



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE PRENSADO Y TIEMPO DE
MADURACIÓN EN QUESO SEMIMADURO TIPO
CHEDDAR”**

**Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniero Agroindustrial**

AUTORES:

**Torres Vaca Ana Mariela
Gudiño Sono Hernán Felipe**

DIRECTOR

Ing. Marcelo Miranda

Ibarra – Ecuador

2008

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

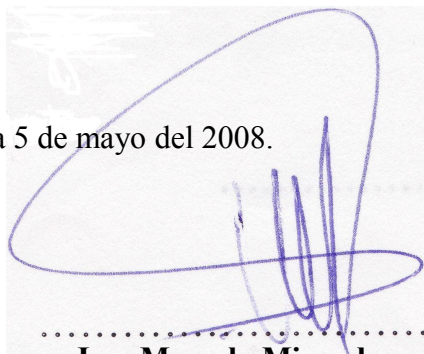
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE PENSADO Y TIEMPO DE
MADURACIÓN EN QUESO SEMIMADURO TIPO
CHEDDAR”**

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de Director de la Tesis presentada por los señores Ana Mariela Torres Vaca y Hernán Felipe Gudiño Sono, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniero en Agroindustrias, luego de haber revisado minuciosamente, doy fé de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluado por parte del Tribunal Calificador, siendo responsable de la dirección del trabajo de investigación contenido en el presente documento.

En la ciudad de Ibarra a 5 de mayo del 2008.



.....
Ing. Marcelo Miranda

DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE PRENSADO Y TIEMPO DE MADURACIÓN EN QUESO SEMIMADURO TIPO CHEDDAR”

En calidad de Asesor de la Tesis presentada por los señores Ana Mariela Torres Vaca y Hernán Felipe Gudiño Sono, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniero en Agroindustrias, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que las observaciones y sugerencias emitidas con anterioridad han sido incorporadas satisfactoriamente al presente documento.

Ing. Jorge Granja
ASESOR

Ing. Hernán Cadena
ASESOR

Ing. Reney Cadena
ASESOR

IBARRA – ECUADOR

2008

PRESENTACIÓN

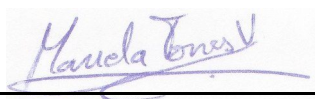
Los autores del presente estudio somos responsables de la compilación original, resultados, conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado en el presente trabajo.

CESIÓN DE DERECHOS

Los autores; siempre que se cite la fuente, ceden con fines académicos y de investigación, los derechos de reproducción y duplicación de la investigación desarrollada en este trabajo a la Universidad ecuatoriana y a la sociedad en general.

Así mismo conminan al lector / investigador remitirse a las fuentes originales de compilación en lo referente al Marco Teórico, Anexos 4 y 11; los cuales se hallan debidamente citadas.

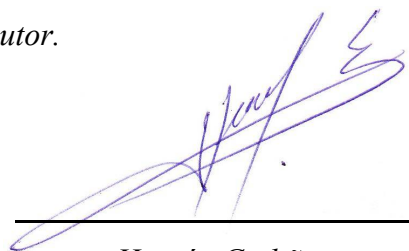
Para fines distintos al investigativo y académico (producción de textos con fines comerciales, uso del método para procesamiento industrial, etc.); por favor póngase en contacto con los autores y la Universidad Técnica del Norte; copropietarios – solidarios de los derechos de autor.



Mariela Torres

CC. 040100911 -3

annymariela25@yahoo.es



Hernán Gudiño

CC. 171619538 – 1

hefegus133@yahoo.com

DEDICATORIA

A Mi Padre Celestial Dios por estar todos los momentos buenos y malos difíciles de mi vida y aquellas personas que luchan, perseveran para realizar sus sueños, ya que mi familia me han brindado su apoyo en la culminación de esta etapa de mi presencia, lleno de amor y comprensión especialmente a mis padres Olay Torres y Elva Vaca, a mis hermanos Doctores. Narcisa, Adela, Madrilena, Wuiston y Neira Torres Vaca.

Mariela Torres.

Este trabajo va dedicado a todas aquellas personas que trabajan incansablemente por el engrandecimiento colectivo, por un mundo justo, de tolerancia, sin egoísmos, en el que cabemos todos; entre ellos mis padres, mis maestros, los guías vivos y muertos de mi vida; a los cuales expreso toda mi gratitud por sus palabras pero sobre todo por su accionar.

Hernán Gudiño.

AGRADECIMIENTO

Un extensivo agradecimiento y reconocimiento a todas las personas e instituciones que de una u otra manera realizaron aportaciones valiosas a la presente investigación:

- ❖ *En especial nuestro agradecimiento al Ing. Marcelo Miranda, Director de Tesis y a nuestros asesores Ing. Jorge Granja; Ing. Hernán Cadena; al Ing. Reney Cadena; y al Ing. Héctor Chuquín (asesor en un principio) por todos sus consejos, recomendaciones y ayudas en el desarrollo de la Tesis.*
- ❖ *Al Ing. Marco Cahueñas, biometrista de la FICAYA por sus muy acertados consejos.*
- ❖ *A todos los profesores de la FICAYA por colaborar con nuestra formación profesional, que hemos aplicado en el desarrollo de nuestra Tesis.*
- ❖ *A las personas del laboratorio de la Escuela de Ingeniería en Agroindustrias; en las personas de la Ing. Cecilia Cadena, Steewart Jaramillo y al Ing. Edison Rodríguez.*
- ❖ *Al Laboratorio de Uso Múltiple de la FICAYA en las personas del Dr. José Luis Moreno y la Ing. Guadalupe Méndez.*
- ❖ *A todos nuestros familiares que han estado pendiente del desarrollo de nuestra Tesis.*
- ❖ *A los compañeros y colegas Ing. Sandra Lascano, Ing. Nacira López, por material de Tesis y experiencia que nos ayudaron a desarrollar nuestra propuesta.*

- ❖ *A todos los compañeros estudiantes y egresados, razón de ser la Universidad, por su apoyo moral durante el desarrollo de la Tesis*
- ❖ *Al personal de seguridad de la Universidad Técnica del Norte.*
- ❖ *Al personal Administrativo y de Servicios de la FICAYA por su apoyo.*
- ❖ *Al personal que trabaja en la “Granja La Pradera”, de la FICAYA.*
- ❖ *A Industrias Peña, ubicada en Quito, que fabricó la prensa neumática.*
- ❖ *Al Tcnlgo. Guillermo Pacheco por reparar la cámara de maduración.*
- ❖ *A la Asociación Agroindustrial “La Libertad” , ubicada en la provincia del Carchi por facilitarnos las instalaciones para los ensayos previos.*
- ❖ *A todo el personal de Industria Lechera “FLORALP S. A.”; al facilitarnos leche descremada, análisis de laboratorio.*
- ❖ *Al Dr. Arthur R. Hill, del Dept. of Food Science, University of Guelph, Canada por publicar en Internet un sitio de Tecnología Quesera (en inglés).*

Creemos que aún nos puede faltar muchas personas a las que agradecemos, y el hecho de que no consten explícitamente NO SIGNIFICA que nos hayamos olvidado de ellas. A todas ellas las llevamos dentro de nuestros corazones.

Los Autores

TABLA DE CONTENIDOS

| CONTENIDOS | Páginas |
|---|---------|
| CUBIERTA | i |
| PORTADA | ii |
| APROBACIÓN DEL DIRECTOR | iii |
| APROBACIÓN COMITÉ ASESOR | iv |
| PRESENTACIÓN..... | v |
| CESIÓN DE DERECHOS | vi |
| DEDICATORIA | vii |
| AGRADECIMIENTO | viii |
| TABLA DE CONTENIDOS | x |
| LISTA DE CUADROS | xiv |
| LISTA DE GRÁFICOS | xvi |
| LISTA DE DIAGRAMAS | xvii |
| LISTA DE ANEXOS | xviii |
| CAPÍTULO I: | 1 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1.1 GENERALIDADES | 2 |
| 1.2 OBJETIVOS | 4 |
| 1.2.1 Objetivo General | 4 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 1.3 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS | 5 |
| CAPÍTULO II: | 6 |
| 2 MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1 LA LECHE | 7 |
| 2.1.1 Definición | 7 |
| 2.1.2 Características organolépticas | 7 |
| 2.1.3 Características físicas de la leche | 8 |
| 2.1.4 Composición de la leche de vaca | 9 |

| CONTENIDOS | Páginas |
|---|----------------|
| 2.1.5 Estructura de la leche | 10 |
| 2.2 LA LECHE PARA QUESERÍA | 12 |
| 2.2.1 Animales de los que proviene la leche | 12 |
| 2.2.2 Contaminantes de la leche | 13 |
| 2.2.3 Tratamientos de la leche para quesería | 14 |
| 2.2.4 Estandarización de la leche | 15 |
| 2.2.5 Aditivos en la leche | 15 |
| 2.3 EL QUESO | 17 |
| 2.3.1 Definición | 17 |
| 2.3.2 Clasificación y criterios de clasificación del queso | 17 |
| 2.3.3 Valor nutritivo del queso | 18 |
| 2.3.4 Composición típica (% en peso) de algunas variedades de quesos | 19 |
| 2.3.5 Cuadro de flujo del proceso de elaboración de los quesos | 20 |
| 2.3.6 Quesos Semi - maduros | 21 |
| 2.3.7 Los fermentos en quesería | 21 |
| 2.3.8 Clases de fermentos en quesería | 23 |
| 2.3.9 Coagulación | 25 |
| 2.3.9.1 Coagulación enzimática | 26 |
| 2.3.9.2 Coagulación ácida | 28 |
| 2.3.9.3 Coagulación con calor y ácido | 28 |
| 2.3.10 Cuajo | 29 |
| 2.3.11 Maduración o pre – maduración de la leche | 30 |
| 2.3.12 Cuajado y corte del coágulo en tina | 30 |
| 2.3.13 Cocción de la cuajada | 31 |
| 2.3.14 Agotamiento o drenaje de la cuajada | 32 |
| 2.3.15 Lavado de la cuajada | 32 |
| 2.3.16 Manejo y moldeo de la cuajada | 32 |
| 2.3.17 Prensado | 34 |
| 2.3.18 Salado | 34 |
| 2.3.18.1 Salado en salmuera | 35 |
| 2.3.19 Maduración o curado del queso | 36 |

| CONTENIDOS | Páginas |
|--|----------------|
| 2.3.20 Almacenamiento y empaque | 38 |
| 2.3.21 Defectos comunes en el queso | 39 |
| 2.4 PRENSADO Y PRENSA | 42 |
| 2.4.1 Definición de prensado | 42 |
| 2.4.2 Finalidad del prensado | 42 |
| 2.4.3 Tipos de prensado | 43 |
| 2.4.4 Equipos de prensado | 43 |
| CAPÍTULO III: | 44 |
| 3 MATERIALES Y MÉTODOS | 45 |
| 3.1 MATERIALES | 45 |
| 3.1.1 Insumos | 45 |
| 3.1.2 Reactivos | 45 |
| 3.1.3 Materiales de laboratorio | 46 |
| 3.1.4 Equipos | 46 |
| 3.2 MÉTODOS | 47 |
| 3.2.1 Localización de Experimento | 47 |
| 3.2.2 Ubicación | 47 |
| 3.2.3 Características climáticas | 47 |
| 3.3 FACTORES EN ESTUDIO | 48 |
| 3.3.1 Tratamientos | 48 |
| 3.3.2 Diseño Experimental | 49 |
| 3.3.3 Características del Experimento | 49 |
| 3.3.4 Análisis estadístico | 50 |
| 3.3.5 Variables evaluadas | 51 |
| 3.3.5.1 Variables cuantitativas | 51 |
| 3.3.5.2 Variables cualitativas | 51 |
| 3.3.5.3 Descripción de los métodos de evaluación | 52 |
| 1 Control de calidad en la leche y proceso de elaboración en puntos “NO VARIABLES” | 52 |
| 2 Control de “VARIABLES” en el queso Cheddar (Importantes para el análisis estadístico) | 55 |
| 3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO | 61 |
| CAPÍTULO IV: | 65 |

| CONTENIDOS | Páginas |
|---|----------------|
| 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES | 66 |
| 4.1 ANÁLISIS DE VARIABLES CUANTITATIVAS | 66 |
| 4.1.1 Análisis estadístico de la variable potencial de hidrogeno (pH) | 67 |
| 4.1.2 Análisis estadístico de la variable grasa (%) | 73 |
| 4.1.3 Análisis estadístico de la variable extracto seco (%) | 78 |
| 4.1.4 Análisis estadístico de la variable humedad (%) | 84 |
| 4.1.5 Análisis estadístico de la variable grasa en extracto seco | 90 |
| 4.2 ANÁLISIS DE VARIABLES CUALITATIVAS | 96 |
| 4.2.1 Evaluación sensorial del color | 97 |
| 4.2.2 Evaluación sensorial del olor | 100 |
| 4.2.3 Evaluación sensorial del sabor | 103 |
| 4.2.4 Evaluación sensorial del aspecto | 106 |
| 4.2.5 Evaluación sensorial de la textura | 109 |
| 4.2.6 Evaluación sensorial de la consistencia | 112 |
| 4.3 ANÁLISIS DE CONTRASTE ENTRE VARIABLES CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS | 115 |
| CAPÍTULO V: | 117 |
| 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 118 |
| 5.1 CONCLUSIONES | 118 |
| 5.2 RECOMENDACIONES | 1 |
| CAPÍTULO VI: | 122 |
| 6 RESUMEN | 12 |
| CAPÍTULO VII: | 124 |
| 7 SUMMARY | 125 |
| CAPÍTULO VIII: | 126 |
| 8 GLOSARIO | 127 |
| CAPÍTULO IX: | 136 |
| 9 BIBLIOGRAFIA | 137 |
| CAPÍTULO X: | 142 |
| 10 ANEXOS | 143 |

LISTA DE CUADROS

| Cuadro | Contenido | Páginas |
|-----------|---|---------|
| Cuadro 1 | Composición cuantitativa de la leche | 10 |
| Cuadro 2 | Algunas variedades de queso con su composición..... | 19 |
| Cuadro 3 | Parámetros de salado en salmuera..... | 35 |
| Cuadro 4 | Requerimientos de humedad de varios tipos de queso | 38 |
| Cuadro 5 | El esquema de análisis de la varianza | 50 |
| Cuadro 6 | Análisis Físico – químicos | 51 |
| Cuadro 7 | Análisis organolépticos | 51 |
| Cuadro 8 | Datos obtenidos en la variable potencial de hidrógeno (pH) | 67 |
| Cuadro 9 | Análisis de la varianza para la variable pH | 68 |
| Cuadro 10 | Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable pH | 69 |
| Cuadro 11 | Prueba de D.M.S. para el factor P en la variable pH | 70 |
| Cuadro 12 | Prueba de D.M.S. para el factor M en la variable pH | 71 |
| Cuadro 13 | Datos obtenidos en la variable porcentaje de grasa | 73 |
| Cuadro 14 | Análisis de la varianza para la variable grasa (%) | 74 |
| Cuadro 15 | Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable grasa (%) | 75 |
| Cuadro 16 | Prueba de D.M.S. para el factor M en la variable grasa (%) | 76 |
| Cuadro 17 | Datos obtenidos en la variable porcentaje de extracto seco... | 78 |
| Cuadro 18 | Análisis de la varianza para la variable extracto seco (%)... | 79 |
| Cuadro 19 | Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable extracto seco (%) | 80 |
| Cuadro 20 | Prueba de D.M.S. para el factor P en la variable extracto seco (%) | 81 |
| Cuadro 21 | Prueba de D.M.S. para el factor M en la variable extracto seco (%) | 82 |

| Cuadro | Contenido | Páginas |
|---------------|---|----------------|
| Cuadro 22 | Datos obtenidos en la variable humedad (%) | 84 |
| Cuadro 23 | Análisis de la varianza para la variable humedad (%) | 85 |
| Cuadro 24 | Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable porcentaje de humedad | 86 |
| Cuadro 25 | Prueba de D.M.S. para el factor P en la variable humedad (%) | 87 |
| Cuadro 26 | Prueba de D.M.S. para el factor M en la variable humedad (%) | 88 |
| Cuadro 27 | Datos obtenidos en la variable porcentaje de grasa en extracto seco | 90 |
| Cuadro 28 | Análisis de la varianza para la variable grasa en extracto seco (%) | 91 |
| Cuadro 29 | Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de grasa en extracto seco (%) | 92 |
| Cuadro 30 | Prueba de D.M.S. para el factor P en la grasa en extracto seco (%)..... | 93 |
| Cuadro 31 | Prueba de D.M.S. para el factor M en la grasa en extracto seco (%) | 94 |
| Cuadro 32 | Datos originales de valoración de color | 97 |
| Cuadro 33 | Datos ranqueados de valoración de color | 98 |
| Cuadro 34 | Datos originales de valoración de olor | 100 |
| Cuadro 35 | Datos ranqueados de valoración del olor | 101 |
| Cuadro 36 | Datos originales de valoración de sabor | 103 |
| Cuadro 37 | Datos ranqueados de valoración del sabor | 104 |
| Cuadro 38 | Datos originales de valoración del aspecto | 106 |
| Cuadro 39 | Datos ranqueados de la valoración del aspecto | 107 |
| Cuadro 40 | Datos originales de valoración de la textura | 109 |
| Cuadro 41 | Datos ranqueados de la valoración de la textura | 110 |
| Cuadro 42 | Datos originales de valoración de la consistencia | 112 |
| Cuadro 43 | Datos ranqueados de la valoración de la consistencia | 113 |
| Cuadro 44 | Cuadro de contraste entre variables cualitativas y variables cuantitativas | 115 |

LISTA DE GRÁFICOS

| Gráfico | Contenido | Páginas |
|----------------|---|----------------|
| Gráfico 1 | Estructura de la leche | 11 |
| Gráfico 2 | Medias de los tratamientos para la variable pH | 70 |
| Gráfico 3 | Análisis polinomial del factor P en la variable pH | 71 |
| Gráfico 4 | Análisis polinomial del factor M en la variable pH | 72 |
| Gráfico 5 | Medias de los tratamientos para la variable porcentaje de grasa | 76 |
| Gráfico 6 | Análisis polinomial del factor M en la variable grasa (%) | 77 |
| Gráfico 7 | Medias de los tratamientos para la variable extracto seco (%)... | 81 |
| Gráfico 8 | Análisis polinomial del factor P en la variable extracto seco (%) | 82 |
| Gráfico 9 | Análisis polinomial del factor M en la variable extracto seco (%) | 83 |
| Gráfico 10 | Medias de los tratamientos para la variable porcentaje de humedad | 87 |
| Gráfico 11 | Análisis polinomial del factor P en la variable humedad (%) ... | 88 |
| Gráfico 12 | Análisis polinomial del factor M en la variable humedad (%) .. | 89 |
| Gráfico 13 | Medias de los tratamientos para la variable porcentaje de grasa en extracto seco | 93 |
| Gráfico 14 | Análisis polinomial del factor P en la variable grasa en extracto seco (%) | 94 |
| Gráfico 15 | Análisis polinomial del factor M en la variable grasa en extracto seco (%) | 95 |
| Gráfico 16 | Interpretación de Friedman para el color del queso Cheddar ... | 99 |
| Gráfico 17 | Interpretación de Friedman para el olor del queso Cheddar..... | 102 |
| Gráfico 18 | Interpretación de Friedman para el sabor del queso Cheddar.... | 105 |
| Gráfico 19 | Interpretación de Friedman para el aspecto del queso Cheddar | 108 |
| Gráfico 20 | Interpretación de Friedman para la textura del queso Cheddar . | 111 |
| Gráfico 21 | Interpretación de Friedman para la consistencia del queso Cheddar | 114 |

LISTA DE DIAGRAMAS

| Figura | Contenido | Páginas |
|---------------|---|----------------|
| Figura 1 | Esquema general de elaboración quesera | 20 |
| Figura 2 | Diagrama de bloques en la elaboración de queso semimaduro tipo Cheddar | 61 |

LISTA DE ANEXOS

| Anexo | Contenido | Páginas |
|--------------|---|----------------|
| Anexo 1 | Características principales de la prensa neumática para queso | 143 |
| Anexo 2 | Ventajas y desventajas de la prensa neumática vs. la prensa mecánica | 145 |
| Anexo 3 | Hoja de encuestas para el catador | 146 |
| Anexo 4 | Algunas bacterias ácido-lácticas comúnmente usadas en la elaboración del queso | 150 |
| Anexo 5 | Balance de materiales promedio para la elaboración de un lote de queso Cheddar (2 tratamientos) | 152 |
| Anexo 6 | Rendimiento y pérdida de peso en cada tratamiento durante la maduración del queso tipo Cheddar..... | 154 |
| Anexo 7 | Control de Materia Prima | 155 |
| Anexo 8 | Seguimiento de la temperatura en la cámara de maduración | 156 |
| Anexo 9 | Seguimiento de la humedad relativa en la cámara de maduración | 157 |
| Anexo 10 | Seguimiento del pH en los tratamientos | 158 |
| Anexo 11 | Norma INEN NTE 67-73 (Queso Cheddar: Requisitos) | 162 |

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

En el Ecuador en el año 2005 se obtuvo más de mil novecientos treinta y un millones de litros de leche (1 931 000 000 litros) destinados para el consumo humano e industrial; de los cuales se destinó un 25 % para la producción industrial (482 843 000 litros); y un 35 % (675 981 000 litros) para industria casera de queso fresco, concentrándose esta producción láctea en pequeñas empresas productivas. (Fuente Censo Agropecuario - Proyecto Sica).

De la leche destinada a la elaboración industrial un pequeño porcentaje va destinado a la producción de queso semimaduro; debido principalmente a un mercado de consumo orientado principalmente al queso fresco; aunque debido a la migración (especialmente a países europeos) existe una tendencia al aumento en el consumo de queso de esta calidad. Pese a existir esfuerzos limitados por parte de la industria nacional en la producción de quesos semimaduros y maduros (con técnicas adecuadas) el desconocimiento de la tecnología y la técnica adecuada para la elaboración de estas variedades de queso por parte de pequeños y medianos productores lácteos son parte de la causa para su baja producción.

La tecnología de elaboración del queso semimaduro y específicamente del queso Cheddar del que fue objeto esta investigación es relativamente sencilla. Es característico del proceso de elaboración del queso Cheddar el prensado y la posterior maduración; los cuales son determinantes en el desarrollo del bouquet y sabor característico de la variedad, procurando satisfacer las demandas actuales y potenciales de los clientes, que de a poco van apreciando el sabor de los quesos semimaduros. La presión al desempeñar un importante rol en el control de la humedad (lo que se provoca un menor contenido de humedad) del queso ayuda a la formación de corteza y la maduración uniforme del queso; con mayor contenido de grasa, vitamina B₁₂ y el resto de características similares al fresco; que lo hacen apropiado para la alimentación humana.

Este trabajo investigativo se centró en la evaluación del queso Cheddar, con aplicación de presiones controladas, brindando al productor lácteo y al industrial una alternativa en la producción quesera mejorando la calidad y ampliando la variedad de quesos en el mercado otorgándole las características organolépticas y funcionales deseadas. Al optimizar el tiempo de prensado combinándolo con tiempos de maduración en el queso tipo Cheddar; obtuvimos un producto que cumplía parcialmente con los requisitos de fabricación y estándares de calidad de este producto.

1.2OBJETIVOS

1.2.1Objetivo General

- Evaluar el tiempo de prensado y el tiempo de maduración en el queso semimaduro tipo Cheddar.

1.2.2Objetivos Específicos

- Establecer el tiempo óptimo de prensado del queso, con períodos de 10:30, 30:110, 50:190, 70:270 minutos de prensado en una cara y en la otra.
- Optimizar el tiempo de maduración del queso en un rango de temperatura de 12 a 14 °C; con períodos de maduración de 15, 20, 25 días.
- Evaluar parámetros físico – químicos del queso: determinación del pH, grasa, extracto seco, humedad, grasa en extracto seco.
- Evaluar la calidad del producto elaborado mediante análisis organoléptico: color, olor, sabor, aspecto, textura, consistencia.

1.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

- El tiempo de prensado y el tiempo de maduración influye en las características organolépticas y físico – químicas del queso Cheddar.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 LA LECHE

2.1.1 Definición

La leche es un líquido que segregan las glándulas mamarias de hembras sanas; esto es desde el punto de vista fisiológico. Desde el punto de vista comercial o industrial es el producto del ordeño higiénico efectuado en hembras de ganado lechero bien alimentado y en buen estado de salud, exento de calostro. La palabra o término leche se utiliza generalmente para el producto de origen vacuno; cuando se quiere referir a la leche de otro origen se nombra el mamífero del cual proviene (leche de cabra, leche de oveja, leche humana, etc.)

2.1.2 Características organolépticas

De acuerdo a Nasanovsky M. y otros (2006), las características organolépticas de la leche son:

Aspecto: La leche fresca es de color blanco aporcelanada, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un color blanco con ligero tono azulado.

Olor: Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes.

Sabor: La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas.

2.1.3 Características físicas de la leche

Acorde con Nasanovsky M. y otros (2006), las más importantes son:

pH de la leche: La leche es de característica cercana a la neutra. Su pH puede variar entre 6,5 y 6,65.

Densidad: La densidad de la leche puede fluctuar entre 1,028 a 1,034 g/cm³ a una temperatura de 15 °C; su variación con la temperatura es 0,0002 g/cm³ por cada grado de temperatura.

Acidez de la leche: Una leche fresca posee una acidez de 0,15 a 0,16 %. Esta acidez se debe en un 40 % a la anfotérica, otro 40% al aporte de la acidez de las sustancias minerales, CO₂ disuelto y acidez orgánicos; el 20 % restante se debe a las reacciones secundarias de los fosfatos presentes.

Viscosidad: La leche natural, fresca, es más viscosa que el agua, tiene valores entre 1,7 a 2,2 centi-poise (cp) para la leche entera, mientras que una leche descremada tiene una viscosidad de alrededor de 1,2 cp.

Punto de congelación: El valor promedio es de - 0,54 °C (varía entre -0,513 y -0,565 °C).

Punto de ebullición: La temperatura de ebullición es de 100,17 °C.

Calor específico: La leche completa tiene un valor de 0,93 – 0,94 cal/g °C, la leche descremada 0,94 a 0,96 cal/g °C.

Índice de refracción: El índice de refracción a 20 °C es de 1,35 (Veisseyre R., 1972).

2.1.4 Composición de la leche de vaca

La leche es un alimento complejo con más de 100 000 especies químicas encontradas. La leche desde el punto de vista químico puede considerarse como:

- Una **emulsión** de aceite en agua con glóbulos de grasa dispersos en una fase continua de suero.
- Una **suspensión coloidal** de micelios de caseína, proteínas globulares y partículas de lipoproteínas.
- Una **solución** de lactosa, proteínas solubles, minerales, vitaminas y otros componentes.

La leche de vaca contiene diferentes tipos de componentes sólidos y agua. Los componentes sólidos más importantes son las proteínas, la materia grasa, la lactosa y las cenizas. Además, se encuentran trazas de una variedad de componentes como vitaminas, enzimas, etc. (Hill A., Dairy Chemistry and Physics, 2006).

Los valores de la tabla corresponden a una temperatura de 25 °C, aproximadamente.

CUADRO 1. Composición cuantitativa de la leche

| Constituyente principal | Límites de variación | Valor medio |
|-------------------------|----------------------|-------------|
| Agua | 85,5 – 89,5 | 87,5 |
| Sólidos totales | 10,5 – 14,5 | 13,0 |
| Grasa | 2,5 – 6,0 | 3,9 |
| Proteínas | 2,9 – 5,0 | 3,4 |
| Lactosa | 3,6 – 5,5 | 4,8 |
| Minerales | 0,6 – 0,9 | 0,8 |

Fuente: Tetrapack S.A., Manual de Industrias Lácteas (2003).

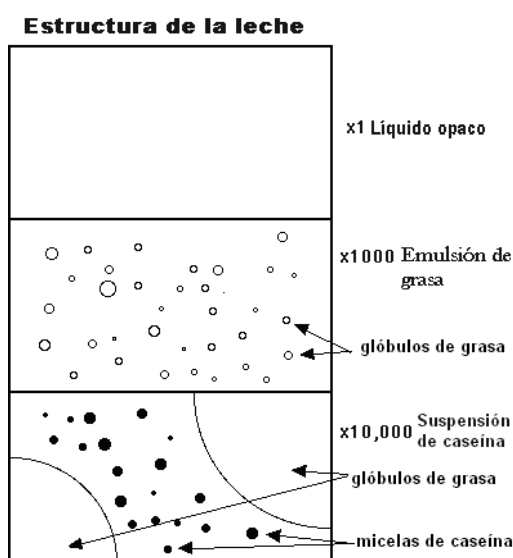
2.1.5 Estructura de la leche

No sólo la composición química de la leche es importante, sino también su estructura. Hablar de la estructura y en especial de la micro estructura de la leche es en realidad un tema bastante complejo, debido a la gran cantidad de relaciones e interacciones que tienen sus distintos componentes moleculares; por lo que pretendemos hacer sólo un resumen.

Vista bajo el microscopio la leche con un aumento de 5X se ve como un líquido uniforme, blanco opalescente con cierta coloración crema. Con un aumento de 500X se ven gotas esféricas de grasa, conocidas como **glóbulos de grasa**. Con un aumento mucho mayor (50 000X) se observan los micelios de caseína. Los principales componentes de la leche a nivel estructural son los glóbulos de grasa y los **micelios de caseína**.

En los glóbulos de grasa se aglomeran más del 95 % de los lípidos de la leche con un diámetro de entre 100 – 20 000 nanómetros ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$); con un tamaño medio de 3 000 – 4 000 nm. Existen alrededor de 15 000 millones de glóbulos por ml y éstos están cubiertos por una compleja membrana de proteína y fosfolípidos para formar una emulsión en el suero de leche.

GRÁFICO 1. Estructura de la leche



Fuente: Hill A., Dairy Chemistry and Physics, 2006.

Alrededor del 80% de la proteína láctea se encuentra en las caseínas, que no son solubles en agua y existen en la leche como pequeñas partículas llamadas micelios de caseína, con un tamaño menor a los 300 nm.

Las caseínas son proteínas conjugadas cuya característica distintiva es su baja solubilidad en un pH de 4,6. La caseína tiene adherido el complejo CaP importante para la coagulación en la fabricación del queso. Los micelios de caseína son muy porosos y absorben otros componentes de la leche como el citrato, lipasas, enzimas, y suero de leche (Hill A., Dairy Chemistry and Physics, 2006 y Tetrapack, 2003).

2.2 LA LECHE PARA QUESERÍA

La leche para quesería debe reunir ciertos requisitos mínimos de higiene y calidad; tanto desde el punto de vista químico como microbiológico; además de estar libres de antibióticos, desinfectantes y en general sustancias inhibidoras del desarrollo de microorganismos de las bacterias para quesería (Nasanovsky y otros, 2006).

Aparte de esto en el proceso tecnológico la leche debe almacenarse, enfriarse, estandarizarse, clarificarse, homogenizarse, pasteurizarse y otros tratamientos que acondicionan la leche para quesería, por lo que se ha de tener algunas precauciones al aplicarlos.

A continuación se enumera algunos requisitos, y/o procesos de acondicionamiento de la leche.

2.2.1 Animales de los que proviene la leche

La leche para quesería debe provenir de animales sanos, libres de mastitis y de otras enfermedades ya que la leche es un medio de crecimiento excelente para el desarrollo de microorganismos, y que pueden infectar al hombre.

El queso puede elaborarse de la mayoría de leches animales, pero se ha de tomar en cuenta que algunas especies tienen un alto nivel de sólidos (como la de oveja, búfalo). Aunque la leche caprina tiene propiedades similares a la de vaca, ésta tiene glóbulos de grasa más pequeños, enzimas lipolíticas y propiedades de coagulación mejores que dan como resultado una textura más lisa y un sabor característico en el queso que se hace de esta leche (Hill A., Cheese making, 2006).

Es importante también la raza del hato ganadero porque de ella dependerá la composición, en donde varía la proporción proteína / grasa que influye en el rendimiento del queso. También se ha de considerar el alimento y la estación del año, ya que al alimentar al hato con pienso seco en épocas de escasez se incrementa el contenido de grasa y baja la proporción proteína/grasa con disminución del rendimiento en el queso.

2.2.2 Contaminantes de la leche

Los contaminantes de la leche pueden ser de naturaleza química y biológica. Dentro de los de naturaleza química pueden encontrarse insecticidas (DDT, aldrin, dieldrin, etc.), herbicidas, sustancias higienizantes (cloro, peróxido de hidrógeno, sustancias amoniacales, etc.) y algunos antibióticos (penicilinas, estreptomicinas, clorotetraciclinas, etc.). Los cuales no deben encontrarse en la leche para quesería; porque son tóxicas para su consumo además de provocar sabores y olores extraños en el queso.

Los contaminantes de naturaleza biológica se encuentran bacterias, los hongos, mohos, levaduras que están vivas en la leche o que pudieron dejar sus toxinas y metabolitos pese a ya no estar presentes. Se ha de hacer una distinción entre los microorganismos proteolíticos, filantes, viscosos, y patógenos que no son deseables en el queso de los microorganismos que se inoculan y que son deseables en el queso.

Otro contaminante de importancia en quesos maduros son los bacteriófagos, ya que éstos destruyen las células de los microorganismos de importancia en quesería.

2.2.3 Tratamientos de la leche para quesería

Los tratamientos a los que es sometida la leche antes de su conversión en queso pueden tener efectos perjudiciales o beneficiosos.

Tienen un efecto, perjudicial los siguientes:

- Almacenamiento prolongado a bajas temperaturas (2 – 10 °C), ya que causa una cuajada débil, con reducción de la capacidad de trenzado, entrelazado y fundido.
- Tratamientos mecánicos (bombeos, transporte por tuberías, etc.).
- Tratamientos térmicos fuertes (por encima de 82 / 85°C).

Tienen un efecto, benéfico en la elaboración del queso:

- Maduración de la leche con adición de cultivos lácticos seleccionados.
- Adición de cloruro de calcio en pequeñas cantidades, para coadyuvar en el proceso de coagulación.
- La clarificación que se hace para retirar las partículas de basura que pasan los filtros mejorando la higiene en el queso.
- Bactofugación de la leche para eliminar esporas de *Clostridium tyrobutyricum* causantes del defecto de Gas tardío.
- La homogenización de la leche debido a una mayor retención de humedad, lipólisis de la grasa, blanqueo del queso y recuperación de proteína.

2.2.4 Estandarización de la leche

Se conoce como estandarización de la leche a la variación en los componentes de la leche ya sea por descremado o por adición de proteínas lácteas (leche descremada en polvo); es así que:

“El objetivo de la estandarización de la leche es obtener un máximo retorno económico de los componentes de la leche. En la práctica esto significa que la composición de la leche se ajusta para lograr el equilibrio más económicamente favorable entre el costo de los ingredientes y el porcentaje de transferencia de componentes de los sólidos de la leche al queso en tanto se mantenga la calidad.” (Hill A, Cheese making, 2006).

Al estandarizar la leche se busca mejorar la proporción proteína/grasa en la leche que a su vez incide en un mayor rendimiento en el queso, sin pérdida de la calidad.

2.2.5 Aditivos en la leche

Los aditivos más comunes son:

(1) El cloruro de calcio es conveniente añadirlo en solución acuosa; si se utiliza un concentración de 50 % en peso/volumen se recomienda una cantidad máxima de 40 cc en 100 litros de leche (0,02 % de CaCl_2 anhidro) (Chr Hansen, s/f). Se utiliza para coadyuvar en la coagulación de la leche para el queso, cuando se ha pasteurizado o no está balanceado el contenido de minerales. Se hablará más del rol del calcio en quesería en la coagulación de la leche en la elaboración del queso.

(2) El nitrato de sodio (NO₃Na) o de potasio (NO₃K) se usa en dosis máximas de 30 g /100 kg; lo cual es cuestionado desde el punto de vista médico por lo que se ha prohibido en algunos países (Tetrapack, 2003).

Según SEP - Trillas (1997) suele usarse en queso fresco y pasteurizado para evitar el desarrollo de colibacterias que provocan hinchazón del queso.

En tanto que Hill A. (2006), manifiesta que es usado para evitar el desarrollo de *Clostridium tyrobutyricum* productor de gas en quesos como el Edam, Gouda y Suizo en niveles de 200 ppm (partes por millón).

(3) Los agentes colorantes, más comunes son: El annato, los carotenos, la orleana, el verde clorofila. De éstos el annato y los colorantes a base de carotenos se usan para dar la coloración característica en el queso Cheddar y Cheshire.

(4) Agentes decolorantes se usan para blanquear la leche de vaca logrando imitar a las leches de cabra y de oveja en la elaboración de quesos tradicionalmente hechos de leches de oveja y cabra. Los agentes decolorantes más comunes son el dióxido de titanio y productos basados en la clorofila.

El verde clorofila se utiliza en los quesos azules para obtener un color pálido como contraste con el moho azul (Tetrapack, 2003).

(5) Coadyuvantes de maduración son aquellos que ayudan a desarrollar un perfil de sabor en el queso y acelerar la maduración. Las más comunes son las lipasas solas o los cocteles enzimáticos (mezclas de lipasas y proteasas de varias fuentes); que al facilitar la maduración dan un sabor constante al queso e incrementan el rendimiento económico.

2.3EL QUESO

2.3.1Definición

El queso es un alimento sólido obtenido de la leche cuajada de vacas, cabras, oveja, búfalo de agua u otros mamíferos. La leche se cuaja usando cuajo (o sustitutos de cuajo) y acidificación. Las bacterias acidifican la leche y juegan su papel definiendo la textura y sabor de la mayoría de los quesos. En algunos quesos son característicos los mohos, tanto en su corteza como en su interior (Colaboradores Wikipedia, Cheese, 2006)

Como regla fundamental, la caseína y la grasa de la leche se concentran aproximadamente 10 veces en la producción de queso duro y en algunos quesos semimaduros.

No es posible establecer una definición estricta del queso, ya que existen muchas variantes.

2.3.2Clasificación y criterios de clasificación del queso

a) De acuerdo al contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.

b) De acuerdo al método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos.

c) De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada (González M., 2002).

2.3.3 Valor nutritivo del queso

“El valor nutritivo de los alimentos es la capacidad que tienen éstos para satisfacer las necesidades de mantenimiento y desarrollo del organismo” (Madrid V.,1999).

En general, el queso proporciona mucho calcio, proteína, y fósforo. Unos 30 gramos (una onza) de porción de Cheddar contiene 7 g de proteína y 200 mg de calcio.

El queso comparte también las desventajas nutritivas de la leche. Es así que en Estados Unidos el queso al ser la principal fuente de grasa (por el alto consumo de queso graso) del tipo saturada se lo acusa de ser el causante del incremento en el riesgo de sufrir enfermedades cardíacas; lo cual es cuestionable ya que en Francia y Grecia que consumen más queso por persona la incidencia de enfermedades cardíacas es menor.

Algunos estudios piden mostrar que los quesos incluyendo el Cheddar, Mozzarella, Suizo y Americano ayudan a prevenir la caries; sin que se conozcan los mecanismos exactos.

El queso debe ser evitado por las personas intolerantes a la lactosa, en especial los frescos, además de que algunas personas presentan reacciones a las aminas encontradas en el queso maduro. (Colaborares Wikipedia, Cheese, 2006).

2.3.4 Composición típica (% en peso) de algunas variedades de quesos

CUADRO 2. Algunas variedades de queso con su composición

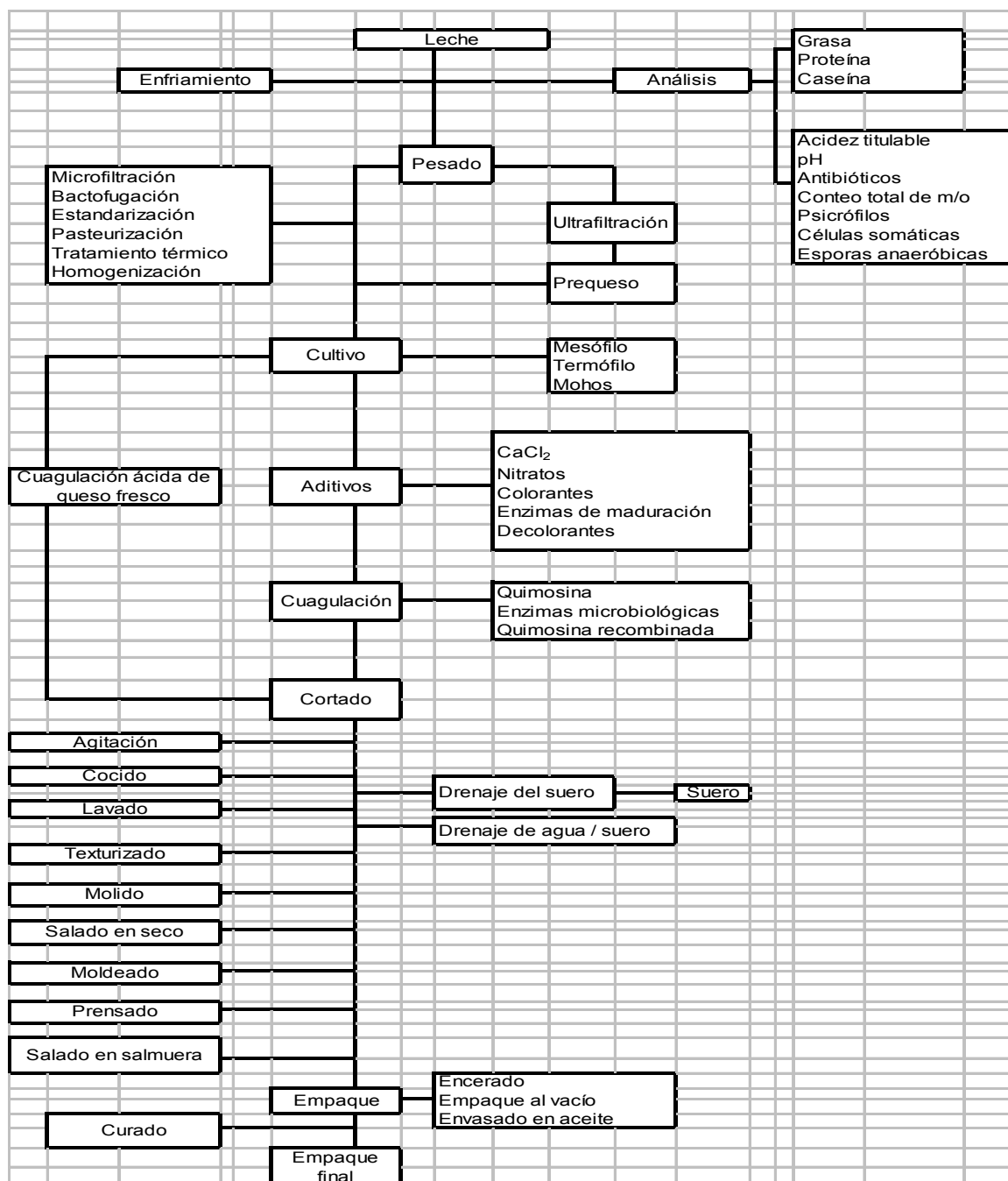
Reimpreso de Hill, 1995 Chemical species in cheese, *Chemistry of Structure-Function Relationships in Cheese*, Plenum Press, NY.

| Tipo | Queso | Humedad | Proteína | Grasa Total | Totales Carbohidratos | Grasa en la M.S. | Ceniza | Calcio | Fósforo | Sal | pH |
|--------------------------------------|----------------------------|---------|----------|-------------|-----------------------|------------------|--------|--------|---------|-------|-----|
| Coagulación ácida | Cottage (coágulo seco) | 79,8 | 17,3 | 0,42 | 1,8 | 2,1 | 0,7 | 0,03 | 0,10 | n. t. | 5,0 |
| | Queso Crema | 53,7 | 7,5 | 34,9 | 2,7 | 75,4 | 1,2 | 0,08 | 0,10 | 0,73 | 4,6 |
| Coagulación con calor y ácido | Queso Blanco (ácido) | 55,0 | 19,7 | 20,4 | 3,0 | 44,8 | | | | 3,0 | 5,4 |
| | Ricotone- de suero y leche | 82,5 | 11,3 | 0,5 | 1,5 | 2,9 | | | | < 0,5 | 5,8 |
| No madurados y coagulación con cuajo | Queso Blanco – Con cuajo | 52,0 | 23,0 | 20,0 | | 42,0 | | | | 2,5 | 5,8 |
| Suavemente madurados y muy ácidos | Camembert | 51,8 | 19,8 | 24,3 | 0,5 | 50,3 | 3,7 | 0,39 | 0,35 | 2,1 | 6,9 |
| | Gorgonzola | 36,0 | 26,0 | 32,0 | 2,3 | 50,0 | 5,0 | | | | |
| Semiduros Lavados | Gouda | 41,5 | 25,0 | 27,4 | 2,2 | 46,9 | 3,9 | 0,70 | 0,55 | 0,82 | 5,8 |
| | Edam | 41,4 | 25,0 | 27,8 | 1,4 | 47,6 | 4,2 | 0,73 | 0,54 | 0,96 | 5,7 |
| Quesos duros a baja Temperatura | Cheddar | 36,7 | 24,9 | 33,1 | 1,3 | 52,4 | 3,9 | 0,72 | 0,51 | 1,8 | 5,5 |
| | Mozzarella | 54,1 | 19,4 | 21,6 | 2,2 | 47,1 | 2,6 | 0,52 | 0,37 | 1,0 | 5,3 |
| Quesos duros a alta temperatura | Parmesano | 29,2 | 35,7 | 25,8 | 3,2 | 36,5 | 6,0 | 1,18 | 0,69 | 3,0 | 5,4 |

Fuente: Hill, A. 2006 *Cheese making*

2.3.5 Cuadro de flujo del proceso de elaboración de los quesos

FIGURA 1. Esquema general de elaboración quesera



Fuente: Hill, Arthur R. 2006, *Cheese making* que a su vez cita a After Irvine y Hill, 1985, *Cheese Technology*, en, *Comprehensive Biotechnology*, Cooney & Humphrey Editors, Pergamon Press, N.Y.

2.3.6 Quesos Semi – maduros

La línea que distingue a los quesos maduros de los semi – maduros no es notoria, y es más bien arbitraria a criterio de cada técnico. Así tenemos varias definiciones:

1. **Queso curado o madurado**, es el queso que no está listo para su consumo inmediatamente después de su fabricación, ya que se debe mantener durante un cierto tiempo, a una determinada temperatura, y bajo determinadas condiciones, para que se consigan obtener los cambios físicos y bioquímicos que caracterizan al queso.
2. **Queso madurado o curado con mohos**, es un queso en el cual el curado se realiza principalmente por medio del desarrollo de mohos característicos que crecen en el interior y/o en la superficie del queso (Tetrapack, 2003).

Los procesos para la elaboración de quesos semimaduros varían de un tipo de queso a otro, y en la gran mayoría existe un paso de inoculación de bacterias ácido – lácticas ya sea de modo nativo o creado.

2.3.7 Los fermentos en quesería

Los microorganismos intervienen en la fabricación de los quesos, en la formación de la cuajada, en su neutralización y después varían con los tipos de quesos. Una leche destinada a ser transformada en un queso determinado debe contener todos los gérmenes cuya presencia sea necesaria para la adecuada formación y evolución de la cuajada.

Según Veisseyre R., (1972) menciona que en la actualidad los queseros pueden procurarse emplear en excelentes condiciones los siguientes fermentos seleccionados:

- a) **Bacterias lácticas**, que acidifican, aromatizan o peptonizan la leche o incluso que modifican su viscosidad (fermentos filantes).
- b) **Mohos**, que neutralizan la cuajada en los tipos de pasta blanda (*Penicillium candidum* y *P. glaucum*).
- c) **Bacterias alcalinizantes**, llamadas fermentos del rojo en razón del color de sus colonias, que participan en la degradación de la caseína en la mayoría de los quesos.
- d) **Bacterias propiónicas**, que atacan el lactato cálcico dando ácido propiónico y gas carbónico, responsable de la formación de los “ojos” o agujeros en los quesos de pasta cocida del tipo Gruyère (Tetrapack, 2003).

El grupo de las bacterias ácido lácticas comprende actualmente los géneros: *Vagococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Tetragenococcus*, *Atopobium*, *Camobacterium*, *Alloiococcus*, *Oenococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, y *Streptococcus*; las especies utilizadas como cultivos iniciadores están incluidas en los últimos cuatro géneros (Alvarado C. y López G., 2000).

Dentro de los cultivos secundarios usados para desarrollar características especiales en la maduración de ciertas variedades de queso se encasillan las bacterias propiónicas, los mohos y levaduras tratados anteriormente.

Algunas de las propiedades de los cultivos ácido-lácticos son:

- Capacidad de metabolizar la lactosa, aunque no todas las bacterias lácticas tienen la capacidad de metabolizar la lactosa.
- Desarrollo de acidez por fermentación de la lactosa.
- Capacidad proteolítica lo que determina el desarrollo del sabor en el queso.
- Capacidad de metabolizar el citrato y formación de gas.
- Capacidad de producir bacteriocinas (antibióticos producidos por unas bacterias contra otras).
- Resistencia a las bacteriocinas, a los antibióticos y a los bacteriófagos (virus que atacan a las bacterias).

2.3.8 Clases de fermentos en quesería

A nivel comercial las preparaciones usadas como cultivos iniciadores (starters en inglés) se pueden clasificar atendiendo a múltiples aspectos tecnológicos como velocidad de acidificación, proteólisis, composición, temperatura óptima de crecimiento, etc. (Ver Anexo 4). Las clasificaciones más comunes son basadas en los últimos aspectos y es así que Hill A., (Cheese making, 2006) manifiesta que de acuerdo a la composición se clasifica en cuatro categorías:

- a) Cultivo de cepa única:** Formado por una única cepa de una determinada especie.
- b) Cultivo definido múltiple:** Formado por varias cepas conocidas de una única especie.

c) Cultivo definido mixto: Formado por diferentes cepas conocidas de distintas especies.

d) Cultivo indefinido o artesano: Está formado por diferentes especies total o parcialmente desconocidas.

En función a la **temperatura óptima de crecimiento** se dividen en dos grupos: fermentos **mesófilos** cuya temperatura de crecimiento se encuentra en el rango 20 – 30 °C, con un óptimo cerca de los 30 °C, y fermentos **termófilos** con una temperatura de crecimiento ubicada en el rango de 37 – 45 °C con un óptimo cerca de 42 °C.

Por el tipo de **metabolitos** que producen los cultivos pueden ser **homo – fermentativos** en el cual su principal metabolito es el ácido láctico sin producción de gas (CO₂) o compuestos saborizantes; y **heterofermentativos**; los cuales además del ácido láctico producen cantidades significativas de CO₂, cadenas cortas de ácidos grasos, acetaldehído, diacetilo y alcohol etílico como los más importantes.

El rol de estos cultivos en la elaboración de los productos lácteos es muy complejo, y de ello dependerá la calidad de los mismos. La primera y principal función es la formación de ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, esto conduce a la disminución del pH lo que facilita la coagulación de la leche, la texturización de la cuajada y además inhibe el desarrollo de microorganismos patógenos de manera efectiva. La efectividad de inhibición por acidez también tiene que ver con la naturaleza de dichos ácidos porque se ha demostrado que la forma no disociada es bastante inhibitoria. Adicionalmente estos ácidos orgánicos contribuyen al sabor y olor de muchos quesos (González M., 2002).

2.3.9 Coagulación

La coagulación es el único paso para elaborar un queso fresco, maduro, etc.

“La coagulación es esencialmente la formación de un gel desestabilizado de micelios de caseína lo que los lleva a formar un agregado y una red que inmoviliza parcialmente el agua y atrapa los glóbulos de grasa en la nueva matriz formada”
(Hill A., Cheese making, 2006).

Debido a que las partículas de caseína son hidrofóbicas (ellas detestan el agua) su tendencia natural es a agregarse (agruparse juntos). En la leche normal, la agregación es evitada por dos factores. Si uno de estos factores se elimina los micelios se agregarán y formarán un gel parecido a la gelatina.

- El primer factor estabilizante es una “peluda” capa de proteína superficial activa, llamada kappa – caseína – (-caseína), en la superficie del micelio. Esta capa ayuda a impedir que los micelios estén bastante cerca para que se peguen.
- El segundo factor es una carga negativa en los micelios. Al pH lácteo los micelios están cargados negativamente y se repelen unos contra otros.

Así, básicamente hay dos maneras de coagular la leche; una es removiendo la peluda capa de micelios que se llama coagulación enzimática. La otra es neutralizar la carga negativa en el micelio. Esto puede lograrse por acidificación o una combinación de alta temperatura y acidificación.(Hill A., Cheese making, 2006).

2.3.9.1 Coagulación enzimática

La forma más común de coagulación enzimática es usando el cuajo, un derivado de la quimosina que se obtiene a partir del abomaso de terneros la cual es muy usada en la mayoría de quesos.

Otras proteasas usadas en quesería son: las pepsinas de cerdo, vaca o gallina; proteasas microbianas, a partir de organismos genéticamente modificados.

Se usan también enzimas vegetales como las de la papaya (papaína), piña o ananás (bromelina), ricino (ricina) y el látex del árbol de higo entre otros como coagulantes de la leche. Estos extractos son convenientes para quesos de cuajadas blandas que se consumen dentro de pocos días y no son convenientes para quesos duros con largos períodos de maduración a causa de su excesiva actividad proteolítica que deja un sabor amargo en el queso maduro (O' Connor Ch, 1993).

Hill, Arthur R. (2006) manifiesta que la coagulación enzimática se considera en 3 fases:

Fase primaria.- La enzima corta un fragmento específico de una de las caseínas, a saber, la paracaseína. Al pH natural de la leche, cerca del 80% de la paracaseína debe dividirse para permitir que siga la agregación de los micelios.

Fase secundaria.- Es el proceso físico de agregación de las partículas de caseína (micelios) para formar un gel. Después de perder su parte soluble en agua, la paracaseína ya no puede mantener las partículas de caseína separadas, así ellas empiezan a formar cadenas y conglomerados. Los conglomerados continúan creciendo hasta que forman una red tridimensional continua, que atrapa agua en su interior, formando un gel, algo parecido a la gelatina.

Fase Terciaria.- Se refiere al desarrollo continuado de la red del gel. Para algunos quesos el gel se corta tan pronto como se pone lo bastante firme para hacerlo. Para otros, como los quesos suavemente afinados, el corte se tarda hasta que el gel se torne bien firme.

Debido a que la coagulación enzimática tiene lugar en fases, es necesario entender los efectos de los parámetros del procesamiento en cada fase. Nos enfocaremos principalmente sólo en la primera y segunda fases:

- Un pH bajo incrementa la actividad enzimática y neutraliza la repulsión de cargas entre los micelios. Es por ello que la coagulación procede más rápidamente a un pH bajo.
- La temperatura óptima de cuajado es de 30 – 32 °C; a temperaturas menores a 30 °C el gel es más débil con menor rendimiento, en tanto que, a menos de 20 °C la coagulación no ocurre pero la primera fase se completa, por lo que la leche coagulará al calentarse.
- El calcio no es necesario en la primera fase (hidrólisis enzimática de la caseína) pero es esencial para la agregación de las partículas de caseína; por lo que si no está en cantidad suficiente hay pérdida de rendimiento en el queso. Se corrige la deficiencia de calcio con la adición del cloruro de calcio teniendo cuidado de no excederse debido a que reduce el pH de la materia prima.
- La homogenización influye en la coagulación porque disminuye la sinéresis, mejora la textura del queso, hay mayor recuperación de la grasa, el queso se blanquea por enmascaramiento de la grasa en la proteína, entre otros.

2.3.9.2 Coagulación ácida

La coagulación ácida se puede obtener por desarrollo de la acidez debido a cultivos iniciadores o por adición de un ácido. El descenso en el pH provoca la desestabilización de los micelios de caseína con la consiguiente agregación.

El resultado es una cuajada más blanda que la desarrollada por coagulación enzimática.

Este proceso de la coagulación ácida es reversible, porque acidificando aún más o añadiendo álcali a la masa coagulada, la caseína vuelve a solubilizarse (Sep – Trillas, 1997).

2.3.9.3 Coagulación con calor y ácido

Este proceso permite la recuperación de las caseínas y las proteínas del suero en un solo paso. El principio básico es que las proteínas del suero que son normalmente estables al ácido, se tornan sensibles a la coagulación ácida después del tratamiento térmico (Hill A., Cheese making, 2006).

En el Ecuador se utiliza este proceso para hacer el Requesón, en el cual la leche se calienta a 84 °C para desnaturalizar la proteína del suero y asociarla con las micelas de caseína para luego ir añadiendo ácido poco a poco (preferible diluido en un poco de agua) que al ir agitando suavemente coagularán y formarán una cuajada flotante con una parte que precipita; recuperándose y moldeándose en caliente.

2.3.10Cuajo

Como se dijo anteriormente el principio activo del cuajo es la quimosina.

La dosis del cuajo se decide en función de la fuerza de coagulación, y normalmente la dosis adecuada viene marcada en el envase. Un cuajo de **una sola fuerza** se estandariza para que 200 ml coagulen 1 000 kg de leche en 30 – 40 min (Hill A., Cheese making, 2006).

Después de dosificar el cuajo, se agita la leche por 2 – 3 minutos, para un completo mezclado, y luego se deja reposar el tiempo necesario para que se forme el coágulo y obtener un agotamiento adecuado.

En la parte práctica suele mezclarse con un poco de salmuera tibia, para que se active el cuajo, ya que la sal de dilución es un electrolito fuerte. Tenga cuidado de no diluir el cuajo en aguas clorinadas o con un pH mayor a 7, ya que en ambos casos disminuye la actividad del cuajo y por último añada inmediatamente la dilución en la tina (con la leche en movimiento) porque el cuajo disminuye rápidamente su acción enzimática.

En general los quesos suaves, pequeños, frescos se cuajan con una mayor proporción de acidez en relación a la cantidad de cuajo de las variedades duras, maduras y de larga maduración (Colaboradores de Wikipedia, Cheese, 2006). La estructura y el sabor del queso maduro dependen del tipo de proteólisis causada por el coagulante durante el curado del queso.

La mayoría de los sustitutos del cuajo son más proteolíticos que el cuajo y causan una disminución del rendimiento de la caseína, y de la grasa; además de un sabor amargo durante la maduración (Hill A., Cheese making, 2006).

2.3.11 Maduración o pre-maduración de la leche

Este término se usa para describir el paso en el cual se da un tiempo a la leche recién inoculada con el cultivo láctico y se ha de distinguir este término con aquél usado para describir la maduración o afinado del queso recién elaborado.

En esta fase de elaboración se les permite a los microorganismos ambientarse; disminuyendo su pH en 0,01 unidades o un incremento de la acidez titulable en 0,005 – 0,01 % lo cual se logra entre 30 – 60 minutos (Hill A., Cheese making, 2006). Si no hay desarrollo de acidez se ha de sospechar la presencia de inhibidores del desarrollo microbiano (bacteriófagos, antibióticos, cloro, entre otros).

2.3.12 Cuajado y corte del coágulo en tina

La cantidad de cuajo debe ser cuidadosamente determinada. Debido a que el cuajo es costoso, es deseable minimizar su uso, pero esta puede ser una falsa economía si se compromete la calidad de la cuajada.

Por otra parte el control de temperatura debe ser exacto y uniforme en toda la tina, porque tanto la actividad de la enzima como el subsecuente proceso de agregación de los micelios son extremadamente sensibles a la temperatura. Una temperatura inexacta o no uniforme durante el cuajado resultará en áreas locales de fijación de cuajada bajas o sobre cuajadas que en definitiva causan pérdidas de finos durante el corte.

Un corte apropiado es extremadamente importante tanto para la calidad como para el rendimiento. Un inapropiado corte y manejo de la cuajada resulta en la pérdida de finos, que es, partículas pequeñas de cuajada que no se recuperan en el queso.

La manera más común de determinar cuando la cuajada se ha formado se hace insertando un cuchillo delgado en un ángulo de 45 grados en la cuajada y levantándolo despacio. Si la cuajada rompe dejando una fractura vítrea limpia, está listo para cortar. En quesos hechos a escala industrial, esto puede probarse con un viscosímetro.

El tamaño de los gránulos de cuajada tiene gran influencia en la retención de humedad; es así que las variedades de queso con baja humedad se cortan en gránulos más pequeños en tanto que las variedades de elevada humedad apenas se troza la cuajada lo suficiente para que entren en los moldes (Hill A., Cheese making, 2006).

2.3.13 Cocción de la cuajada

La cocción de la cuajada es importante porque junto con el desarrollo de la acidez causan sinéresis en la cuajada causando la expulsión de la humedad, lactosa, y otros componentes solubles.

Según Hill Arthur (2006) una cocción muy rápida provoca que la cuajada se fragmente más fácilmente y forme un exterior duro en las partículas de cuajada lo que previene la expulsión de la humedad e impide el desarrollo de una textura suave durante el prensado.

En el Cheddar se debe empezar la cocción 15 min después del corte y se eleva la temperatura de 30 – 39 °C en 30 minutos; comenzado a calentar a una velocidad de 1 °C cada 5 minutos. Luego mantenga la temperatura en 39 °C hasta que el pH del suero alcance los 6,1 (alrededor de 2 horas a partir del tiempo de corte).

2.3.14 Agotamiento o drenaje de la cuajada

La mayoría de los quesos se drenan en un rango de pH del suero 6,1 – 6,4 (pH de la cuajada de 6,0 – 6,3). Al agotar la cuajada es conveniente medir el nivel de grasa en el suero agotado; en el Cheddar un nivel de grasa menor al 0,3% indica un proceso eficiente en cuanto a rendimientos.

2.3.15 Lavado de la cuajada

Los tipos de queso como el Gouda parte de la lactosa y ácido láctico se lavan con la adición de agua ya sea en la cuajada o como reemplazo de suero.

La temperatura del agua de lavado determinará la humedad, y a veces la textura del queso; obteniendo un pH final de la cuajada de 5,0 – 5,2.

2.3.16 Manejo y moldeo de la cuajada

En la mayoría de variedades de queso se echan directamente en los moldes; otras variedades se pre-presan y moldean bajo el suero.

En ausencia de sal la cuajada se torna suave y plástica.

Para variedades como el Cheddar y otros la cuajada se deja en la tina hasta que alcance un pH deseado de alrededor de 5,2 – 5,4 para luego proceder a moldear.

Se conoce como cheddarización a las operaciones únicas para fabricar queso Cheddar y consisten en:

- **Fijación:** La cuajada debe fijarse por unos minutos. Al final de la fijación, la acidez del suero estará entre 0,15 y 0,17 %.

- **Cortado de Bloques:** “Los bloques” de cuajada serán cortados en 6 pulgadas (15 cm) de ancho a lo largo de cada lado de la tina. Después de 10 minutos, los bloques se voltean y se empiezan a apilar (Colaboradores Wikipedia, Cheddar Cheese, 2006).
- **Apilado de bloques:** Los bloques se voltean directamente. Después de 10 – 20 min. , éstos se cortan horizontalmente por la mitad. Las mitades de un lado se colocan en el lado opuesto, quedando bloque sobre bloque. Después de 15 min se voltean las pilas separando las cuatro rebanadas entre sí. Esto se repite cada 15 min. Hasta que el suero que escurre de las pilas tenga una acidez de 0,55 % que debe corresponder a un pH de la cuajada de 5,2 (Sep – Trillas, 1997).
- **Molido de la Cuajada:** Cuando el proceso de volteado está completo, los bloques deben reducirse a un tamaño que encaje en el molino. El molino cortará la cuajada entramada en pedazos de aproximadamente 1/2 pulgada (13 mm). Durante este proceso, las cuajadas molidas se agitan constantemente para evitar el que se vuelva a entramar. El molino debe cortar las rebanadas en tiras de aproximadamente 6 cm de longitud y 1,5 cm de ancho (Colaboradores Wikipedia, Cheddar Cheese, 2006 y Sep – Trillas, 1997).

Los moldes deben tener una altura mayor que el queso terminado debido a que al desuerar gran cantidad de humedad es removida. Se aconseja que los moldes estén a la misma temperatura de la cuajada.

En quesos blandos y frescos la cuajada desuera naturalmente, en tanto que en queso maduro o afinado se desuera con la ayuda de mallas plásticas colocadas alrededor de los moldes con el fin de formar una corteza en el queso; además de prensarse.

2.3.17 Prensado

El prensado varía de poco a ninguno para quesos blandos a más de 172 kPa para el queso Cheddar firme. Al calentar más la cuajada, se requiere menor presión. Las aberturas mecánicas pueden reducirse por tratamiento de vacío antes, durante o después del prensado, según Hill A. (2006).

Al final se detallará más de este paso en la elaboración del queso.

2.3.18 Salado

El intercambio que tiene lugar de calcio por sodio en el paracaseinato durante el salado también tiene una influencia favorable en la consistencia del queso que parece más tierno (Tetrapack, 2003). La mayoría de todos los quesos se salan por uno de los tres métodos:

- Salado de la cuajada; que se hace en tina o en la mesa de trabajo antes del moldeo.
- Salado superficial; realizado después del moldeo donde los quesos se los hace rodar en sal y ésta se adhiere a la corteza.
- Salado por salmuera; el más común en la mayoría de los quesos, donde el queso se sumerge en una solución concentrada de sal.

Según Hill, Arthur (2006) los propósitos del salado son:

- Promover una mayor sinéresis.
- Desarrollar la acidez lentamente.

- Controlar las bacterias deteriorativas. Las lácticas son más tolerantes a la sal que las patógenas y las bacterias deteriorativas.
- Promover un afinado controlado y desarrollar el sabor.
- Dar un sabor salado.

2.3.18.1 Salado en salmuera

CUADRO 3: Parámetros de salado en salmuera

| Queso | Sal | Temperatura | pH |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|
| Pasta dura y firme | 19 – 22 % | 10 – 14 °C | 4,6 – 5,0 |
| Pasta blanda | 16 – 18 % | 15 – 18 °C | 5,0 – 5,2 |

Fuente: Sep – Trillas (1997) Elaboración de productos lácteos

A una nueva salmuera debe añadirse alrededor del 0,25 % de cloruro de calcio para evitar el debilitamiento de la corteza debido al arrastre de proteínas, sales y ácido en el intercambio producido entre el suero del queso y la salmuera. También es conveniente ajustar el pH de la salmuera al pH del queso ya que si es muy elevado hay formación de caseinato de sodio; en tanto que, si es muy bajo la corteza se torna dura y tosca. Otro factor de importancia es la temperatura ya que a temperaturas elevadas el contenido acuoso del queso se reduce en tanto que a bajas temperaturas el contenido de agua en el queso se mantiene o incrementa.

La salmuera debe agitarse constantemente para evitar que haya diferenciales en la densidad lo que provoca un desigual salado en el lote de quesos. Además de que si el queso flota en lugar de sumergirse la superficie expuesta debe salarse en seco esparciendo sal.

2.3.19 Maduración o curado del queso

La maduración es el resultado de un agresivo rompimiento de las proteínas, lípidos y carbohidratos (ácidos y azúcares) en una compleja mezcla de aminoácidos, aminos, y ácidos grasos. Este período de maduración (también llamado envejecimiento, o, afinado) puede durar de unos días a varios años. De acuerdo a la edad del queso, los microbios y enzimas transforman su textura e intensifican su sabor.

El queso puede madurar desde la superficie hacia la parte interna o viceversa denominándose afinado superficial o afinado interno respectivamente.

Para los quesos azules (Roquefort, Stilton, Gorgonzola), el moho *Penicillium* se introduce a la cuajada antes de moldearse. Durante la maduración, los mohos azules de (*P. roqueforti* o *P. glaucum*) crecen en hendiduras pequeñas del queso, impartiendo un sabor y aroma picantes. Los mismos mohos también crecen en la superficie de quesos maduros de cabra. Los quesos suaves Brie y Camembert, entre otros, tienen un crecimiento superficial de otras especies de *Penicillium*, el *P. candidum* o *P. camemberti* de color blancuzco. El moho de la superficie contribuye a la textura interna y sabor de estos quesos pequeños.

El Cheddar de sabor suave generalmente se madura durante 15 días - 2 meses, pero el Cheddar de sabor picante se madura durante un año o más. El tiempo de maduración depende del tipo de queso Cheddar que se elaborará (Colaboradores Wikipedia, Manufacturing of Cheddar Cheese, 2006).

El sabor en el queso maduro proviene esencialmente de tres fuentes:

- Sabores presentes en la leche original, como el sabor del alimento.

- A los sabores provocados por el rompimiento de la grasa, proteínas y azúcares que se liberan por causa de las enzimas microbianas, enzimas de la leche y aditivos enzimáticos.
- Metabolitos producidos por las bacterias inoculadas y otros microorganismos.

El desarrollo del sabor y la textura es fuertemente dependiente de:

a)El perfil del pH, entendiéndose como tal a los distintos valores de pH en el proceso de elaboración y curado del queso; como en el corte, agotado, molido, al primer día de madurado, y al séptimo día. Un pH de 5,0 – 5,1 es conveniente en el queso Cheddar una semana después de su elaboración (Ver Anexo 10).

b)La humedad como porcentaje de sólidos no grasos en el queso: Una mayor humedad significa una rápida maduración lo que a su vez significa un mayor potencial de malos sabores y sobre maduración. En el Cheddar fresco un valor de actividad acuosa (a_w) de 0,98 permite el crecimiento de la mayoría de bacterias en tanto que al final de la maduración la $a_w = 0,88$ es muy baja para el desarrollo de las bacterias.

c)La relación sal / humedad del queso; determina la velocidad del desarrollo de acidez en el prensado y al inicio del curado y, por ende, en lograr un pH mínimo.

d)El contenido de grasa en la materia seca; ya que la grasa restringe la sinéresis y ablanda la textura del queso debido a la rotura de la matriz proteica.

e)La temperatura de maduración. Bajas temperaturas iniciales, minimizan el crecimiento temprano de las bacterias y reducen el riesgo de una maduración muy rápida y el desarrollo de malos sabores. Es deseable iniciar la maduración por varias semanas a 4 – 6 °C y entonces incrementar la temperatura de 8 – 10 °C (Hill A., Cheese making, 2006) (Ver Anexo 8).

f)Experiencia del quesero; debido a que al repetir constantemente el proceso el quesero puede darse cuenta del tiempo, calidad de materia prima, evolución de la maduración y otros factores; para lograr una adecuada maduración.

g)Humedad del ambiente de maduración: La humedad y la circulación de aire en el queso madurado superficialmente es más importante que en los de corteza seca (Ver Anexo 9).

CUADRO 4. Requerimientos de humedad de varios tipos de queso

| Tipo de Queso | Humedad |
|---|-----------|
| Afinados superficialmente con lavados bacterianos | 90 – 95 % |
| Superficies con mohos | 85 – 90 % |
| Corteza seca | 80 – 85 % |

Fuente: Hill A. (2006) Cheese making

2.3.20Almacenamiento y empaque

Luego de la maduración el queso se almacena a temperaturas de 4 °C que detienen o disminuyen la acción de los microorganismos. El almacenamiento se puede hacer a granel o una vez empacado el queso.

El empaque más común para quesos de textura cerrada (como el Cheddar) es el empaque al vacío o con flujo de gas inerte (que puede ser CO₂ o N₂); que al impedir el intercambio gaseoso con el exterior previene el desarrollo de mohos.

Para quesos frescos o de textura blanda se usan plásticos de alta densidad que mantengan la forma del producto. Para quesos madurados superficialmente se prefieren envolturas de papel manteca o en general que permitan la entrada de gases al interior del queso.

2.3.21 Defectos comunes en el queso

Hablar de los defectos que puede presentar un queso es un campo muy extenso; debido a la gran cantidad de fuentes de variación derivadas de las distintas fases de elaboración del queso; por lo que aquí sólo se pretende hacer un breve resumen basado en el trabajo de Hill Arthur (2006), Cheese making.

a) **En el cuerpo:** Aquí se refiere a la apariencia, a la estructura del queso.

- Desmenuzable / cortado: a menudo debido al exceso de sal o por acidez.
- Corchoso: debido a la sobrecocción, bajo en grasa, baja humedad, o excesivo salado.
- Harinoso: Este defecto puede ser detectado al paladar o al amasar el queso entre los dedos pulgar e índice. Usualmente asociado con excesiva acidez.
- Pastosos: se pega al paladar y los dedos; debido a una excesiva humedad.
- Endeble: Se rotura muy rápido cuando se lo manipula; debido a un exceso de grasa o humedad.

b) **En la textura:** Se relaciona con los hoyos en el queso que pueden o no ser deseables dependiendo del tipo de queso.

- Aperturas mecánicas; que son agujeros de forma irregular causados por suero atrapado; lo que puede decolorar el borde del hoyo por la conversión en ácido del suero. Se considera un defecto en el Cheddar.
- Hinchazón temprana, en el cual aparecen hoyos pequeños, esféricos, brillantes, de sabor a suciedad. Debido principalmente a coliformes (proceso no higiénico); se desarrolla al inicio de la maduración.

- Hinchazón tardía, que provoca agujeros grandes y a veces grandes roturas en el queso. Aparece a mediados o a término de la maduración y es provocada por bacterias esporuladas del género *Clostridium*.
- Rotura de empaque por gas, que se produce en quesos de textura cerrada con empaques ajustados y que ocurren de 6 – 9 meses en el Cheddar. Los microorganismos causantes no se conocen totalmente pero se sabe producen CO₂ y algo de H₂S.
- Hendimientos por levaduras.

c) De sabor:

- Ácido; asociado con una excesiva humedad, inadecuado agotamiento, excesiva cantidad de cultivo, salado pobre o tardío, sobrecalentamiento posterior al prensado.
- Amargo; cuyas causas incluyen una alta humedad, excesiva cantidad de cuajo, cultivos amargos, temperaturas de maduración elevadas.
- A frutas o levadura; a veces asociado con el sabor amargo, debido a un pH elevado y a veces al desarrollo de levaduras.
- A suciedad; asociados con el desarrollo de coliformes.
- Hedor a suero; debido a una alta humedad por un mal desuerado asociado al sabor amargo.

d) En el color: Lo más importante del color es la uniformidad y no la intensidad; la cual debe ser característica a cada variedad. Algunos defectos en el color son:

- Corte ácido (color rosado o blanqueado); que se forma alrededor de una zona debido a un bajo pH o por oxidación del annato.

- Moteados; puede ser un defecto ácido o por mezcla de cuajadas de varias tinas.
 - Con costuras; Un defecto del Cheddar donde las partículas de cuajada no se entretejen apropiadamente debido a una cuajada muy grasa o a un salado inapropiado.
- e) **Al finalizado:** Debido a inexperiencia del quesero; los más comunes son:
- Marcas / Hendiduras; por una superficie demasiado seca.
 - Grasiento; temperatura elevada durante el prensado o curado.
 - Inflado: Debido a la formación de gas.
- f) **Depósito de minerales;** debido al lactato de calcio. Común en el Cheddar y sus agentes causales son *Pediococos* y *Lactobacilos*. Se los puede evitar usando empaques ajustados, manteniendo temperaturas constantes (sin fluctuaciones) en el madurado y rotando el producto rápidamente.
- g) **Putrefacción de la corteza,** causado por ácaros o mohos.
- h) **Mohos superficiales,** que dan un mal aspecto y sabores extraños al queso.
- i) **Asimetría / rugosidad,** debido a un mal finalizado de parte del quesero.

2.4PRENSADO Y PRENSA

2.4.1Definición de prensado

El prensado es la operación unitaria que tiene por finalidad desuerar la cuajada, formar la corteza y dar forma al queso logrando que los gránulos de cuajada formen un gel homogéneo y permanente con mayores posibilidades de conservación.

2.4.2Finalidad del prensado

Después de haber sido moldeada o dispuesta en moldes, la cuajada se somete a un prensado final que tiene cuatro objetivos:

- Ayudar a que se produzca la expulsión final del suero.
- Conseguir una determinada textura.
- Darle forma al queso.
- Proporcionar una corteza al queso que tendrá un largo período de maduración.

La velocidad de prensado y la presión aplicada se adaptan a cada tipo particular de queso. El prensado tiene que ser gradual al principio, ya que la aplicación de una presión inicial elevada comprime la capa superficial y puede encerrar humedad en huecos dentro del cuerpo del queso (Tetrapack, 2003).

A veces, en algunos tipos de quesos (Gruyère, Cheddar, etc.), se realiza un prensado previo de toda la cuajada que posteriormente se corta, poniendo las piezas de queso en moldes para su prensado final.

Según los tipos de quesos, el prensado tiene lugar en condiciones distintas de tiempo, temperatura, presión y pH, que son los factores más importantes que intervienen en esta operación (Ver Anexo 1 y Anexo 2).

2.4.3 Tipos de prensado

Se puede hablar de tres tipos de prensado de aplicación en la elaboración de quesos:

1. **Prensado por gravedad**, el más suave y empleado cuando se quieren producir quesos con alto contenido de humedad, blandos, o algunos semiduros. Los quesos se dejan en moldes o bandejas perforadas durante algún tiempo y por acción de su propio peso van drenando suero.

2. **Prensado corto en prensas neumáticas o hidráulicas**, a 0,4 – 0,5 bar en moldes perforados, cuando se quieren obtener quesos con contenido medio de humedad. Este prensado suele durar desde unos minutos a unas pocas horas.

3. **Prensado largo**, para obtención de quesos de bajo contenido en humedad. Este prensado puede durar desde 8 a 48 horas. Durante el prensado se suelen dar vueltas a los quesos a intervalos regulares (Madrid A., 1999).

2.4.4 Equipos de prensado

Las prensas pueden ser horizontales o verticales, de acción neumática, hidráulica o mecánica. En cualquier caso, deben tener las siguientes propiedades:

- Deben distribuir la presión uniformemente.
- Deben ser de diseño y materiales resistentes e higiénicos.
- No deben ocupar mucho espacio.
- Deben ser fáciles de limpiar
- Deben ser fáciles de manejar (Madrid A., 1999).

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Insumos

- Leche entera
- Leche descremada
- Fermento liofilizado para queso Cheddar
- Cloruro de calcio
- Cuajo en polvo
- Sal
- Bixa o annato
- Delvolid

3.1.2 Reactivos

- Hidróxido de sodio 0,1 N
- Ácido sulfúrico densidad de 1,812 g/cm³ p.a.
- Ácido sulfúrico con densidad de 1,530 g/cm³ p.a.
- Alcohol antiséptico c. s.
- Fenolftaleína
- Alcohol amílico
- C. M. T. (California Mastitis Test)

3.1.3 Materiales de laboratorio

- Vaso de precipitación (50 ml)
- Termolactodensímetro
- Butirómetros para leche y quesos
- Pipetas volumétricas de 10 y 1 ml
- Probetas 250 ml
- Crisol
- Vidrio de reloj
- Pipetas 10 ml
- Termómetro
- Cuchara dosificadora
- Pinzas
- Cuchillos
- Ollas
- Lira
- Agitador
- Moldes
- Tacos
- Mesa de acero inoxidable

3.1.4 Equipos

- Prensa neumática
- Cámara de maduración
- Balanza analítica
- Estufa
- Mufla
- Desecador
- Potenciómetro (conocido como pHmetro)

- Baño maría
- Reloj digital
- Centrífuga
- Marmita de doble fondo

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Localización del Experimento

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de la Escuela de Agroindustrias de la Universidad Técnica del Norte.

3.2.2 Ubicación

| | |
|------------|-------------|
| PROVINCIA: | Imbabura |
| CANTÓN: | Ibarra |
| PARROQUIA: | El Sagrario |

3.2.3 Características climáticas

| | |
|-------------------|---------------|
| TEMPERATURA: | 17,4 °C |
| ALTITUD: | 2250 m.s.n.m. |
| HUMEDAD RELATIVA: | 73 % |
| PLUVIOSIDAD: | 50,3 mm / año |
| LATITUD: | 0° 20' Norte |
| LONGITUD: | 78° 08' Oeste |

Fuente: Departamento de Meteorología de la Dirección de Aviación Civil Aeropuerto Militar Atahualpa de la ciudad de Ibarra.

3.3FACTORES EN ESTUDIO

Los factores en estudio para la optimización de parámetros del queso semimaduro fueron el factor P (TIEMPO DE PRENSADO) y el factor M (TIEMPO DE MADURACIÓN).

| FACTORES | NIVELES | | | | Unidades de medida |
|--------------------------|---------|--------|--------|--------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| P (Tiempo de prensado) | 10:30 | 30:110 | 50:190 | 70:270 | Minutos : Minutos |
| M (Tiempo de maduración) | 15 | 20 | 25 | _____ | Días |

En el tiempo de prensado se expresa así: Tiempo de prensado en una cara: tiempo de prensado en la otra cara.

3.3.1Tratamientos

| Tratamiento | Factor P (Minutos: Minutos) | Factor M (Días) | Combinaciones |
|-------------|--------------------------------|--------------------|---------------|
| T1 | P1= 10 : 30 | M1= 15 | P1M1 |
| T2 | P1= 10 : 30 | M2= 20 | P1M2 |
| T3 | P1= 10 : 30 | M3= 25 | P1M3 |
| T4 | P2= 30 : 110 | M1= 15 | P2M1 |
| T5 | P2= 30 : 110 | M2= 20 | P2M2 |
| T6 | P2= 30 : 110 | M3= 25 | P2M3 |
| T7 | P3= 50 : 190 | M1= 15 | P3M1 |
| T8 | P3= 50 : 190 | M2= 20 | P3M2 |
| T9 | P3= 50 : 190 | M3= 25 | P3M3 |
| T10 | P4= 70 : 270 | M1= 15 | P4M1 |
| T11 | P4= 70 : 270 | M2= 20 | P4M2 |
| T12 | P4= 70 : 270 | M3= 25 | P4M3 |

3.3.2Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó en la elaboración del queso semimaduro de tipo Cheddar es un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo Factorial A x B.

3.3.3Características del Experimento

Número de repeticiones: Tres (3)

Número de tratamientos: Doce (12)

Número de unidades experimentales: Treinta y seis (36)

Unidad Experimental

Cada unidad experimental tuvo un peso de 850 ± 77 g elaborado con leche estandarizada con un contenido graso de $3,0 \pm 0,1\%$ al momento de la manufactura.

3.3.4 Análisis estadístico

CUADRO 5. El esquema de análisis de la varianza:

| Fuentes de variación | g. l. |
|----------------------------------|--------------|
| Total | 35 |
| Tratamientos | 11 |
| Repeticiones | 2 |
| Factor P (Tiempo de prensado) | 3 |
| • Polinomio Ortogonal Lineal | 1 |
| • Polinomio Ortogonal Cuadrático | 1 |
| • Polinomio Ortogonal Cúbico | 1 |
| Factor M (Tiempo de maduración) | 2 |
| • Polinomio Ortogonal Lineal | 1 |
| • Polinomio Ortogonal Cuadrático | 1 |
| Interacción P x M | 6 |
| Error exp. | 22 |

ANÁLISIS FUNCIONAL

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV). En los casos en donde en la variable se obtuvo significación estadística al 5% y al 1% para tratamientos se procedió a hacer la prueba de Tukey al 5%, para el factor P y el factor M cuando tuvieron significación estadística al 1% y al 5% se procedió a hacer la prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

En el caso de variables en las que las tendencias polinomiales muestran significación estadística al 1% y al 5% se hizo la gráfica de tendencia.

La Prueba de Friedman se utilizó para pruebas no paramétricas, como color, olor, sabor, textura del producto elaborado, con dos testigos comerciales.

3.3.5 Variables evaluadas

3.3.5.1 Variables Cuantitativas

CUADRO 6. Análisis Físico – químicos

| Análisis | Método | Momento evaluación |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Potencial de hidrógeno (pH) | Con potenciómetro | Al final de la maduración |
| Grasa (% masa) | Norma INEN NTE 0064:74 | Al final de la maduración |
| Extracto seco (% masa) | Norma INEN NTE 0063:74 | Al final de la maduración |
| Humedad (% masa) | Norma INEN NTE 0063:74 | Al final de la maduración |
| Grasa en extracto seco (% masa) | Norma INEN NTE 0064:74 | Al final de la maduración |

3.3.5.2 Variables cualitativas

Se evaluó sensorialmente contrastándolo con dos testigos comerciales. Se hizo al final de maduración con la participación de 10 catadores.

CUADRO 7. Análisis organoléptico

| Análisis | Puntuación |
|--------------|----------------|
| Color | Sobre 5 puntos |
| Olor | Sobre 5 puntos |
| Sabor | Sobre 5 puntos |
| Aspecto | Sobre 5 puntos |
| Textura | Sobre 5 puntos |
| Consistencia | Sobre 5 puntos |

3.3.5.3 Descripción de los métodos de evaluación

1. Control de calidad en la leche y proceso de elaboración en puntos “NO VARIABLES”

Estas pruebas se realizaron a la leche que se utilizó en el experimento; se requieren para controlar el proceso: (Ver Anexo 7)

a) Análisis organoléptico:

Color: Blanco aporcelanado.

Olor: Característico, sin olor a pasto, desinfectantes, sin acidez u otro que denote descuido higiénico.

b) **Ensayo de inhibidores de crecimiento bacteriano (antibióticos, detergentes residuales, etc.)**.- Su presencia en la leche (prueba +) no permitiría el crecimiento de microorganismos de cultivo (añadidos a la leche) para la maduración de los quesos.

En un tubo de ensayo con 10 ml de leche se añadió 1ml de cultivo láctico; que se incubó a 30°C por 7 horas, si hubiera existido presencia de inhibidores (llamándose así a los antibióticos, detergentes, cloro, u otras sustancias que en pequeñas cantidades impiden el normal desarrollo de la flora bacteriana), no permitirá que la leche suba la acidez (prueba +), de lo contrario si la leche se acidifica, la leche sirve para elaboración de queso (prueba -).

c) **Ensayo de mastitis**.- Sirve para tener una apreciación de la cantidad de leucocitos en la leche, utilizando el reactivo C.M.T. (California Mastitis Test). El procedimiento utiliza una pequeña cantidad de leche homogenizada que se

vierte sobre un vidrio de reloj y luego se añade C.M.T. en igual cantidad; si se forman natas, filamentos o grumos grandes la leche se descarta; en tanto que si la leche continúa siendo fluida, sin cambios notorios se considera de excelente calidad.

- d) Determinación de la densidad relativa:** Para este análisis se utilizó un termolactodensímetro calibrado a 20 °C, se siguió el procedimiento descrito en la Norma INEN NTE 0011:84. cuyos valores deben fluctuar entre 1,0280 y 1,033.

Se colocó en la probeta una cantidad suficiente de leche cuidando de no formar espuma (haciéndola deslizar por las paredes). Una vez que la leche se estabiliza se utilizó el termolactodensímetro en forma vertical y dándole un leve giro. Cuando el termolactodensímetro deja de girar se lee la densidad y la temperatura; tomando en cuenta que el aparato da su medida en los valores milisimales de densidad. Luego se corrige añadiendo o disminuyendo 0,2 al valor milisimal por cada grado centígrado sobre o debajo (respectivamente) de la temperatura a la que esté calibrado el aparato. Por último para registrar su valor se divide el valor milisimal para 1 000; y a éste resultado se suma 1(Ver anexo 7).

Para mayor claridad estableceremos un ejemplo:

El termolactodensímetro a 14 °C da un valor en la escala de densidad de 30.

Termolactodensímetro calibrado a 20 °C.

Variación de temperatura entre 14 y 20 °C: $(14 - 20) \text{ °C} = -6 \text{ °C}$

Valor de corrección.- Factor de multiplicación por variación de temperatura:

$$0,2 \times (-6) = -1,2$$

Valor milisimal corregido.- Sumar o restar del valor de corrección a la densidad medida: $30 - 1,2 = 28,8$

División del valor milisimal entre mil: $28,8 \div 1\,000 = 0,0288$

Suma de una unidad al anterior valor: $1 + 0,0288 = 1,0288 \text{ g/cm}^3$ (VALOR A REGISTRAR)

- e) **Determinación de acidez titulable:** La leche estandarizada debe estar entre 14 – 16 ° Dornic, utilizando el método para controlar el proceso en sus distintos pasos. Se siguió el procedimiento descrito en la Norma INEN NTE 0013:84.

Se tomó 9 ml de leche y se colocó en un vaso de precipitación en donde se agrega 3 gotas de solución de fenolftaleína al 2%. Luego procedimos a titular con hidróxido de sodio 0,1N (NaOH 0,1 N); ayudados por el acidímetro, hasta una coloración rosada que se mantiene por lo menos 30 segundos. Medimos la cantidad de NaOH gastado y obtenemos los valores de acidez. A esta lectura la corregimos multiplicando por el factor de corrección del NaOH. (Ver anexo 7).

- f) **Determinación del potencial de hidrógeno (pH):** El análisis de pH se hizo como método de control en la evolución de la fermentación de la leche, cuajada, y suero en los distintos pasos de elaboración del queso Cheddar. La forma de medir el pH es similar al efectuado en el queso Cheddar elaborado; por lo que se describirá mas adelante en el control de variables a evaluarse. (Ver anexo 7)

- g) **Determinación del contenido de grasa:** En leche estandarizada para este proceso se estandarizó en $3,0 \pm 0,1$ %; y para su determinación se siguió el procedimiento descrito en la Norma INEN NTE 0012:73.

En este análisis se colocó en el butirómetro de Gerber 10 ml de ácido sulfúrico con densidad 1,812 g/ml; luego se vierte suavemente por las paredes 11 ml de leche y al final 1 ml de alcohol isoamílico. Se procedió a tapar y se empezó a agitar muy suavemente hasta terminar con agitación enérgica (5 minutos aproximadamente) logrando homogenizar la solución; después se centrifugó 5 minutos a 1 000 – 1 200 r.p.m. Por último se colocó en el baño maría por 5 minutos a 65 °C; para proceder a la lectura, cuidando que la concavidad que forma la columna de grasa quede en la escala graduada. (Ver anexo 7)

- h) **Determinación de Sólidos Totales:** Se determinó mediante la fórmula de RICHMOND, que calculó los sólidos totales a partir de la densidad corregida y en contenido de grasa: (Ver anexo 7)

$$\%S.T. = (0,25D) + (1,21 * \%G) + 0,66$$

D = densidad

% G = porcentaje de grasa

Se usó el valor de D corregido a la temperatura de calibración del termo-lacto-densímetro usando sólo los valores milisimales como enteros.

Ejemplo si **D = 1,030** se usa el valor de **30**.

2. Control de “VARIABLES” en el queso Cheddar (Importantes para el análisis estadístico)

VARIABLES FÍSICO – QUÍMICAS DEL QUESO

- a) **pH:** Se determinó al final de la maduración con el potenciómetro (conocido también como pHmetro).

El procedimiento para la medición del pH es el siguiente:

- 1.- Antes de usar el potenciómetro por inspección visual cerciórese que los distintos componentes que lo conforman estén en buen estado (en especial los electrodos); y conecte el electrodo que necesite. Existen dos tipos de electrodos, el que se utiliza para productos semisólidos, como el queso / cuajada que termina en punta y el que se utiliza para productos de líquidos que termina en forma de torre.

2.- Para que la medida del pH sea la adecuada; calibre el potenciómetro utilizando por lo menos 2 soluciones tampón de referencia; en nuestro caso se utilizó tampón de pH 4,00 y 7,00. Siga los pasos dados para la calibración que están presentes en el manual del potenciómetro; cuidando de enjuagar el electrodo con agua destilada al pasar de un buffer al otro; y al final de la calibración.

3.- Introduzca el electrodo en la muestra de queso Cheddar (o en el caso del control de proceso en la leche inoculada, suero o cuajada) y tome la lectura de pH; es una buena recomendación que la muestra esté a la misma temperatura de calibración del pH para minimizar errores de lectura.

4.- Apague el potenciómetro y lave el electrodo en agua destilada. Siempre se deberá cuidar que éste permanezca sumergido en agua destilada durante su uso.

5.- Si no lo va a seguir utilizando desconecte el electrodo. Guarde el electrodo en su capuchón el cual deberá contener una solución de cloruro de potasio, 3 molar.

Los resultados de éstos análisis se detallan en el cuadro 8.

b) Determinación del contenido de grasa: Se aplicó el método Gerber – Van Gulik que expresa el resultado en porcentaje de masa, se siguió el procedimiento descrito en la Norma INEN NTE 0064: 74.

1.- Se colocaron 3 g de muestra de queso Cheddar (extraída del centro y desechados los bordes) finamente picadas; en el vasito del tapón inferior del butirómetro para quesos.

2.- Por la parte superior se añade ácido sulfúrico con densidad $1,530 \text{ g/cm}^3$ hasta cubrir todo el queso.

3.- Calentar el butirómetro en baño maría a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ por 30 minutos agitando hasta dilución completa del queso.

4.- Se agrega 1 ml de alcohol isoamílico y se agita hasta homogenizar la mezcla. Si hace falta se añade más ácido sulfúrico hasta que cubra las $\frac{3}{4}$ partes de la columna graduada.

5.- Se tapa el butirómetro y se calienta en baño maría durante 5 minutos.

6.- Se centrifuga 5 minutos a 1 200 r.p.m.; para luego volver a calentarlo en baño maría durante 10 minutos.

7.- Se toma la lectura igual que en el caso de la leche; que se expresa en porcentaje de relación peso grasa versus peso total de queso.

Se detallan los resultados de este análisis en el cuadro 13.

c) **Extracto seco:** El extracto seco fue realizado por duplicado y tiene relación con el contenido de humedad; lo que nos remite a la norma INEN NTE 63:73; la que ha sido adaptada en el siguiente procedimiento:

1.- El día anterior al análisis se secan crisoles de 60 – 80 mm de diámetro en la mufla a 700 °C por 4 horas; sacándolos al desecador con el fin de que se enfríen a temperatura ambiente.

2.- Al siguiente día se rotula cada crisol y se pesa vacío; añadiendo luego de 5 – 10 g de muestra finamente picada; retornando el crisol al desecador.

3.- Cuando se ha pesado todas las muestras éstas se llevan a la estufa que está calibrada a 103 ± 2 °C por un tiempo no menor a 8 horas ni mayor a 16 horas.

4.- Se retira todas las muestras volviendo a colocarlas al desecador, y esperando que se enfríen a temperatura ambiente.

5.- Cuando las muestras se han enfriado a temperatura ambiente se vuelven a pesar.

6.- Para calcular el porcentaje de extracto seco en relación al peso total del producto aplicamos la siguiente fórmula (Matissek R., y otros; 1998):

$$ES[\%] = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

m_1 = peso del crisol.

m_2 = peso del crisol más la muestra antes del secado en g.

m_3 = peso del crisol en g más la muestra después del secado.

$(m_2 - m_1)$ = peso de la muestra.

Los resultados del análisis se muestran en el cuadro 17.

d) Determinación del contenido de humedad: Se lo realizó en base al extracto seco por la fórmula:

$$H[\%] = 100[\%] - ES[\%].$$

Dónde:

H [%]= Humedad relativa.

ES [%]= Extracto seco.

En el cuadro 22 se indican los resultados del análisis.

- e) **Grasa en extracto seco:** Luego de obtener la determinación del contenido de grasas se aplicó la fórmula propuesta en la Norma INEN NTE 0064: 74:

$$G' = \frac{G}{100 - H} \times 100$$

Donde:

G' = Contenido de grasa en el extracto seco, en porcentaje de masa.

G = Contenido de grasa, en porcentaje de masa.

H = Contenido de humedad, en porcentaje de masa.

Los análisis se detallaron en el cuadro 27.

VARIABLES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL:

El análisis organoléptico es desde el punto de vista del consumidor la parte más importante; ya que a través de ella se decide cuál es el mejor tratamiento.

La catación se realizó con la participación de 10 catadores anónimos; a las 11:00 del día; a los cuales se les proporcionó las Hojas de catación (Ver anexo 3).

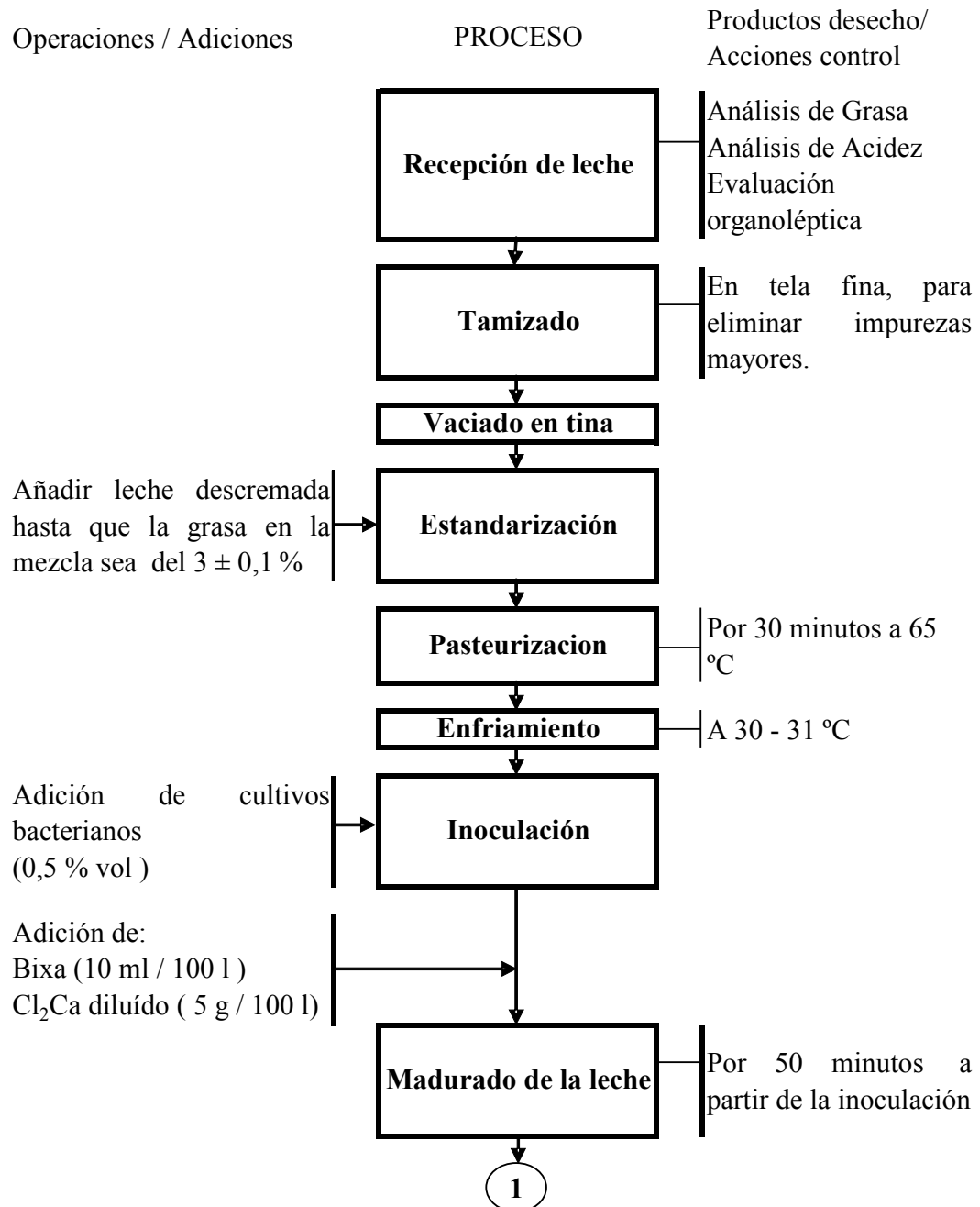
A cada catador se le proporcionó agua embotellada para que luego de probar cada tratamiento enjuague su boca y continúe con el siguiente.

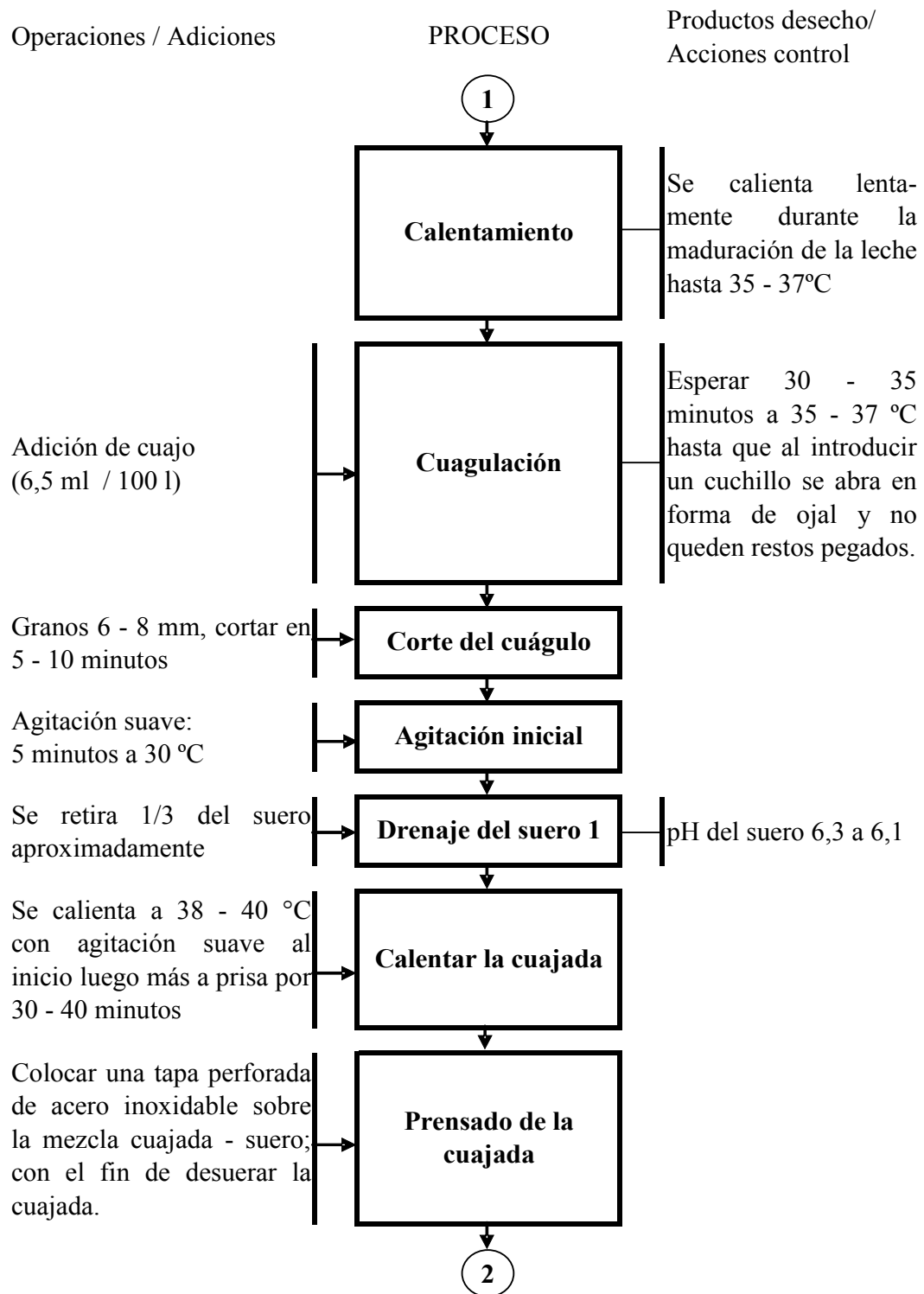
Todas las muestras más dos testigos comerciales se evaluaron en una escala de 1 a 5; correspondiendo el 5 a la muestra que en la variable medida mejor se ajustó a la característica deseada; y de acuerdo a la Norma INEN NTE 0067:74 son:

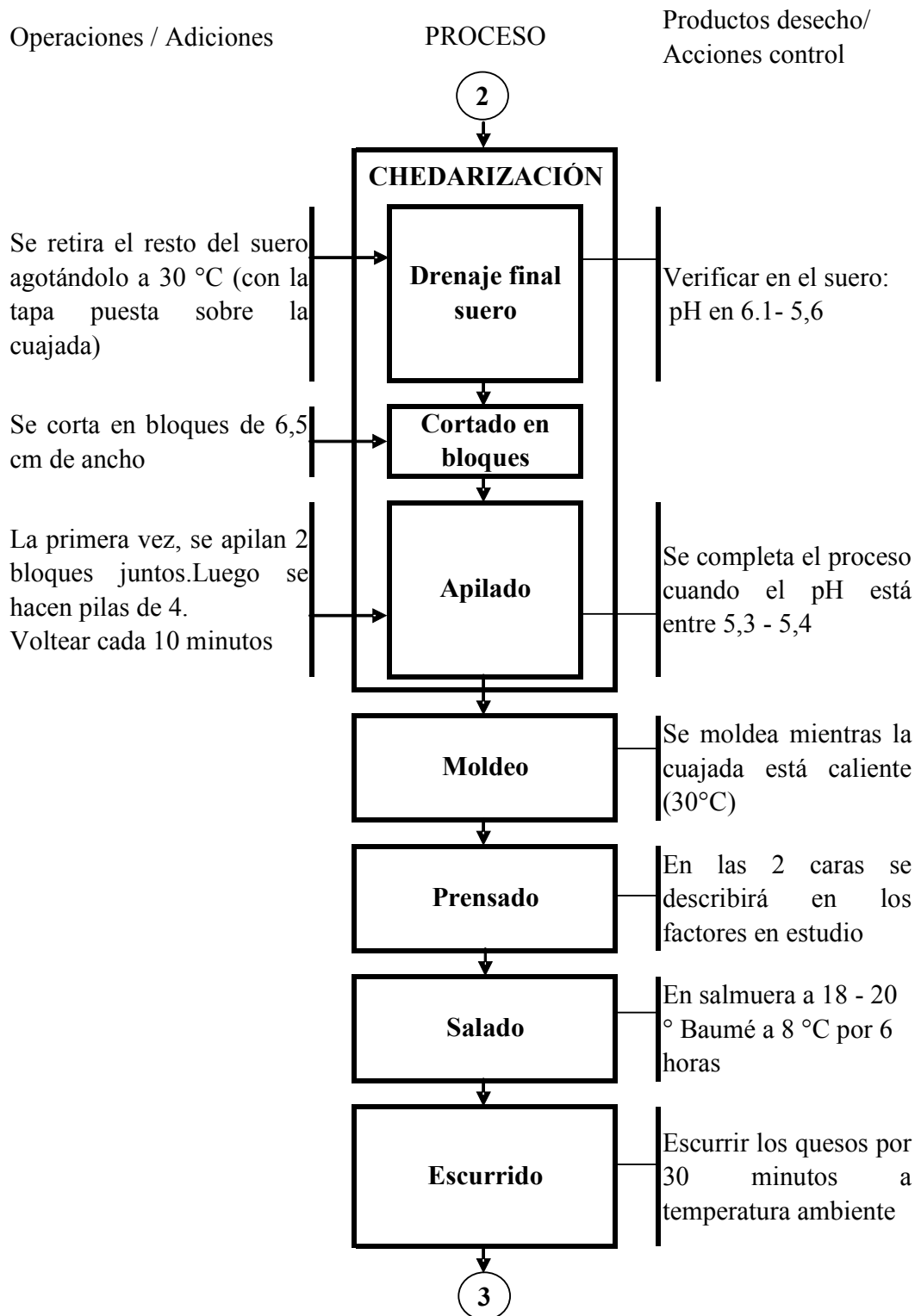
- a) **Color:** Paja (amarillento) pálido a paja oscuro hasta anaranjado, mate. El color debería ser uniforme y translúcido. Un leve moteado (manchitas) puede permitirse. (Ver en el cuadro 32).
- b) **Olor o Aroma:** Típico de esta variedad fluctuando en intensidad de suave a fuerte. Agradable sin olores extraños como a rancio u otros. (Ver en el cuadro 34).
- c) **Sabor:** Ácido o ligeramente ácido característico a esta variedad. Ligeramente salado y a nuez. La intensidad del sabor varía con la edad. (Ver en el cuadro 36).
- d) **Aspecto:** Liso. El queso debería presentar una corteza sin roturas o forma simétrica y una apariencia atractiva, aseada y despejada. (Ver en el cuadro 38).
- e) **Textura:** No debe presentar orificios debido a la formación de gas, pudiéndose encontrar unos pocos debido a acciones mecánicas. Es firme, lisa y cerosa. (Ver en el cuadro 40).
- f) **Consistencia:** Dura. El cuerpo deseable debe ser firme y resorteear, ligeramente elástico. El queso debe ser liso y ceroso cuando se aplasta entre los dedos. Una masa ligeramente floja o áspera puede permitirse. (Ver en el cuadro 42).

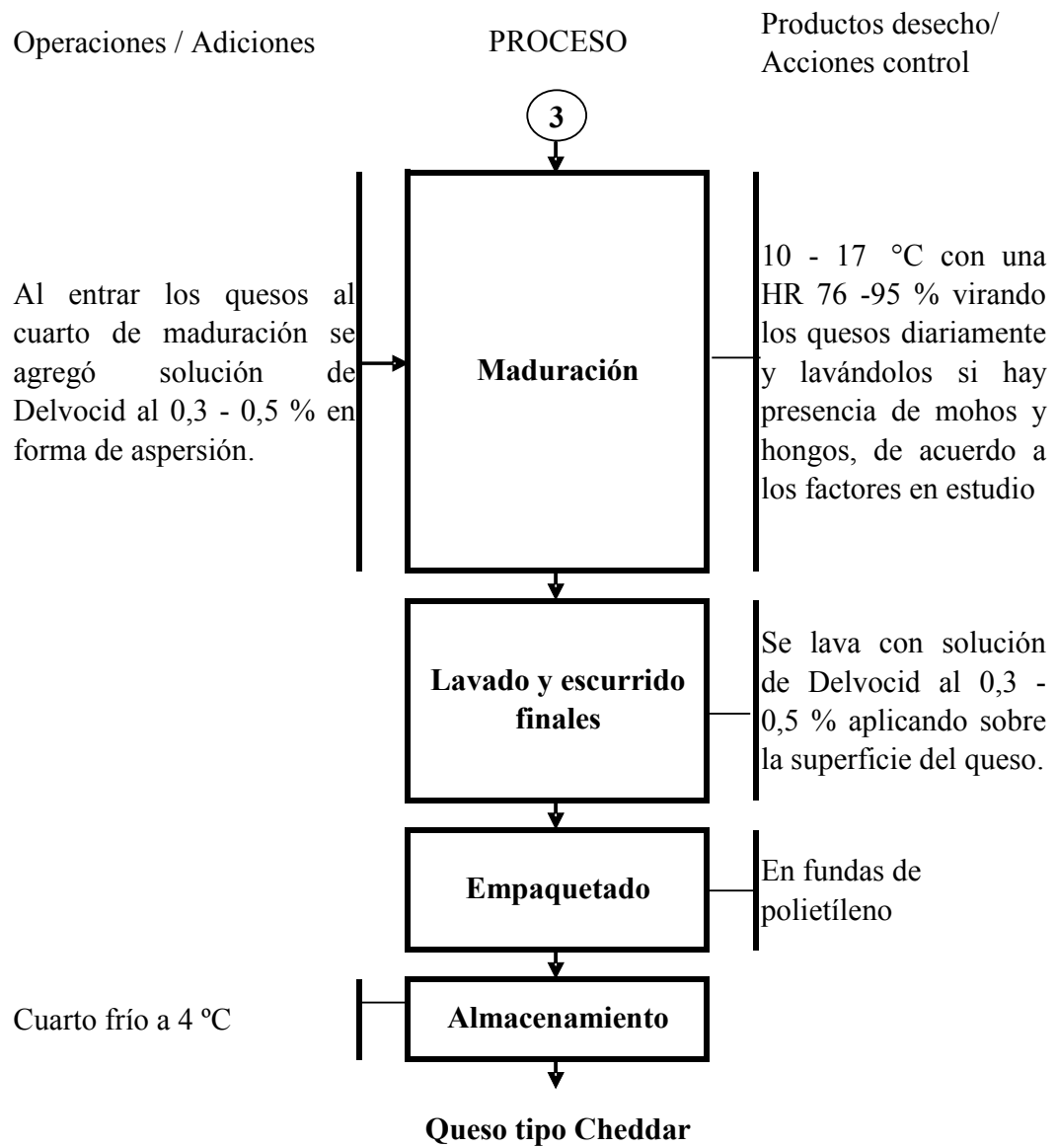
3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

FIGURA 2. DIAGRAMA DE BLOQUES EN LA ELABORACIÓN DE QUESO SEMIMADURO TIPO CHEDDAR









CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación detallamos los análisis estadísticos efectuados en la “Evaluación del tiempo de prensado y tiempo de maduración en queso semimaduro tipo Cheddar”; tanto de las variables cuantitativas como de las variables cualitativas.

4.1 ANÁLISIS DE VARIABLES CUANTITATIVAS

Las variables cuantitativas se consideran aquellas que son tangibles, medibles a través de instrumentos, equipos, y un método preestablecido; y que son independientes de la apreciación de nuestros sentidos.

Las variables cuantitativas sobre las que se realizó el análisis estadístico tomadas en cuenta para nuestra investigación fueron: Variable pH (potencial de hidrógeno); variable porcentaje de grasa; variable porcentaje de extracto seco; variable porcentaje de humedad; variable relación grasa – extracto seco.

4.1.1 Análisis estadístico de la variable potencial de hidrógeno (pH)

Cuadro 8. Datos obtenidos en la variable potencial de hidrógeno (pH).

| Tratamiento | Código | Repeticiones | | | \sum Trat. | \bar{x} Trat. |
|----------------|--------|--------------|-------|------|--------------|--------------------|
| | | R1 | R2 | R3 | | |
| T1 | P1M1 | 5,00 | 5,17 | 4,97 | 15,14 | 5,05 |
| T2 | P1M2 | 4,87 | 4,86 | 4,91 | 14,64 | 4,88 |
| T3 | P1M3 | 4,98 | 5,05 | 4,96 | 14,99 | 5,00 |
| T4 | P2M1 | 5,03 | 5,07 | 5,09 | 15,19 | 5,06 |
| T5 | P2M2 | 4,88 | 4,85 | 4,87 | 14,60 | 4,87 |
| T6 | P2M3 | 4,97 | 4,91 | 4,91 | 14,79 | 4,93 |
| T7 | P3M1 | 5,05 | 5,08 | 5,06 | 15,19 | 5,06 |
| T8 | P3M2 | 4,88 | 4,91 | 4,89 | 14,68 | 4,89 |
| T9 | P3M3 | 5,32 | 5,42 | 5,42 | 16,16 | 5,39 |
| T10 | P4M1 | 5,04 | 5,02 | 5,08 | 15,14 | 5,05 |
| T11 | P4M2 | 4,96 | 4,93 | 5,08 | 14,97 | 4,99 |
| T12 | P4M3 | 5,25 | 5,31 | 5,36 | 15,92 | 5,31 |
| \sum Bloques | | 60,23 | 60,58 | 60,6 | 181,41 | 5,04 |

P = Tiempos de prensado

M= Tiempos de maduración

Fuente: Autores

Cuadro 9. Análisis de la varianza para la variable potencial de hidrógeno (pH)

| Fuentes de Variación | S. C. | g.l. | Cuadrado Medio | F.C. | Nivel Sig. | F.Tab. 5% | F.Tab. 1% |
|-----------------------------|-------|------|----------------|--------|------------|-----------|-----------|
| Totales | 0,920 | 35 | 0,026 | | | | |
| Repeticiones | 0,007 | 2 | 0,004 | 1,45 | NS | 3,44 | 5,72 |
| Tratamientos | 0,858 | 11 | 0,078 | 31,33 | ** | 2,26 | 3,18 |
| Factor P | 0,206 | 3 | 0,069 | 27,58 | ** | 3,05 | 4,82 |
| P. Ortogonal Lineal | 0,152 | 1 | 0,152 | 61,02 | ** | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 0,001 | 1 | 0,001 | 0,40 | NS | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortogonal Cúbico | 0,053 | 1 | 0,053 | 21,30 | ** | 4,30 | 7,95 |
| Factor M | 0,372 | 2 | 0,186 | 74,70 | ** | 3,44 | 5,72 |
| P. Ortogonal Lineal | 0,060 | 1 | 0,060 | 24,09 | ** | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 0,312 | 1 | 0,312 | 125,31 | ** | 4,30 | 7,95 |
| Interacción P X M | 0,280 | 6 | 0,047 | 18,75 | ** | 2,55 | 3,76 |
| E. Experimental | 0,055 | 22 | 0,002 | | | | |
| Coef. Variación | 0,99% | | | | | | |

NS = No significativo

* = Significativo al 5 %

** = Significativo al 1 % (Altamente significativo)

En el análisis de la varianza se observa que existe significación estadística al 1% para los tratamientos, para factores P y M e interacción P x M; para polinomios lineal, cúbico del factor P y Polinomios lineal y cuadrático para factor M; y por esto procedemos hacer la prueba de Tukey para tratamientos y Diferencia Mínima Significativa para factores; en tanto que para polinomios hacemos análisis de tendencias.

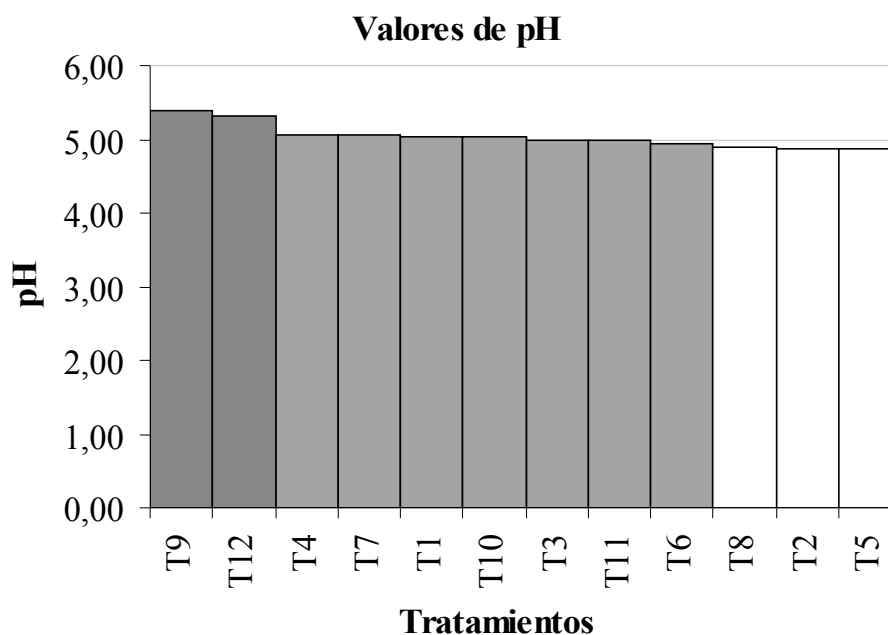
No existe significación estadística para Repeticiones y para el Polinomio Cuadrático en el factor P.

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable pH

| Tratamientos | Código | Media | Rangos de Tukey al 5 % |
|---------------------|---------------|--------------|-------------------------------|
| T9 | P3M3 | 5,39 | B |
| T12 | P4M3 | 5,31 | B |
| T4 | P2M1 | 5,06 | A |
| T7 | P3M1 | 5,06 | A |
| T1 | P1M1 | 5,05 | A |
| T10 | P4M1 | 5,05 | A |
| T3 | P1M3 | 5,00 | A |
| T11 | P4M2 | 4,99 | A |
| T6 | P2M3 | 4,93 | A |
| T8 | P3M2 | 4,89 | C |
| T2 | P1M2 | 4,88 | C |
| T5 | P2M2 | 4,87 | C |

La prueba de Tukey para la variable pH permite diferenciar 3 rangos claramente definidos; el grupo que lo forman los tratamientos T4, T7, T1, T10, T3, T11, T6 con un pH promedio de 5,02 se considera óptimo; se hace notar que los primeros cuatro tratamientos se maduraron en 15 días.

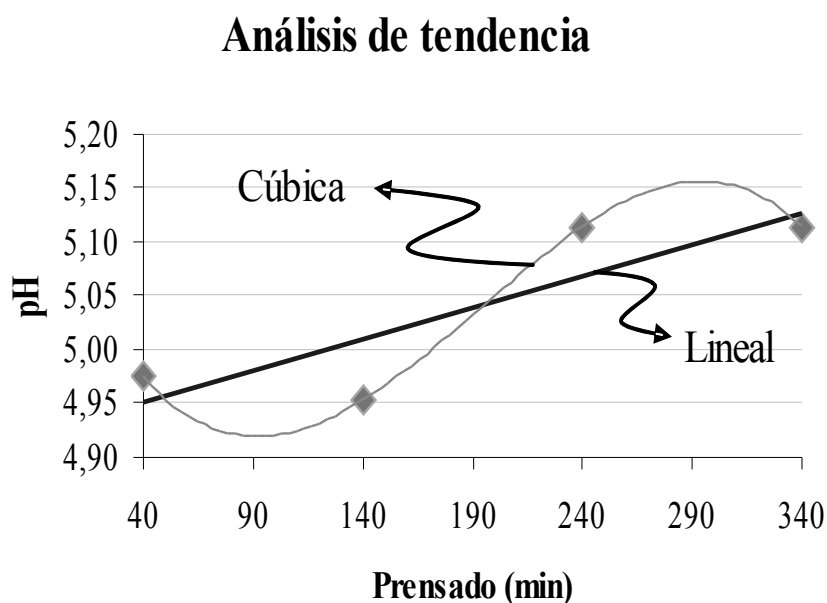
El grupo B se encuentran los tratamientos T9 y T12 dieron un pH de 5,39 considerado aceptable; y el último grupo el compuesto de los tratamientos T8, T2 y T5. Para mayor comprensión los graficamos.

Gráfico 2. Medias de los tratamientos para la variable pH**Cuadro 11.** Prueba de D.M.S. para el factor P en la variable pH

| Trat. | Tiempo 1 cara (min) | Tiempo 2 cara (min) | Tiempo Total (min) | Medias (pH) | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| P4 | 70 | 270 | 340 | 5,11 | A |
| P3 | 50 | 190 | 240 | 5,11 | A |
| P1 | 10 | 30 | 40 | 4,97 | B |
| P2 | 30 | 110 | 140 | 4,95 | B |

D.M.S. = Diferencia Mínima significativa.

Para el factor P; los tiempos de prensado 70:270 y 50:190 se agrupan dando una respuesta similar; con un pH de 5,11 que es un pH adecuado; en tanto que para tiempos de prensado menores el pH no es el adecuado.

Gráfico 3. Análisis polinomial del factor P en la variable pH

A partir de los datos anteriores procedemos a hacer el análisis de tendencia para polinomios lineal y cúbico.

Del gráfico de tendencia se observa que el comportamiento del pH ante los tiempos de prensado tiende más a ajustarse de manera lineal o cúbica siendo directamente proporcional; es decir a mayor tiempo de prensado mayor valor del pH; se necesitaría un mayor número de puntos para llegar a una conclusión más general.

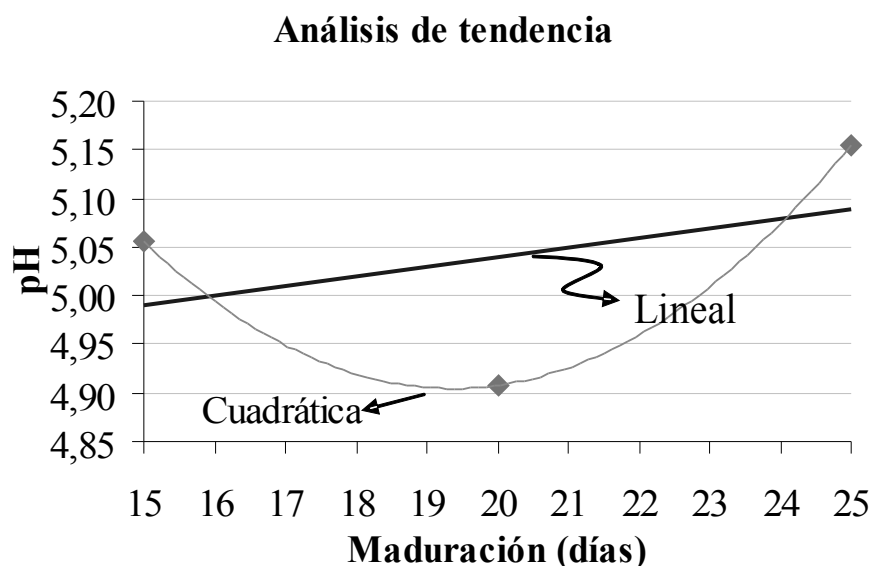
Cuadro 12. Prueba de D.M.S. para el factor M en la variable pH

| Trat. | Tiempo (días) | Media | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|---------------|-------|----------------------|
| M3 | 25 | 5,16 | A |
| M1 | 15 | 5,06 | B |
| M2 | 20 | 4,91 | C |

Para el factor tiempos de maduración se observa que cada nivel forma un grupo de lo que se establece que el tiempo de maduración es la variable más importante para el pH; siendo la maduración a los 25 días la que mejor pH se obtiene; seguido por la maduración de 15 días considerado aceptable.

Gráfico 4. Análisis polinomial del factor M en la variable pH

A partir de los datos anteriores procedemos a hacer el análisis de tendencia para polinomios lineal y cuadrático



Del gráfico de tendencia; si analizamos desde el punto de vista lineal; se observa que el pH evoluciona en forma directamente proporcional; es decir a mayor tiempo de maduración el pH se incrementa. Desde el punto de vista de la tendencia cuadrática; vemos que el pH a los 15 días tuvo un valor de 5,06; a los 20 días tuvieron un mínimo (4,9) y subió a los 25 días (5,16). Se requieren de más puntos para hacer conclusiones definitivas.

4.1.2 Análisis estadístico de la variable porcentaje de grasa

Cuadro 13. Datos obtenidos en la variable porcentaje de grasa

| Tratamiento | Código | Repeticiones | | | \sum Trat. | \bar{x} Trat. |
|----------------|--------|--------------|-------|-------|--------------|--------------------|
| | | R1 | R2 | R3 | | |
| T1 | P1M1 | 26,00 | 28,00 | 25,00 | 79,00 | 26,33 |
| T2 | P1M2 | 22,00 | 25,00 | 25,50 | 72,50 | 24,17 |
| T3 | P1M3 | 29,50 | 27,20 | 29,00 | 85,70 | 28,57 |
| T4 | P2M1 | 27,00 | 27,00 | 28,50 | 82,50 | 27,50 |
| T5 | P2M2 | 23,00 | 22,50 | 22,50 | 68,00 | 22,67 |
| T6 | P2M3 | 25,80 | 28,50 | 27,80 | 82,10 | 27,37 |
| T7 | P3M1 | 26,00 | 26,50 | 26,50 | 79,00 | 26,33 |
| T8 | P3M2 | 23,50 | 24,50 | 25,50 | 73,50 | 24,50 |
| T9 | P3M3 | 27,50 | 27,50 | 28,00 | 83,00 | 27,67 |
| T10 | P4M1 | 27,00 | 25,50 | 26,50 | 79,00 | 26,33 |
| T11 | P4M2 | 25,50 | 25,50 | 25,50 | 76,50 | 25,50 |
| T12 | P4M3 | 28,50 | 29,00 | 28,00 | 85,50 | 28,50 |
| \sum Bloques | | 311,3 | 316,7 | 318,3 | 946,3 | 26,29 |

Fuente: Autores

Cuadro 14. Análisis de la varianza para la variable grasa (%)

| Fuentes de Variación | S. C. | g.l. | Cuadrado Medio | F.C. | Nivel Sig. | F.Tab. 5% | F.Tab. 1% |
|-----------------------------|---------|------|----------------|--------|---------------|-----------|-----------|
| Totales | 132,523 | 35 | 3,786 | | | | |
| Repeticiones | 2,242 | 2 | 1,121 | 1,115 | ^{NS} | 3,44 | 5,72 |
| Tratamientos | 108,170 | 11 | 9,834 | 9,784 | ^{**} | 2,26 | 3,18 |
| Factor P | 4,103 | 3 | 1,368 | 1,361 | ^{NS} | 3,05 | 4,82 |
| P. Ortogonal Lineal | 1,136 | 1 | 1,136 | 1,130 | ^{NS} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 2,834 | 1 | 2,834 | 2,819 | ^{NS} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortogonal Cúbico | 0,133 | 1 | 0,133 | 0,133 | ^{NS} | 4,30 | 7,95 |
| Factor M | 89,469 | 2 | 44,734 | 44,510 | ^{**} | 3,44 | 5,72 |
| P. Ortogonal Lineal | 11,760 | 1 | 11,760 | 11,701 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 77,709 | 1 | 77,709 | 77,318 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| Interacción P X M | 14,598 | 6 | 2,433 | 2,421 | ^{NS} | 2,55 | 3,76 |
| E. Experimental | 22,111 | 22 | 1,005 | | | | |

Coef. Variación 3,81%

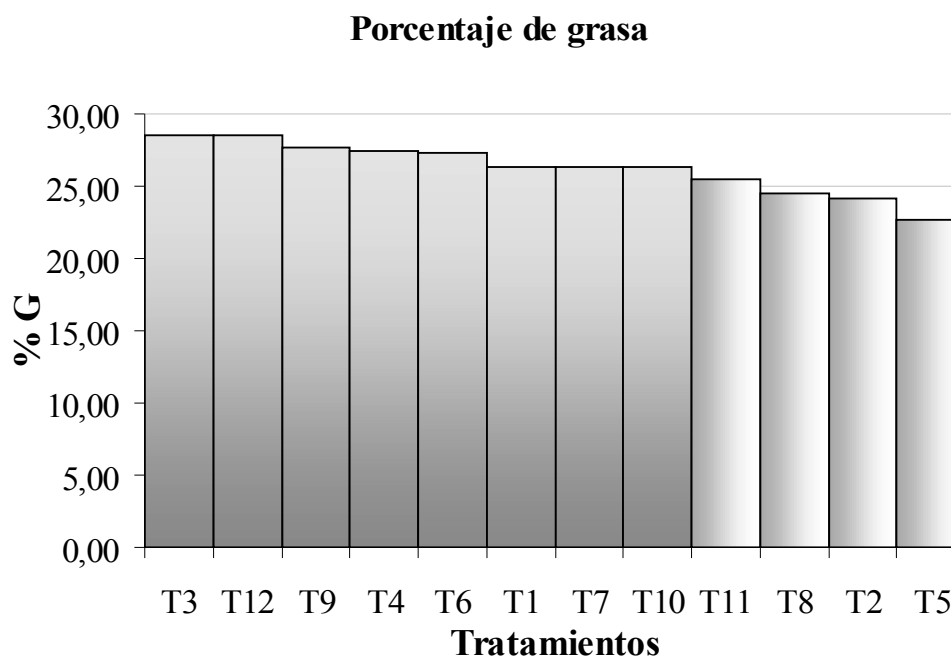
Del análisis de varianza para la variable grasa se concluye que existe significación estadística al 1 % para tratamientos y en el factor M incluyendo los polinomios lineal y cuadrático por lo tanto hacemos la prueba de Tukey para tratamientos; DMS para el factor M y análisis de tendencia para polinomio lineal y cuadrático en dicho factor.

Al no existir significación estadística para el factor P y sus polinomios ni de interacciones concluimos que el prensado no tiene peso en esta variable.

Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable grasa (%)

| Trat. | Código | Media | Rangos de Tukey al 5% |
|--------------|---------------|--------------|----------------------------------|
| T3 | P1M3 | 28,57 | A |
| T12 | P4M3 | 28,50 | A |
| T9 | P3M3 | 27,67 | A |
| T4 | P2M1 | 27,50 | A |
| T6 | P2M3 | 27,37 | A |
| T1 | P1M1 | 26,33 | A |
| T10 | P4M1 | 26,33 | A |
| T7 | P3M1 | 26,33 | A |
| T11 | P4M2 | 25,50 | B |
| T8 | P3M2 | 24,50 | B |
| T2 | P1M2 | 24,17 | B |
| T5 | P2M2 | 22,67 | B |

La prueba de Tukey al 5 % para la grasa determina que los tratamientos forman dos grupos; el primero formado por los tratamientos T3, T12, T9, T4, T6, T1, T10, T7 con un promedio de grasa del 27,33 %; que es el que más se acerca al mínimo recomendado para este tipo de queso (30%); en tanto que el segundo grupo lo forman los tratamientos T11, T8, T2 y T5 con un promedio de grasa del 24,15 %.

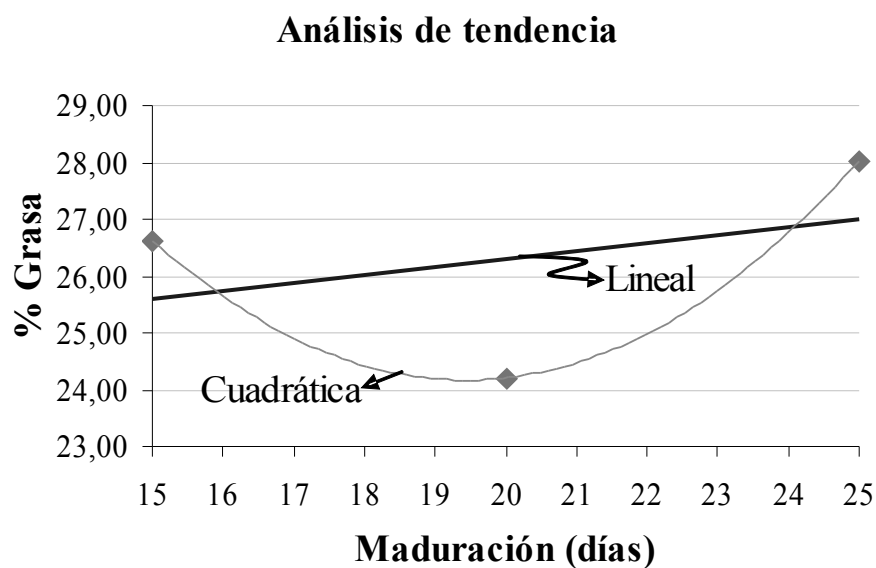
Gráfico 5. Medias de los tratamientos para la variable porcentaje de grasa**Cuadro 16.** Prueba de D.M.S. para el factor M en la variable grasa (%)

| Trat. | Tiempo días | Media | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|-------------|-------|----------------------|
| M3 | 25 | 28,03 | A |
| M1 | 15 | 26,63 | B |
| M2 | 20 | 24,21 | C |

Los distintos tiempos de maduración hacen que el queso tenga un porcentaje de grasa final propia, por lo que cada nivel se muestra en un grupo; siendo el que más se acerca al nivel recomendado el que se maduró por 25 días. Se observa que el tiempo de maduración es la variable más importante en el porcentaje de grasa.

Gráfico 6. Análisis polinomial del factor M en la variable grasa (%)

El análisis de tendencia para polinomios lineal y cuadrático lo hacemos utilizando los datos del ítem anterior.



Del gráfico de tendencia; si analizamos desde el punto de vista lineal; se observa que la evolución del porcentaje de grasa es directamente proporcional, es decir que a mayor tiempo de maduración la cantidad de grasa se incrementa. Desde el punto de vista cuadrático se determina que la grasa empieza con un 26,63% de grasa; para llegar a un mínimo del 24,21% a los 20 días; para luego incrementarse a un 28,03 % a los 25 días.

4.1.3 Análisis estadístico de la variable extracto seco (%)

Cuadro 17. Datos obtenidos en la variable porcentaje de extracto seco

| Tratamiento | Código | Repeticiones | | | \sum Trat. | \bar{x} Trat. |
|----------------|--------|--------------|--------|--------|--------------|--------------------|
| | | R1 | R2 | R3 | | |
| T1 | P1M1 | 54,44 | 56,14 | 52,03 | 162,60 | 54,20 |
| T2 | P1M2 | 50,48 | 51,09 | 50,14 | 151,71 | 50,57 |
| T3 | P1M3 | 56,72 | 56,26 | 56,98 | 169,96 | 56,65 |
| T4 | P2M1 | 55,34 | 56,05 | 56,50 | 167,89 | 55,96 |
| T5 | P2M2 | 50,85 | 50,49 | 50,47 | 151,81 | 50,60 |
| T6 | P2M3 | 56,69 | 56,61 | 56,48 | 169,78 | 56,59 |
| T7 | P3M1 | 54,66 | 54,59 | 52,87 | 162,12 | 54,04 |
| T8 | P3M2 | 53,76 | 52,97 | 53,32 | 160,05 | 53,35 |
| T9 | P3M3 | 61,26 | 62,16 | 61,93 | 185,35 | 61,78 |
| T10 | P4M1 | 52,70 | 52,96 | 53,49 | 159,15 | 53,05 |
| T11 | P4M2 | 52,83 | 52,10 | 52,37 | 157,30 | 52,43 |
| T12 | P4M3 | 59,07 | 59,98 | 60,92 | 179,98 | 59,99 |
| \sum Bloques | | 658,79 | 661,40 | 657,52 | 1977,71 | 54,94 |

Fuente: Autores

Cuadro 18. Análisis de la varianza para la variable extracto seco (%)

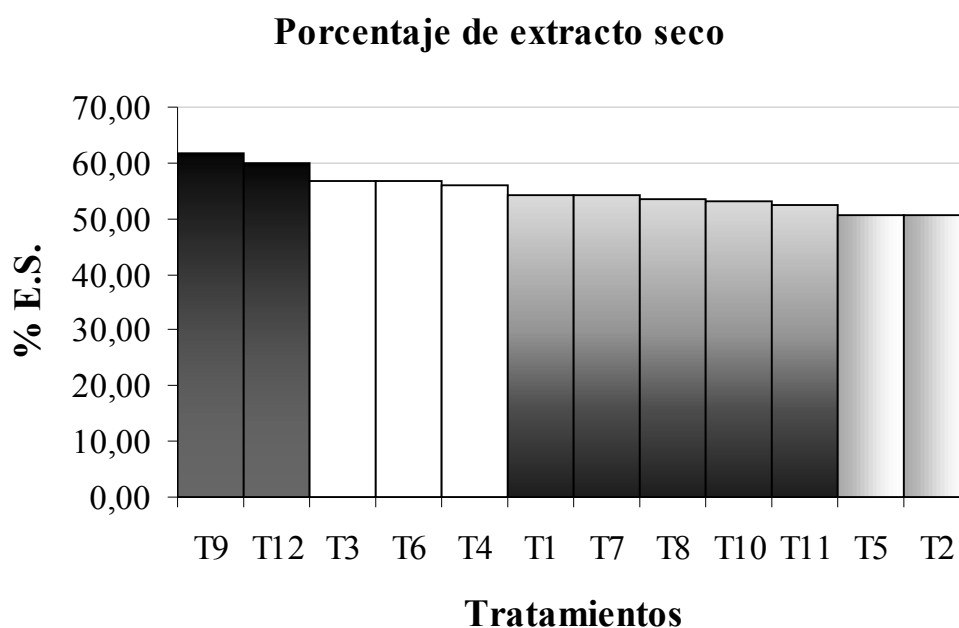
| Fuentes de Variación | S. C. | g.l. | Cuadrado Medio | F.C. | Nivel Sig. | F.Tab. 5% | F.Tab. 1% |
|-----------------------------|---------|------|----------------|--------|---------------|-----------|-----------|
| Totales | 407,343 | 35 | 11,64 | | | | |
| Repeticiones | 0,651 | 2 | 0,33 | 0,49 | ^{NS} | 3,44 | 5,72 |
| Tratamientos | 392,154 | 11 | 35,65 | 53,95 | ^{**} | 2,26 | 3,18 |
| Factor P | 33,664 | 3 | 11,22 | 16,98 | ^{**} | 3,05 | 4,82 |
| P. Ortogonal Lineal | 16,500 | 1 | 16,50 | 24,97 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 7,382 | 1 | 7,38 | 11,17 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortogonal Cúbico | 9,782 | 1 | 9,78 | 14,80 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| Factor M | 302,366 | 2 | 151,18 | 228,77 | ^{**} | 3,44 | 5,72 |
| P. Ortogonal Lineal | 118,406 | 1 | 118,41 | 179,17 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 183,960 | 1 | 183,96 | 278,37 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| Interacción P X M | 56,124 | 6 | 9,35 | 14,15 | ^{**} | 2,55 | 3,76 |
| E. Experimental | 14,539 | 22 | 0,66 | | | | |
| Coef. Variación | | | | | | | 1,48% |

Del análisis de varianza para la variable extracto seco se observa que existe significación estadística al 1 %; para los tratamientos; para en el factor P incluyendo los polinomios lineal, cuadrático y cúbico; para en el factor M incluyendo los polinomios lineal y cuadrático e interacciones P x M por esto procedemos a hacer la prueba de Tukey para tratamientos y D.M.S. para factores. No existe significación estadística al 1% para repeticiones.

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable extracto seco (%)

| Trat. | Código | Media | Rangos de Tukey al 5% |
|--------------|---------------|--------------|------------------------------|
| T9 | P3M3 | 61,78 | A |
| T12 | P4M3 | 59,99 | A |
| T3 | P1M3 | 56,65 | B |
| T6 | P2M3 | 56,59 | B |
| T4 | P2M1 | 55,96 | B |
| T1 | P1M1 | 54,20 | C |
| T7 | P3M1 | 54,04 | C |
| T8 | P3M2 | 53,35 | C |
| T10 | P4M1 | 53,05 | C |
| T11 | P4M2 | 52,43 | C |
| T5 | P2M2 | 50,60 | D |
| T2 | P1M2 | 50,57 | D |

La prueba de Tukey para el extracto seco observamos que los tratamientos T9 y T12 (a los cuales se prensó por 240 y 340 minutos respectivamente y se maduró por 25 días) son los que tienen un mayor nivel de extracto seco con alrededor del 60 %; en el siguiente grupo están los tratamientos T3, T6, T4 en donde T3 y T6 se prensaron por 340 minutos, con un promedio de 56,4 %. El siguiente grupo lo incluyen los tratamientos T1, T7, T8, T10, T11 con un promedio de 53,4 %; y el de menor contenido de extracto seco están los tratamientos T5 y T2 con un promedio de 50,6 %.

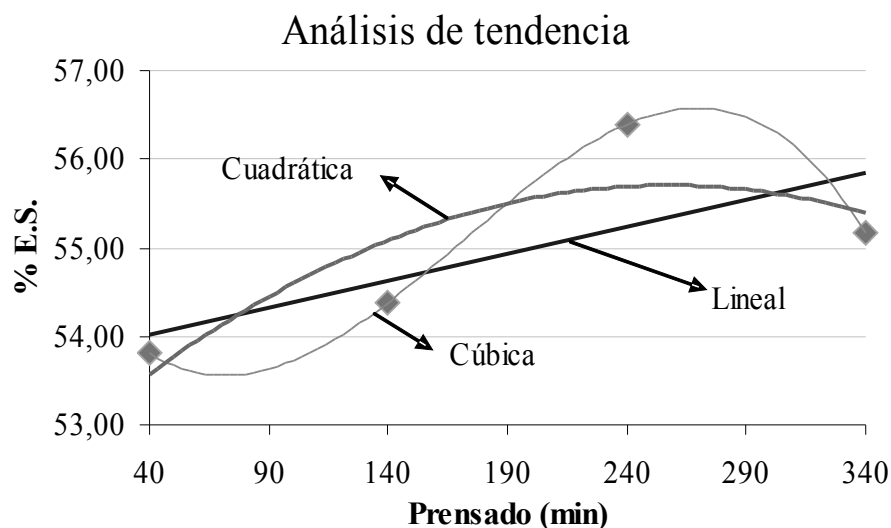
Gráfico 7. Medias de los tratamientos para la variable extracto seco (%)**Cuadro 20.** Prueba de D.M.S. para el factor P en la variable extracto seco (%)

| Trat. | Tiempo 1 cara | Tiempo 2 cara | T. Total | Media | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|------------------|------------------|-------------|-------|-------------------------|
| P3 | 50 | 190 | 240 | 56,39 | A |
| P4 | 70 | 270 | 340 | 55,16 | B |
| P2 | 30 | 110 | 140 | 54,39 | B |
| P1 | 10 | 30 | 40 | 53,81 | C |

La cantidad de extracto seco es mayor cuando el prensado es de 240 minutos en tanto que se obtiene la misma respuesta con prensados de 340 y 140 minutos con un promedio de 54,77 % y la menor cantidad de extracto seco se obtiene con un prensado de 40 minutos con 53,81%.

Gráfico 8. Análisis polinomial del factor P en la variable extracto seco (%)

Hacemos el análisis de tendencia utilizando los datos anteriores para polinomios lineal, cuadrático y cúbico.



Del análisis de tendencia se observa que el porcentaje de extracto seco es directamente proporcional al tiempo de prensado. Se necesitarían de más puntos de referencia para sacar una conclusión definitiva y ver cual es la curva-ecuación de mejor ajuste.

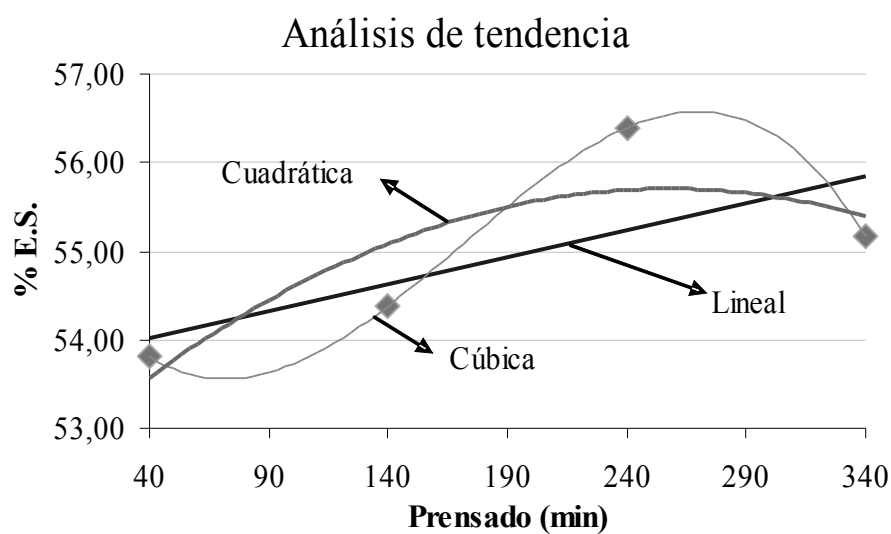
Cuadro 21. Prueba de D.M.S. para el factor M en la variable extracto seco (%)

| Trat. | Tiempo días | Media | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|-------------|-------|----------------------|
| M3 | 25 | 58,76 | A |
| M1 | 15 | 54,31 | B |
| M2 | 20 | 51,74 | C |

Los distintos tiempos de maduración hicieron que cada nivel determine un grupo; es decir cada nivel tiene su porcentaje de extracto seco. El tiempo de maduración es la variable más importante en la variable extracto seco.

Gráfico 9. Análisis polinomial del factor M en la variable extracto seco (%)

Utilizando los datos del cuadro anterior hacemos el análisis de tendencia para el extracto seco.



Del gráfico de tendencia; si analizamos desde el punto de vista lineal vemos que el contenido de extracto seco es directamente proporcional al tiempo de maduración del producto. Desde el punto de vista cuadrático se observa que el extracto seco empieza a los 15 días con 54,31 % para luego descender a los 20 días al 51,74 % y recuperarse a los 25 días al 58,76 %.

4.1.4 Análisis estadístico de la variable humedad (%)

Cuadro 22. Datos obtenidos en la variable humedad (%)

| Tratamiento | Código | Repeticiones | | | \sum Trat. | \bar{x} Trat. |
|----------------|--------|--------------|--------|--------|--------------|--------------------|
| | | R1 | R2 | R3 | | |
| T1 | P1M1 | 45,56 | 43,86 | 47,97 | 137,40 | 45,80 |
| T2 | P1M2 | 49,52 | 48,91 | 49,86 | 148,29 | 49,43 |
| T3 | P1M3 | 43,28 | 43,74 | 43,02 | 130,04 | 43,35 |
| T4 | P2M1 | 44,66 | 43,95 | 43,50 | 132,11 | 44,04 |
| T5 | P2M2 | 49,15 | 49,51 | 49,53 | 148,19 | 49,40 |
| T6 | P2M3 | 43,31 | 43,39 | 43,52 | 130,22 | 43,41 |
| T7 | P3M1 | 45,34 | 45,41 | 47,13 | 137,88 | 45,96 |
| T8 | P3M2 | 46,24 | 47,03 | 46,68 | 139,95 | 46,65 |
| T9 | P3M3 | 38,74 | 37,84 | 38,07 | 114,65 | 38,22 |
| T10 | P4M1 | 47,30 | 47,04 | 46,51 | 140,85 | 46,95 |
| T11 | P4M2 | 47,17 | 47,90 | 47,63 | 142,70 | 47,57 |
| T12 | P4M3 | 40,93 | 40,02 | 39,08 | 120,02 | 40,01 |
| \sum Bloques | | 541,21 | 538,60 | 542,48 | 1622,2936 | 45,06 |

Fuente: Autores

Cuadro 23. Análisis de la varianza para la variable humedad (%)

| Fuentes de Variación | S. C. | g.l. | Cuadrado Medio | F.C. | Nivel Sig. | F.Tab. 5% | F.Tab. 1% |
|-----------------------------|--------|------|----------------|--------|---------------|-----------|-----------|
| Totales | 407,34 | 35 | 11,64 | | | | |
| Repeticiones | 0,65 | 2 | 0,33 | 0,49 | ^{NS} | 3,44 | 5,72 |
| Tratamientos | 392,15 | 11 | 35,65 | 53,95 | ^{**} | 2,26 | 3,18 |
| Factor P | 33,66 | 3 | 11,22 | 16,98 | ^{**} | 3,05 | 4,82 |
| P. Ortogonal Lineal. | 16,50 | 1 | 16,50 | 24,97 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 7,38 | 1 | 7,38 | 11,17 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortogonal Cúbico | 9,78 | 1 | 9,78 | 14,80 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| Factor M | 302,37 | 2 | 151,18 | 228,77 | ^{**} | 3,44 | 5,72 |
| P. Ortogonal Lineal. | 118,41 | 1 | 118,41 | 179,17 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 183,96 | 1 | 183,96 | 278,37 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| Interacción P X M | 56,12 | 6 | 9,35 | 14,15 | ^{**} | 2,55 | 3,76 |
| E. Experimental | 14,54 | 22 | 0,66 | | | | |

Coef. Variación 1,80%

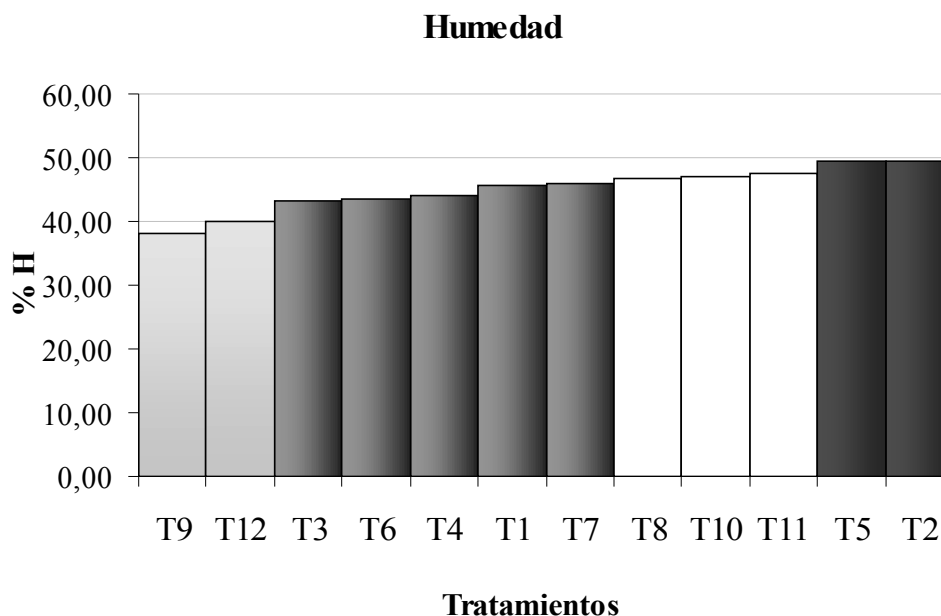
El análisis de varianza del porcentaje humedad, se observa que existe significación estadística al 1 %; para tratamientos; para los factores P y M; y para sus interacciones por esto procedemos a hacer la prueba de Tukey para tratamientos y D.M.S. para factores.

En el factor P para polinomios lineal, cuadrático y cúbico; y en el factor M para polinomios lineal y cuadrático existe significación estadística al 1 %.

Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable porcentaje de humedad

| Trat. | Código | Media | Rangos de Tukey al 5 % |
|-------|--------|-------|---------------------------|
| T9 | P3M3 | 38,22 | A |
| T12 | P4M3 | 40,01 | A |
| T3 | P1M3 | 43,35 | B |
| T6 | P2M3 | 43,41 | B |
| T4 | P2M1 | 44,04 | B |
| T1 | P1M1 | 45,80 | B |
| T7 | P3M1 | 45,96 | B |
| T8 | P3M2 | 46,65 | C |
| T10 | P4M1 | 46,95 | C |
| T11 | P4M2 | 47,57 | C |
| T5 | P2M2 | 49,40 | D |
| T2 | P1M2 | 49,43 | D |

La prueba de Tukey al 5 % para la humedad determina que los tratamientos forman cuatro grupos; en donde los de menor humedad son T9 y T12; con un promedio de 39,11% que es la humedad máxima permitida para este queso en la Norma INEN NTE 67-73 referente al queso Cheddar y que tenían un tiempo de maduración de 25 días y tiempos de prensado mayores a 240 minutos. Le siguen el grupo formado por T3, T6 y T4 (alrededor de 43,5%); a éstos le siguen los tratamientos T4, T1, T7, T8, T10, T11 en un grupo con una humedad promedio de 46,16 %; y con mayor humedad T2 y T5 con un 49%.

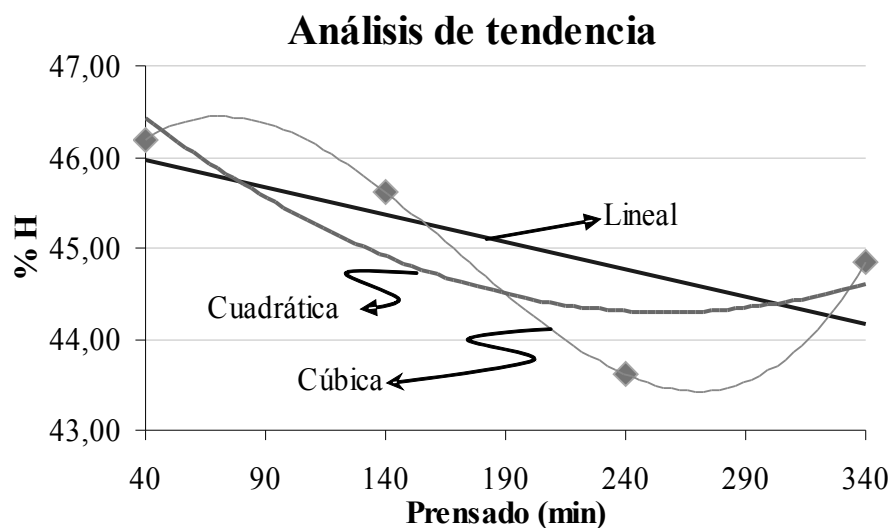
Gráfico 10. Medias de los tratamientos para la variable porcentaje de humedad**Cuadro 25.** Prueba de D.M.S. para el factor P en la variable humedad (%)

| Trat. | Tiempo 1 cara (min) | Tiempo 2 cara (min) | Tiempo Total (min) | Media | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------|-------------------------|
| P3 | 70 | 270 | 340 | 43,61 | A |
| P4 | 50 | 190 | 240 | 44,84 | B |
| P2 | 10 | 30 | 40 | 45,61 | C |
| P1 | 30 | 110 | 140 | 46,19 | C |

Para prensados de 340 minutos resulta en un menor contenido humedad (43,61 %); seguidos por prensados de 240 minutos. La respuesta de la humedad para prensados menores a 140 minutos es similar.

Gráfico 11. Análisis polinomial del factor P en la variable humedad (%).

Hacemos el análisis de tendencia utilizando los datos anteriores para polinomios lineal, cuadrático y cúbico.



Del análisis de tendencia se infiere en términos generales que la humedad es inversamente proporcional al tiempo de prensado; es decir a mayor tiempo de prensado menor será el contenido de humedad final del producto. Se necesitarían de más puntos de referencia para sacar una conclusión definitiva y ver cual es la curva-ecuación de mejor ajuste

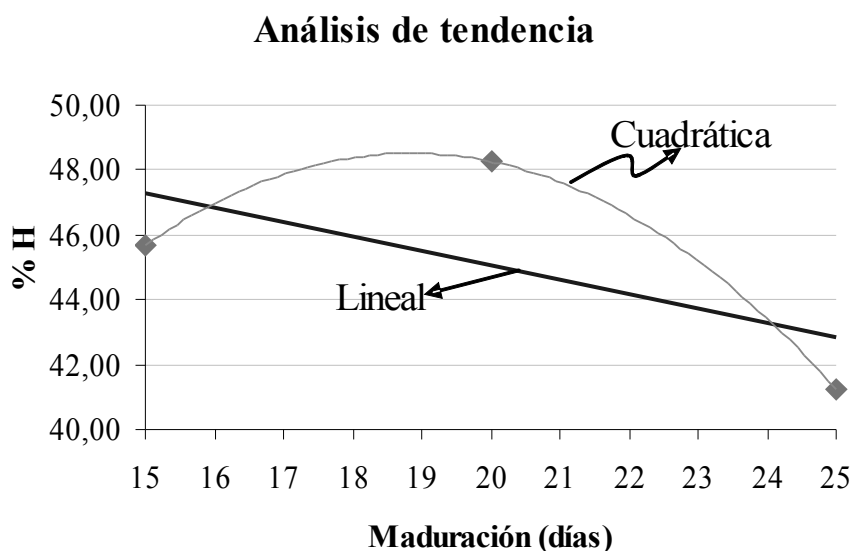
Cuadro 26. Prueba de D.M.S. para el factor M en la variable humedad (%)

| Trat. | Tiempo días | Media | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|-------------|-------|-------------------------|
| M3 | 25 | 41,24 | A |
| M1 | 15 | 45,69 | B |
| M2 | 20 | 48,26 | C |

Pese a que ninguno de los tres rangos que se generan de humedad se ajustan a lo pedido por la norma INEN, el mejor tiempo de maduración se dió a los 25 días de maduración con un promedio de humedad del 41,24 % y se observa que cada nivel genera un grupo por lo que el tiempo de maduración es la variable más importante en el porcentaje de humedad.

Gráfico 12. Análisis polinomial del factor M en la variable humedad (%).

El análisis de tendencia para polinomios lineal y cuadrático lo hacemos utilizando los datos del ítem anterior.



Del gráfico de tendencia; si analizamos desde el punto de vista lineal; se observa que la evolución de la humedad es inversamente proporcional; es decir a mayor tiempo de maduración menos húmedo se vuelve el producto. Desde el punto de vista cuadrático se determina que la humedad en un comienzo es alta para luego incrementarse a los 20 días (48,26%) y para llegar a un mínimo a los 25 d (41,24 %). Se requieren de más puntos en la gráfica para hacer conclusiones definitivas.

4.1.5 Análisis estadístico de la variable grasa en extracto seco (%)

Cuadro 27. Datos obtenidos en la variable porcentaje de grasa en extracto seco

| Tratamiento | Código | Repeticiones | | | Σ Trat. | \bar{x} Trat. |
|------------------|--------|--------------|--------|--------|------------------|--------------------|
| | | R1 | R2 | R3 | | |
| T1 | P1M1 | 47,76 | 49,88 | 48,05 | 145,69 | 48,56 |
| T2 | P1M2 | 43,58 | 48,94 | 50,86 | 143,37 | 47,79 |
| T3 | P1M3 | 52,01 | 48,35 | 50,89 | 151,25 | 50,42 |
| T4 | P2M1 | 48,79 | 48,18 | 50,44 | 147,40 | 49,13 |
| T5 | P2M2 | 45,23 | 44,56 | 44,58 | 134,37 | 44,79 |
| T6 | P2M3 | 45,51 | 50,35 | 49,22 | 145,08 | 48,36 |
| T7 | P3M1 | 47,57 | 48,54 | 50,13 | 146,23 | 48,74 |
| T8 | P3M2 | 43,71 | 46,25 | 47,82 | 137,79 | 45,93 |
| T9 | P3M3 | 44,89 | 44,24 | 45,21 | 134,34 | 44,78 |
| T10 | P4M1 | 51,24 | 48,15 | 49,54 | 148,92 | 49,64 |
| T11 | P4M2 | 48,27 | 48,95 | 48,69 | 145,91 | 48,64 |
| T12 | P4M3 | 48,25 | 48,35 | 45,96 | 142,55 | 47,52 |
| Σ Bloques | | 566,81 | 574,72 | 581,39 | 1722,9136 | 47,86 |

Fuente: Autores

Cuadro 28. Análisis de la varianza para la variable grasa en extracto seco (%)

| Fuentes de Variación | S. C. | g.l. | Cuadrado Medio | F.C. | Nivel Sig. | F.Tab. 5% | F.Tab. 1% |
|-----------------------------|--------|------|----------------|------|---------------|-----------|-----------|
| Totales | 183,69 | 35 | 5,25 | | | | |
| Repeticiones | 8,88 | 2 | 4,44 | 1,48 | ^{NS} | 3,44 | 5,72 |
| Tratamientos | 108,63 | 11 | 9,88 | 3,28 | ^{**} | 2,26 | 3,18 |
| Factor P | 33,78 | 3 | 11,26 | 3,74 | [*] | 3,05 | 4,82 |
| P. Ortogonal Lineal | 1,66 | 1 | 1,66 | 0,55 | ^{NS} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 29,30 | 1 | 29,30 | 9,74 | ^{**} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortogonal Cúbico | 2,82 | 1 | 2,82 | 0,94 | ^{NS} | 4,30 | 7,95 |
| Factor M | 30,10 | 2 | 15,05 | 5,00 | [*] | 3,44 | 5,72 |
| P. Ortogonal Lineal | 9,41 | 1 | 9,41 | 3,13 | ^{NS} | 4,30 | 7,95 |
| P. Ortog. Cuadrático | 20,69 | 1 | 20,69 | 6,88 | [*] | 4,30 | 7,95 |
| Interacción P X M | 44,75 | 6 | 7,46 | 2,48 | ^{NS} | 2,55 | 3,76 |
| E. Experimental | 66,19 | 22 | 3,01 | | | | |
| Coef. Variación | | | | | | | 3,62% |

Existe significación estadística al 1% para tratamientos y en el factor P para polinomio ortogonal cuadrático por lo que procedemos a hacer la prueba de Tukey para tratamientos y el análisis de tendencia para el Polinomio cuadrático.

Para el factor P, para el factor M y para el polinomio ortogonal cuadrático en el factor M existe significación estadística al 5 % por lo que procedemos a hacer D.M.S. para factores y el respectivo análisis de tendencia para el polinomio.

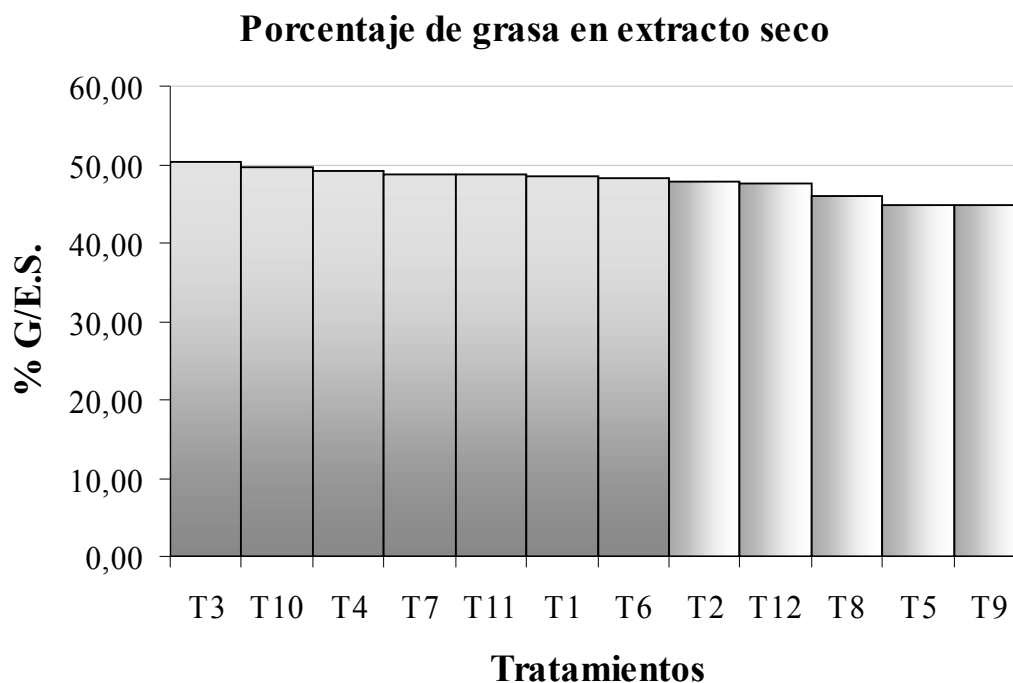
No hay significación estadística para repeticiones, polinomio lineal en ambos factores, para polinomio cúbico en el factor P; ni para interacciones P x M.

Cuadro 29. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de grasa en extracto seco (%).

| Trat. | Código | Media | Rangos de Tukey al 5 % |
|--------------|---------------|--------------|-------------------------------|
| T3 | P2M3 | 50,42 | A |
| T10 | P1M2 | 49,64 | A |
| T4 | P3M1 | 49,13 | A |
| T7 | P4M1 | 48,74 | A |
| T11 | P1M3 | 48,64 | A |
| T1 | P1M1 | 48,56 | A |
| T6 | P3M3 | 48,36 | A |
| T2 | P2M2 | 47,79 | B |
| T12 | P2M1 | 47,52 | B |
| T8 | P4M2 | 45,93 | B |
| T5 | P3M2 | 44,79 | B |
| T9 | P4M3 | 44,78 | B |

De la prueba de rangos de Tukey se observan 2 grupos; en el primero están los que sobrepasan la cantidad mínima pedida por la norma INEN NTE 67-73 (referente al queso Cheddar) es decir mayor al 48% de grasa en extracto seco; comprenden los tratamientos T3, T10, T4, T7, T11, T1, T6; en el segundo grupo los que están por debajo de la norma que son T2, T12, T8, T5, T9. Hacemos notar que para realizar el experimento partimos en todos los tratamientos de una leche estandarizada en su contenido graso con $3,0 \pm 0,1\%$.

Gráfico 13. Medias de los tratamientos para la variable porcentaje de grasa en extracto seco



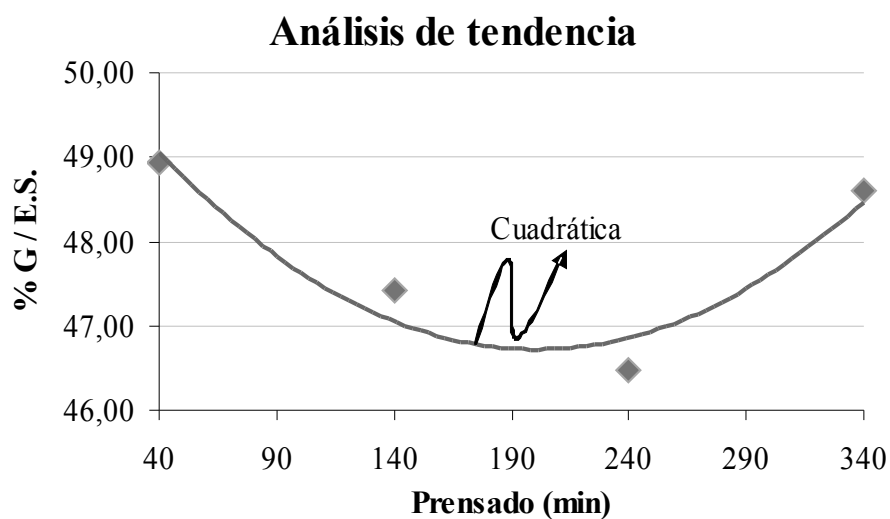
Cuadro 30. Prueba de D.M.S. para el factor P en la grasa en extracto seco (%)

| Trat. | Tiempo 1 cara | Tiempo 2 cara | T. Total | Media | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|------------------|------------------|-------------|-------|-------------------------|
| P1 | 10 | 30 | 40 | 48,92 | A |
| P4 | 70 | 270 | 340 | 48,60 | A |
| P2 | 30 | 110 | 140 | 47,43 | B |
| P3 | 50 | 190 | 240 | 46,49 | B |

En la prueba de D.M.S. se observa que los tratamientos con menor y con mayor tiempo de prensado tienen la mayor cantidad de grasa en extracto seco; en tanto que los intermedios se agrupan con un valor menor. Se podría explicar esto diciendo que al prensar poco la pérdida de grasa en el queso es baja, en tanto que al prensar por un largo tiempo; la cantidad de suero disminuye de tal modo que hace que la cantidad de grasa se incremente. Sin embargo se debería ampliar la investigación para tener conclusiones definitivas.

Gráfico 14. Análisis polinomial del factor P en la variable grasa en extracto seco (%)

Partiendo de los datos anteriores construimos la gráfica del análisis de tendencia para polinomios cuadráticos.



El análisis de tendencia determina una ligera tendencia de ajuste a la ecuación cuadrática, con una mayor cantidad de grasa en extracto seco en los extremos; es decir a los 40 minutos (48,92 %) y a los 340 minutos con 48,6 %. Se necesitarían de más puntos de referencia para sacar una conclusión definitiva y ver cual es la curva-ecuación de mejor ajuste.

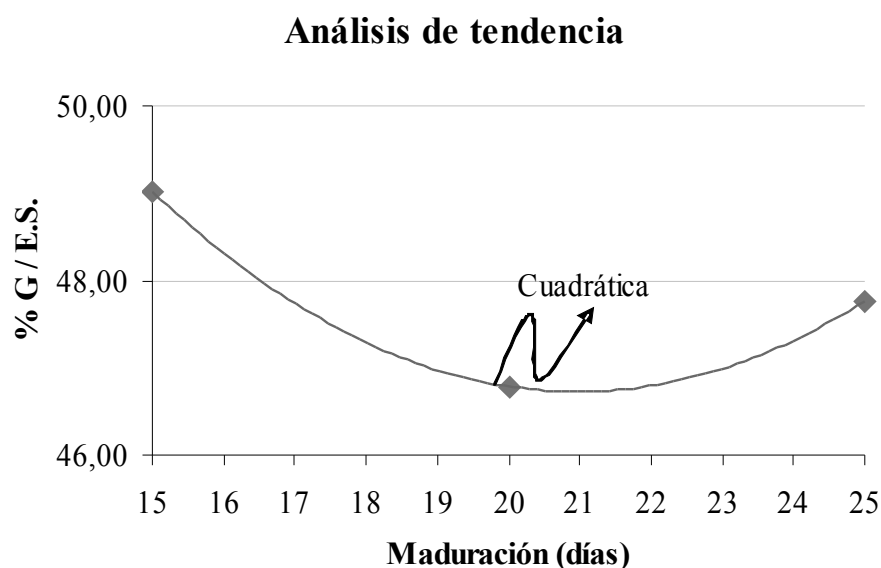
Cuadro 31. Prueba de D.M.S. para el factor M en la grasa en extracto seco (%)

| Trat. | Tiempo días | Media | Rangos D.M.S. al 5 % |
|-------|-------------|-------|----------------------|
| M1 | 15 | 49,02 | A |
| M3 | 25 | 47,77 | A |
| M2 | 20 | 46,79 | B |

Los diferentes tiempos de maduración hizo que la grasa en extracto seco forme 2 grupos; el primero conformado por los que tienen el menor y mayor tiempo de maduración con un mayor porcentaje de grasa en extracto seco; en tanto el que menor valor se situó a los 20 días.

Gráfico 15. Análisis polinomial del factor M en la variable grasa en extracto seco (%)

Basados en los datos de la prueba de D.M.S. realizamos el análisis de tendencia para el polinomio cuadrático en este factor.



Del gráfico de tendencia; si analizamos desde el punto de vista cuadrático se observa que la grasa en extracto seco empieza a los 15 días con 49,02 % para luego descender a los 20 días al 46,79 % y recuperarse a los 25 días al 47,77%; tomando en cuenta que los valores a pesar de ubicarse en 2 rangos, no son muy distantes entre sí por lo que se pueden considerar como variaciones propias de un proceso de elaboración.

4.2 ANÁLISIS DE VARIABLES CUALITATIVAS

Las variables cualitativas son aquellas que se las aprecia a través de los sentidos, y se les da un valor subjetivo dependiendo del gusto de las personas que hacen la prueba; son conocidas también como análisis organoléptico o evaluación sensorial.

Las variables cualitativas analizadas son color, olor, sabor, aspecto, textura, consistencia.

Para la evaluación de estas variables se escogió un panel de catadores de 10 personas; y a los 12 tratamientos realizados se añadió dos testigos comerciales utilizando el Test de evaluación sensorial adjuntado en el anexo 3.

Una vez hecha la medición los datos se ranquearon y con esta transformación de datos se procedió a aplicar la fórmula de Friedman:

$$X^2 = \left[\frac{12}{r \cdot k \cdot (k + 1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 \right] - 3 \cdot r \cdot (k + 1)$$

Donde:

X^2 = Chi Cuadrado.

r = número de catadores.

k = número de tratamientos.

R = Rangos.

El valor obtenido se compara con los valores de la tabla de Chi cuadrado al 5% (ó 0.05) y al 1% (ó 0.01); considerando que este experimento tiene 13 grados de libertad (ya que son 14 tratamientos).

4.2.1 Evaluación sensorial del color

Cuadro 32. Datos originales de valoración de color

| | | CATADORES | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Tratamiento | Código | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 |
| T1 | P1M1 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 1 | 5 | 3 | 3 | 1 |
| T2 | P1M2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 1 | 3 | 4 | 3 | 5 |
| T3 | P1M3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 1 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| T4 | P2M1 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 1 |
| T5 | P2M2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| T6 | P2M3 | 5 | 2 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| T7 | P3M1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| T8 | P3M2 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 1 |
| T9 | P3M3 | 5 | 2 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 3 | 1 |
| T10 | P4M1 | 4 | 2 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| T11 | P4M2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| T12 | P4M3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| T13 | TESTIGO 1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| T14 | TESTIGO 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 |

Fuente: Autores

Cuadro 33. Datos ranqueados de valoración de color

| Tratamiento | Cód. | CATADORES | | | | | | | | | | Σ Rangos | \bar{x} Rangos | R^2 |
|------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|---------------------|----------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | | | |
| T1 | P1M1 | 10,0 | 5,0 | 3,5 | 13,0 | 11,0 | 3,0 | 10,0 | 2,0 | 4,5 | 4,0 | 66,00 | 6,60 | 4356,00 |
| T2 | P1M2 | 3,0 | 8,5 | 9,0 | 8,5 | 11,0 | 3,0 | 2,5 | 6,5 | 4,5 | 13,0 | 69,50 | 6,95 | 4830,25 |
| T3 | P1M3 | 10,0 | 12,5 | 3,5 | 3,0 | 11,0 | 3,0 | 10,0 | 2,0 | 4,5 | 8,5 | 68,00 | 6,80 | 4624,00 |
| T4 | P2M1 | 10,0 | 12,5 | 3,5 | 3,0 | 4,0 | 7,5 | 2,5 | 12,0 | 12,0 | 4,0 | 71,00 | 7,10 | 5041,00 |
| T5 | P2M2 | 10,0 | 12,5 | 9,0 | 8,5 | 4,0 | 12,5 | 10,0 | 6,5 | 12,0 | 13,0 | 98,00 | 9,80 | 9604,00 |
| T6 | P2M3 | 10,0 | 2,0 | 13,0 | 3,0 | 11,0 | 7,5 | 10,0 | 12,0 | 12,0 | 4,0 | 84,50 | 8,45 | 7140,25 |
| T7 | P3M1 | 3,0 | 8,5 | 13,0 | 13,0 | 11,0 | 7,5 | 10,0 | 6,5 | 4,5 | 4,0 | 81,00 | 8,10 | 6561,00 |
| T8 | P3M2 | 10,0 | 8,5 | 9,0 | 8,5 | 4,0 | 12,5 | 10,0 | 6,5 | 9,0 | 4,0 | 82,00 | 8,20 | 6724,00 |
| T9 | P3M3 | 10,0 | 2,0 | 3,5 | 3,0 | 11,0 | 3,0 | 2,5 | 12,0 | 4,5 | 4,0 | 55,50 | 5,55 | 3080,25 |
| T10 | P4M1 | 3,0 | 2,0 | 3,5 | 13,0 | 4,0 | 12,5 | 10,0 | 12,0 | 4,5 | 8,5 | 73,00 | 7,30 | 5329,00 |
| T11 | P4M2 | 3,0 | 5,0 | 9,0 | 8,5 | 4,0 | 7,5 | 10,0 | 6,5 | 4,5 | 10,5 | 68,50 | 6,85 | 4692,25 |
| T12 | P4M3 | 10,0 | 5,0 | 3,5 | 3,0 | 11,0 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 4,5 | 4,0 | 48,50 | 4,85 | 2352,25 |
| T13 | TESTIGO 1 | 10,0 | 12,5 | 13,0 | 8,5 | 4,0 | 12,5 | 10,0 | 12,0 | 12,0 | 13,0 | 107,50 | 10,75 | 11556,25 |
| T14 | TESTIGO 2 | 3,0 | 8,5 | 9,0 | 8,5 | 4,0 | 10,0 | 5,0 | 6,5 | 12,0 | 10,5 | 77,00 | 7,70 | 5929,00 |
| Σ Bloques | | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 55,50 | --- | 81819,50 |

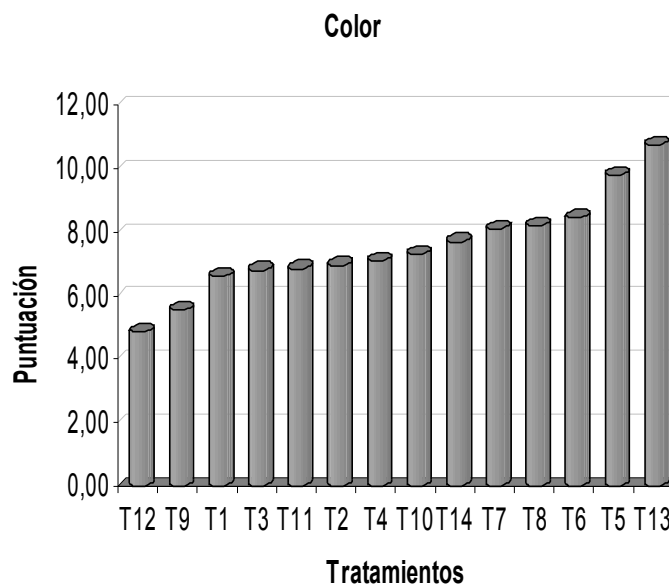
$$X^2_{calculado} = 17,54^{NS} \quad X^2_{0,05} = 22,36 \quad X^2_{0,01} = 27,69$$

Al no existir significación estadística en la prueba de Friedman demuestra que la apreciación del color en todos los tratamientos es similar, por lo que todos se veían iguales.

Gráfico 16. Interpretación de Friedman para el color del queso Cheddar

Para hacer la interpretación ordenamos primero los datos y procedemos a graficar

| Trat. | \bar{x} | R |
|-------|-----------|---|
| | rangos | |
| T12 | 4,85 | |
| T9 | 5,55 | |
| T1 | 6,60 | |
| T3 | 6,80 | |
| T11 | 6,85 | |
| T2 | 6,95 | |
| T4 | 7,10 | |
| T10 | 7,30 | |
| T14 | 7,70 | |
| T7 | 8,10 | |
| T8 | 8,20 | |
| T6 | 8,45 | |
| T5 | 9,80 | |
| T13 | 10,75 | |



En el gráfico 16 se observa que el mejor tratamiento es el T13 (Testigo 1) ya que tiene la media más alta 10,75 y presenta un color característico a queso maduro Cheddar seguido del T5 y el T6 que tiene el prensado de 140 minutos y corresponde a 20 y 25 días de maduración. Le siguen los demás tratamientos con medias más bajas.

4.2.2 Evaluación sensorial del olor

Cuadro 34. Datos originales de valoración de olor

| | | CATADORES | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Tratamiento | Código | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 |
| T1 | P1M1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| T2 | P1M2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 |
| T3 | P1M3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| T4 | P2M1 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| T5 | P2M2 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| T6 | P2M3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 5 |
| T7 | P3M1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| T8 | P3M2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 5 | 3 | 2 |
| T9 | P3M3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| T10 | P4M1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 |
| T11 | P4M2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 |
| T12 | P4M3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| T13 | TESTIGO 1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| T14 | TESTIGO 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 |

Fuente: Autores

Cuadro 35. Datos ranqueados de valoración del olor

| Tratamiento | Cod. | CATADORES | | | | | | | | | | Σ Rangos | \bar{x} Rangos | R^2 |
|------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|---------------------|----------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | | | |
| T1 | P1M1 | 8,5 | 10,5 | 9,0 | 8,5 | 11,5 | 6,0 | 12,5 | 8,0 | 6,5 | 8,5 | 89,50 | 8,95 | 8010,25 |
| T2 | P1M2 | 8,5 | 5,0 | 9,0 | 8,5 | 11,5 | 10,5 | 7,5 | 3,0 | 6,5 | 13,0 | 83,00 | 8,30 | 6889,00 |
| T3 | P1M3 | 1,5 | 10,5 | 2,5 | 3,0 | 11,5 | 6,0 | 2,5 | 8,0 | 6,5 | 8,5 | 60,50 | 6,05 | 3660,25 |
| T4 | P2M1 | 8,5 | 13,5 | 9,0 | 8,5 | 4,0 | 6,0 | 7,5 | 8,0 | 1,0 | 4,0 | 70,00 | 7,00 | 4900,00 |
| T5 | P2M2 | 8,5 | 13,5 | 9,0 | 3,0 | 4,0 | 10,5 | 7,5 | 8,0 | 6,5 | 13,0 | 83,50 | 8,35 | 6972,25 |
| T6 | P2M3 | 8,5 | 5,0 | 2,5 | 13,5 | 4,0 | 13,5 | 12,5 | 8,0 | 6,5 | 13,0 | 87,00 | 8,70 | 7569,00 |
| T7 | P3M1 | 8,5 | 5,0 | 9,0 | 8,5 | 11,5 | 10,5 | 7,5 | 13,0 | 6,5 | 8,5 | 88,50 | 8,85 | 7832,25 |
| T8 | P3M2 | 8,5 | 5,0 | 9,0 | 3,0 | 7,5 | 2,0 | 2,5 | 13,0 | 6,5 | 1,5 | 58,50 | 5,85 | 3422,25 |
| T9 | P3M3 | 8,5 | 1,0 | 2,5 | 8,5 | 11,5 | 2,0 | 7,5 | 3,0 | 6,5 | 4,0 | 55,00 | 5,50 | 3025,00 |
| T10 | P4M1 | 8,5 | 10,5 | 9,0 | 8,5 | 4,0 | 6,0 | 12,5 | 3,0 | 6,5 | 8,5 | 77,00 | 7,70 | 5929,00 |
| T11 | P4M2 | 8,5 | 5,0 | 9,0 | 8,5 | 1,0 | 6,0 | 12,5 | 8,0 | 6,5 | 4,0 | 69,00 | 6,90 | 4761,00 |
| T12 | P4M3 | 1,5 | 5,0 | 2,5 | 8,5 | 11,5 | 2,0 | 2,5 | 13,0 | 12,5 | 1,5 | 60,50 | 6,05 | 3660,25 |
| T13 | TESTIGO 1 | 8,5 | 10,5 | 14,0 | 13,5 | 7,5 | 13,5 | 7,5 | 8,0 | 12,5 | 8,5 | 104,00 | 10,40 | 10816,00 |
| T14 | TESTIGO 2 | 8,5 | 5,0 | 9,0 | 1,0 | 4,0 | 10,5 | 2,5 | 1,0 | 14,0 | 8,5 | 64,00 | 6,40 | 4096,00 |
| Σ Bloques | | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 55,00 | --- | 81542,50 |

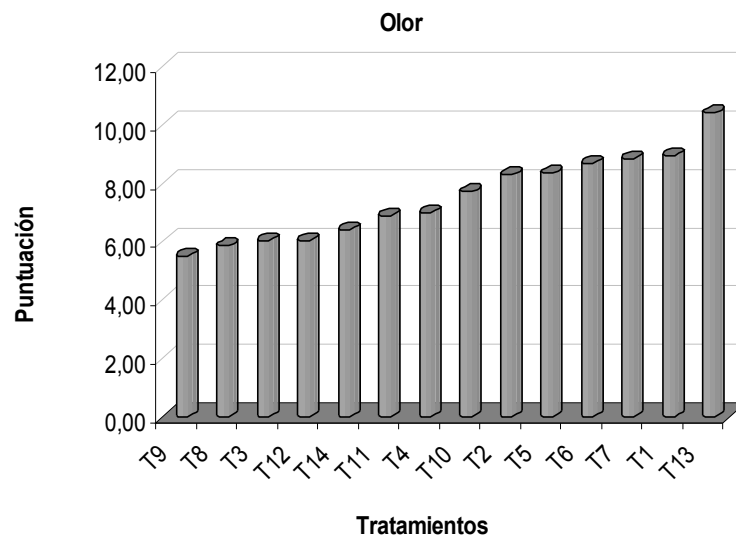
$$X^2_{calculado} = 15,96^{NS} \quad X^2_{0,05} = 22,36 \quad X^2_{0,01} = 27,69$$

Al no existir significación estadística en la prueba de Friedman, para la variable olor, esto demuestra que todos los tratamientos son estadísticamente similares.

Gráfico 17. Interpretación de Friedman para el olor del queso Cheddar

Para hacer la interpretación ordenamos primero los datos y procedemos a graficar

| Trat | \bar{x} Rangos |
|------|---------------------|
| T9 | 5,50 |
| T8 | 5,85 |
| T3 | 6,05 |
| T12 | 6,05 |
| T14 | 6,40 |
| T11 | 6,90 |
| T4 | 7,00 |
| T10 | 7,70 |
| T2 | 8,30 |
| T5 | 8,35 |
| T6 | 8,70 |
| T7 | 8,85 |
| T1 | 8,95 |
| T13 | 10,40 |



Se observa que el mejor tratamiento es el T13 (Testigo 1); con una valoración de 10,40 seguidos por los tratamientos T1 y T7 que tuvieron tiempos de maduración de 15 días con tiempos de prensado de 40 y 240 minutos.

4.2.3 Evaluación sensorial del sabor

Cuadro 36. Datos originales de valoración de sabor

| | | CATADORES | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Tratamiento | Código | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 |
| T1 | P1M1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| T2 | P1M2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| T3 | P1M3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 5 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| T4 | P2M1 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| T5 | P2M2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| T6 | P2M3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| T7 | P3M1 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 1 |
| T8 | P3M2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| T9 | P3M3 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 |
| T10 | P4M1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| T11 | P4M2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 |
| T12 | P4M3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 | 2 | 3 | 5 | 3 | 1 |
| T13 | TESTIGO 1 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| T14 | TESTIGO 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 |

Fuente: Autores

Cuadro 37. Datos ranqueados de valoración del sabor

| Tratamiento | Cod. | CATADORES | | | | | | | | | | Σ Rangos | \bar{x} Rangos | R^2 |
|------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|---------------------|----------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | | | |
| T1 | P1M1 | 10,5 | 10,0 | 13,5 | 7,5 | 11,0 | 2,5 | 5,5 | 10,0 | 6,0 | 4,0 | 80,50 | 8,05 | 6480,25 |
| T2 | P1M2 | 10,5 | 4,5 | 10,5 | 3,0 | 11,0 | 7,0 | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 13,0 | 76,50 | 7,65 | 5852,25 |
| T3 | P1M3 | 1,5 | 10,0 | 3,0 | 7,5 | 11,0 | 2,5 | 1,0 | 10,0 | 6,0 | 8,5 | 61,00 | 6,10 | 3721,00 |
| T4 | P2M1 | 10,5 | 14,0 | 10,5 | 12,5 | 6,0 | 7,0 | 5,5 | 10,0 | 6,0 | 4,0 | 86,00 | 8,60 | 7396,00 |
| T5 | P2M2 | 5,0 | 10,0 | 3,0 | 3,0 | 11,0 | 13,5 | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 13,0 | 75,50 | 7,55 | 5700,25 |
| T6 | P2M3 | 1,5 | 10,0 | 6,0 | 12,5 | 2,5 | 11,0 | 11,0 | 2,5 | 6,0 | 4,0 | 67,00 | 6,70 | 4489,00 |
| T7 | P3M1 | 5,0 | 10,0 | 3,0 | 12,5 | 2,5 | 7,0 | 13,5 | 10,0 | 6,0 | 4,0 | 73,50 | 7,35 | 5402,25 |
| T8 | P3M2 | 10,5 | 4,5 | 3,0 | 3,0 | 11,0 | 2,5 | 5,5 | 1,0 | 6,0 | 4,0 | 51,00 | 5,10 | 2601,00 |
| T9 | P3M3 | 14,0 | 1,5 | 10,5 | 7,5 | 6,0 | 7,0 | 11,0 | 5,5 | 6,0 | 4,0 | 73,00 | 7,30 | 5329,00 |
| T10 | P4M1 | 5,0 | 4,5 | 7,0 | 7,5 | 2,5 | 11,0 | 11,0 | 13,5 | 6,0 | 8,5 | 76,50 | 7,65 | 5852,25 |
| T11 | P4M2 | 5,0 | 1,5 | 3,0 | 7,5 | 11,0 | 7,0 | 5,5 | 2,5 | 12,5 | 10,5 | 66,00 | 6,60 | 4356,00 |
| T12 | P4M3 | 10,5 | 4,5 | 13,5 | 12,5 | 6,0 | 2,5 | 5,5 | 13,5 | 6,0 | 4,0 | 78,50 | 7,85 | 6162,25 |
| T13 | TESTIGO 1 | 5,0 | 10,0 | 8,0 | 7,5 | 2,5 | 13,5 | 5,5 | 10,0 | 12,5 | 13,0 | 87,50 | 8,75 | 7656,25 |
| T14 | TESTIGO 2 | 10,5 | 10,0 | 10,5 | 1,0 | 11,0 | 11,0 | 13,5 | 5,5 | 14,0 | 10,5 | 97,50 | 9,75 | 9506,25 |
| Σ Bloques | | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 73,00 | --- | 80504,00 |

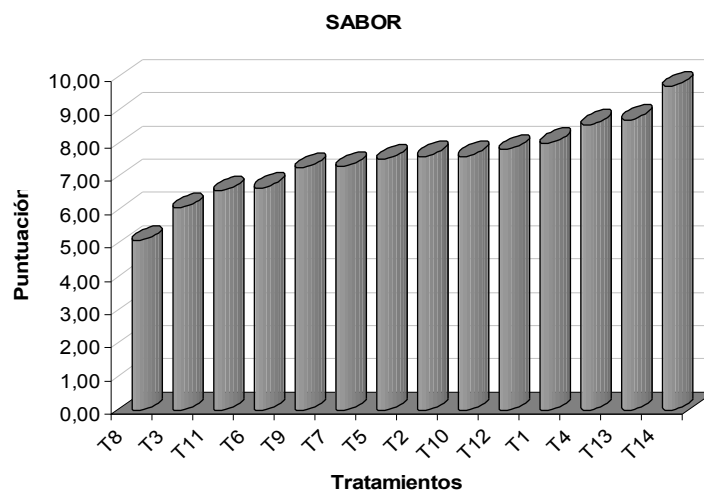
$$X^2_{calculado} = 8,77^{NS} \quad X^2_{0,05} = 22,36 \quad X^2_{0,01} = 27,69$$

Al no haber significación estadística para la variable sabor, implica que todos los tratamientos son estadísticamente similares; con leves diferencias entre el uno y el otro.

Gráfico 18. Interpretación de Friedman para el sabor del queso Cheddar

Para hacer la interpretación ordenamos primero los datos y procedemos a graficar

| Trat. | \bar{x} Rangos |
|-------|---------------------|
| T8 | 5,10 |
| T3 | 6,10 |
| T11 | 6,60 |
| T6 | 6,70 |
| T9 | 7,30 |
| T7 | 7,35 |
| T5 | 7,55 |
| T2 | 7,65 |
| T10 | 7,65 |
| T12 | 7,85 |
| T1 | 8,05 |
| T4 | 8,60 |
| T13 | 8,75 |
| T14 | 9,75 |



Acorde al gráfico; los mejores tratamientos son los testigos T14 y T13 seguidos por el tratamiento 4 que tuvo 15 días de maduración con un prensado de 140 minutos.

4.2.4 Evaluación sensorial del aspecto

Cuadro 38. Datos originales de valoración del aspecto

| Tratamiento | Código | CATADORES | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 |
| T1 | P1M1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| T2 | P1M2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 2 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| T3 | P1M3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| T4 | P2M1 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| T5 | P2M2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 |
| T6 | P2M3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| T7 | P3M1 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 |
| T8 | P3M2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| T9 | P3M3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| T10 | P4M1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 2 | 4 |
| T11 | P4M2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| T12 | P4M3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 |
| T13 | TESTIGO 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| T14 | TESTIGO 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 |

Fuente: Autores

Cuadro 39. Datos ranqueados de la valoración del aspecto

| Tratamiento | Cod. | CATADORES | | | | | | | | | | Σ Rangos | \bar{x} Rangos | R^2 |
|------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|---------------------|----------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | | | |
| T1 | P1M1 | 10,5 | 3,0 | 4,5 | 3,5 | 11,5 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 13,0 | 8,5 | 69,50 | 6,95 | 4830,25 |
| T2 | P1M2 | 4,0 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 11,5 | 4,0 | 5,0 | 1,5 | 7,0 | 13,0 | 51,00 | 5,10 | 2601,00 |
| T3 | P1M3 | 10,5 | 8,5 | 10,5 | 7,5 | 11,5 | 13,5 | 5,0 | 6,0 | 13,0 | 8,5 | 94,50 | 9,45 | 8930,25 |
| T4 | P2M1 | 10,5 | 8,5 | 10,5 | 12,0 | 2,5 | 10,0 | 11,0 | 11,5 | 13,0 | 4,0 | 93,50 | 9,35 | 8742,25 |
| T5 | P2M2 | 10,5 | 13,0 | 4,5 | 3,5 | 11,5 | 6,5 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 13,0 | 80,50 | 8,05 | 6480,25 |
| T6 | P2M3 | 10,5 | 8,5 | 4,5 | 12,0 | 6,5 | 10,0 | 5,0 | 1,5 | 7,0 | 13,0 | 78,50 | 7,85 | 6162,25 |
| T7 | P3M1 | 10,5 | 13,0 | 10,5 | 7,5 | 2,5 | 6,5 | 11,0 | 6,0 | 7,0 | 8,5 | 83,00 | 8,30 | 6889,00 |
| T8 | P3M2 | 10,5 | 8,5 | 10,5 | 3,5 | 6,5 | 4,0 | 11,0 | 11,5 | 7,0 | 1,5 | 74,50 | 7,45 | 5550,25 |
| T9 | P3M3 | 4,0 | 3,0 | 10,5 | 12,0 | 11,5 | 1,5 | 1,5 | 6,0 | 1,5 | 4,0 | 55,50 | 5,55 | 3080,25 |
| T10 | P4M1 | 4,0 | 3,0 | 4,5 | 7,5 | 6,5 | 10,0 | 11,0 | 6,0 | 1,5 | 8,5 | 62,50 | 6,25 | 3906,25 |
| T11 | P4M2 | 4,0 | 8,5 | 4,5 | 7,5 | 2,5 | 10,0 | 11,0 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 65,00 | 6,50 | 4225,00 |
| T12 | P4M3 | 1,0 | 3,0 | 4,5 | 12,0 | 2,5 | 1,5 | 1,5 | 11,5 | 7,0 | 1,5 | 46,00 | 4,60 | 2116,00 |
| T13 | TESTIGO 1 | 10,5 | 13,0 | 14,0 | 12,0 | 6,5 | 13,5 | 11,0 | 14,0 | 7,0 | 8,5 | 110,00 | 11,00 | 12100,00 |
| T14 | TESTIGO 2 | 4,0 | 8,5 | 10,5 | 3,5 | 11,5 | 10,0 | 11,0 | 11,5 | 7,0 | 8,5 | 86,00 | 8,60 | 7396,00 |
| Σ Bloques | | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 55,50 | --- | 83009,00 |

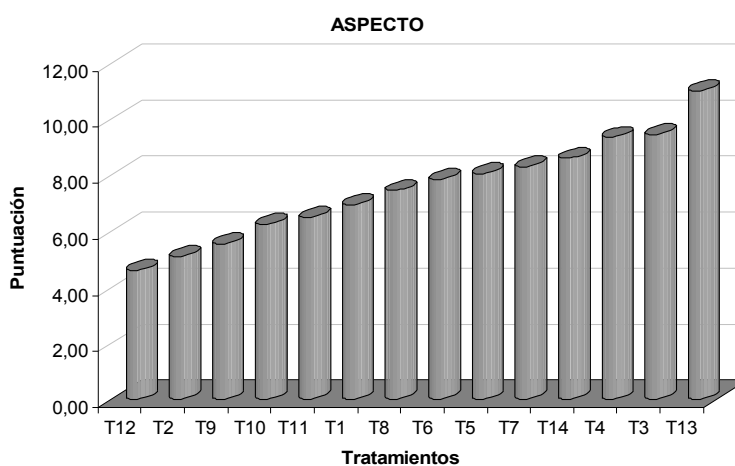
$$X^2_{calculado} = 24,34 * \quad X^2_{0,05} = 22,36 \quad X^2_{0,01} = 27,69$$

De la prueba de Friedman notamos que en la variable aspecto existe significación estadística al 5% lo que nos indica que apenas hay pequeñas diferencias en los tratamientos.

Gráfico 19. Interpretación de Friedman para el aspecto del queso Cheddar

Para hacer la interpretación ordenamos primero los datos y procedemos a graficar

| Trat. | \bar{x} Rangos |
|-------|---------------------|
| T12 | 4,60 |
| T2 | 5,10 |
| T9 | 5,55 |
| T10 | 6,25 |
| T11 | 6,50 |
| T1 | 6,95 |
| T8 | 7,45 |
| T6 | 7,85 |
| T5 | 8,05 |
| T7 | 8,30 |
| T14 | 8,60 |
| T4 | 9,35 |
| T3 | 9,45 |
| T13 | 11,00 |



Del gráfico podemos observar que el mejor tratamiento es el testigo 1 (T13) con una valoración promedio de 11 puntos al que le sigue T3 que se prensó por 40 minutos y se maduró 25 días con una valoración promedio de 9,45; muy de cerca le sigue con 9,35 puntos el tratamiento 4 el cual se maduró por 15 días y se prensó por 140 minutos; el resto de tratamientos tienen valoraciones menores.

4.2.5 Evaluación sensorial de la textura

Cuadro 40. Datos originales de valoración de la textura

| | | CATADORES | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Tratamiento | Código | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 |
| T1 | P1M1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 |
| T2 | P1M2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 5 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| T3 | P1M3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 2 | 4 | 2 | 3 | 5 |
| T4 | P2M1 | 1 | 3 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 |
| T5 | P2M2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 |
| T6 | P2M3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 2 | 5 | 4 | 2 | 4 | 5 |
| T7 | P3M1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| T8 | P3M2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 |
| T9 | P3M3 | 4 | 2 | 3 | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| T10 | P4M1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| T11 | P4M2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 5 |
| T12 | P4M3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 |
| T13 | TESTIGO 1 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| T14 | TESTIGO 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 |

Fuente: Autores

Cuadro 41. Datos ranqueados de la valoración de la textura

| Tratamiento | Cod. | CATADORES | | | | | | | | | | Σ Rangos | \bar{x} Rangos | R^2 |
|------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|---------------------|----------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | | | |
| T1 | P1M1 | 8,0 | 6,5 | 9,5 | 7,5 | 12,5 | 9,0 | 9,5 | 5,5 | 9,5 | 9,0 | 86,50 | 8,65 | 7482,25 |
| T2 | P1M2 | 3,5 | 2,5 | 2,0 | 1,0 | 12,5 | 1,5 | 9,5 | 5,5 | 2,5 | 5,0 | 45,50 | 4,55 | 2070,25 |
| T3 | P1M3 | 8,0 | 11,0 | 9,5 | 7,5 | 12,5 | 4,5 | 9,5 | 5,5 | 2,5 | 13,0 | 83,50 | 8,35 | 6972,25 |
| T4 | P2M1 | 1,0 | 6,5 | 2,0 | 13,0 | 9,0 | 9,0 | 2,0 | 5,5 | 9,5 | 5,0 | 62,50 | 6,25 | 3906,25 |
| T5 | P2M2 | 3,5 | 6,5 | 2,0 | 2,5 | 6,0 | 4,5 | 9,5 | 5,5 | 9,5 | 9,0 | 58,50 | 5,85 | 3422,25 |
| T6 | P2M3 | 12,0 | 11,0 | 9,5 | 13,0 | 3,0 | 13,5 | 9,5 | 5,5 | 9,5 | 13,0 | 99,50 | 9,95 | 9900,25 |
| T7 | P3M1 | 3,5 | 13,5 | 9,5 | 7,5 | 1,0 | 9,0 | 5,0 | 11,5 | 2,5 | 5,0 | 68,00 | 6,80 | 4624,00 |
| T8 | P3M2 | 3,5 | 6,5 | 4,5 | 7,5 | 3,0 | 4,5 | 9,5 | 5,5 | 9,5 | 2,0 | 56,00 | 5,60 | 3136,00 |
| T9 | P3M3 | 12,0 | 2,5 | 9,5 | 13,0 | 6,0 | 1,5 | 2,0 | 5,5 | 2,5 | 2,0 | 56,50 | 5,65 | 3192,25 |
| T10 | P4M1 | 8,0 | 6,5 | 9,5 | 7,5 | 9,0 | 9,0 | 5,0 | 13,0 | 9,5 | 9,0 | 86,00 | 8,60 | 7396,00 |
| T11 | P4M2 | 8,0 | 6,5 | 4,5 | 7,5 | 12,5 | 4,5 | 2,0 | 5,5 | 9,5 | 13,0 | 73,50 | 7,35 | 5402,25 |
| T12 | P4M3 | 8,0 | 1,0 | 9,5 | 7,5 | 9,0 | 12,0 | 5,0 | 5,5 | 9,5 | 2,0 | 69,00 | 6,90 | 4761,00 |
| T13 | TESTIGO 1 | 14,0 | 13,5 | 14,0 | 7,5 | 6,0 | 13,5 | 13,5 | 14,0 | 9,5 | 9,0 | 114,50 | 11,45 | 13110,25 |
| T14 | TESTIGO 2 | 12,0 | 11,0 | 9,5 | 2,5 | 3,0 | 9,0 | 13,5 | 11,5 | 9,5 | 9,0 | 90,50 | 9,05 | 8190,25 |
| Σ Bloques | | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 56,50 | --- | 83565,50 |

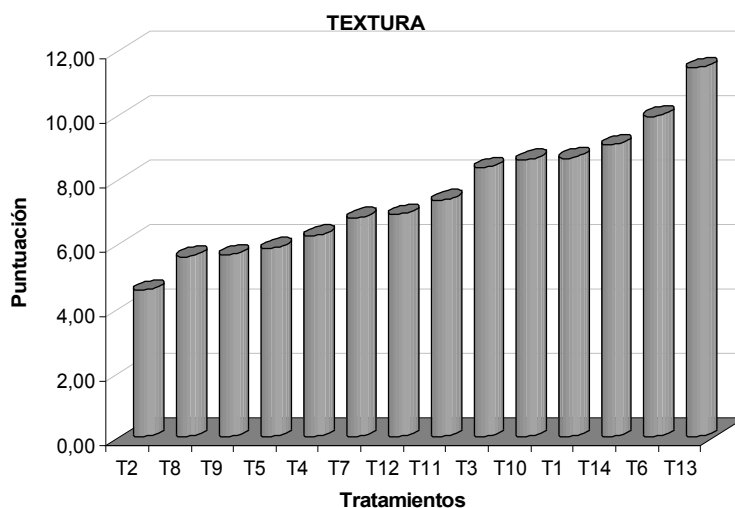
$$X^2_{calculado} = 27,52 * \quad X^2_{0,05} = 22,36 \quad X^2_{0,01} = 27,69$$

La prueba de Friedman determina que en la variable textura existe significación estadística al 5% lo que nos indica que hay pequeñas diferencias entre los tratamientos.

Gráfico 20. Interpretación de Friedman para la textura del queso Cheddar

Para hacer la interpretación ordenamos primero los datos y procedemos a graficar

| Trat. | \bar{x} Rangos |
|-------|---------------------|
| T2 | 4,55 |
| T8 | 5,60 |
| T9 | 5,65 |
| T5 | 5,85 |
| T4 | 6,25 |
| T7 | 6,80 |
| T12 | 6,90 |
| T11 | 7,35 |
| T3 | 8,35 |
| T10 | 8,60 |
| T1 | 8,65 |
| T14 | 9,05 |
| T6 | 9,95 |
| T13 | 11,45 |



En el gráfico podemos ver que con una valoración de 11,45 el testigo 1 (T13) resultó el mejor tratamiento; le sigue el tratamiento 6 que se prensó 140 minutos y se maduró 25 días con una puntuación de 9,95; posterior a éste está el testigo 2 (T14) con una puntuación de 9,05 el resto de tratamientos mostró una puntuación inferior.

4.2.6 Evaluación sensorial de la consistencia

Cuadro 42. Datos originales de valoración de la consistencia

| | | CATADORES | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Tratamiento | Código | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 |
| T1 | P1M1 | 5 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 4 | 1 | 5 | 5 |
| T2 | P1M2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 |
| T3 | P1M3 | 5 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 5 | 2 |
| T4 | P2M1 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 |
| T5 | P2M2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 |
| T6 | P2M3 | 5 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 |
| T7 | P3M1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 |
| T8 | P3M2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 |
| T9 | P3M3 | 5 | 2 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| T10 | P4M1 | 5 | 3 | 2 | 5 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 |
| T11 | P4M2 | 4 | 3 | 5 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| T12 | P4M3 | 5 | 2 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| T13 | TESTIGO 1 | 4 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 |
| T14 | TESTIGO 2 | 5 | 4 | 5 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 5 |

Fuente: Autores

Cuadro 43. Datos ranqueados de la valoración de la consistencia

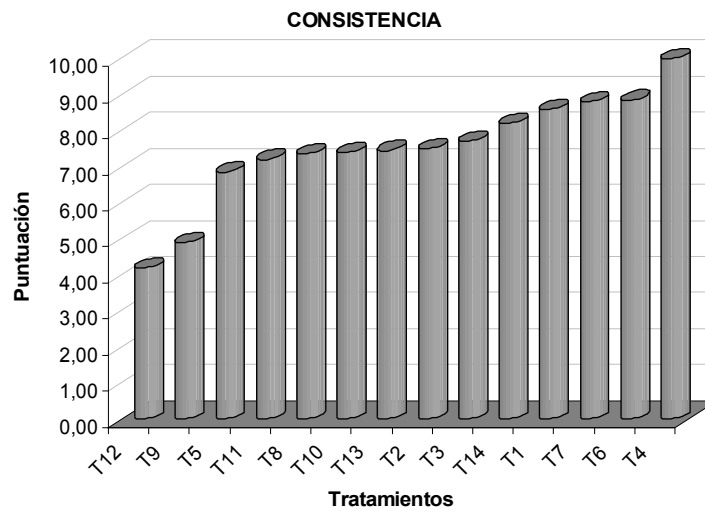
| Tratamiento | Cod. | CATADORES | | | | | | | | | | Σ Rangos | \bar{x} Rangos | R^2 |
|------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|---------------------|----------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | | | |
| T1 | P1M1 | 10,5 | 12,0 | 4,0 | 11,0 | 12,5 | 3,0 | 8,5 | 1,0 | 10,5 | 13,0 | 86,00 | 8,60 | 7396,00 |
| T2 | P1M2 | 3,5 | 6,0 | 10,0 | 1,5 | 12,5 | 6,0 | 8,5 | 11,0 | 10,5 | 5,5 | 75,00 | 7,50 | 5625,00 |
| T3 | P1M3 | 10,5 | 6,0 | 4,0 | 11,0 | 12,5 | 13,5 | 2,0 | 4,5 | 10,5 | 2,5 | 77,00 | 7,70 | 5929,00 |
| T4 | P2M1 | 10,5 | 12,0 | 12,5 | 5,0 | 6,0 | 10,5 | 12,5 | 11,0 | 10,5 | 9,5 | 100,00 | 10,00 | 10000,00 |
| T5 | P2M2 | 3,5 | 6,0 | 4,0 | 11,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 11,0 | 10,5 | 5,5 | 68,50 | 6,85 | 4692,25 |
| T6 | P2M3 | 10,5 | 12,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 10,5 | 12,5 | 4,5 | 10,5 | 13,0 | 88,50 | 8,85 | 7832,25 |
| T7 | P3M1 | 3,5 | 12,0 | 12,5 | 5,0 | 9,5 | 6,0 | 8,5 | 11,0 | 10,5 | 9,5 | 88,00 | 8,80 | 7744,00 |
| T8 | P3M2 | 3,5 | 6,0 | 8,5 | 5,0 | 12,5 | 6,0 | 5,0 | 11,0 | 10,5 | 5,5 | 73,50 | 7,35 | 5402,25 |
| T9 | P3M3 | 10,5 | 1,5 | 4,0 | 11,0 | 9,5 | 1,5 | 2,0 | 4,5 | 3,5 | 1,0 | 49,00 | 4,90 | 2401,00 |
| T10 | P4M1 | 10,5 | 6,0 | 4,0 | 11,0 | 6,0 | 10,5 | 8,5 | 4,5 | 3,5 | 9,5 | 74,00 | 7,40 | 5476,00 |
| T11 | P4M2 | 3,5 | 6,0 | 12,5 | 5,0 | 2,5 | 13,5 | 5,0 | 11,0 | 3,5 | 9,5 | 72,00 | 7,20 | 5184,00 |
| T12 | P4M3 | 10,5 | 1,5 | 4,0 | 11,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 4,5 | 3,5 | 2,5 | 42,00 | 4,20 | 1764,00 |
| T13 | TESTIGO 1 | 3,5 | 6,0 | 8,5 | 11,0 | 2,5 | 10,5 | 12,5 | 11,0 | 3,5 | 5,5 | 74,50 | 7,45 | 5550,25 |
| T14 | TESTIGO 2 | 10,5 | 12,0 | 12,5 | 1,5 | 6,0 | 6,0 | 12,5 | 4,5 | 3,5 | 13,0 | 82,00 | 8,20 | 6724,00 |
| Σ Bloques | | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 105,0 | 49,00 | --- | 81720,00 |

$$X^2_{calculado} = 16,97^{NS} \quad X^2_{0,05} = 22,36 \quad X^2_{0,01} = 27,69$$

Al no existir significación estadística en la Prueba de Friedman, para la variable consistencia, esto demuestra que todos los tratamientos son estadísticamente similares; con leves diferencias entre ellos.

Gráfico 21. Interpretación de Friedman para la consistencia del queso Cheddar

| Trat. | \bar{x} Rangos |
|-------|---------------------|
| T12 | 4,20 |
| T9 | 4,90 |
| T5 | 6,85 |
| T11 | 7,20 |
| T8 | 7,35 |
| T10 | 7,40 |
| T13 | 7,45 |
| T2 | 7,50 |
| T3 | 7,70 |
| T14 | 8,20 |
| T1 | 8,60 |
| T7 | 8,80 |
| T6 | 8,85 |
| T4 | 10,00 |



El tratamiento que mejor puntuación obtuvo en la consistencia es el T4 con 10 puntos, seguido por T6 con 8,85 puntos; ambos se prensaron 140 minutos y se maduraron 15 y 25 días respectivamente; le sigue con 8,8 puntos el tratamiento 7 que se prensó 240 minutos y se maduró 15 días; le siguen el resto de tratamientos con puntuaciones menores.

4.3ANÁLISIS DE CONTRASTE ENTRE VARIABLES CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS

Cuadro 44. Cuadro de contraste entre variables cualitativas y variables cuantitativas

| Tratamientos | Código | V. Cuantitativas | | | | | V. Sensoriales | | | | | | |
|--------------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|----------------|-------|-------|---------|---------|--------------|------------------|
| | | pH | Humedad (%) | Grasa (%) | Extracto Seco (%) | Grasa en E.S. (%) | Color | Olor | Sabor | Aspecto | Textura | Consistencia | Suma sensoriales |
| T13 | Testigo 1 | -- | -- | -- | -- | -- | 10,75 | 10,40 | 8,75 | 11,00 | 11,45 | 7,45 | 59,80 |
| T6 | P2M3 | 4,93 | 43,41 | 27,37 | 56,59 | 48,36 | 8,45 | 8,70 | 6,70 | 7,85 | 9,95 | 8,85 | 50,50 |
| T14 | Testigo 2 | -- | -- | -- | -- | -- | 7,70 | 6,40 | 9,75 | 8,60 | 9,05 | 8,20 | 49,70 |
| T4 | P2M1 | 5,06 | 44,04 | 27,50 | 55,96 | 49,13 | 7,10 | 7,00 | 8,60 | 9,35 | 6,25 | 10,00 | 48,30 |
| T7 | P3M1 | 5,06 | 45,96 | 26,33 | 54,04 | 48,74 | 8,10 | 8,85 | 7,35 | 8,30 | 6,80 | 8,80 | 48,20 |
| T1 | P1M1 | 5,05 | 45,80 | 26,33 | 54,20 | 48,56 | 6,60 | 8,95 | 8,05 | 6,95 | 8,65 | 8,60 | 47,80 |
| T5 | P2M2 | 4,87 | 49,40 | 22,67 | 50,60 | 44,79 | 9,80 | 8,35 | 7,55 | 8,05 | 5,85 | 6,85 | 46,45 |
| T10 | P4M1 | 5,05 | 46,95 | 26,33 | 53,05 | 49,64 | 7,30 | 7,70 | 7,65 | 6,25 | 8,60 | 7,40 | 44,90 |
| T3 | P1M3 | 5,00 | 43,35 | 28,57 | 56,65 | 50,42 | 6,80 | 6,05 | 6,10 | 9,45 | 8,35 | 7,70 | 44,45 |
| T11 | P4M2 | 4,99 | 47,57 | 25,50 | 52,43 | 48,64 | 6,85 | 6,90 | 6,60 | 6,50 | 7,35 | 7,20 | 41,40 |
| T2 | P1M2 | 4,88 | 49,43 | 24,17 | 50,57 | 47,79 | 6,95 | 8,30 | 7,65 | 5,10 | 4,55 | 7,50 | 40,05 |
| T8 | P3M2 | 4,89 | 46,65 | 24,50 | 53,35 | 45,93 | 8,20 | 5,85 | 5,10 | 7,45 | 5,60 | 7,35 | 39,55 |
| T9 | P3M3 | 5,39 | 38,22 | 27,67 | 61,78 | 44,78 | 5,55 | 5,50 | 7,30 | 5,55 | 5,65 | 4,90 | 34,45 |
| T12 | P4M3 | 5,31 | 40,01 | 28,50 | 59,99 | 47,52 | 4,85 | 6,05 | 7,85 | 4,60 | 6,90 | 4,20 | 34,45 |

Para hacer este análisis de contraste se utilizó como base los valores ranqueados de los análisis cualitativos (sensoriales) los cuales se sumó para dar un total. Los valores obtenidos en las variables cuantitativas se colocan al lado para ver que requisitos cumplieron los tratamientos que se consideran mejores.

En la mayoría de variables sensoriales no hubo diferencias entre tratamientos; la excepción son el Aspecto y Textura con una significación estadística al 5 %; lo cual puede considerarse como una diferencia mínima.

Observando la tabla vemos que el testigo 1 (T13) fue considerado el mejor; le sigue a éste el tratamiento 6 con un prensado de 140 minutos y 25 días de maduración; haciendo notar que la puntuación en sabor está entre las 3 más bajas de todos; a éste le sigue el testigo 2. Ambos testigos tienen las puntuaciones más altas en el sabor.

Al tratamiento 6 le siguen los tratamientos T4, T7 y T1 en donde T4 y T1 están inmediatamente después de los testigos en la variable sabor; y T7 tiene un valor cercano al promedio. Se hace notar que éstos 3 últimos tratamientos tuvieron un período de maduración de 15 días y se prensaron de 40 a 240 minutos. Las variables cualitativas para ellos son: pH de 5,05 a 5,06; humedad del 44 al 46 %; grasa del 26 al 28 %; extracto seco del 54 al 56%; grasa en extracto seco del 48 al 50 %; aproximando valores.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

- ❖ El tratamiento T9 con 40 minutos de prensado y madurado por 25 días; fue el único que con un valor de humedad de 38,22 % se encuentra enmarcado dentro de la norma NTE INEN 67-73 QUESO CHEDDAR: REQUISITOS (humedad máxima del 39%), aunque su sabor no se consideró bueno.
- ❖ La norma NTE INEN 67-73 QUESO CHEDDAR: REQUISITOS establece un mínimo de grasa en extracto seco de 48 %, el cual cumplieron 8 tratamientos; en tanto que, 4 tratamientos tuvieron valores muy cercanos (45 % el de menor porcentaje), que no influyó en la calidad del producto.
- ❖ Tiempo de maduración de 15 días y tiempos de prensado entre 40 y 240 minutos son suficientes para obtener queso con valores de pH entre 5,0 a 5,2; rangos de pH que permite buen desarrollo del sabor y textura como parte del proceso de maduración.

- ❖ Relacionando el pH del queso Cheddar con el tiempo de prensado; a mayor tiempo de prensado el pH se acerca al valor 6,00; y con menor tiempo de prensado el pH se acerca al valor 5,00 (más ácido).

- ❖ Al comenzar la maduración del queso Cheddar, éste tiene un valor de pH entre 4,8 y 5,0. Con corto tiempo de maduración se incrementa ligeramente el valor de pH; pero al aumentar el tiempo de maduración también lo hacen los valores de pH (con tendencia a pH 6,00) el cual afecta a las características organolépticas.

- ❖ A mayor porcentaje de extracto seco, ó menor porcentaje de humedad el pH tiende a acercarse al valor de 6,00; debido a un menor contenido de ácido láctico; el cual se escurre junto con el suero.

- ❖ La prensa neumática en relación con la mecánica tiene como ventaja una rápida y constante aplicación de presión sobre los quesos, evitando daño mecánico (formación de grietas) en el producto.

5.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en nuestra investigación, podemos recomendar la siguiente:

- ❖ Hacer una investigación disminuyendo el tiempo de maduración de los quesos semimaduros, el cual si es factible, repercutirá favorablemente en el aspecto económico.
- ❖ Evaluar la maduración de queso, en general, elaborado a partir de leche de otras especies animales (caprinos, ovinos, etc.) y/o mezclas de leches.
- ❖ Medir el efecto del uso de enzimas (lipasas, proteasas, etc.) para acelerar la maduración, tomando en cuenta sus repercusiones económicas.
- ❖ Ampliar la investigación en la que se madure el queso en dos fases; la primera a temperaturas “altas” (10 – 17 °C) y una maduración secundaria a temperaturas de refrigeración (4 – 10 °C); considerando que al inicio de la maduración los microorganismos en su reproducción desarrollan sabores primarios (fácilmente distinguibles) y luego en su período de muerte hay desarrollo de sabores secundarios (llamados bouquet, no fácilmente distinguibles), por lo que consideramos que un ensayo de este tipo ayudaría a mejorar la calidad del queso.
- ❖ Para la obtención de un queso que se ajuste a lo establecido en la norma NTE INEN 67-73 QUESO CHEDDAR: REQUISITOS recomendamos procesar con leche estandarizada con un mínimo de $3 \pm 0,1\%$ de sólidos grasos, para cumplir con la variable grasa en extracto seco.

- ❖ El proceso de prensado de los quesos, se deberá hacerlo en forma ascendente, es decir empezar con presiones bajas para ir gradualmente subiendo la presión hasta un nivel no mayor a 3 bares (aproximadamente el peso de 3 kg por centímetro cuadrado), con la finalidad de evitar: defectos en la textura final del queso (corteza dura y centro suave); deformaciones del queso y pérdida excesiva de humedad.
- ❖ La presión utilizada en la prensa durante esta investigación fue aplicada a quesos con un tamaño de alrededor de 850 g. El tiempo de prensado y la presión aplicada son variables que dependen del tamaño, la forma del producto y la cantidad de quesos a prensarse.
- ❖ En el proceso de elaboración del queso, etapa de calentamiento después de la premaduración de la leche deberá hacerse lentamente (aprox. 1 °C cada 5 minutos) para evitar el estrés microbiano en el fermento y la consecuente pérdida de rendimiento y/o sabor.
- ❖ Se recomienda utilizar equipos y materiales de acero inoxidable; los cuales son de fácil lavado y desinfección, para evitar las fuentes de contaminación.

CAPÍTULO VI

6 RESUMEN

“EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE PRENSADO Y TIEMPO DE MADURACIÓN EN QUESO SEMIMADURO TIPO CHEDDAR”

Palabras clave: Cheddar, queso maduro, industria láctea, tecnología quesera.

En este trabajo de elaboración de queso tipo Cheddar, se evaluó el efecto producido por diferentes tiempos de prensado y tiempos de maduración sobre las características físico – químicas y organolépticas, en el queso semimaduro indicado. El Análisis de Varianza determinó que el efecto producido por estos factores para la mayoría de variables cuantitativas es significativo al 1%; en tanto que la Prueba de Friedman para la mayoría de variables cualitativas determinó que son no significativas, es decir que todos los tratamientos son similares a los testigos comerciales.

Las variables cuantitativas evaluadas fueron pH, grasa, extracto seco, humedad y grasa en extracto seco; en tanto, las variables cualitativas fueron color, olor, sabor, textura, aspecto y consistencia.

Con prensados de 240 minutos (50:190 minutos en una cara: minutos en la otra) a 340 minutos (70:270); y con tiempos de maduración de 25 y 15 días las variables cuantitativas se ajustan o se acercan a los valores recomendadas por las normas INEN NTE 67-73 (QUESO CHEDDAR: REQUISITOS); la humedad tiene máximo 39% y la grasa en extracto seco tiene mínimo 48%; en tanto en las variables cualitativas (pese a no haber diferencias significativas) los mejores tratamientos tuvieron una maduración de 15 días y prensados de entre 40 (10:30) a 240 (50:190) minutos.

CAPÍTULO VII

7 SUMMARY

“EVALUATION FROM PRESSING AND RIPENING TIMES IN SOFT RIPENING CHEDDAR TYPE CHEESE”

Keywords: Cheddar, ripening cheese, dairy industry, cheese making.

In this manufacturing work of Cheddar type cheese, was evaluated the resulting effects by both different pressing and ripening times on both organoleptic and physicochemical characteristics, in soft-ripening Cheddar cheese. The ANOVA determined that the resulting effects by these factors for most of quantitative variables is significant to 1%; as long as the Friedman Test for most of qualitative variables determined that they are not significant, which mean that all treatments are similar to both commercial witness.

The quantitative variables evaluated were pH, fat, dry matter, humidity and fat in dry matter; as long as, the qualitative variables were color, odor, flavor, texture, aspect and consistency.

With pressings times from 240 minutes (50:190 minutes in one face: minutes in the other face) to 340 minutes (70:270); and with ripening times of 25 and 15 days the quantitative variables are adjusted or they come closer to recommended requirements by INEN NTE 67-73 (QUESO CHEDDAR: REQUISITOS) standard; the humidity has maximum 39% and the fat in dry matter has minimum 48%; as long as in the qualitative variables (in spite of not having significant differences) the best treatments had 15 days of ripening and pressing times among 40 (10:30) to 240 (50:190) minutes.

CAPÍTULO VIII

8 GLOSARIO

Acidez titulable: La acidez titulable es una aproximación a la acidez total de un producto alimenticio. La acidez titulable es una medida volumétrica que mide la reacción del ácido presente en el producto con una base (por lo regular Hidróxido de Sodio en la leche) hasta el punto de viraje; el cual se identifica gracias a un indicador colorimétrico sensible a la acidez (en lácteos se usa la fenolftaleína como indicador).

Actinización: Proceso mediante el cual la leche es tratada con luz ultravioleta y rayos infrarrojos con el objetivo de higienizarla y además se consigue aumentar su contenido en vitamina D.

Actividad acuosa (a_w): Medida de la cantidad de agua reactiva disponible, equivalente a la humedad relativa, el porcentaje de saturación de agua en la atmósfera (Atlas R., 1990).

Agotar: Extraer todo el líquido. Gastar todo, consumir.

Bacterias coliformes: Grupo de enterobacterias formado por los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*, utilizadas como indicadores de higiene y contaminación fecal.

Bacterias mesófilas: Grupo de bacterias que se desarrollan a temperaturas entre 30-40 °C.

Bacterias psicrófilas: Grupo de bacterias que tienen la capacidad de desarrollarse a bajas temperaturas, entre 5 a 20 °C, siendo su temperatura óptima entre los 12 a 15 °C.

Bacterias termófilas: Grupo de bacterias que tienen la capacidad de desarrollarse a temperaturas, entre 45 a 55 °C.

Bacteriófagos: Los bacteriófagos (fagos) son parásitos intracelulares que se multiplican al interior de las bacterias, haciendo uso de algunas o todas sus maquinarias biosintéticas (p. ej., los virus que infectan bacterias).

Bactofugación: Proceso utilizado principalmente en quesería en el cual la leche se someta a una centrifugación a temperaturas entre 60-65 °C con el cual se consigue la eliminación de las esporas por separación, gracias a la fuerza centrífuga. Se realiza combinado con la pasteurización.

BAL: Bacterias ácido lácticas. Grupo de bacterias de diversos géneros, ampliamente distribuidas en la naturaleza. Se encuentran en el suelo y en cualquier lugar donde existan altas concentraciones de carbohidratos, proteínas desdobladas, vitaminas y poco oxígeno. Son gram positivas y su forma puede ser bacilar, coloide u ovoide. Algunas tienen forma bífida (*Bifidobacterium*). Soportan pH 4 en leche. Son anaeróbicas facultativas, mesófilas y termófilos y de crecimiento exigente.

Bar: Se denomina bar a una unidad de presión equivalente a un millón de barias. Su símbolo es "bar". Normalmente la presión atmosférica se da en milibares, siendo la presión estándar al nivel del mar igual a 1.013,7 milibares.

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \text{ bares} \approx 1 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 14,5037738 \text{ PSI}$$

$$1 \text{ bar} = 760 \text{ mm Hg.}$$

Calostro: Secreción acuosa de la mama durante los primeros días de la lactancia con menos caseína y más albúmina que la leche conteniendo numerosos leucocitos cargados de grasa (corpúsculos del calostro). El calostro es rico en grasas, proteínas y anticuerpos que ayudan al recién nacido a defenderse de las enfermedades.

Caseína: Principal proteína de la leche (78% del total). La caseína es una proteína propia de la leche y es sintetizada en la glándula mamaria. Existen cuatro tipos: la alfa caseína la cual a la vez tiene dos variantes genéticas (alfa s1 y alfa s2), beta caseína, capa caseína y gamma caseína, esta última se deriva de fracciones de la beta caseína.

Centipoise: Unidad de medida de la viscosidad. Cien centipoises equivalen a un poise. El agua destilada tiene la viscosidad de 1 centipoise.

C. M.: Cuadrado medio. También llamado varianza; en estadística inferencial expresión resultante de dividir la suma de cuadrados para los grados de libertad de una fuente de variación.

CMT: California Mastitis Test, es una prueba para detectar la presencia de mastitis, reacción inflamatoria de la glándula mamaria como respuesta a una lesión traumática o la presencia de microorganismos infecciosos. La prueba de California Mastitis Test utiliza un reactivo que reacciona con las células somáticas, células que están presentes cuando hay mastitis.

Emulsión: Mezcla formada por dos líquidos inmiscibles, uno en gotas dispersas en el otro. Las gotas dispersas tiene un tamaño entre 0.1 - 10 μm . La leche presenta una emulsión tipo aceite-en-agua, donde el aceite o la grasa es la fase dispersa en forma de glóbulos y el agua es la fase continua, mientras que la manteca constituye una emulsión tipo agua-en-aceite.

Enzimas: Las enzimas son catalizadores biológicos muy específicos, formadas totalmente o en gran parte por proteínas globulares, las enzimas son elaboradas por células vivas que son las responsables de la catálisis que preside virtualmente a todas las reacciones bioquímicas que ocurren en el protoplasma.

Enzimas lipolíticas: También llamadas **lipasas**, enzimas que desdoblan las grasas.

Enzimas proteolíticas: También llamadas **proteasas**, enzimas que desdoblan las proteínas.

Estandarización: Proceso rutinario en las industrias lácteas cuyo fin es el de obtener un producto con los valores deseados de grasa, proteínas, sólidos totales o no grasos, etc. Se realiza adicionando o extrayendo componentes, o mezclando diversos productos hasta obtener el valor estándar. Por ejemplo: leche entera y leche descremada para bajar el contenido de grasa de la primera.

Estrés microbiano: Se entiende por estrés microbiano a las dificultades de adaptación que tienen los microorganismos a bruscos cambios en parámetros físicos (temperatura, presión, presión osmótica, etc.), químicos (pH, inhibidores, etc.), biológicos (competencia con otros microorganismos) o cualquier otra causa. Por lo general en situaciones de estrés microbiano los microorganismos tienden encapsularse o a producir sustancias indeseables (en caso de una fermentación) que alteran las características organolépticas. Si se desea eliminar microorganismos de un producto alimenticio; es práctica común someter a la flora nativa a situaciones extremas de estrés microbiano, como es el caso de la pasteurización HTST.

F.C.: Factor de Fisher calculado. En diseño de experimentos se denomina así al valor resultante de dividir el cuadrado medio de una fuente de variación para el cuadrado medio del error experimental.

F tab.: Valor de Fisher tabular usados en diseño experimental para comparar el valor F.C. con los valores dados en tablas (normalmente se compara al 1 % y 5 %) y determinar el grado de significación de una fuente de variación. El valor F tab. se lo determina a partir de los g l. de la fuente de variación y de los g. l. del error experimental.

Fuentes de variación: En estadística experimental, se conoce así a cada uno de los arreglos de datos en que se desdobra la experimentación con el fin de medir la variabilidad ocasionada en los mismos; y poder así determinar el origen de la variación. Es parte del análisis de varianza (ADEVA).

g.l. : Grados de libertad. Expresión usada en estadística experimental para definir la cantidad de comparaciones independientes menos el número de restricciones impuestas que se hace a una colección de datos.

Grados Baumé: La escala Baumé es una escala hidrométrica desarrollada para medir la densidad de varios líquido. A 20 °C la relación entre la densidad relativa y los grados Baumé es:

Para líquidos más pesados que el agua : **d. r.= 145 ÷ (145 – grados Baumé).**

Para líquidos más livianos que el agua: **d. r.= 140 ÷ (grados Baumé+ 130).**

Inhibidores: En industria láctea se conocen con este nombre a las sustancias que no permiten el normal crecimiento de la flora microbiana, generalmente entran dentro de este grupo los antibióticos, las sulfas, detergentes fosfatados, cloro, agua oxigenada entre otros; los cuales aún en muy pequeñas cantidades impiden el desarrollo microbiano.

Lactosa: Disacárido formado por una molécula de glucosa y una de galactosa, constituye el principal carbohidratos de la leche. Su valor es poco variable y oscila entre los 4,5 a 4,8 %.

Leche mastítica: Leche de mala calidad, producto de la inflamación de la glándula mamaria causada por microorganismos (mastitis).

Lipasas: Véase enzimas lipolíticas.

Lipólisis: Acción de desdoblamiento de los lípidos en compuestos más simples, generalmente por acción de las lipasas.

Nisina: Bacteriocinas producida por cepas de *Lactococcus lactis subsp. lactis*.

Nivel de significación: Conocido como nivel de probabilidad de error. Es la probabilidad de equivocarnos al ejecutar un experimento. Por lo general se compara el valor calculado con los valores tabulares al 1% y al 5%; si sobrepasa al 1% se considera que el error en la ejecución del experimento es muy baja; y se considera altamente significativo (**) aceptándose la hipótesis nula.

Pasteurización: Proceso mediante el cual los alimentos son sometidos a un tratamiento térmico por determinado tiempo, con lo que se asegura la destrucción de todos los microorganismos patógenos y casi en su totalidad la flora banal. La leche pasteurizada debe ser negativa a la Prueba de Sharer (fosfatasa).

Pasteurización HTST: High Temperature, Short Time, proceso de pasterización mayormente utilizado en la industria láctea, en el cual el producto es tratado a temperatura de 72 °C por 15 segundos.

pH: Es una medida de la actividad del ión hidrógeno, valoración física que indica el nivel de acidez o alcalinidad de un producto ácido, cualquier valor que se encuentra por debajo de 7, cuanto más bajo es, más ácido será el alimento. Alcalino, cualquier valor que se encuentre por encima de 7. Neutro, cuando el valor es igual a 7.

ppm: Partes por millón.

Probióticos: Microorganismos, que consumidos vivos en el alimento tienen la capacidad de ejercer beneficios a la salud que van más allá de la nutrición básica inherente.

Proteasas: Véase enzimas proteolíticas.

Proteínas: Molécula grande formada por la unión de aminoácidos con enlaces peptídicos. Constituye uno de los bloques básicos de la construcción del cuerpo, energéticamente produce la misma cantidad de energía que los hidratos de carbono.

Proteínas Séricas: Constituida principalmente por la α -lacto albúmina y la β -lacto globulina, representan aproximadamente del 20% de las proteínas de la leche y se encuentran en solución.

Proteólisis: Desdoblamiento de las proteínas en compuestos más simples, generalmente por acción de las proteasas.

Punto de congelación: Temperaturas más bajas que puede alcanzar un líquido antes de pasar al estado sólido.

Punto de ebullición: Temperaturas más altas que puede alcanzar un líquido antes de pasar al estado gaseoso.

Punto de fusión: Temperatura más altas que puede alcanzar un sólido antes de pasar al estado líquido.

Quesos: El queso es una mezcla de proteínas, grasa y otros componentes lácteos que se separa de la fase acuosa de la leche después de la coagulación de la

caseína. Existen muchos tipos de quesos, normalmente se identifican las siguientes clases; quesos frescos no maduros, como el queso blanco, quesos de pasta blanda, como el Camembert, quesos de pasta firme, como el Manchego, quesos de pasta dura, como el Parmesano, quesos procesados o fundidos.

Rancidez: Proceso de degradación hidrolítica de las grasas causada por la acción de enzimas lipasas propias de la leche o producidas por microorganismos lipolíticos.

Reacción de Maillard: Es la reacción que se da entre los grupos aldehídicos de la lactosa y los grupos aminos de las proteínas, dando origen a productos de condensación coloreados, lo cual resulta en el pardeamiento de la leche por efecto del calentamiento a altas temperaturas.

Refracción: Desviación de un rayo de luz de su trayectoria recta cuando pasa oblicuamente desde un medio transparente a otro de diferente densidad (Atlas R., 1990)

Salmuera: Preparación líquida muy salada, en la que se conservan carnes, pescados, legumbres, aceitunas, y lácteos etc.

S. C.: Suma de cuadrados. En estadística experimental corresponde al numerador de la varianza; y es la suma de los cuadrados de los valores X_i respecto a la media μ de la fuente de variación.

Sinéresis: Antes del corte, la cuajada tiene la misma composición de la leche y, a partir del corte, comienza la expulsión de líquido. A este proceso se le llama sinéresis, la sinéresis depende de la firmeza del coágulo al momento del corte: si el corte es tardío, la sinéresis puede ser algo menor.

Sistema lactoperoxidasa: Sistema constituido por la enzima Lactoperoxidasa, el tiocianato y el peróxido de hidrógeno, constituye uno de los sistemas antimicrobianos naturales de la leche, su utilidad en la industria tiene lugar en la conservación de leches crudas que no puedan ser sometidas a refrigeración.

Suero de Leche: Como suero se conoce la fracción láctea que queda luego de separar la caseína y las grasas, contiene los componentes solubles.

Termización: Proceso mediante el cual la leche es sometida a un calentamiento de 57 a 68 °C por un tiempo de 15 segundos, de manera que después del tratamiento la leche de positivo a la prueba de fosfatasa. Se realiza cuando se requiere almacenar leche cruda por un período de tiempo mayor a 24 horas.

Test de Reacción del Azul de Metileno: TRAM siglas de la prueba de Tiempo de Reducción del Azul de Metileno. La velocidad de decoloración del azul de metileno es un índice de la contaminación con microorganismos así, al adicionar el azul de metileno a la leche y someterla a baño maría se produce una decoloración, si ésta ocurre antes de los 30 minutos, la prueba se considera no satisfactoria

Ufc: Unidad formadora de colonia.

Valor D: Llamado también tiempo de reducción decimal, es el tiempo necesario para reducir a una décima el número de gérmenes presentes en el alimento. Cuanto mayor es D más elevada es la termo-resistencia de los microorganismos.

CAPÍTULO IX

9 BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, Carmen y LÓPEZ C. Guillermo. (2000) **“Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias lácticas de un queso ahumado andino artesanal. Posterior uso como cultivo iniciador.- Tesis de Licenciatura”**. [en línea]. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Dpto. de Biología, Laboratorio de biotecnología "Sixto David Rojo". Mérida – Venezuela. (Disponible en: <
http://tesispre.serbi.ula.ve/tede/tde_arquivos/7/TDE-2005-02-15T11:28:10Z17/Publico/carmencalvarado.pdf#search=%22carmencalvarado.pdf%22> [fecha de consulta: 2006-09-04]) 71 p.
2. ATLAS, Ronald. (1990) **Microbiología, fundamentos y aplicaciones**. Trad. por Jorge Tay Zavala Editorial CECSA. México D. F., México. 888 p.
3. CHR HANSEN, (s/f) **“Hoja técnica del Cal-Sol”**. Distribuidora Descalzi. Quito, Ecuador. 1p.
4. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. (2006) **“Cheese”** [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre. s/l. (Disponible en <
<http://en.wikipedia.org/wiki/Cheese>> [fecha de consulta: 2006-09-05]).

5. COLABORADORES DE WIKIPEDIA. (2006) “**Manufacturing of Cheddar cheese**” [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre. s/l. (Disponible en < http://en.wikipedia.org/wiki/Manufacturing_of_Cheddar_Cheese> [fecha de consulta: 2006-09-05])
6. ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA “ROBERTO QUIÑONEZ”. (2006) “**Manual sobre procesamiento de lácteos**” [en línea]. s/e. s/l. (Disponible en < www.ena.edu.sv/informacion%20academica/LÁCTEOS.PDF> [fecha de consulta: 2006-09-04].)
7. GARCÍA-PELAYO Ramón (1991) “**Diccionario pequeño Larousse ilustrado**”. Ediciones Larousse. París, Francia. 1663 p.
8. GONZÁLEZ, Manuel. (2002) “**Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt**” [en línea]. Senacyt - Ampyme. Soná, Panamá. (Disponible en < http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf> [fecha de consulta: 2006-09-13].)
9. HILL, Arthur R. (2006) “**Cheese**” [en línea]. Department of Food Science, University of Guelph. Ontario, Canadá. (Disponible en < <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/cheese.html> > [fecha de consulta: 2006-09-12]).
10. HILL, Arthur R. (2006) “**Cheese making**” [en línea]. Department of Food Science, University of Guelph. Ontario, Canadá. (Disponible en < <http://www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/welcom.htm>> [fecha de consulta: 2006-09-05]).

11. HILL, Arthur R. (2006) **“Dairy Chemistry and Physics”** [en línea]. Department of Food Science, University of Guelph. Ontario, Canada. (Disponible en <<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/chem.html> > [fecha de consulta: 2006-09-05]).
12. INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1973) **“Norma INEN NTE 0012:73.- Leche: Determinación del contenido de grasa”**. INEN. Quito – Ecuador.
13. INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1973) **“Norma INEN NTE 0062:73.- Quesos: Clasificaciones y Designaciones”**. INEN. Quito – Ecuador.
14. INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1973) **“Norma INEN NTE 0064:74.- Quesos: Determinación del contenido de grasas”**. INEN. Quito – Ecuador 11p.
15. INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1974) **“Norma INEN NTE 0067:74.-Queso Cheddar. Requisitos”**. INEN. Quito – Ecuador.
16. INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1984) **“Norma INEN NTE 0011:84.- Leche: Determinación de la densidad relativa”**. INEN. Quito – Ecuador.

17. INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1984) “**Norma INEN NTE 0013:84.- Leche: Determinación de la acidez titulable**”. INEN. Quito – Ecuador.
18. INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1987) “**Norma INEN NTE 009:87.- Leche cruda: Requisitos**”. INEN. Quito – Ecuador.
19. MADRID, Antonio. (1999) “**Tecnología quesera**”. Editorial Mundiprensa y AMV Ediciones. Madrid, España. 436p.
20. MATISSEK Reinhard, SCHNEPEL Frank, STEINER Gabriele (1998) “**Análisis de los alimentos.- Fundamentos - Métodos- Aplicaciones**” 2da ed. Editorial Acribia. Trad. del alemán por Otilia López Buesa. Pp. 10 – 12.
21. NASANOVSKY, Miguel; GARIJO, Rubén; KIMMICH, Ricardo. (2006) “**Lechería**” [en línea]. s/e. s/l. (Disponible en < <http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm> > [fecha de consulta: 2006-09-04])
22. NASON, Alvin (1991) **Biología** Trad. por Juan C. Cifuentes y Guadalupe Nava. Ed. Limusa. México D.F., México 726 p.
23. O’CONNOR, Charles B. (1993) “**Tradicional cheesemaking manual**” [en línea]. ILCA (International Livestock Centre for Africa). Addis Abeba, Etiopía. (Disponible en: < <http://www.ilri.cgiar.org/html/trainingMat/Cheese.pdf#search=%22%22TRADITIONAL%20CHEESEMAKING%20MANUAL%22%22> > [fecha de consulta: 2006-09-13]).

24. SEP – TRILLAS. (1997) **“Elaboración de Productos lácteos”**. Editorial Trillas. 1ra edición, 3ra reimpresión. México D.F., México pp. 63 – 80, 97 – 108.

25. TETRAPACK S.A. (2003) **“Manual de Industrias Lácteas”** Tetrapack S.A. Madrid, España. pp.18, 287.

26. VEISSEYRE, Roger. (1972) **“Lactología técnica”**. Editorial Acribia. Traducido del francés por Justino Burgos y José Luis Teresa. Zaragoza, España.

CAPÍTULO X

10 ANEXOS

ANEXO 1

Características principales de la prensa neumática para queso

- **Capacidad:** 150 quesos de 500 a 1000 gramos.
- **Material de construcción:** Acero al carbono con pintura anticorrosiva, las partes en contacto con el producto están forradas en acero inoxidable AISI 304 – 430.

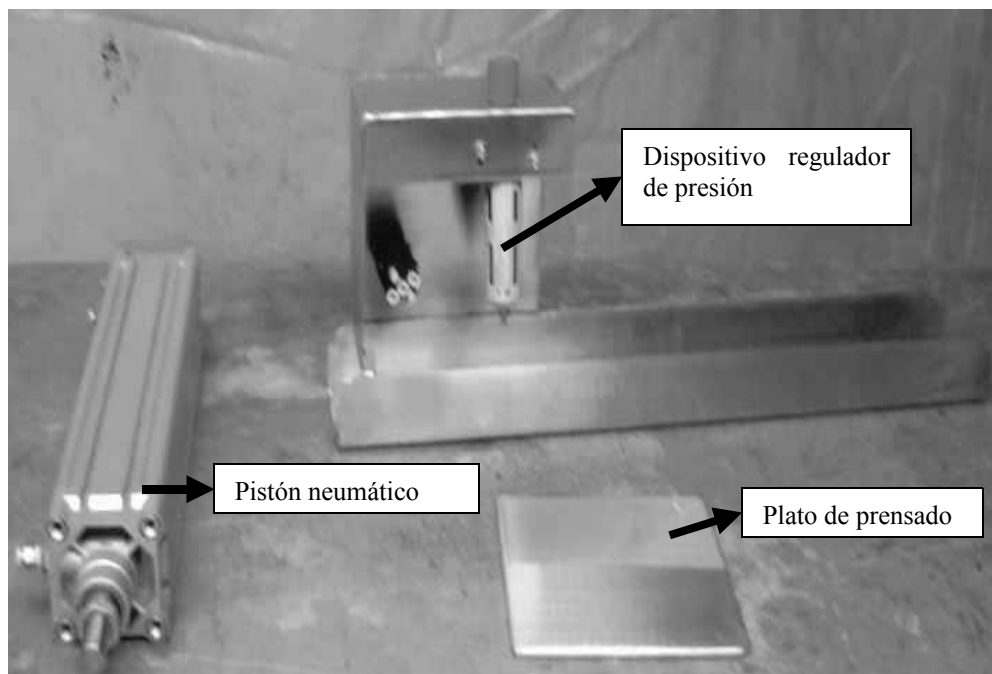
Otras características:

- Contiene una bandeja recolectora de suero cuyas medidas son 76 cm de largo x 60 cm de ancho x 12 cm de espesor.
- Incluye automatismos manuales, filtros neumáticos.
- Moldes rectangulares de 150 x 80 x 70 mm, tapa perforada de diámetro 660 mm.
- Cilindro neumático de 45 cm de alto x 9 cm de diámetro.
- Tableros inoxidables 50 cm de largo x 45,5 cm de ancho.
- Las medidas de la prensa son de 125 cm de alto x 68 cm de ancho con presiones de trabajo de entre 0 a 16 bares (ó 20 a 220 p s i.).

ANEXO 1 (página 2)



Vista de la prensa semiautomática (instalación)



ANEXO 2

Ventajas y desventajas de la prensa neumática vs. la prensa mecánica

| | PRENSA NEUMÁTICA | PRENSA MECÁNICA |
|--------------------|--|--|
| VENTAJAS | <ul style="list-style-type: none"> • Presión uniforme cuando el plato es pequeño. • Manipulación baja. • Se puede lograr presiones progresivas que ayudan a formar una buena corteza. • La presión puede mantenerse constante por mayor tiempo. • Se puede tener presiones mayores que en la prensa mecánica. | <ul style="list-style-type: none"> • Costo inicial más bajo. • Bajo mantenimiento. • No requiere de energía eléctrica. |
| DESVENTAJAS | <ul style="list-style-type: none"> • Costo inicial elevado. • Gran cantidad de horas de mantenimiento preventivo. • Requiere del uso de un compresor. • Requiere de energía eléctrica. | <ul style="list-style-type: none"> • Presiones no uniformes. • Necesita constante manipulación para ajustes. • Para lograr presiones progresivas se debe dar vuelta al volante de modo periódico. |

ANEXO 3

Hoja de encuestas para el catador
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
EVALUACIÓN SENSORIAL DEL
“QUESO SEMIMADURO TIPO CHEDDAR”.
INSTRUCCIONES.

- Para la calificación del producto, tómese el tiempo necesario, analizando detenidamente cada una de las características detalladas.
- Después de evaluar cada muestra enjuague su boca con el agua y continúe con la siguiente muestra.
- La sinceridad suya nos es muy importante, por lo que le pedimos que sea muy franco en la evaluación.

CARACTERÍSTICAS DEL QUESO CHEDDAR.

Color.- El color debería ser uniforme y translúcido ya sea que sea blanco o coloreado. Un leve moteado (manchitas) puede permitirse.

Olor.- Típico de esta variedad fluctuando en intensidad de suave a fuerte. Agradable sin olores extraños como a rancio u otros.

Sabor.- Un queso Cheddar ideal debe tener un sabor a limpio, ligeramente salado y a nuez. La intensidad del sabor varía con la edad.

Aspecto (aspecto externo).- El queso debería presentar una corteza sin roturas o forma simétrica y una apariencia atractiva, aseada y despejada.

Textura (aspecto interno).- El queso ideal deberá ser continuo y libre de aperturas, roturas, rompimientos o fisuras. Pequeñas aperturas de origen mecánico pueden permitirse.

Consistencia (Cuerpo).- El cuerpo deseable debe ser firme y resorteear, ligeramente elástico. El queso debe ser liso y ceroso cuando se aplasta entre los dedos. Una masa ligeramente floja o áspera puede permitirse.

ANEXO 3 (Página 2)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha: _____ Catador: _____

Marque con una X la alternativa que usted considere adecuada a las características de cada muestra.

1.- COLOR

| Alternativas | Muestras | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1.- Anaranjado uniforme | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Anaranjado pálido | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.- Con manchas | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- Manchas grandes | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Colores extraños | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | | | |

2.- OLOR

| Alternativas | Muestras | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1.- Me gusta mucho | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Me gusta | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.- Me gusta poco | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- No agradable. | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Mal oliente. | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO 3 (Página 3)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL (2)

Fecha: _____ Catador: _____

Marque con una X la alternativa que usted considere adecuada a las características de cada muestra.

1.- SABOR

| Alternativas | Muestras | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1.- Me gusta mucho | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Me gusta | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.- Me gusta poco | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- No agradable. | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Mal oliente. | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | | | |

2.- ASPECTO (Externo del queso)

| Alternativas | Muestras | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1.-Corteza muy lisa (Excelente) | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Corteza lisa | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.-Con ligeros cortes | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- Cortes profundos | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Muy irregular | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO 3 (Página 4)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL (3)

Fecha: _____ Catador: _____

Marque con una X la alternativa que usted considere adecuada a las características de cada muestra.

1.- TEXTURA

| Alternativas | Muestras | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1.- Muy lisa | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Lisa | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.- Pocos hoyuelos de gas / mecánicos. | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- Quebradizo / pegajoso | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Con hoyos grandes, o grietas | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | | | |

2.- CONSISTENCIA (CUERPO)

| Alternativas | Muestras | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1.- Firme | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Ligeramente firme | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.- Blanda | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- Dura | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Muy dura. | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO 4

Algunas bacterias ácido-lácticas comúnmente usadas en la elaboración del queso

| Nombre antiguo | Nombre nuevo | Comentarios |
|---|---|--|
| Cultivos mesófilos | | |
| <p><i>Streptococcus cremoris</i></p> <p><i>Streptococcus lactis</i></p> | <p><i>Lactococcus lactis ssp cremoris</i></p> <p><i>Lactococcus lactis ssp lactis</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Como una mezcla mixta entre dos formas es el cultivo mesófilo más común y homofermentativo. • Usado para muchas variedades de bajas temperaturas; queso fresco, Cheddar, y variedades Americanas, etc. |
| <p><i>Leuconostoc citrovorum</i></p> <p><i>Leuconostoc lactis</i></p> | <p><i>Leuconostoc mesenteroides spp cremoris</i></p> <p><i>Leuconostoc lactis</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Heterocultivos; fermentan el citrato; producen CO₂ y diacetilo. • A menudo se mezcla con <i>L. lactis ssp cremoris /lactis</i> para la mantequilla tradicional y la mantequilla. • Puede usarse para quesos con hoyos pequeños. |
| <p><i>Streptococcus diacetylactis</i></p> | <p><i>Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Heterocultivos, fermenta el citrato; produce CO₂ y diacetilo. • Mezclados con <i>Lactococcus</i> homofermentativo para el queso con hoyos pequeños. |

ANEXO 4 (página 2)

Algunas bacterias ácido-lácticas comúnmente usadas en la elaboración del queso

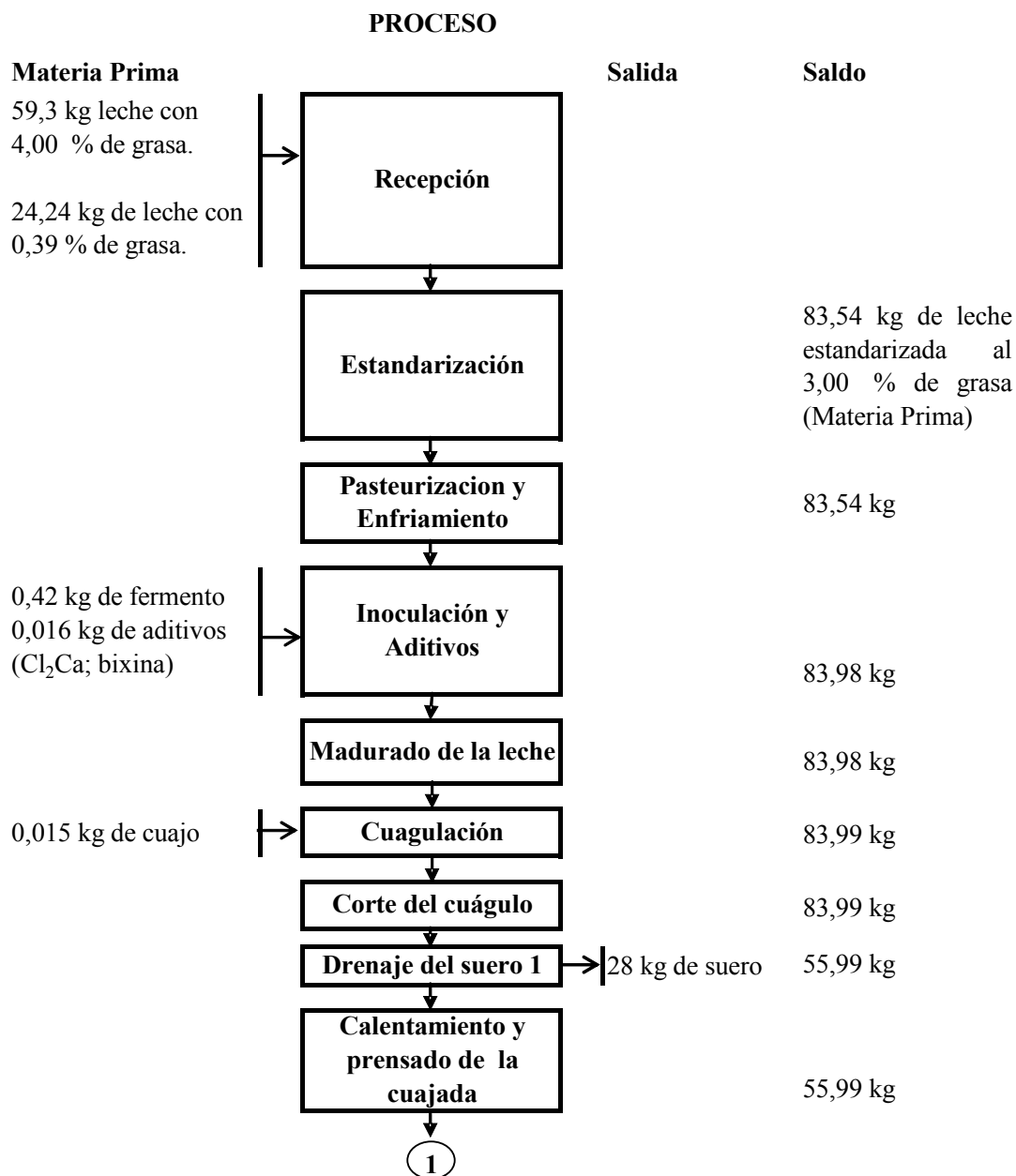
| Nombre antiguo | Nombre nuevo | Comentarios |
|-----------------------------------|--|--|
| Cultivos termófilos | | |
| <i>Streptococcus thermophilus</i> | <i>Streptococcus salivarius ssp thermophilus</i> | <ul style="list-style-type: none"> Comúnmente se usa mezclas cocos/bacilos para variedades de alta temperatura, Suizos e italianos. |
| <i>Lactobacillus helveticus</i> | <i>Lactobacillus helveticus</i> | <ul style="list-style-type: none"> <i>L. helveticus</i> galactosa +, usados para reducir el pardeamiento en Mozzarella, y promover la proteólisis en el Cheddar. |
| <i>Lactobacillus bulgaricus</i> | <i>Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus</i> | <ul style="list-style-type: none"> Comúnmente mezclados con <i>S. salivarius ssp thermophilus</i> para el yogurt. Alternativa a <i>L. helveticus</i> en queso de alta temperatura. |
| <i>Lactobacillus lactis</i> | <i>Lactobacillus delbrueckii ssp lactis</i> | <ul style="list-style-type: none"> Alternativa a <i>L. helveticus</i> y <i>L. bulgaricus</i> dónde una baja acidez es preferida en yogures suaves y probióticos. |

Fuente: Hill, Arthur R, Cheese making (2006).

ANEXO 5

Balance de materiales promedio para la elaboración de un lote de queso

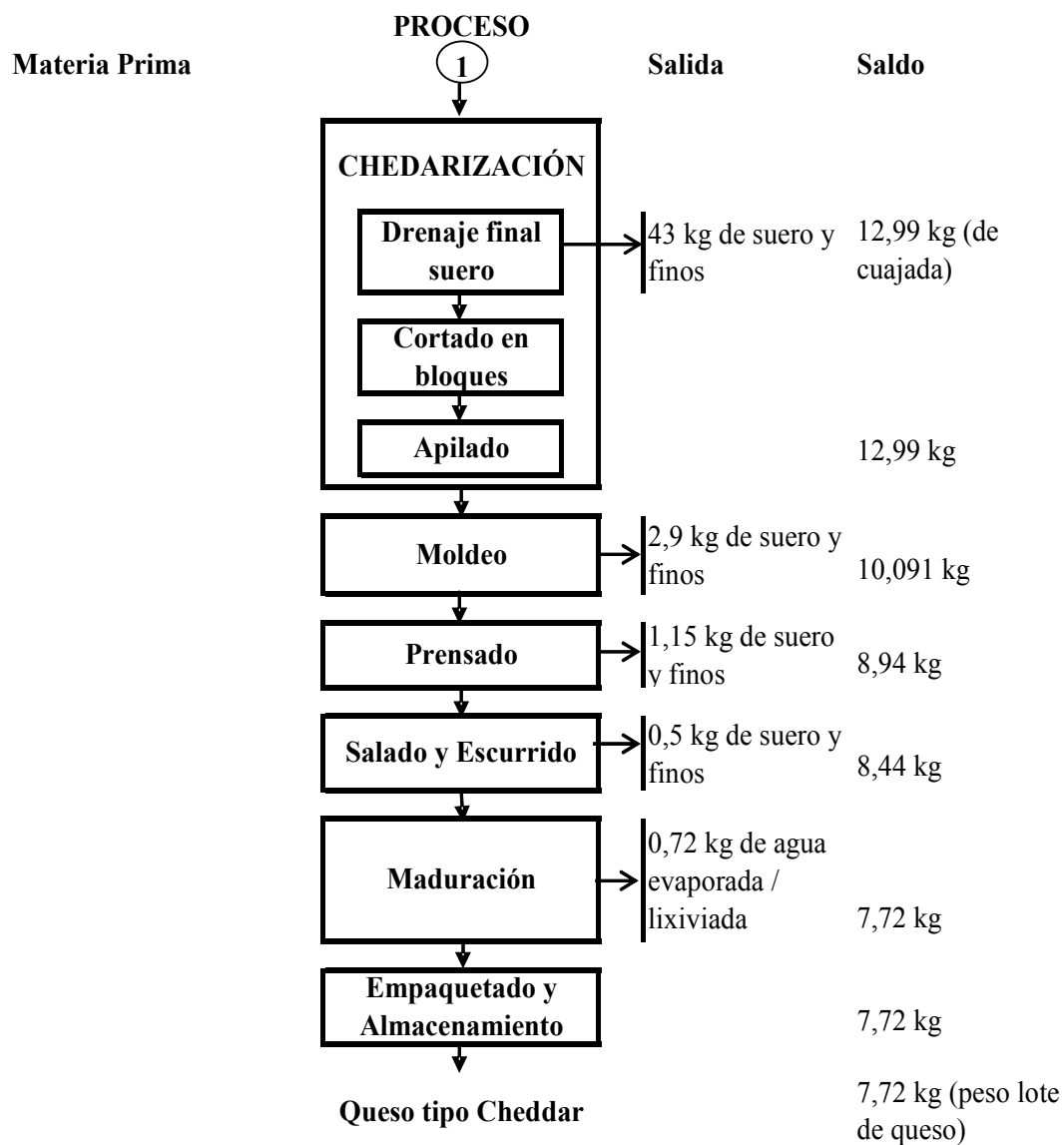
Cheddar (2 tratamientos)



ANEXO 5 (página 2)

Balance de materiales promedio para la elaboración de un lote de queso

Cheddar (2 tratamientos)



ANEXO 6

Rendimientos y pérdida de peso en cada tratamiento durante la maduración del queso tipo Cheddar

En base a una unidad experimental

| <i>Tratam.</i> | Código | Peso queso inicial g | Peso queso maduro g | Pérdida de humedad % |
|-------------------------|--------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| T1 | P1M1 | 856,0 | 766,0 | 11,8 |
| T2 | P1M2 | 942,8 | 808,0 | 16,7 |
| T3 | P1M3 | 825,0 | 737,3 | 11,9 |
| T4 | P2M1 | 844,6 | 756,3 | 11,7 |
| T5 | P2M2 | 926,0 | 828,2 | 11,8 |
| T6 | P2M3 | 806,3 | 716,0 | 12,6 |
| T7 | P3M1 | 907,6 | 850,8 | 6,7 |
| T8 | P3M2 | 930,2 | 873,2 | 6,5 |
| T9 | P3M3 | 736,5 | 709,0 | 3,9 |
| T10 | P4M1 | 935,8 | 862,0 | 8,6 |
| T11 | P4M2 | 901,4 | 850,6 | 6,0 |
| T12 | P4M3 | 716,0 | 673,8 | 6,3 |
| Promedio total : | | 860,7 | 785,9 | 9,3 |

En base a todo el tratamiento (5 unidades experimentales)

| <i>Tratam.</i> | Código | Volumen leche inicial litros | Peso total de queso maduro kg | Rendimiento final por kg de queso litros |
|-------------------------|--------|---------------------------------|----------------------------------|---|
| T1 | P1M1 | 40,8 | 3,8 | 10,7 |
| T2 | P1M2 | 40,2 | 3,8 | 10,6 |
| T3 | P1M3 | 41,3 | 3,6 | 11,5 |
| T4 | P2M1 | 40,2 | 3,7 | 10,9 |
| T5 | P2M2 | 40,5 | 4,1 | 9,9 |
| T6 | P2M3 | 39,8 | 3,5 | 11,4 |
| T7 | P3M1 | 39,9 | 4,3 | 9,3 |
| T8 | P3M2 | 42,1 | 4,4 | 9,6 |
| T9 | P3M3 | 41,0 | 3,3 | 12,4 |
| T10 | P4M1 | 41,1 | 4,3 | 9,6 |
| T11 | P4M2 | 40,8 | 4,3 | 9,5 |
| T12 | P4M3 | 40,0 | 3,1 | 12,9 |
| Promedio total : | | 40,6 | 3,9 | 10,7 |

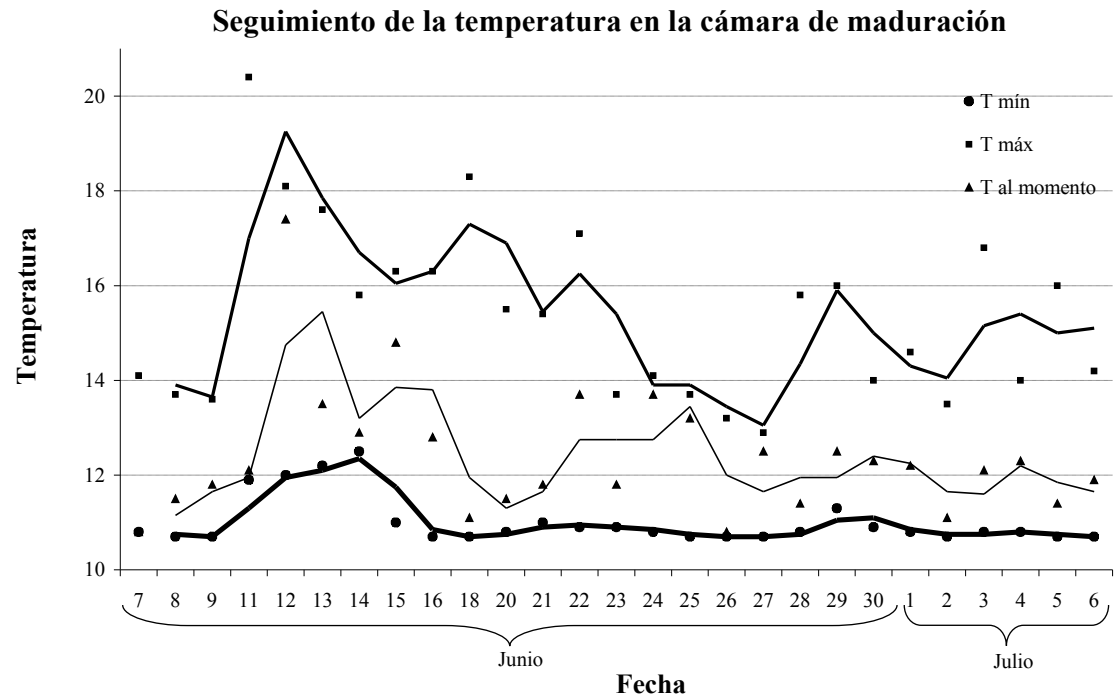
ANEXO 7

Control de materia prima

| TRATAMIENTOS | ESTANDARIZADALECHE | TEMPERATURA | DENSIDAD | GRASA | SÓLIDOS TOTALES | ACIDEZ | pH |
|--------------|--------------------|-------------|---------------------|-------|--------------------|--------|------|
| | litros | °C | g / cm ³ | % | % | °D | |
| T1 | 40,5 | 8,5 | 1,030 | 3,0 | 11,7 | 15 | 6,59 |
| T2 | 40,5 | 18,0 | 1,032 | 2,9 | 12,2 | 18 | 6,46 |
| T3 | 40,5 | 17,0 | 1,031 | 3,1 | 12,2 | 17 | 6,65 |
| T4 | 40,5 | 8,5 | 1,030 | 3,0 | 11,7 | 15 | 6,59 |
| T5 | 40,5 | 18,0 | 1,032 | 2,9 | 12,2 | 18 | 6,46 |
| T6 | 40,5 | 17,0 | 1,031 | 3,1 | 12,2 | 17 | 6,65 |
| T7 | 40,5 | 15,0 | 1,030 | 3,0 | 11,8 | 17 | 6,47 |
| T8 | 40,5 | 11,5 | 1,030 | 3,0 | 11,8 | 17 | 6,48 |
| T9 | 40,5 | 16,0 | 1,030 | 2,8 | 11,5 | 16 | 6,50 |
| T10 | 40,5 | 15,0 | 1,030 | 3,0 | 11,8 | 17 | 6,47 |
| T11 | 40,5 | 11,5 | 1,030 | 3,0 | 11,8 | 17 | 6,48 |
| T12 | 40,5 | 16,0 | 1,030 | 2,8 | 11,5 | 16 | 6,50 |

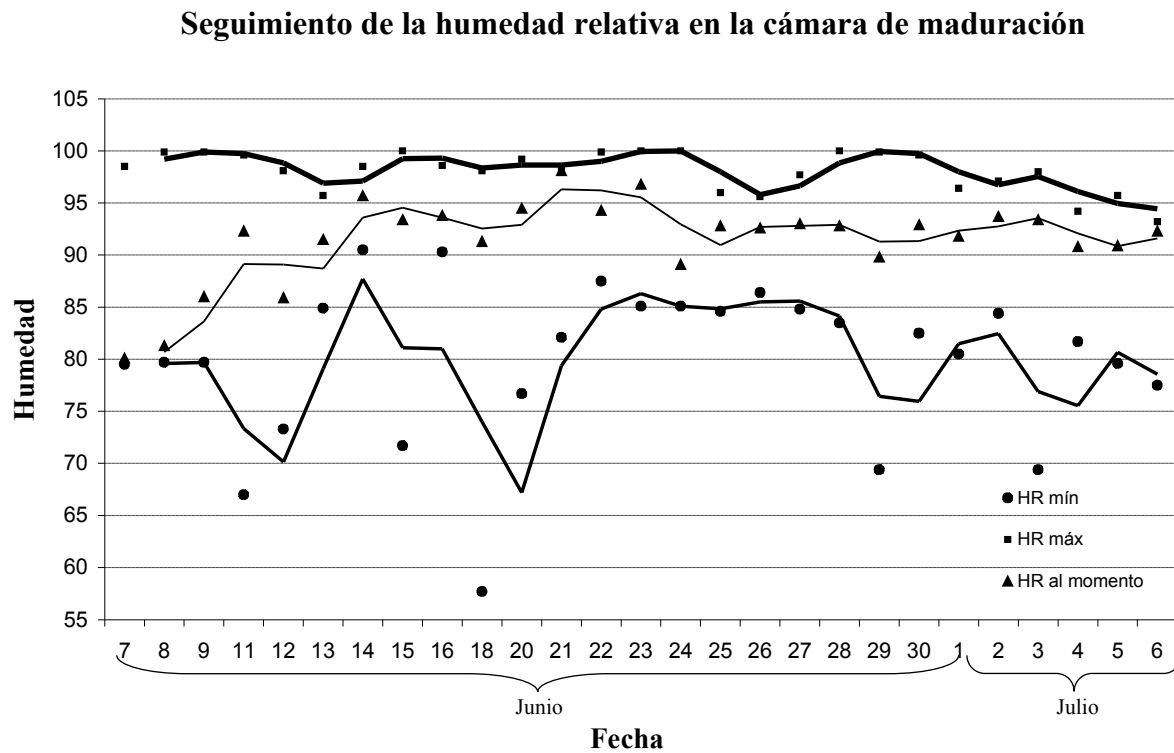
ANEXO 8
Seguimiento de la temperatura en la cámara de maduración

| Fecha de medición | T. mín. °C | T. máx. °C | T. al mom. °C |
|-------------------|------------|------------|---------------|
| 2007-06-07 | 10.8 | 14.1 | 10.8 |
| 2007-06-08 | 10.7 | 13.7 | 11.5 |
| 2007-06-09 | 10.7 | 13.6 | 11.8 |
| 2007-06-11 | 11.9 | 20.4 | 12.1 |
| 2007-06-12 | 12 | 18.1 | 17.4 |
| 2007-06-13 | 12.2 | 17.6 | 13.5 |
| 2007-06-14 | 12.5 | 15.8 | 12.9 |
| 2007-06-15 | 11 | 16.3 | 14.8 |
| 2007-06-16 | 10.7 | 16.3 | 12.8 |
| 2007-06-18 | 10.7 | 18.3 | 11.1 |
| 2007-06-20 | 10.8 | 15.5 | 11.5 |
| 2007-06-21 | 11 | 15.4 | 11.8 |
| 2007-06-22 | 10.9 | 17.1 | 13.7 |
| 2007-06-23 | 10.9 | 13.7 | 11.8 |
| 2007-06-24 | 10.8 | 14.1 | 13.7 |
| 2007-06-25 | 10.7 | 13.7 | 13.2 |
| 2007-06-26 | 10.7 | 13.2 | 10.8 |
| 2007-06-27 | 10.7 | 12.9 | 12.5 |
| 2007-06-28 | 10.8 | 15.8 | 11.4 |
| 2007-06-29 | 11.3 | 16 | 12.5 |
| 2007-06-30 | 10.9 | 14 | 12.3 |
| 2007-07-01 | 10.8 | 14.6 | 12.2 |
| 2007-07-02 | 10.7 | 13.5 | 11.1 |
| 2007-07-03 | 10.8 | 16.8 | 12.1 |
| 2007-07-04 | 10.8 | 14 | 12.3 |
| 2007-07-05 | 10.7 | 16 | 11.4 |
| 2007-07-06 | 10.7 | 14.2 | 11.9 |



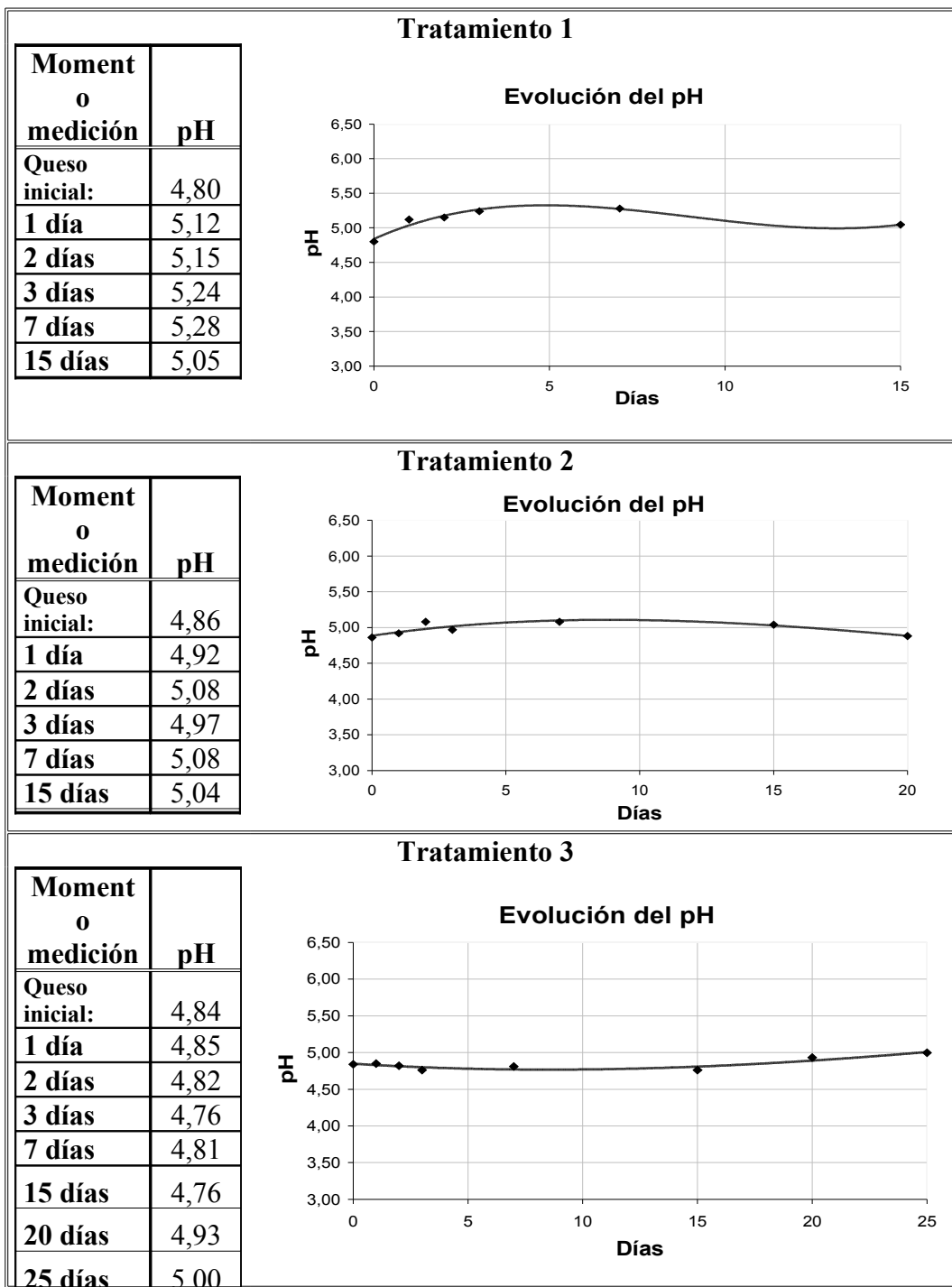
ANEXO 9
Seguimiento de la humedad relativa en la cámara de maduración

| Fecha de medición | HR. Mín. % | HR. Máx. % | HR. al mom % |
|-------------------|------------|------------|--------------|
| 2007-06-07 | 79.5 | 98.5 | 80.1 |
| 2007-06-08 | 79.7 | 99.9 | 81.3 |
| 2007-06-09 | 79.7 | 99.9 | 86 |
| 2007-06-11 | 67 | 99.6 | 92.3 |
| 2007-06-12 | 73.3 | 98.1 | 85.9 |
| 2007-06-13 | 84.9 | 95.7 | 91.5 |
| 2007-06-14 | 90.5 | 98.5 | 95.7 |
| 2007-06-15 | 71.7 | 100 | 93.4 |
| 2007-06-16 | 90.3 | 98.6 | 93.8 |
| 2007-06-18 | 57.7 | 98.1 | 91.3 |
| 2007-06-20 | 76.7 | 99.2 | 94.5 |
| 2007-06-21 | 82.1 | 98.1 | 98.1 |
| 2007-06-22 | 87.5 | 99.9 | 94.3 |
| 2007-06-23 | 85.1 | 100 | 96.8 |
| 2007-06-24 | 85.1 | 100 | 89.1 |
| 2007-06-25 | 84.6 | 96 | 92.8 |
| 2007-06-26 | 86.4 | 95.6 | 92.6 |
| 2007-06-27 | 84.8 | 97.7 | 93 |
| 2007-06-28 | 83.5 | 100 | 92.8 |
| 2007-06-29 | 69.4 | 99.9 | 89.8 |
| 2007-06-30 | 82.5 | 99.6 | 92.9 |
| 2007-07-01 | 80.5 | 96.4 | 91.8 |
| 2007-07-02 | 84.4 | 97.1 | 93.7 |
| 2007-07-03 | 69.4 | 98 | 93.4 |
| 2007-07-04 | 81.7 | 94.2 | 90.8 |
| 2007-07-05 | 79.6 | 95.7 | 90.9 |
| 2007-07-06 | 77.5 | 93.2 | 92.3 |

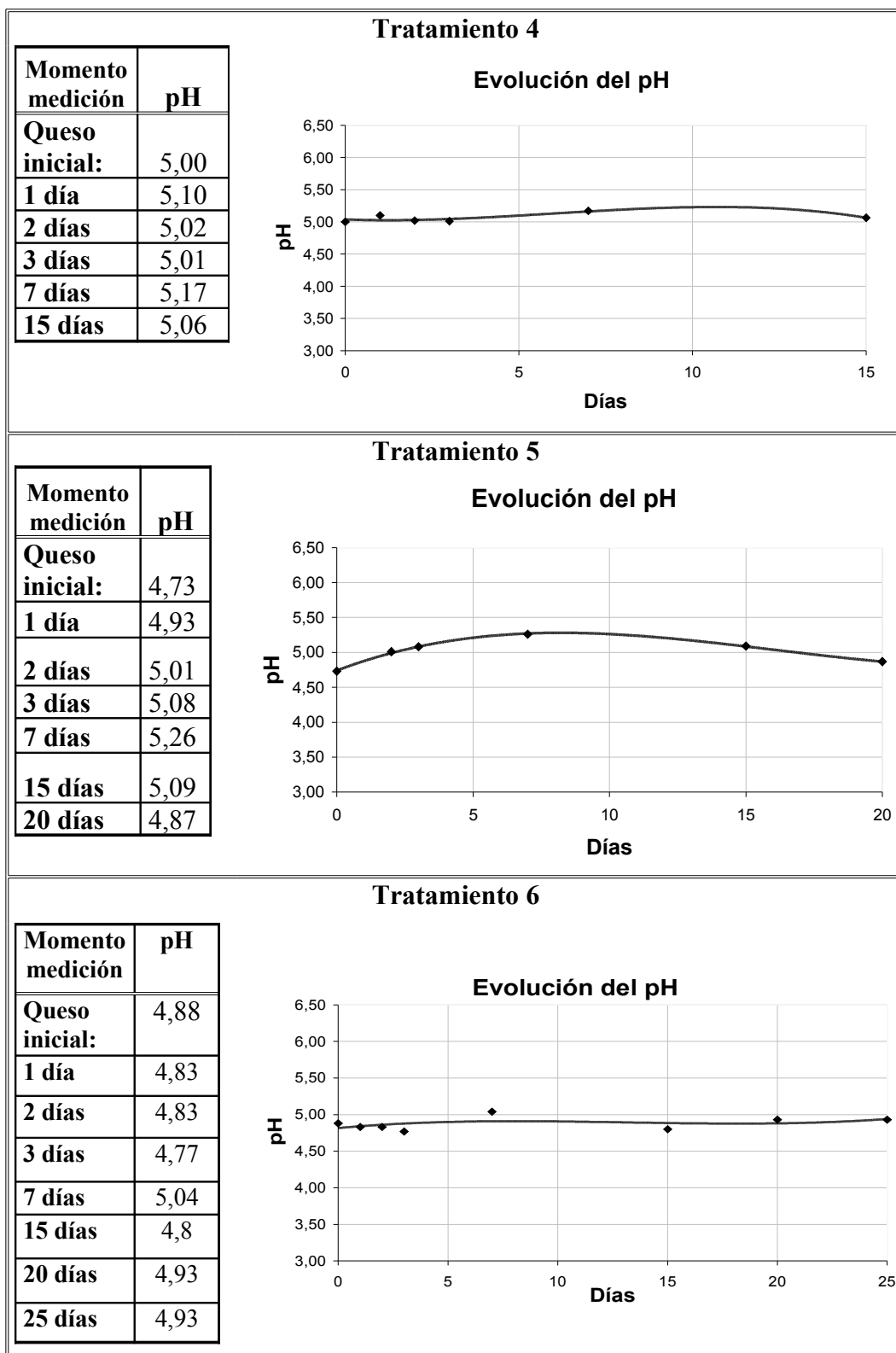


ANEXO 10

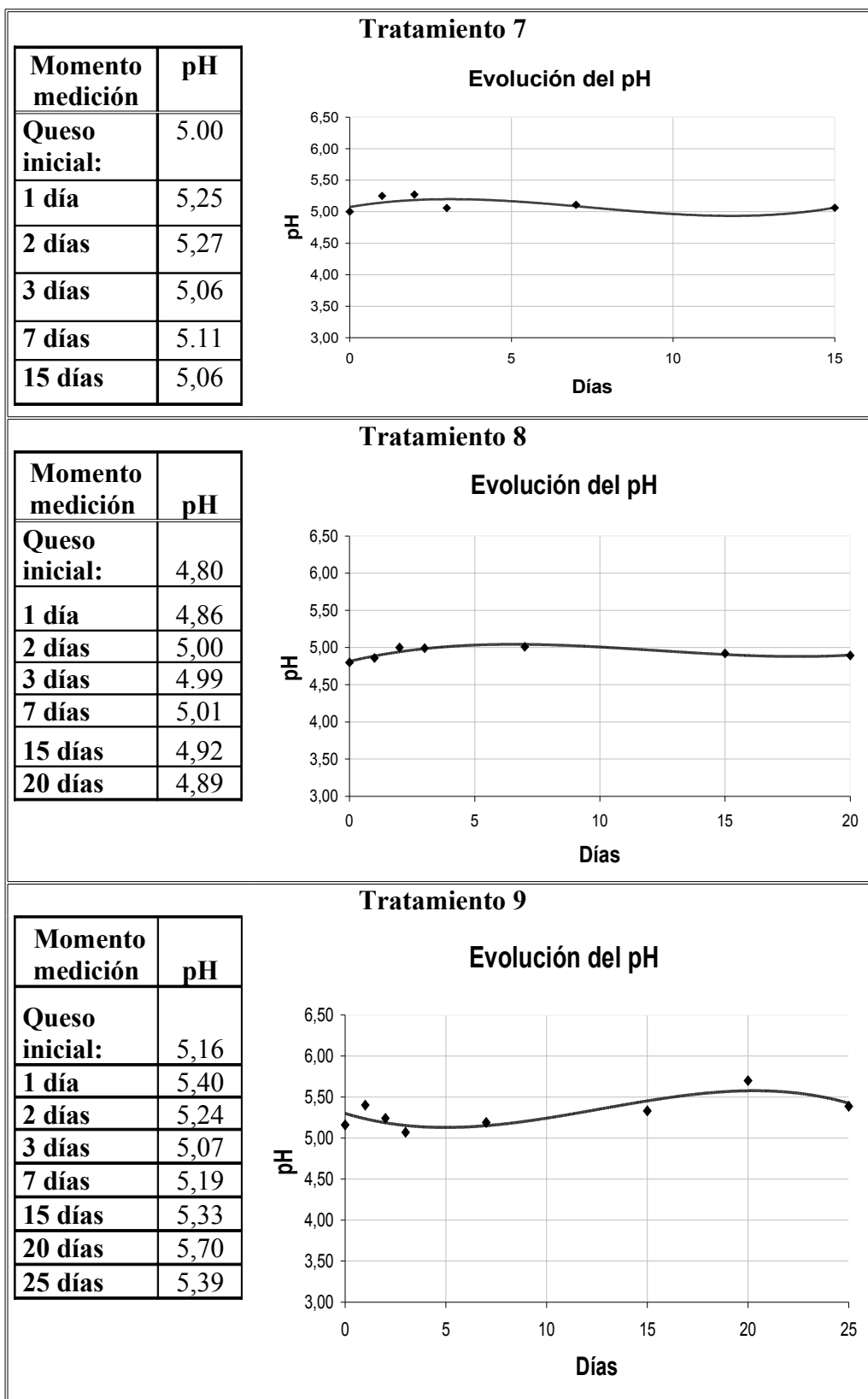
Seguimiento del pH en los tratamientos



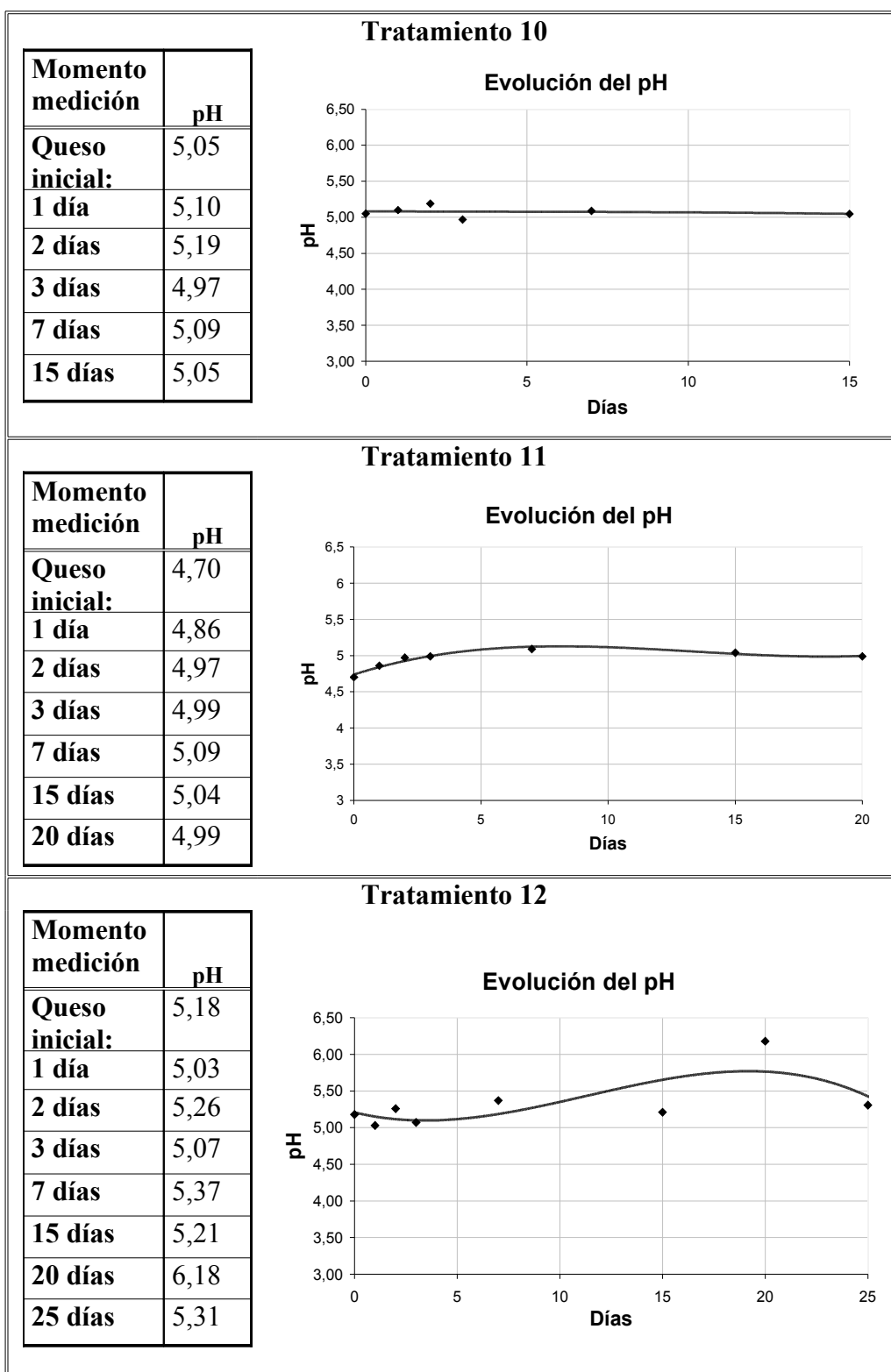
ANEXO 10 (página 2)



ANEXO 10 (página 3)



ANEXO 10 (página 4)



ANEXO 11

Norma INEN NTE 67-73.- (Queso Cheddar: Requisitos)

| | | |
|--|---|--|
| CDU 637 | NTE 67-73 | AL 03.01-404 |
| Norma Ecuatoriana | QUESO CHEDDAR REQUISITOS | INEN 67 1973-10 |
| <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">OBLIGATORIA</p> | <p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir el queso Cheddar.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGIA</p> <p>2.1 <i>Queso Cheddar.</i> Es un queso duro, extragrasso y madurado que durante su fabricación ha sido sometido a un proceso de cheddarización.</p> <p>2.2 <i>Cheddarización.</i> Es un proceso especial aplicado durante la fabricación del queso Cheddar, que tiene como objeto desarrollar su acidez y eliminar agua para conseguir que la cuajada se haga más compacta, lisa y elástica.</p> <p style="text-align: center;">3. REQUISITOS DEL PRODUCTO</p> <p>3.1 Requisitos generales</p> <p>3.1.1 <i>Forma.</i> El queso Cheddar podrá presentarse, de preferencia, en forma cilíndrica o en forma de bloques cúbicos, en ambos casos con bordes rectos y caras planas, y podrá tener diversas dimensiones.</p> <p>3.1.2 <i>Corteza.</i> La corteza del queso Cheddar deberá presentar consistencia dura y aspecto liso, y podrá estar recubierta de cera o envuelta en tela; su color podrá variar de paja pálido a paja oscuro hasta anaranjado. Los bloques sin corteza podrán ir envueltos en una película flexible cerrada herméticamente.</p> <p>3.1.3 <i>Pasta.</i> La pasta del queso Cheddar deberá presentar textura firme, lisa y cerosa, y no deberá presentar agujeros debidos a la formación de gas. Su color deberá ser uniforme y podrá variar del paja pálido a paja oscuro hasta anaranjado, y su olor deberá ser el típico de esta variedad, fluctuando en intensidad de suave a fuerte.</p> <p>3.2 Requisitos de fabricación</p> <p>3.2.1 <i>Materia prima.</i> El queso Cheddar deberá fabricarse con leche fresca o con leche pasteurizada.</p> | <p style="text-align: center;">PALMACEÑA</p> <p style="text-align: center;">INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION BIBLIOTECA</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999-Ave. Colón 1663-Quito-Ecuador—Prohibida la reproducción

3.2.2 Proceso. El queso Cheddar deberá elaborarse en condiciones sanitarias adecuadas y su proceso de fabricación deberá ajustarse a las características esenciales de fabricación indicadas en el anexo A.

3.2.3 Aditivos. Además de los aditivos permitidos en la norma INEN 66 para los quesos maduros, al queso Cheddar podrá añadirse achiote o caroteno de origen natural.

3.3 Especificaciones

3.3.1 El queso Cheddar, ensayado de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos del queso Cheddar

| REQUISITOS | Mín. (%) | Máx. (%) | METODO DE ENSAYO |
|---------------------------|-------------|-------------|------------------|
| Humedad | - | 39 | INEN 63 |
| Grasa en el extracto seco | 48 | - | INEN 64 |

3.3.2 El ensayo de la fosfatasa, realizado de acuerdo con la norma INEN 65 sobre el queso Cheddar que haya sido fabricado con leche pasteurizada (ver 3.2.1) deberá dar un máximo de 3 unidades de fosfatasa.

4. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

4.1 Envasado. El queso Cheddar deberá acondicionarse en un envase cuyo material sea resistente a la acción del producto y que no altere las características organolépticas del mismo.

4.2 Rotulado. El rótulo o la etiqueta del envase deberá incluir la siguiente información:

- a) denominación del producto: *QUESO CHEDDAR*,
- b) designación del producto según INEN 62, por ejemplo: *madurado, duro, extra*,
- c) razón social del fabricante, su dirección o nombre de la zona o provincia respectiva,
- d) dirección completa del importador o preenvasador, si el queso es fabricado en el extranjero, y del país,
- e) fecha de fabricación,
- f) declaración de los aditivos añadidos,
- g) indicación de pasteurizado, en caso de que lo sea (ver 4.3),
- h) número de Registro Sanitario, e
- i) nombre del país de origen.

(Co

4.3 Sólo podrá llevar indicación de pasteurizado, el queso Cheddar que haya sido fabricado con leche pasteurizada y cumpla con el requisito establecido en 3.3.2.

5. MUESTREO

5.1 El muestreo deberá realizarse de acuerdo con la norma INEN 4.

INSTITUTO ECUATORIANO
DE NORMALIZACION
BIBLIOTECA

(Continúa)

ANEXO A

CARACTERISTICAS ESENCIALES DEL METODO
DE FABRICACION DEL QUESO CHEDDAR

- A.1 Tratamiento térmico de la leche.** La leche que se usa para la fabricación del queso puede ser fresca o pasteurizada.
- A.2 Método de fermentación.** Se añade a la leche de 1,0 a 2,5 0/0 de fermentos lácticos. Se deja fermentar durante un período de hasta dos horas, antes de añadir el cuajo. Pueden añadirse los colorantes permitidos.
- A.3 Método de coagulación.** Con cuajo u otras enzimas coagulantes apropiadas.
- A.4 Tratamiento térmico del coágulo.** La cuajada se corta, se remueve y se calienta a temperatura de 37,5° a 40°C manteniendo el movimiento para facilitar y regular la separación del suero, y luego se vierte el suero.
- A.5 Método de cheddarización.** Puede realizarse en un recipiente separado. Se corta la cuajada en bloques, a los que se les da la vuelta y se amontonan progresivamente. Durante este proceso, la cuajada se mantiene caliente y el suero se vierte, lo que, unido al desarrollo de la acidez, hace que la cuajada se haga más compacta, lisa y elástica. Cuando se obtiene una acidez sustancial, que puede llegar hasta 0,90 0/0, expresado como ácido láctico, se procede a la fragmentación y enjuagado (para eliminar el suero superficial) de la cuajada.
- A.6 Adición de cloruro de sodio.** Se añade a la cuajada aproximadamente de 2,0 a 2,5 0/0 de sal común, para obtener en el queso de 1,5 a 1,8 0/0.
- A.7 Prensado y maduración.** A continuación, la cuajada se mezcla y se moldea y se prensa. Los quesos se almacenan y se los deja madurar en el almacén por un tiempo comprendido entre 3 y 12 meses dependiendo de la temperatura y del grado de maduración requerido.