportados por Heredia,

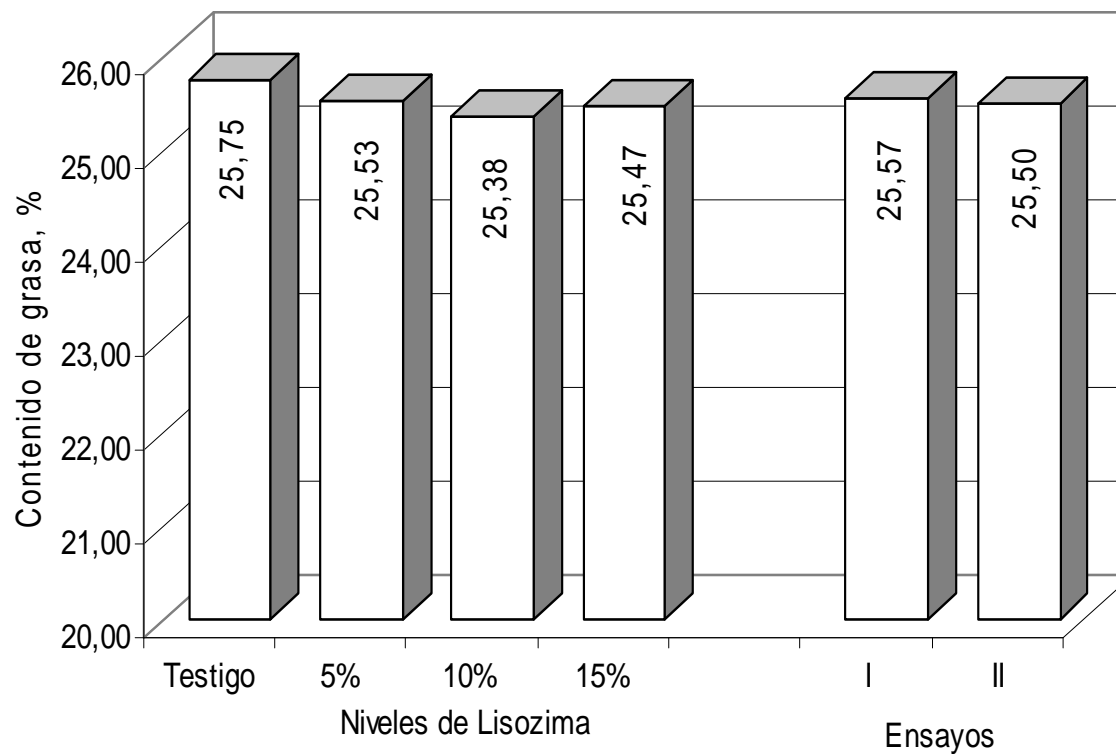


Gráfico 3. Contenido de grasa (%) en los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), en dos ensayos consecutivos.

M. (2006), quien indica que los contenidos de grasa de los quesos tipo Andino, fueron entre 20.12 y 22.10 %, cuando utilizó diferentes niveles de Antibut, en cambio que guardan relación con el estudio de Pérez, A. (2001), quien al evaluar el queso Andino elaborado con leche de diferentes razas bovinos, registró contenidos de grasa de 22 a 28 % cuando empleó leches de vacas Holstein Frisian y Jersey, respectivamente,; de igual manera, Tinoco, H. (2002), señaló que el contenido graso de los quesos semi-maduros obtenidos con la utilización de los fermentos mesófilos, fue entre 26.52 y 26.65 %, por lo que de acuerdo a la clasificación que señala el Código Alimentario Español (2005), el queso obtenido pertenece al grupo de quesos semigrasos, por cuanto el rango para esta categorización de los quesos es que el contenido de grasa sea superior al 25 % pero no más del 45 %. Confirmándose por otra parte, que a mayor contenido de humedad en el queso, menor es la cantidad de materia grasa (González, M. 2002), como se demuestra al comparar los resultados del estudio de Heredia, M. (2006), con los alcanzados en el presente trabajo.

4. Contenido de cenizas

Los contenidos medios de cenizas tampoco presentaron diferencias estadísticas ($P > .05$), por efecto de los niveles de lisozima utilizados, por cuanto los valores encontrados variaron entre 5.60 y 5.71 %, al emplearse el conservante químico y el 15 % de lisozima en su reemplazo, en su orden, de igual manera entre ensayos, los valores determinados fueron de 5.66 y 5.65 % en el primero y segundo ensayo, en su orden (Gráfico 4); notándose por consecuencia que el empleo de la lisozima no altera las características nutritivas de los quesos semi-maduros, aunque los contenidos de cenizas determinados en los quesos del presente trabajo son superiores a los reportados por Pérez, A. (2001), quien al evaluar el queso Andino elaborado con leche de diferentes razas bovinos, registró contenidos de 4.30 a 4.70 %, siendo mayor su diferencia al considerarse el estudio de Heredia, M. (2006), quien registró contenidos de cenizas entre 3.5 a 4.0 %, por lo que en base a las diferencias encontradas con los diferentes valores citados, se puede indicar que estas pueden estar supeditadas a las características químicas de las materias primas utilizadas, así como también a las diferentes técnicas de laboratorio empleados en la determinación de los nutrientes, ya que

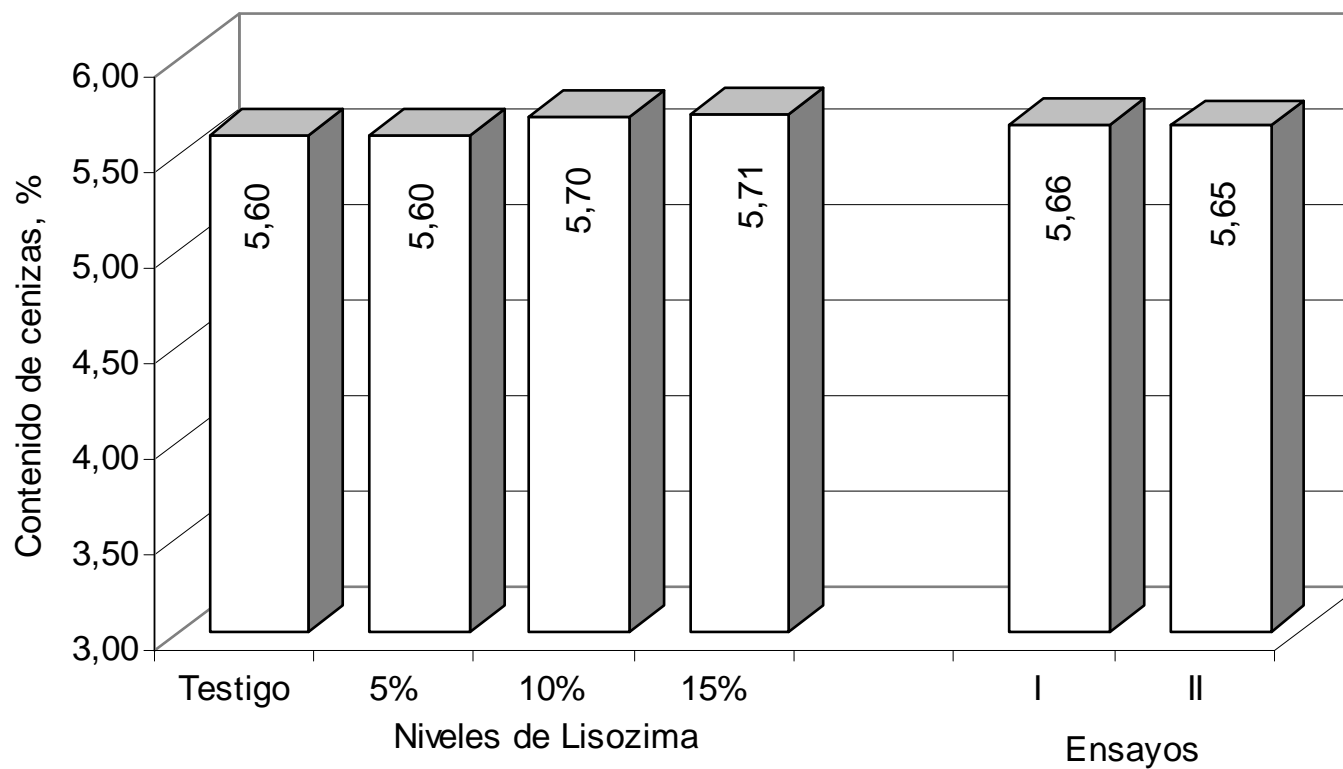


Gráfico 4. Contenido de cenizas (%) en los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), en dos ensayos consecutivos.

cada institución tiene procedimientos definidos, por lo que los reportes de resultados entre estos, distan considerablemente, como se observa en el Anexo 2, que corresponden a los resultados emitidos por el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LAB-CESTTA, de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), con el Laboratorio de Alimentos "OSF", de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

5. pH

Los valores determinados de pH en los quesos semi-maduros fueron entre 6.02 y 6.07, que corresponden a los que fueron elaborados con el empleo del conservante químico y del 15 % de lisozima, respectivamente, valores que no son diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), al igual que entre ensayos que presentaron valores de 6.04 en ambos casos, lo que denota que el queso semi-maduro presenta un potencial hidrogeniónico (pH) ligeramente ácido, debido posiblemente al proceso de maduración al que son sometidos, por cuanto González, M. (2002), reporta que la maduración es la última fase de la fabricación del queso. La cuajada, antes de iniciarse la maduración, suele ser ácida en razón de la presencia de ácido láctico. En el caso de los quesos frescos la fabricación se interrumpe en esta fase. Los demás tipos de queso sufren una maduración más o menos pronunciada, que es un fenómeno complejo con una serie de cambios de las propiedades físicas y químicas adquiriendo el queso su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característicos, por lo que se ratifica que el pH del queso no se altera por efecto de los niveles de lisozima empleados.

B. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

Las respuestas de la valoración organoléptica evaluadas a través de la Prueba de Rattig Test (para valores no paramétricos), permitió establecer que el empleo de los diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300), no influyeron estadísticamente en las características organolépticas como se observan en el cuadro 13.

Cuadro 13. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL EN REEMPLAZO DE CONSERVANTE QUÍMICO (ÁCIDO SÓRBICO E300), EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA.

| Parámetros | Niveles de Lisozima | | | | F& | Ftab _{0,05} | Signf. |
|-----------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|--------|
| | Testigo | 5% | 10% | 15% | | | |
| Apariencia, 20 puntos | 18,13 | 18,38 | 17,75 | 17,75 | 0,643 | 4,90 | ns |
| Color, 20 puntos | 19,13 | 18,13 | 17,88 | 17,88 | 2,318 | 4,90 | ns |
| Olor, 20 puntos | 18,38 | 18,50 | 17,88 | 17,63 | 0,891 | 4,90 | ns |
| Sabor, 20 puntos | 17,00 | 16,50 | 17,25 | 17,75 | 1,857 | 4,90 | ns |
| Acidez, 20 puntos | 16,88 | 15,88 | 16,00 | 16,00 | 0,665 | 4,90 | ns |
| Total, 100 puntos | 89,50 | 87,38 | 86,75 | 87,00 | 0,892 | 4,90 | ns |
| Valoración 1 | MB | MB | MB | MB | | | |

F& < Ftab_{0,05}, No existen diferencias estadísticas.

1: Escala de valoración de calidad de productos alimenticios según Witting (1981).

| Descripción de calidad | Puntaje |
|------------------------|---------|
| Excelente | 100,00 |
| Muy bueno | 95,00 |
| Bueno | 85,00 |
| Regular | 75,00 |
| Límite no comestible | 65,00 |
| | 60,00 |

1. Apariencia

La valoración de la apariencia del queso Andino con 15 días de maduración teniendo como referencia una calificación de 20 puntos, las puntuaciones alcanzadas estadísticamente no fueron diferentes, aunque numéricamente se determinó una ligera superioridad con la utilización del conservante químico y del 5 % de lisozima que recibieron calificaciones de 18.13 y 18.38 puntos, en cambio que al emplearse los niveles 10 y 15 %, las calificaciones asignadas a este queso fueron de 17.75 puntos en ambos casos, por lo que no se puede afirmar que la lisozima favorece o desmejora la apariencia visual de los quesos, sino que depende en gran parte de la preferencia de los consumidores y en el presente caso de las personas que actuaron como catadores, los mismos que no tuvieron una experiencia previa, de ahí posiblemente que les hayan asignado calificaciones casi similares, debido posiblemente a lo que señala Coste, E. (2005), quien indica que la evaluación de la apariencia se realiza de una forma visual de la masa o pasta del queso, considerándose principalmente la corteza, la misma que en los quesos obtenidos fue fina ligeramente estriada, así como la presencia de pequeños orificios considerados ojos, que pudieron ser efecto del prensado.

2. Color

La valoración del color, tomando como referencia una puntuación de 20 puntos, las calificaciones asignadas no fueron diferentes estadísticamente, aunque numéricamente se registraron pequeñas variaciones, ya que se observó mayor preferencia por parte de los catadores los quesos del grupo control, en los que se utilizaron el conservante químico, ya que recibieron una calificación de 19.13 puntos, calificación que se redujo a 18.13 puntos cuando se empleo el nivel 5 % de lisozima y a 17.88 puntos con los niveles 10 y 15 %, en ambos casos (gráfico 5), recibiendo estas calificaciones debido a que el color de los quesos varió ligeramente entre el cremoso del grupo control blanco a ligeramente amarillento en los otros, debiendo tenerse en cuenta adicionalmente lo que señalan Losada, M. y Serrano, J. (2006), quienes indican que el matiz o tono y la intensidad varían mucho de unos quesos a otros y a veces incluso en la superficie del corte del mis-

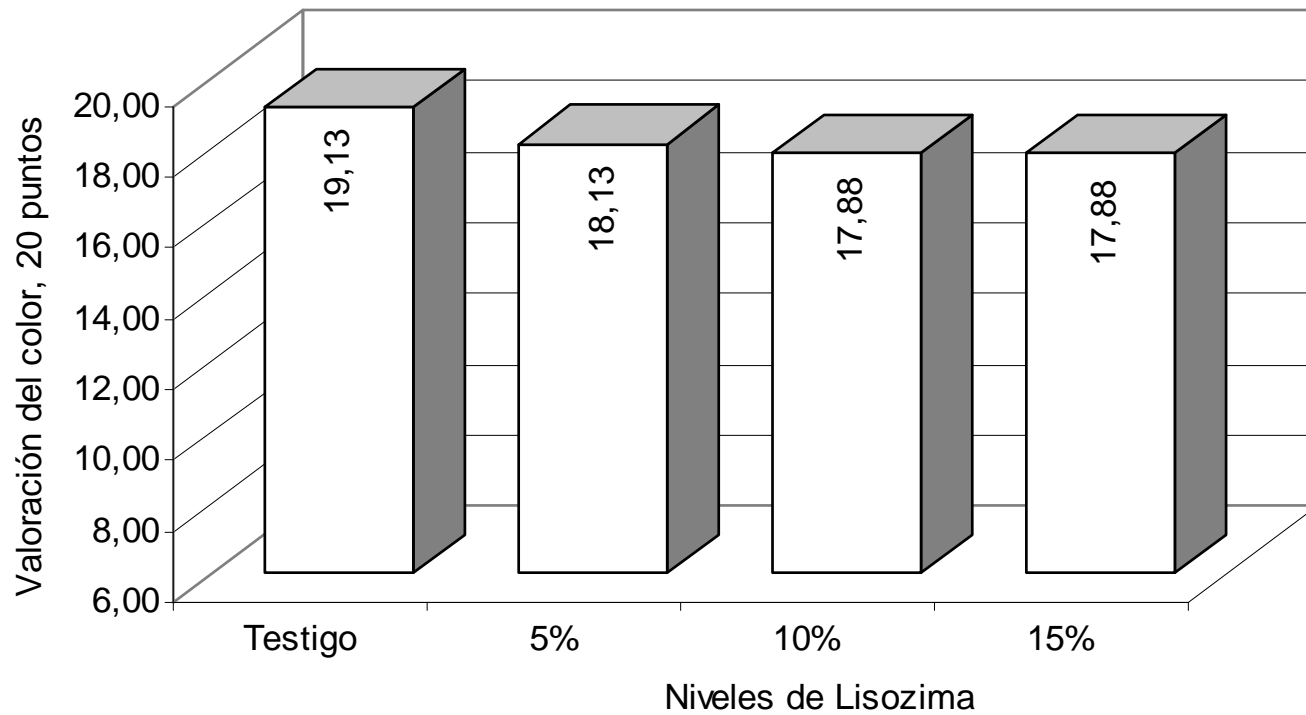


Gráfico 5. Valoración organoléptica del color (sobre 20 puntos) de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300).

mo queso, lo que justifica las respuestas señaladas por los catadores, indicándose además que esta característica se ve favorecida por el período de maduración, donde la cuajada sufre determinadas transformaciones para dar el queso tal y como lo conocemos (<http://www.sica.gov.ec>. 2005), ya que además indica que los objetivos de la maduración o madurado son: desarrollar el sabor y el aroma, modificar el aspecto y alcanzar la consistencia deseada.

3. Olor

Las puntuaciones medias de la apariencia de los quesos frescos no presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, se registraron pequeñas variaciones numéricas, por cuanto a los quesos del grupo control y en los que se emplearon el 5 % de lizozima, el panel de cata les asignaron puntuaciones de 18.38 y 18.50 puntos sobre 20 de referencia, mientras que cuando se utilizó los niveles 10 y 15 % de lizozima, las calificaciones que recibieron fueron ligeramente menores, alcanzando 17.88 y 17.63 puntos, en su orden, valoraciones que pueden deberse posiblemente a lo que señala Coste, E. (2005), quien indica que para evaluar el olor se debe acercar la muestra de queso a la nariz con el fin de poder percibir a través de la vía nasal directa los olores que caracterizan al queso, intentando reconocer los olores dominantes. Para completar y mejorar la percepción se aconseja romper en dos la muestra por el centro, cerca de la nariz y aspirar inmediatamente la fuerza del estímulo percibido (intensidad del olor). El olor láctico es dominante o casi exclusivo en los quesos jóvenes (frescos), mientras que en los más madurados aparecen otras familias de olores, como consecuencia de una serie de mecanismos, en su mayoría enzimáticos, que transforman los diferentes componentes de la cuajada (proteínas y lípidos, principalmente) formando numerosos componentes aromáticos, cuya proporción y naturaleza dependen de la tecnología de elaboración del queso.

4. Sabor

Las valoraciones del sabor que recibieron los quesos, no difiere estadísticamente ($P > 0.05$) por efecto de los niveles de lizozima empleados, existiendo pequeñas diferencias numéricas entre estas, por cuanto las calificaciones alcanzadas fueron

entre 16.50 y 17.75 puntos sobre 20 de referencia, y que corresponden a los quesos elaborados con 5 y 15% de lisozima, respectivamente (gráfico 6), que son los casos extremos, variación que puede deberse a lo que señala <http://www.chemedia.com>. (2005), donde se indica que las sustancias no tienen en general un sabor único: lo que se percibe suele ser una sensación compleja originada por uno o más de los gustos básicos: ácido, salado, dulce y amargo. Los productos que presentan gustos ácidos, salados y dulces permiten establecer reglas asociadas a las funciones químicas o a la estructura química del producto, de aquí que se confirme lo indicado por Coste, E. (2005), que señala que para evaluar el sabor las piezas de queso deben ser masticadas y salivadas, de los cuatro sabores básicos los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado. En los quesos madurados el sabor es más equilibrado y se hace más intensa la sensación de sal, como consecuencia del agua evaporada en el proceso de maduración, de ahí posiblemente la variación de resultados, los mismos que estuvieron en relación a la preferencia de los catadores, pero que estadísticamente son similares.

5. Acidez

Las características de acidez y sabor del queso son los principales indicadores, que se deben tomar en cuenta en la valoración organoléptica (Coste, E. 2005), por lo que con este antecedente, las puntuaciones asignadas a la sensación de acidez percibida en el queso por parte de los catadores, arrojaron respuestas que no son diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), por efecto de los niveles de lisozima empleados, aunque numéricamente estas varían de 15.88 puntos de los quesos elaborados con 5 % de lisozima a 16.88 puntos sobre 20 en los quesos del tratamiento control (conservante químico), notándose por tanto que los conservantes utilizados, por ser en pequeñas cantidades no influyen en las características de preferencia de los consumidores, por lo que, con la utilización de la lisozima como conservante natural, se cumple con lo que se recalca en <http://www.nutricionyrecetas.com>. (2009), donde se indica que los organismos oficiales correspondientes, a la hora de autorizar el uso de determinado aditivo tienen en cuenta que éste sea un auxiliar del procesado correcto de los alimentos y no un agente para enmascarar unas condiciones de manipulación sanitaria o

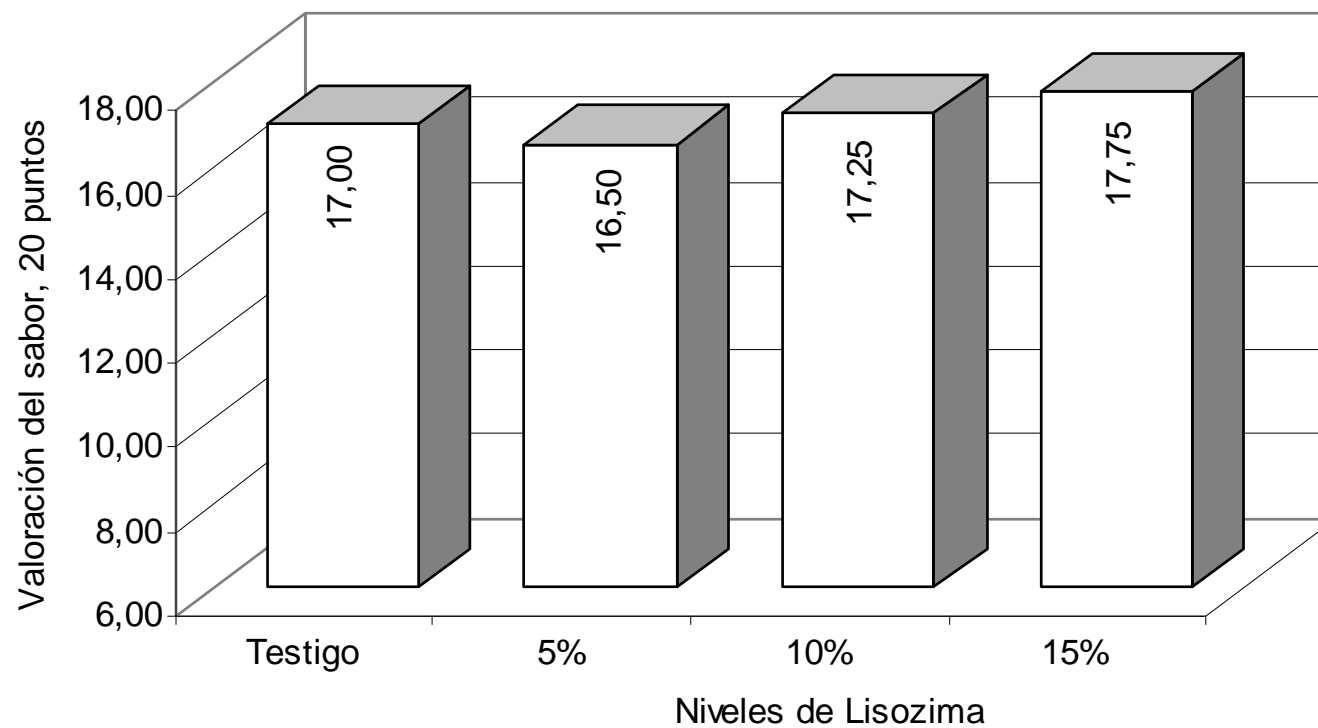


Gráfico 6. Valoración organoléptica del sabor (sobre 20 puntos) de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300).

tecnológicamente deficientes, ni un sistema para defraudar al consumidor engañándole respecto a la frescura real de un alimento.

6. Valoración total

En las puntuaciones totales, se estableció que las variaciones encontradas no fueron estadísticamente diferentes ($P>0.05$), aunque numéricamente se observa una ligera superioridad de preferencia por los quesos del grupo control (conservante químico), por cuanto las calificaciones totales registradas fueron de 89.50 puntos sobre 100 en los quesos del grupo control, siguiéndoles en orden de magnitud las preferencias asignadas de acuerdo a la calificación recibida por los quesos elaborados con 5 % de lizozima con 87.30 puntos, con el 15 % se alcanzó 87.00 puntos y con el nivel 10 %, 86.75 puntos (Gráfico 7), por lo que de acuerdo a la escala de valoración de los alimentos propuesta por Witting, E. (1981), les corresponden a todos los quesos una calificación de Muy Buena, considerándose por tanto que el conservante natural no altera las características organolépticas, sino que permite controlar el desarrollo de los microorganismos que alteran la calidad del queso, como se expone más adelante.

C. CALIDAD MICROBIOLÓGICA

1. Condición inicial de los quesos

De acuerdo a los resultados reportados por el Laboratorio de Microbiología de los Alimentos y Técnicas Industriales, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se estableció que los quesos semi-maduros con la utilización de conservantes, sean químicos (tratamiento control), así como con el empleo de diferentes niveles de lizozima en su reemplazo, permitieron que los quesos andinos (semi-madurados) a los 15 días de almacenamiento, no registren presencia de coliformes totales, como mohos y levaduras (Cuadro 14), a pesar de que Madrid, A. (1999), indica que cuando las condiciones de recogida, transporte y conservación de la leche no son muy estrictas y se encuentran presentes en la misma una serie de bacterias ácido- butíricas y *Coli aerogenes* capaces de sobrevivir a la pasteurización y que después provocarán graves problemas en la

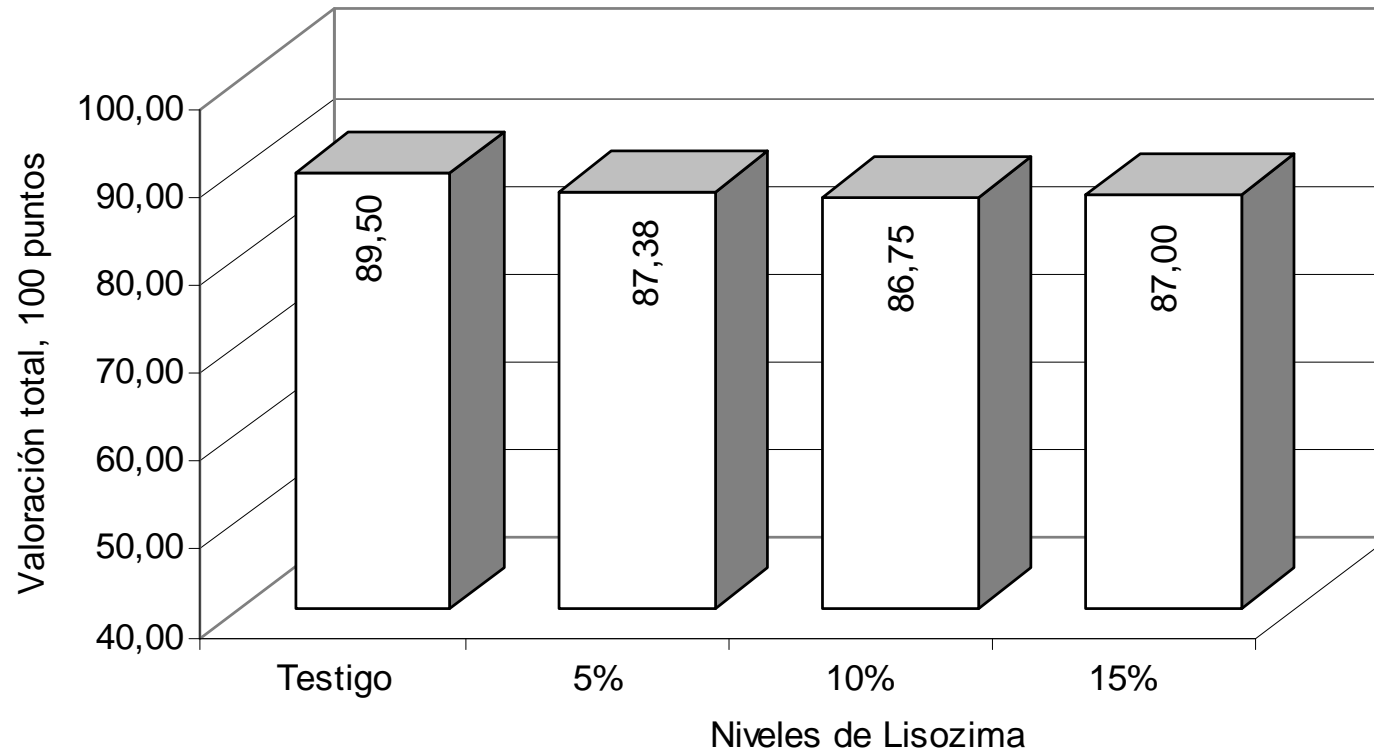


Gráfico 7. Valoración organoléptica total (sobre 100 puntos) de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300).

Cuadro 14. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL QUESO ANDINO ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL EN REEMPLAZO DE CONSERVANTE QUÍMICO (ÁCIDO SÓRBICO E300), EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA.

| Parámetros | Niveles de Lisozima | | | | | Ensayos | | |
|----------------------------|---------------------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|
| | Testigo | 5% | 10% | 15% | Prob. | I | II | Prob. |
| Coliformes totales, UFC/g | | | | | | | | |
| Inicial | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | | Negativo | Negativo | |
| A los 21 de almacenamiento | 12,00 a | 8,00 b | 7,00 bc | 6,13 c | 0,000 | 7,25 b | 9,31 a | 0,000 |
| Mohos y levaduras, UPC/g | | | | | | | | |
| Inicial | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | | Negativo | Negativo | |
| A los 21 de almacenamiento | 5,75 a | 4,75 ab | 3,38 bc | 2,13 c | 0,000 | 3,81 a | 4,19 a | 0,454 |

P>0.05, No existen diferencias estadísticas.

P<0.01, existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

fabricación y maduración de los quesos. En los quesos donde predominan las bacterias lácticas no suele ocurrir esto, por lo que se considera que la leche que se recibe es de buena calidad, así como existió un estricto control sanitario en las diferentes etapas de elaboración del queso y de su proceso de maduración.

2. A los 21 días de almacenamiento (vida de anaquel)

A los 21 días de almacenamiento de los quesos semi-maduros se determinó la presencia de coliformes totales, en cantidades que presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), determinándose que al utilizarse el conservante químico los quesos presentaron 12 UFC/g, cantidad que se fue reduciendo a medida que se le fue reemplazando por la lisozima, ya que al emplearse el 5 % se encontró 8 UFC/g, con el 10 % 7 UFC/g y con el 15 % se registró la menor proliferación de estos microorganismos (6 UFC/g), por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa (Gráfico 8), que determina que a medida que se incrementa el nivel de lisozima en reemplazo del conservante químico, la proliferación de coliformes totales se reduce, pero no de una manera homogénea, ya que además el coeficiente de determinación (r^2), determina que la presencia de coliformes totales depende en el 97.95 % de los conservantes utilizados, mientras que el 2.05 % se debe a otros factores no considerados, entre los que se pueden mencionar, las medidas higiénicas, el control de la temperatura y humedad, entre otras.

La presencia de mohos y levaduras, presentó el mismo comportamiento, es decir, a medida que se incremento los niveles de reemplazo del conservante químico con la lisozima, su presencia se fue reduciéndose, por cuanto los valores determinados fueron de 6, 5, 3 y 2 UPC/g, que corresponden a los quesos elaborados utilizando el conservante químico (ácido sórbico E300), y con los niveles de 5, 10 y 15 % de lisozima, por lo que el análisis de la regresión determinó una tendencia lineal altamente significativa (Gráfico 9), que determina que por cada unidad adicional de lisozima que se utilice en reemplazo del conservante químico la presencia de mohos y levaduras, se reduce en 1.23 unidades, lo que puede deberse a lo que señala <http://www.nutricionyrecetas.com>. (2009), en que los conservantes alimentarios, a las concentraciones autorizadas,

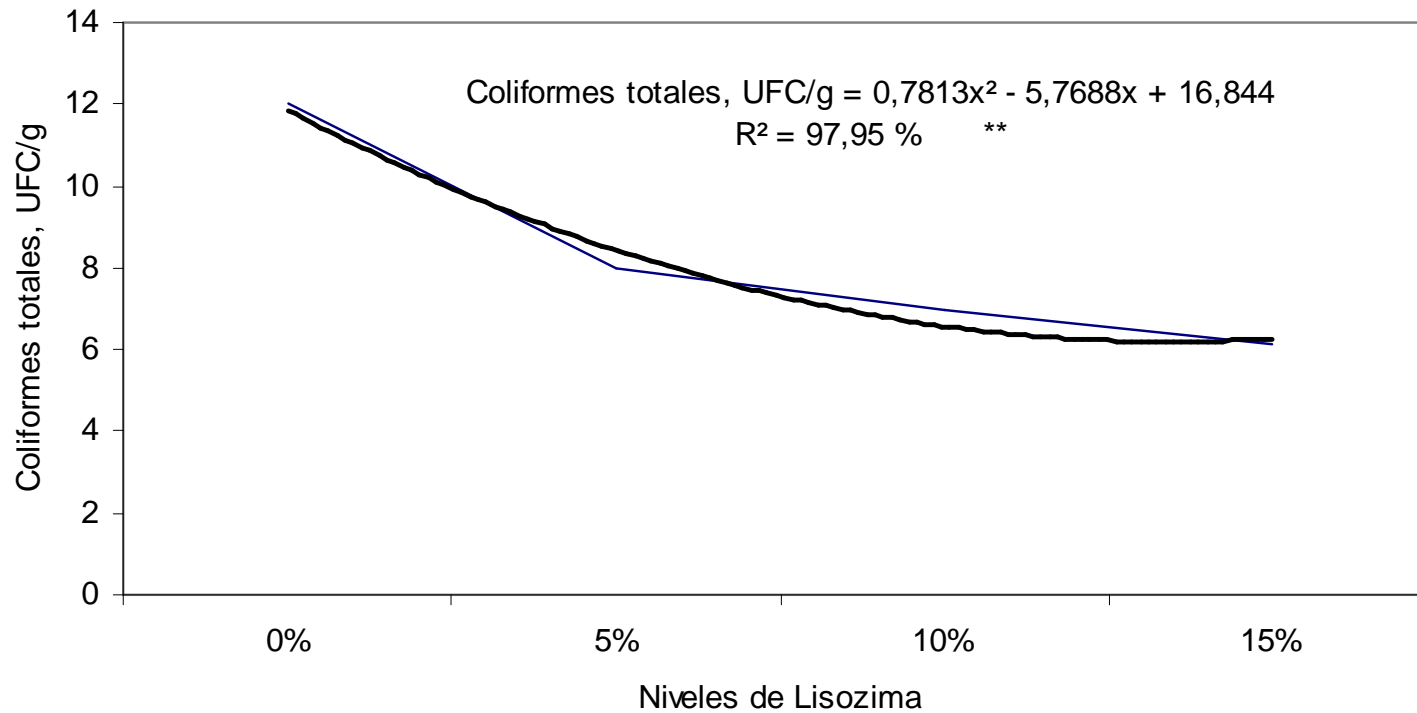


Gráfico 8. Comportamiento de la presencia de Coliformes totales (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300).

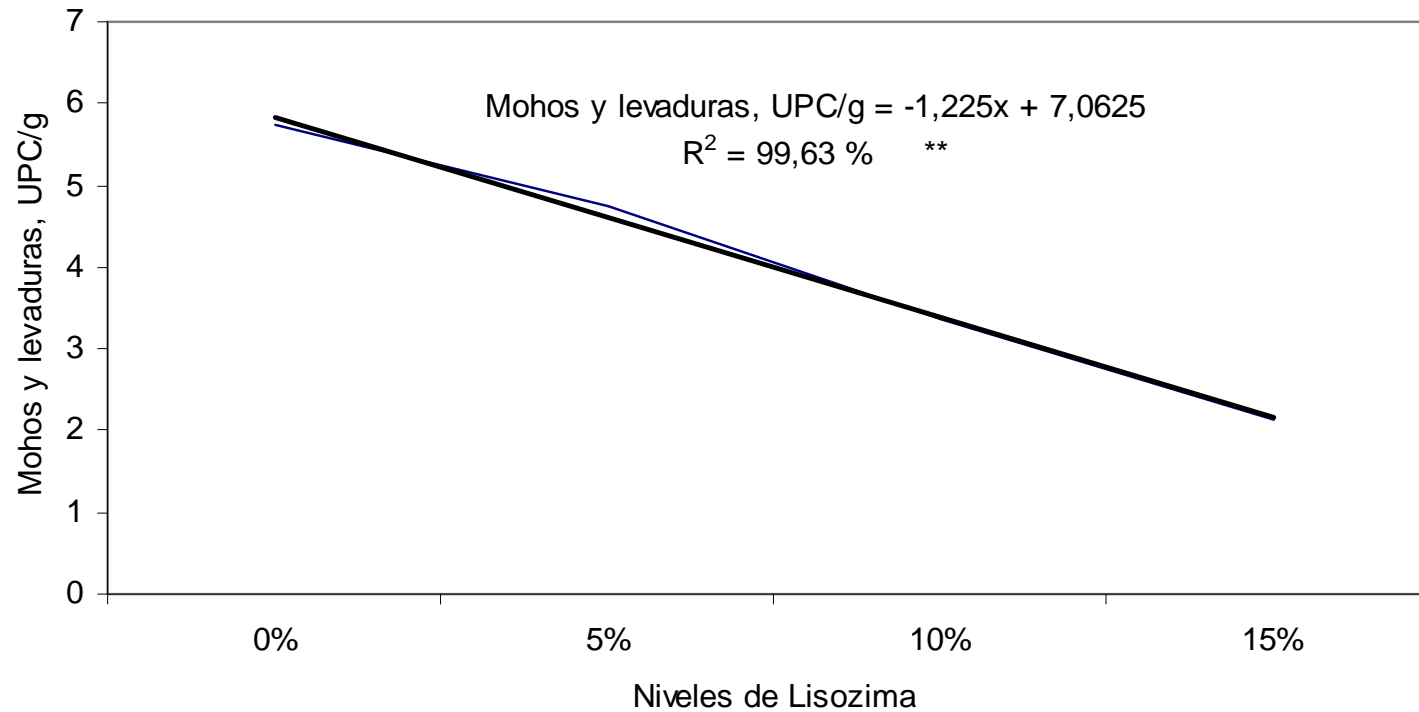


Gráfico 9. Comportamiento de la presencia de mohos y levaduras (UPC/g) a los 21 días de almacenamiento de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300).

no matan en general a los microorganismos, sino que solamente evitan su proliferación. Aunque su eliminación sería imposible, por cuanto <http://www.doschivos.com>. (2009), señala que los mohos tienen la capacidad de adaptarse a condiciones del entorno que no todos los microorganismos son capaces de tolerar, como un nivel de acidez o basicidad en un rango mayor que las bacterias, debido a que viven desde 2 hasta un valor de 9 de pH.

Por otra parte, las cantidades encontradas a los 21 días de almacenamiento, presentan ser notablemente inferiores a las reportadas por Paucar, S. (2006), quien en quesos semiduros, determinó cantidades de 5400 a 8200 UPC/g, al emplear sales fundentes, por lo que se ratifica que el empleo de los conservantes beneficia la calidad sanitaria de los quesos, ya que según Madrid, A. (1999), los conservantes tienen la capacidad de inhibir el desarrollo de las bacterias ácido butírico y *Coli aerogenes*, mientras que no afectan a las bacterias lácticas, siempre que no se sobrepasen las dosis requeridas, por cuanto su exceso puede detener el proceso de maduración del queso por el poder inhibidor de una fuerte dosis sobre todo tipo de microorganismos, así como propiciar sabores extraños y desagradables en los quesos terminados.

D. ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO

1. Conversión leche/queso

En la elaboración de queso semi-maduro, se determinó que los rendimientos observados, fueron entre 10.0 y 10.25 % (Cuadro 15), que corresponden a los quesos elaborados con el conservante químico y con la utilización del 15 % de lisozima, respectivamente, que representan, que por cada kg de queso andino se requiere de 10.0 y 9.76 litros de leche, registrándose un promedio general del rendimiento del 10.13% (9.88 litros de leche/kg de queso), valores que comparados con el reporte de <http://www.vulcano.terra.com.pe>. (2009), son ligeramente inferiores, ya que en este sitio se señala que el rendimiento de leche queso es de 11 %, por lo que necesita 9 litros de leche/kg, diferencias que pueden estar supeditadas a la metodología y técnicas de procesamiento empleadas, lo que pudo influir en la precipitación o retención de la caseína.

Cuadro 15. EVALUACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO ANDINO CON DIFERENTES

NIVELES DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL EN REEMPLAZO DEL CONSERVANTE QUÍMICO (ÁCIDO SÓRBICO E300), EN LA PLANTA DE LÁCTEOS MOLESTINA.

| Formulación: | Unidad | Referencia | Niveles de Lizosima | | | |
|------------------------------|--------|------------|---------------------|-------|-------|-------|
| | | | Testigo | 5% | 10% | 15% |
| Leche Pasteurizada | lt | 100 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Cloruro de calcio en escamas | g | 20 | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,60 |
| Fermento láctico de repique | ml | 1000 | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 |
| Cuajo microbiano | ml | 10 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| ácido sórbico | g | 20 | 1,60 | 1,52 | 1,44 | 1,36 |
| Lizosima | g | 20 | 0,00 | 0,08 | 0,16 | 0,24 |
| Sal | kg | 1,25 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| COSTOS | | | Costo/Unidad | | | |
| Leche Pasteurizada | | 0,350 | 2,800 | 2,800 | 2,800 | 2,800 |
| Cloruro de calcio en escamas | | 0,002 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| Fermento láctico de repique | | 0,006 | 0,480 | 0,480 | 0,480 | 0,480 |
| Cuajo microbiano | | 0,160 | 0,128 | 0,128 | 0,128 | 0,128 |
| ácido sórbico | | 0,030 | 0,048 | 0,046 | 0,043 | 0,041 |
| Lizosima | | 0,025 | 0,000 | 0,002 | 0,004 | 0,006 |
| Sal | | 0,500 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Mano de obra | | 0,500 | 0,500 | 0,500 | 0,500 | 0,500 |
| Costo Total, \$ | | | 4,009 | 4,009 | 4,008 | 4,008 |
| Rendimiento, kg | | | 0,80 | 0,81 | 0,81 | 0,82 |
| Costo prod./kg, \$ | | | 5,01 | 4,95 | 4,95 | 4,89 |
| Costo venta, \$/kg | | | 5,50 | 5,50 | 5,50 | 5,50 |
| Total Ingresos, \$ | | | 4,40 | 4,46 | 4,46 | 4,51 |
| BENEFICIO/COSTO, % | | | 1,10 | 1,11 | 1,11 | 1,13 |

2. Costo de producción

Mediante el análisis económico que se reporta en el Cuadro 15, se determinó que los costos de producción por kg de queso semi-maduro, se reducir al reemplazarse el ácido sórbico por la lisozima, por cuanto de un costo de 5.01 dólares/kg de queso obtenido con el empleo del conservante químico, decrece a 4.95 dólares con el empleo de 5 y 10 % de lisozima, llegando a 4.89 dólares con el nivel 15 % (Gráfico 10), respuestas que pueden deberse a lo que se señala en <http://www.nutricionyrecetas.com>. (2009), en que el ácido sórbico es fabricado para su uso como aditivo alimentario por síntesis química. Tienen las ventajas tecnológicas de ser activos en medios poco ácidos y de carecer prácticamente de sabor, su principal inconveniente es que son comparativamente caros; de ahí que resulte más económico utilizar la lisozima que tiene un menor precio comercial y como se analizó anteriormente no altera las propiedades físico-químicas y organolépticas, por el contrario favorece la vida de anaquel, por cuanto evita la proliferación de microorganismos que pueden deteriorar su calidad.

3. Beneficio/costo

Al realizar el análisis del beneficio/costo (B/C), mediante los costos de la leche e insumos utilizados, relacionándoles con los rendimientos obtenidos, y los ingresos percibidos, que se reportan en el Cuadro 15, se establece que el mayor beneficio/costo se alcanza al reemplazar el 15 % del conservante químico con lisozima, ya que se determinó un B/C de 1.13, que representa que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 13 centavos, o una rentabilidad del 13 %, que se reduce al 11 % al emplearse niveles 11 % con la utilización de 5 y 10 % de lisozima, que son superiores a los beneficios económicos obtenidos al emplearse el conservante químico con el cual su rentabilidad alcanzó el 10 % (B/C 1.10), notándose por consiguiente que al utilizar el 15 % de lisozima se obtiene mayores rentabilidades económicas, en la producción y venta de quesos semi-maduros, además de que presentan menos presencia microbiológica; además las rentabilidades alcanzadas son superiores a los que se generan a través de la banca privada, que pagan una tasa de interés hasta el 18 % anual cuando se pone el capital a plazo fijo, en cambio que al invertir en estas actividades industria

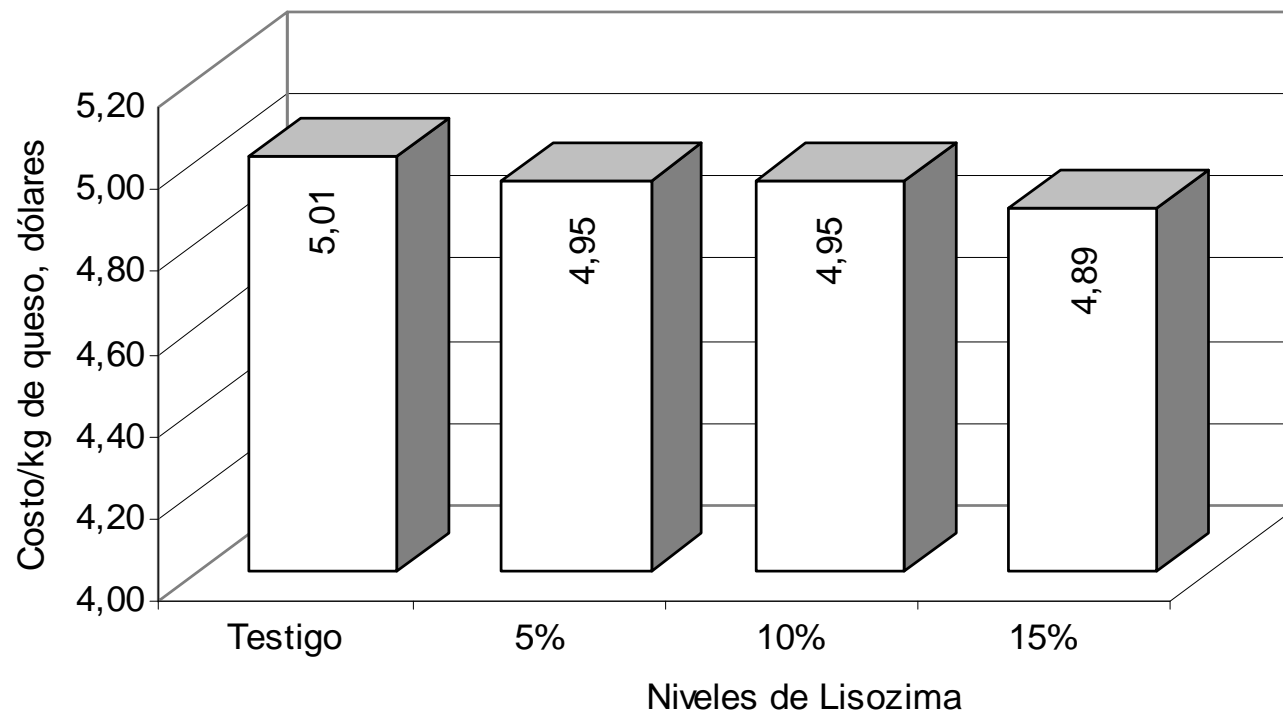


Gráfico 10. Costo/kg de quesos semi-maduros (dólares) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300).

les se estaría generando una rentabilidad sobre el 156 % anual, considerándose un mes del proceso, ya que se necesita de al menos 15 días de maduración.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden emitir en base a los resultados obtenidos son las siguientes:

- El reemplazo del conservante químico con niveles de lisozima no afectaron las propiedades físico-químicas del queso semi-maduro (Andino), presentando contenidos promedios del 37.46 % de humedad, 26.53 % de proteína, 25.53 % de grasa y 5.65 % de cenizas, con un pH ligeramente ácido (6.04).
- La preferencia de los consumidores mediante la evaluación de las características organolépticas, determinan que no hubo diferencias entre los quesos elaborados con los niveles de lisozima en reemplazo del conservante químico, por cuanto las valoraciones totales fluctuaron entre 86.75 y 89.50 puntos, que de acuerdo a la escala propuesta por Witting, E. (1981), les corresponde a todos una calificación de Muy buena.
- Los análisis microbiológicos iniciales determinaron la ausencia de coliformes totales, así como mohos y levaduras, en cambio a los 21 días de almacenamiento (vida de anaquel), se determinó que las cantidades registradas de estos microorganismos, disminuyen a medida que se incrementa los niveles de lisozima, presentando mejores respuestas el empleo del nivel 15 %.
- Los mayores rendimientos (10.25 %), así como los menores costos de producción (4.89 USD por kg), se obtuvieron cuando se elaboró el queso semi-maduro con el 15 % de lisozima en reemplazo del conservante químico, por la que rentabilidad alcanzada es de 13 % (B/C 1.13), en un tiempo máximo de 30 días de proceso.

VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar en la elaboración de quesos semi-maduros (Andino), el 15 % de lisozima en reemplazo del conservante químico, por cuanto no se alteran las propiedades físico-químicas y organolépticas, por el contrario favorece la vida de anaquel, por cuanto evita la proliferación de microorganismos que pueden deteriorar su calidad, así como se alcanza una mayor rentabilidad económica (13 % en un mes de ejercicio).
- Continuar con el estudio del empleo de la lisozima como conservante natural, pero evaluando niveles superiores hasta alcanzar el 15 % de reemplazo del conservante químico, por cuanto se determinó que existe un mayor control en la proliferación de microorganismos patógenos y los costos de producción se reducen
- Evaluar el efecto de este conservante natural (lisozima), en diferentes productos lácteos como el yogur, queso maduro y otros tipos de quesos que necesitan ser almacenados para su comercialización y poder alargar la vida útil de los mismos, sin que se alteren sus características nutritivas y organolépticas.

VII. LITERATURA CITADA

1. AENOR, D. 2002. Análisis sensorial de alimentos. Metodología 1a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 10 – 15.
2. ANZALDÚA, A. 2004. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. 2a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 15 - 20.
3. BARCINA, A. 2004. El análisis sensorial y sus aplicaciones en el control de calidad de quesos tradicionales y los desarrollados por nuevas tecnologías. Revista Española de lechería. Archivo de Internet .pdf.
4. CHAMORRO, M. 2002. El análisis sensorial de los quesos. 1a ed. Madrid, España. Edit. Mundi-Prensa. pp 10 – 25.
5. COSTE, E. 2005. Análisis Sensorial de Quesos. 1a ed. Zamora, España. Edit. Univ. Nac. de Lomas de Zamora. pp 2 -10.
6. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 1996. Elaboración y requisitos exigidos en la elaboración de quesos. Norma INEN 1528. Quito, Ecuador.
7. ESPAÑA, CÓDIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL. 2005. Norma general de calidad para los quesos fundidos con destino al mercado interior. Boe- Número: 292/1985. pp 38648 – 38655.
8. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). 2000. Equipo Regional de Fomento y Capacitación para América latina. Manual de elaboración de quesos. Santiago de Chile. Archivo pdf.
9. GAVILÁNEZ, E. 2000. Curso de tecnología lechera. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. p 15.

10. GONZÁLEZ, M. 2002. Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Veraguas, Panamá. Archivo pdf.
11. HEREDIA, M. 2006. Aplicación de Antibut (bactericida) para eliminar bacterias del grupo *coli aerogenes* en la elaboración de queso Andino. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 66 -88.
12. <http://eris.unalmed.edu.co>. 2009. Planta de leches. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos.
13. <http://es.wikipedia.org>. 2009. Lisozima.
14. <http://www.alimentacion-sana.com.ar>. 2009. Los Conservantes en los Alimentos.
15. <http://www.centa.gob.sv>. 2005. Rodríguez, A y Sermeño, A. Recetario de Quesos Salvadoreños. MAG-FAO.
16. <http://www.chemedia.com>. 2005. Propiedades Organolépticas.
17. <http://www.consumaseguridad.com>. 2003. El queso.
18. <http://www.consumaseguridad.com>. 2003. Fundación Grupo Eroski. El queso.
19. <http://www.consumer.es>. 2009. Guías Prácticas Consumer. Alimentos a debate. El queso semi-maduro.
20. <http://www.directoalpaladar.com>. 2009. Lisozima, un aditivo alimentario.
21. <http://www.doschivos.com>. 2009. Los Mohos,
22. <http://www.farmacia.us.es>. 2009. El queso.

23. <http://www.geocities.com>. 2004. Burdiles. S. La leche y sus productos. Producción de leche.
24. <http://www.infogranja.com.ar>. 2009. Defectos que pueden presentar los quesos
25. <http://www.laboratoriosarrojo.com>. 2009. Aditivos y productos para quesería. Catálogo general.
26. <http://www.mercosur.int>. 2002. MERCOSUR - GMC - RES N°079/94.
27. <http://www.nutricionyrecetas.com>. 2009. Conservantes.
28. <http://www.sica.gov.ec>. 2005. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Queso. Características generales. Proyecto SICA-BIRF/MAG. Ecuador.
29. <http://www.tuteur.com.ar>. 2009. Clerizima lisozima clorhidrato.
30. <http://www.ultimahora.com>. 2003. Tajadas de sabor. Revista Vida. N° 284.
31. <http://www.vulcano.terra.com.pe>. 2009. Diagrama de flujo para la elaboración de queso prensado.
32. LOSADA, M Y SERRANO, J. 2006. Manual de cata. Madrid, España. Edit. Servicio de Publicaciones de la E.U.I.T.A. pp 16 – 32.
33. MADRID, A. 1999. Tecnología Quesera. 2a ed. Madrid, España. Edit. Mundi Prensa. pp 15-26.
34. MONTENEGRO, R. 2000. Propiedades bioquímicas y bacteriológicas de la lisozima de la almeja *Tirela stuíorum*. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. México. Ciencias Marinas (2000), 26(2): 225-251. Archivo de Internet. .pdf.

35. MORALES, A. 2004. La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y en práctica. 1a ed. España, Madrid. Edit. Acribia. pp 26 – 31.
36. PAUCAR, S. 2006. Elaboración de queso fundido mediante la utilización de tres tipos de sales fundentes (citrato de sodio, citrato de calcio y citrato de potasio). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 45-60.
37. PÉREZ, A. 2001. Determinación del rendimiento y calidad en quesos semimaduros (Andino y Tilsit) al utilizar la leche de vacas Holstein frisian, Jersey y Brown swiss. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 26-35.
38. REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. sn. Tegucicalpa, Honduras. Edit. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. pp 24-42.
39. SAIVEN, N. 1997. Lactología Industrial. sn. Zaragoza, España, Edit. Acribia. pp 10-15.
40. SÁNCHEZ, J. 2005. El queso. sn. Lima, Perú. Edit. Infoalimentos. pp 10-32.
41. TINOCO, H. 2002. Diferentes niveles de fermento mesófilo de inoculación directa en la elaboración de quesos semimaduros y maduros. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 42-50.
42. VEISSEYRE, R. 1998. Lactología técnica. 2a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 28-33.
43. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. 1a ed. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp 4 – 12.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta para la valoración organoléptica de los quesos semi-maduros (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico (ácido sórbico E300).

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

PRUEBA ORGANOLEPTICA

Sírvase a degustar las muestras que se presentan, según el orden establecido y clasifíquelas de acuerdo a la hoja adjunta

| NUMERO DE MUESTRA | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----|-----|-----|------|
| Tratamientos | | 0 % | 5 % | 10% | 15 % |
| Carácter | Valor en puntos | | | | |
| Apariencia Producto | 20 | | | | |
| Olor | 20 | | | | |
| Sabor | 20 | | | | |
| Color | 20 | | | | |
| Acidez | 20 | | | | |
| Total | 100 | | | | |

CARACTERÍSTICAS A EVALUAR EN LA DEGUSTACIÓN DE QUESOS SEMI-MADUROS CON LA UTILIZACION DE LISOZIMA COMO CONSERVANTE NATURAL.

OLOR:

- 1 – 4 Extraño, desagradable, putrefacto, ácido
- 5 – 8 Típico, claramente dañado, insípido, rancio, picante
- 9 – 12 Levemente perjudicado, normal, todavía aceptable.
- 13 – 15 Específico del producto, no muy intenso, bueno
- 16-20 Excepcionalmente agradable, específico del producto, muy intenso.

SABOR:

- 1 – 4 Demasiado ácido y ligeramente amargo.
- 5 – 8 Ligeramente extraño.
- 9 – 12 Sabor con tendencia acida
- 13 – 15 Agradable.
- 16 _ 20 Muy agradable.

COLOR:

- 1 – 5 Malo
- 6 – 10 Regular
- 11 – 15 Bueno
- 16 – 20 Agradable

APARIENCIA:

- 1 – 5 Poco apetecible
- 6 – 10 Ligeramente apetecible
- 11 – 15 Medianamente apetecible
- 16 – 20 Altamente apetecible.

Anexo 3. Resultados experimentales de la valoración físico-química del queso semi-maduro (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico, en dos ensayos consecutivos.

| Niveles de Lisozima | Réplica | Repetición | Contenido de | | | | pH |
|---------------------|---------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|------|
| | | | Proteína (%) | Humedad (%) | Grasa (%) | Cenizas (%) | |
| 0% | 1 | 1 | 22,01 | 39,52 | 31,79 | 4,49 | 5,80 |
| 0% | 1 | 2 | 32,20 | 32,68 | 25,41 | 5,90 | 6,01 |
| 0% | 1 | 3 | 28,41 | 39,40 | 21,90 | 6,10 | 6,10 |
| 0% | 1 | 4 | 24,43 | 37,84 | 24,29 | 5,93 | 6,14 |
| 5% | 1 | 1 | 21,69 | 40,46 | 31,37 | 6,15 | 6,12 |
| 5% | 1 | 2 | 31,88 | 35,67 | 23,10 | 5,40 | 6,10 |
| 5% | 1 | 3 | 28,09 | 38,37 | 24,94 | 5,30 | 6,11 |
| 5% | 1 | 4 | 24,80 | 36,01 | 22,92 | 5,72 | 5,81 |
| 10% | 1 | 1 | 21,53 | 45,89 | 17,63 | 5,70 | 6,06 |
| 10% | 1 | 2 | 30,08 | 37,61 | 30,22 | 5,75 | 6,15 |
| 10% | 1 | 3 | 27,11 | 34,05 | 28,33 | 5,98 | 6,11 |
| 10% | 1 | 4 | 25,90 | 33,84 | 24,69 | 5,30 | 5,76 |
| 15% | 1 | 1 | 20,57 | 43,58 | 26,58 | 6,55 | 6,31 |
| 15% | 1 | 2 | 31,03 | 35,58 | 25,42 | 5,30 | 6,12 |
| 15% | 1 | 3 | 27,10 | 36,77 | 24,80 | 5,41 | 5,90 |
| 15% | 1 | 4 | 25,83 | 34,79 | 25,66 | 5,52 | 5,99 |
| 0% | 2 | 1 | 38,00 | 31,68 | 25,41 | 4,49 | 5,80 |
| 0% | 2 | 2 | 22,01 | 39,52 | 24,79 | 6,09 | 6,13 |
| 0% | 2 | 3 | 24,31 | 40,09 | 26,40 | 5,95 | 6,12 |
| 0% | 2 | 4 | 23,19 | 38,04 | 25,99 | 5,83 | 6,04 |
| 5% | 2 | 1 | 31,88 | 35,67 | 26,00 | 6,15 | 6,20 |
| 5% | 2 | 2 | 21,69 | 40,46 | 25,40 | 5,18 | 6,17 |
| 5% | 2 | 3 | 25,09 | 39,37 | 26,35 | 5,41 | 5,90 |
| 5% | 2 | 4 | 27,39 | 32,75 | 24,14 | 5,52 | 5,89 |
| 10% | 2 | 1 | 30,08 | 39,61 | 24,22 | 5,70 | 6,16 |
| 10% | 2 | 2 | 21,53 | 36,89 | 28,63 | 5,40 | 6,07 |
| 10% | 2 | 3 | 27,11 | 37,05 | 27,73 | 6,02 | 6,12 |
| 10% | 2 | 4 | 27,92 | 35,25 | 21,56 | 5,72 | 5,85 |
| 15% | 2 | 1 | 31,03 | 35,58 | 26,42 | 6,55 | 6,21 |
| 15% | 2 | 2 | 22,57 | 40,58 | 26,58 | 5,40 | 6,21 |
| 15% | 2 | 3 | 28,10 | 39,38 | 24,80 | 5,10 | 5,94 |
| 15% | 2 | 4 | 24,44 | 34,67 | 23,51 | 5,84 | 5,90 |

Anexo 4. Análisis estadístico del contenido de humedad (%) en el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.

1. Análisis de varianza

| F.V. | S.C. | Gl | CM | Fcal | Prob. |
|--------------|---------|----|--------|-------|----------|
| Tratamientos | 0.437 | 3 | 0.146 | 0.013 | 0.998 ns |
| Réplicas | 0.935 | 1 | 0.935 | 0.082 | 0.776 ns |
| Error | 306.857 | 27 | 11.365 | | |
| Total | 308.229 | 31 | | | |

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

2. Cuadro de medias y separación de grupos homogéneos de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

| Factor de estudio | Media | Error estándar | Prob. |
|---------------------|--------|----------------|-------|
| Niveles de Lisozima | | 1.192 | ns |
| 0 % | 37.346 | | A |
| 5 % | 37.345 | | A |
| 10 % | 37.524 | | A |
| 15 % | 37.616 | | A |
| Réplicas | | 0.843 | |
| 1 | 37.629 | | A |
| 2 | 37.287 | | A |

Anexo 5. Análisis estadístico del contenido de proteína (%) en el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.

1. Análisis de varianza

| F.V. | S.C. | Gl | CM | Fcal | Prob. |
|--------------|---------|----|--------|-------|----------|
| Tratamientos | 1.110 | 3 | 0.370 | 0.019 | 0.996 ns |
| Réplicas | 0.423 | 1 | 0.423 | 0.022 | 0.883 ns |
| Error | 516.960 | 27 | 19.147 | | |
| Total | 518.493 | 31 | | | |

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

2. Cuadro de medias y separación de grupos homogéneos de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

| Factor de estudio | Media | Error estándar | Prob. |
|---------------------|--------|----------------|-------|
| Niveles de Lisozima | | 1.547 | ns |
| 0 % | 26.820 | | A |
| 5 % | 26.564 | | A |
| 10 % | 26.408 | | A |
| 15 % | 26.334 | | A |
| Réplicas | | 1.094 | |
| 1 | 26.416 | | A |
| 2 | 26.646 | | A |

Anexo 6. Análisis estadístico del contenido de grasa (%) en el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.

1. Análisis de varianza

| F.V. | S.C. | Gl | CM | Fcal | Prob. |
|--------------|---------|----|-------|-------|----------|
| Tratamientos | 0.595 | 3 | 0.198 | 0.023 | 0.995 ns |
| Réplicas | 0.039 | 1 | 0.039 | 0.004 | 0.947 ns |
| Error | 237.877 | 27 | 8.810 | | |
| Total | 238.511 | 31 | | | |

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

2. Cuadro de medias y separación de grupos homogéneos de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

| Factor de estudio | Media | Error estándar | Prob. |
|---------------------|--------|----------------|-------|
| Niveles de Lisozima | | 1.049 | ns |
| 0 % | 25.748 | | A |
| 5 % | 25.528 | | A |
| 10 % | 25.376 | | A |
| 15 % | 25.471 | | A |
| Réplicas | | 0.742 | |
| 1 | 25.566 | | A |
| 2 | 25.496 | | A |

Anexo 7. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%) en el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.

1. Análisis de varianza

| F.V. | S.C. | Gl | CM | Fcal | Prob. |
|--------------|-------|----|-------|-------|----------|
| Tratamientos | 0.084 | 3 | 0.028 | 0.109 | 0.954 ns |
| Réplicas | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.003 | 0.959 ns |
| Error | 6.920 | 27 | 0.256 | | |
| Total | 7.005 | 31 | | | |

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

2. Cuadro de medias y separación de grupos homogéneos de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

| Factor de estudio | Media | Error estándar | Prob. |
|---------------------|-------|----------------|-------|
| Niveles de Lisozima | | 0.179 | ns |
| 0 % | 5.598 | | A |
| 5 % | 5.604 | | A |
| 10 % | 5.696 | | A |
| 15 % | 5.709 | | A |
| Réplicas | | 0.127 | |
| 1 | 5.656 | | A |
| 2 | 5.647 | | A |

Anexo 8. Análisis estadístico del pH del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.

1. Análisis de varianza

| F.V. | S.C. | Gl | CM | Fcal | Prob. |
|--------------|-------|----|-------|-------|----------|
| Tratamientos | 0.013 | 3 | 0.004 | 0.183 | 0.907 ns |
| Réplicas | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.019 | 0.890 ns |
| Error | 0.626 | 27 | 0.023 | | |
| Total | 0.639 | 31 | | | |

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

2. Cuadro de medias y separación de grupos homogéneos de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

| Factor de estudio | Media | Error estándar | Prob. |
|---------------------|-------|----------------|-------|
| Niveles de Lisozima | | 0.054 | ns |
| 0 % | 6.017 | | A |
| 5 % | 6.037 | | A |
| 10 % | 6.035 | | A |
| 15 % | 6.073 | | A |
| Réplicas | | 0.038 | |
| 1 | 6.037 | | A |
| 2 | 6.044 | | A |

Anexo 9. Resumen de los resultados experimentales de la valoración organoléptica del queso semi-maduro

(Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

| Niveles de Lisozima | Repetición n | Apariencia (20 puntos) | Olor (20 puntos) | Sabor (20 puntos) | Color (20 puntos) | Acidez (20 puntos) | Total (100 puntos) |
|---------------------|--------------|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 0% | 1 | 18,00 | 18,00 | 17,50 | 19,50 | 17,50 | 90,50 |
| 0% | 2 | 18,00 | 17,50 | 17,00 | 18,50 | 14,00 | 85,00 |
| 0% | 3 | 17,50 | 18,50 | 14,50 | 19,00 | 17,50 | 87,00 |
| 0% | 4 | 19,00 | 19,50 | 19,00 | 19,50 | 18,50 | 95,50 |
| 5% | 1 | 18,50 | 19,00 | 18,00 | 18,50 | 16,50 | 90,50 |
| 5% | 2 | 18,00 | 18,00 | 16,50 | 18,00 | 14,00 | 84,50 |
| 5% | 3 | 18,50 | 17,50 | 13,50 | 16,50 | 14,50 | 80,50 |
| 5% | 4 | 18,50 | 19,50 | 18,00 | 19,50 | 18,50 | 94,00 |
| 10% | 1 | 19,00 | 18,00 | 19,00 | 18,00 | 18,50 | 92,50 |
| 10% | 2 | 18,00 | 17,50 | 16,50 | 19,00 | 14,50 | 85,50 |
| 10% | 3 | 15,50 | 16,50 | 14,50 | 15,50 | 13,00 | 75,00 |
| 10% | 4 | 18,50 | 19,50 | 19,00 | 19,00 | 18,00 | 94,00 |
| 15% | 1 | 18,00 | 19,50 | 17,50 | 17,50 | 18,00 | 90,50 |
| 15% | 2 | 17,00 | 16,00 | 18,00 | 18,00 | 13,50 | 82,50 |
| 15% | 3 | 17,50 | 15,50 | 16,50 | 16,50 | 14,00 | 80,00 |
| 15% | 4 | 18,50 | 19,50 | 19,00 | 19,50 | 18,50 | 95,00 |

Anexo 10. Análisis estadístico de la apariencia el queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

| Boque | Niveles de Lisozima, % | | | | Total |
|-------|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| 1 | 18,00 | 18,50 | 19,00 | 18,00 | 73,50 |
| 2 | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 17,00 | 71,00 |
| 3 | 17,50 | 18,50 | 15,50 | 17,50 | 69,00 |
| 4 | 19,00 | 18,50 | 18,50 | 18,50 | 74,50 |
| Total | 72,50 | 73,50 | 71,00 | 71,00 | 288,00 |

Promedio 18,13 18,38 17,75 17,75

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

| | Sumatoria | | | | |
|-----|-----------|-------|-------|-------|--------|
| Bt1 | 73,50 | 71,00 | 69,00 | 74,50 | 288,00 |
| Bt2 | 73,50 | 71,00 | 69,00 | 74,50 | 288,00 |
| Bt3 | 73,50 | 71,00 | 69,00 | 74,50 | 288,00 |
| Bt4 | 73,50 | 71,00 | 69,00 | 74,50 | 288,00 |

| $Q = (K * \text{Sum.tratam}) - B_{tn}$ | K constante (4 muestras) | | | | Q^2 |
|--|--------------------------|-------|-------|---------|-------|
| Q1 | 4 | 72,50 | 288,0 | Q1 = 2 | 4 |
| Q2 | 4 | 73,50 | 288,0 | Q2 = 6 | 36 |
| Q3 | 4 | 71,00 | 288,0 | Q3 = -4 | 16 |
| Q4 | 4 | 71,00 | 288,0 | Q4 = -4 | 16 |
| | | | | | 0 |

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 288,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 18,000$$

$$t' 1 = 18,125$$

$$t' 2 = 18,375$$

$$t' 3 = 17,750$$

$$t' 4 = 17,750$$

Continuación Anexo 10
 Calculo del factor de correccion (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 5184,000$$

Calculo del analisis de varianza

$$\begin{aligned} \text{Bloques} &= (b - 1) \\ \text{Tratam. Ajustados} &= (t - 1) \\ \text{Error intrablok} &= (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1] \end{aligned}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 4,625$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 1,125$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 11,000$$

ADEVA

| FV | gl | SC | CM | F& |
|--------------------------|----|-------|-------|-------|
| Bloques (no ajustados) | 3 | 4,63 | 1,542 | |
| Tratamientos (ajustados) | 3 | 1,13 | 0,375 | 0,643 |
| Error intrabloques | 9 | 5,25 | 0,583 | |
| Total | 15 | 11,00 | | |

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F_{tab}; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 11. Análisis estadístico del olor del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

| Boque | Niveles de Lisozima, % | | | | Total |
|-------|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| 1 | 18,00 | 19,00 | 18,00 | 19,50 | 74,50 |
| 2 | 17,50 | 18,00 | 17,50 | 16,00 | 69,00 |
| 3 | 18,50 | 17,50 | 16,50 | 15,50 | 68,00 |
| 4 | 19,50 | 19,50 | 19,50 | 19,50 | 78,00 |
| Total | 73,50 | 74,00 | 71,50 | 70,50 | 289,50 |

Promedio 18,38 18,50 17,88 17,63

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

| | | | | | <u>Sumatoria</u> |
|-----|-------|-------|-------|-------|------------------|
| Bt1 | 74,50 | 69,00 | 68,00 | 78,00 | 289,50 |
| Bt2 | 74,50 | 69,00 | 68,00 | 78,00 | 289,50 |
| Bt3 | 74,50 | 69,00 | 68,00 | 78,00 | 289,50 |
| Bt4 | 74,50 | 69,00 | 68,00 | 78,00 | 289,50 |

| $Q = (K * \text{Sum.tratam}) - B_{tn}$ muestras) | K constante (4) | | | | <u>Q²</u> | |
|---|-----------------|-------|-------|------|----------------------|-------|
| Q1 | 4 | 73,50 | 289,5 | Q1 = | 4,5 | 20,25 |
| Q2 | 4 | 74,00 | 289,5 | Q2 = | 6,5 | 42,25 |
| Q3 | 4 | 71,50 | 289,5 | Q3 = | -3,5 | 12,25 |
| Q4 | 4 | 70,50 | 289,5 | Q4 = | -7,5 | 56,25 |

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 289,500$$

$$N = 16,000$$

$$m = 18,094$$

$$t' 1 = 18,375$$

$$t' 2 = 18,500$$

$$t' 3 = 17,875$$

$$t' 4 = 17,625$$

Continuación Anexo 11
 Calculo del factor de correccion (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 5238,141$$

Calculo del analisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 16,67188$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados
 $SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$

$$SQTaj = 2,047$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 25,609$$

ADEVA

| FV | gl | SC | CM | F& |
|--------------------------|----|-------|-------|-------|
| Bloques (no ajustados) | 3 | 16,67 | 5,557 | |
| Tratamientos (ajustados) | 3 | 2,05 | 0,682 | 0,891 |
| Error intrabloques | 9 | 6,89 | 0,766 | |
| Total | 15 | 25,61 | | |

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error)

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F_{tab}; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 12. Análisis estadístico del sabor del queso semi-maduro elaborado con diferentes

niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

| Boque | Niveles de Lisozima, % | | | | Total |
|-------|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| 1 | 17,50 | 18,00 | 19,00 | 17,50 | 72,00 |
| 2 | 17,00 | 16,50 | 16,50 | 18,00 | 68,00 |
| 3 | 14,50 | 13,50 | 14,50 | 16,50 | 59,00 |
| 4 | 19,00 | 18,00 | 19,00 | 19,00 | 75,00 |
| Total | 68,00 | 66,00 | 69,00 | 71,00 | 274,00 |

Promedio 17,00 16,50 17,25 17,75

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

| | | | | | Sumatoria |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Bt1 | 72,00 | 68,00 | 59,00 | 75,00 | 274,00 |
| Bt2 | 72,00 | 68,00 | 59,00 | 75,00 | 274,00 |
| Bt3 | 72,00 | 68,00 | 59,00 | 75,00 | 274,00 |
| Bt4 | 72,00 | 68,00 | 59,00 | 75,00 | 274,00 |

| Q = (K * Sum.tratam) - Btn | K constante (4 muestras) | | | | Q ² | |
|----------------------------|--------------------------|-------|-------|------|----------------|----|
| Q1 | 4 | 68,00 | 274,0 | Q1 = | -2 | 4 |
| Q2 | 4 | 66,00 | 274,0 | Q2 = | -10 | 10 |
| Q3 | 4 | 69,00 | 274,0 | Q3 = | 2 | 4 |
| Q4 | 4 | 71,00 | 274,0 | Q4 = | 10 | 10 |
| | | | | | 0 | 0 |

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 274,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 17,125$$

$$t' 1 = 17,000$$

$$t' 2 = 16,500$$

$$t' 3 = 17,250$$

$$t' 4 = 17,750$$

Continuación Anexo 12

Calculo del factor de correccion (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 4692,250$$

Calculo del analisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 36,25$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 3,250$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 44,750$$

ADEVA

| FV | gl | SC | CM | F& |
|--------------------------|----|-------|--------|-------|
| Bloques (no ajustados) | 3 | 36,25 | 12,083 | |
| Tratamientos (ajustados) | 3 | 3,25 | 1,083 | 1,857 |
| Error intrabloques | 9 | 5,25 | 0,583 | |
| Total | 15 | 44,75 | | |

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error)

$$F_{\text{tab}} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F_{tab}; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 13. Análisis estadístico del color del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

| Boque | Niveles de Lisozima, % | | | | Total |
|-------|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| 1 | 19,50 | 18,50 | 18,00 | 17,50 | 73,50 |
| 2 | 18,50 | 18,00 | 19,00 | 18,00 | 73,50 |
| 3 | 19,00 | 16,50 | 15,50 | 16,50 | 67,50 |
| 4 | 19,50 | 19,50 | 19,00 | 19,50 | 77,50 |
| Total | 76,50 | 72,50 | 71,50 | 71,50 | 292,00 |

Promedio 19,13 18,13 17,88 17,88

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

| | | | | | Sumatoria |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Bt1 | 73,50 | 73,50 | 67,50 | 77,50 | 292,00 |
| Bt2 | 73,50 | 73,50 | 67,50 | 77,50 | 292,00 |
| Bt3 | 73,50 | 73,50 | 67,50 | 77,50 | 292,00 |
| Bt4 | 73,50 | 73,50 | 67,50 | 77,50 | 292,00 |

| Q = (K * Sum.tratam) - Btn | K constante (4 muestras) | | | | Q ² | |
|----------------------------|--------------------------|-------|-------|------|----------------|-----|
| Q1 | 4 | 76,50 | 292,0 | Q1 = | 14 | 196 |
| Q2 | 4 | 72,50 | 292,0 | Q2 = | -2 | 4 |
| Q3 | 4 | 71,50 | 292,0 | Q3 = | -6 | 36 |
| Q4 | 4 | 71,50 | 292,0 | Q4 = | -6 | 36 |
| | | | | | 0 | |

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 292,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 18,250$$

$$t' 1 = 19,125$$

$$t' 2 = 18,125$$

$$t' 3 = 17,875$$

$$t' 4 = 17,875$$

Continuación Anexo 13

Calculo del factor de correccion (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 5329,000$$

Calculo del analisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 12,75$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 4,250$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 22,500$$

ADEVA

| FV | GI | SC | CM | F& |
|--------------------------|----|-------|-------|-------|
| Bloques (no ajustados) | 3 | 12,75 | 4,250 | |
| Tratamientos (ajustados) | 3 | 4,25 | 1,417 | 2,318 |
| Error intrabloques | 9 | 5,50 | 0,611 | |
| Total | 15 | 22,50 | | |

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F_{tab}; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 14. Análisis estadístico de la acidez del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

| Boque | Niveles de Lisozima, % | | | | Total |
|-------|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| 1 | 17,50 | 16,50 | 18,50 | 18,00 | 70,50 |
| 2 | 14,00 | 14,00 | 14,50 | 13,50 | 56,00 |
| 3 | 17,50 | 14,50 | 13,00 | 14,00 | 59,00 |
| 4 | 18,50 | 18,50 | 18,00 | 18,50 | 73,50 |
| Total | 67,50 | 63,50 | 64,00 | 64,00 | 259,00 |

Promedio 16,88 15,88 16,00 16,00

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

| | | | | | | Sumatoria |
|-----|-------|-------|-------|-------|--|-----------|
| Bt1 | 70,50 | 56,00 | 59,00 | 73,50 | | 259,00 |
| Bt2 | 70,50 | 56,00 | 59,00 | 73,50 | | 259,00 |
| Bt3 | 70,50 | 56,00 | 59,00 | 73,50 | | 259,00 |
| Bt4 | 70,50 | 56,00 | 59,00 | 73,50 | | 259,00 |

| Q = (K * Sum.tratam) - Btn | K constante (4 muestras) | | | | Q ² | |
|----------------------------|--------------------------|-------|-------|------|----------------|-----|
| Q1 | 4 | 67,50 | 259,0 | Q1 = | 11 | 121 |
| Q2 | 4 | 63,50 | 259,0 | Q2 = | -5 | 25 |
| Q3 | 4 | 64,00 | 259,0 | Q3 = | -3 | 9 |
| Q4 | 4 | 64,00 | 259,0 | Q4 = | -3 | 9 |
| | | | | | 0 | |

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 259,000$$

$$N = 16,000$$

$$m = 16,188$$

$$t' 1 = 16,875$$

$$t' 2 = 15,875$$

$$t' 3 = 16,000$$

$$t' 4 = 16,000$$

Continuación Anexo 14
 Calculo del factor de correccion (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 4192,563$$

Calculo del analisis de varianza

$$\begin{aligned} \text{Bloques} &= (b - 1) \\ \text{Tratam. Ajustados} &= (t - 1) \\ \text{Error intrablok} &= (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1] \end{aligned}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 54,8125$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 2,563$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 68,938$$

ADEVA

| FV | gl | SC | CM | F& |
|--------------------------|----|-------|--------|-------|
| Bloques (no ajustados) | 3 | 54,81 | 18,271 | |
| Tratamientos (ajustados) | 3 | 2,56 | 0,854 | 0,665 |
| Error intrabloques | 9 | 11,56 | 1,285 | |
| Total | 15 | 68,94 | | |

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F_{tab}; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 15. Análisis estadístico de la valoración total del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

Tratam. = 4
 Repetic. = 4
 Bloques = 4
 k = 4

| Boque | Niveles de Lisozima, % | | | | Total |
|-------|------------------------|--------|--------|--------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| 1 | 90,50 | 90,50 | 92,50 | 90,50 | 364,00 |
| 2 | 85,00 | 84,50 | 85,50 | 82,50 | 337,50 |
| 3 | 87,00 | 80,50 | 75,00 | 80,00 | 322,50 |
| 4 | 95,50 | 94,00 | 94,00 | 95,00 | 378,50 |
| Total | 358,00 | 349,50 | 347,00 | 348,00 | 1402,50 |

Promedio 89,50 87,38 86,75 87,00

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

| | | | | | | Sumatoria |
|-----|--------|--------|--------|--------|--|-----------|
| Bt1 | 364,00 | 337,50 | 322,50 | 378,50 | | 1402,50 |
| Bt2 | 364,00 | 337,50 | 322,50 | 378,50 | | 1402,50 |
| Bt3 | 364,00 | 337,50 | 322,50 | 378,50 | | 1402,50 |
| Bt4 | 364,00 | 337,50 | 322,50 | 378,50 | | 1402,50 |

| Q = (K * Sum.tratam) - Btn | K constante (4 muestras) | | | | Q ² | |
|----------------------------|--------------------------|--------|--------|------|----------------|-------|
| Q1 | 4 | 358,00 | 1402,5 | Q1 = | 29,5 | 870,3 |
| Q2 | 4 | 349,50 | 1402,5 | Q2 = | -4,5 | 20,25 |
| Q3 | 4 | 347,00 | 1402,5 | Q3 = | -14,5 | 210,3 |
| Q4 | 4 | 348,00 | 1402,5 | Q4 = | -10,5 | 110,3 |
| | | | | | 0 | |

La suma de Q debe ser igual a cero

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

$$Ex = 1402,500$$

$$N = 16,000$$

$$m = 87,656$$

$$t' 1 = 89,500$$

$$t' 2 = 87,375$$

$$t' 3 = 86,750$$

$$t' 4 = 87,000$$

Continuación Anexo 15

Calculo del factor de correccion (C)

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 122937,89$$

Calculo del analisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = (t * r) - t - b + 1 / [(t * r) - 1]$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 479,80$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 18,922$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 562,36$$

ADEVA

| FV | gl | SC | CM | F& |
|--------------------------|----|--------|--------|-------|
| Bloques (no ajustados) | 3 | 479,80 | 159,93 | |
| Tratamientos (ajustados) | 3 | 18,92 | 6,31 | 0,892 |
| Error intrabloques | 9 | 63,64 | 7,07 | |
| Total | 15 | 562,36 | | |

F&: tet F (razon entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 4,90$$

F& < F_{tab}; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 16. Resultados experimentales de la valoración microbiológica del queso semi-maduro (Andino) elaborados con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo del conservante químico.

| Niveles de Lisozima | Réplicas | Repetición | Inicial | | A los 21 días | |
|---------------------|----------|------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| | | | Colifor. totales (UFC/g) | Mohos y levad. (UPC/g) | Colifor. totales (UFC/g) | Mohos y levad. (UPC/g) |
| 0% | 1 | 1 | 0 | 0 | 11,0 | 5,0 |
| 0% | 1 | 2 | 0 | 0 | 10,0 | 6,0 |
| 0% | 1 | 3 | 0 | 0 | 12,0 | 7,0 |
| 0% | 1 | 4 | 0 | 0 | 11,0 | 4,0 |
| 5% | 1 | 1 | 0 | 0 | 7,0 | 4,0 |
| 5% | 1 | 2 | 0 | 0 | 6,0 | 3,0 |
| 5% | 1 | 3 | 0 | 0 | 8,0 | 5,0 |
| 5% | 1 | 4 | 0 | 0 | 7,0 | 3,0 |
| 10% | 1 | 1 | 0 | 0 | 6,0 | 3,0 |
| 10% | 1 | 2 | 0 | 0 | 5,0 | 4,0 |
| 10% | 1 | 3 | 0 | 0 | 7,0 | 6,0 |
| 10% | 1 | 4 | 0 | 0 | 6,0 | 2,0 |
| 15% | 1 | 1 | 0 | 0 | 5,0 | 2,0 |
| 15% | 1 | 2 | 0 | 0 | 4,0 | 2,0 |
| 15% | 1 | 3 | 0 | 0 | 6,0 | 4,0 |
| 15% | 1 | 4 | 0 | 0 | 5,0 | 1,0 |
| 0% | 2 | 1 | 0 | 0 | 13,0 | 7,0 |
| 0% | 2 | 2 | 0 | 0 | 13,0 | 5,0 |
| 0% | 2 | 3 | 0 | 0 | 14,0 | 4,0 |
| 0% | 2 | 4 | 0 | 0 | 12,0 | 8,0 |
| 5% | 2 | 1 | 0 | 0 | 9,0 | 6,0 |
| 5% | 2 | 2 | 0 | 0 | 8,0 | 7,0 |
| 5% | 2 | 3 | 0 | 0 | 10,0 | 4,0 |
| 5% | 2 | 4 | 0 | 0 | 9,0 | 6,0 |
| 10% | 2 | 1 | 0 | 0 | 8,0 | 3,0 |
| 10% | 2 | 2 | 0 | 0 | 7,0 | 5,0 |
| 10% | 2 | 3 | 0 | 0 | 9,0 | 2,0 |
| 10% | 2 | 4 | 0 | 0 | 8,0 | 2,0 |
| 15% | 2 | 1 | 0 | 0 | 7,0 | 2,0 |
| 15% | 2 | 2 | 0 | 0 | 6,0 | 3,0 |
| 15% | 2 | 3 | 0 | 0 | 9,0 | 1,0 |
| 15% | 2 | 4 | 0 | 0 | 7,0 | 2,0 |

Anexo 17. Análisis estadístico de la presencia de coliformes totales (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.

1. Análisis de varianza

| F.V. | S.C. | Gl | CM | Fcal | Prob. |
|--------------|---------|----|--------|--------|----------|
| Tratamientos | 161.594 | 3 | 53.865 | 77.179 | 0.000 ** |
| Réplicas | 34.031 | 1 | 34.031 | 48.761 | 0.000 ** |
| Error | 18.844 | 27 | 0.698 | | |
| Total | 214.469 | 31 | | | |

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

2. Cuadro de medias y separación de grupos homogéneos de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

| Factor de estudio | Media | Error estándar | Prob. |
|---------------------|--------|----------------|-------|
| Niveles de Lisozima | | 0.295 | ** |
| 0 % | 12.000 | | A |
| 5 % | 8.000 | | B |
| 10 % | 7.000 | | BC |
| 15 % | 6.125 | | C |
| Réplicas | | 0.209 | ** |
| 1 | 7.250 | | B |
| 2 | 9.312 | | A |

Anexo 18. Análisis estadístico de la presencia de mohos y levaduras (UFC/g) a los 21 días de almacenamiento del queso semi-maduro elaborado con diferentes niveles de lisozima como conservante natural en reemplazo de conservante sintético (Ácido sórbico E300), en la planta de lácteos Molestina.

1. Análisis de varianza

| F.V. | S.C. | gl | CM | Fcal | Prob. |
|--------------|---------|----|--------|--------|----------|
| Tratamientos | 60.250 | 3 | 20.083 | 10.304 | 0.000 ** |
| Réplicas | 1.125 | 1 | 1.125 | 0.577 | 0.454 ns |
| Error | 52.625 | 27 | 1.949 | | |
| Total | 114.000 | 31 | | | |

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

2. Cuadro de medias y separación de grupos homogéneos de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

| Factor de estudio | Media | Error estándar | Prob. |
|---------------------|-------|----------------|-------|
| Niveles de Lisozima | | 0.494 | ** |
| 0 % | 5.750 | | A |
| 5 % | 4.750 | | AB |
| 10 % | 3.375 | | BC |
| 15 % | 2.125 | | C |
| Réplicas | | 0.349 | NS |
| 1 | 3.812 | | A |
| 2 | 4.188 | | A |