

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TEMA

“DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D),
CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE
TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL
Y EL MÉTODO MATEMÁTICO EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A.
MACHACHI 2012”

AUTOR

Carlos Gabriel Cajamarca Zurita

DIRECTOR

Ing. M.Sc. Manuel Enrique Fernández Paredes

LATACUNGA - ECUADOR

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Carlos Gabriel Cajamarca Zurita, declaro bajo juramento que el presente trabajo es de mí auditoría; que no ha sido presentado para ningún grado o calificación y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Por el cual hago constar la investigación de grado titulado: “DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D), CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y EL MÉTODO MATEMÁTICO EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012”.

Atentamente,

.....
Carlos Gabriel Cajamarca Zurita
C.I. 172183643-3

INFORME DEL DIRECTOR

En calidad de Director de Tesis con el tema: “DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D), CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y EL MÉTODO MATEMÁTICO EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012” presentado por el postulante Cajamarca Zurita Carlos Gabriel, como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo con el reglamento de títulos y grado, considero que el documento mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Atentamente,

.....
Ing. M.Sc. Manuel Enrique Fernández Paredes
DIRECTOR DE TESIS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS

En calidad de miembros de tribunal de grado aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi – Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto, el postulante Cajamarca Zurita Carlos Gabriel con el tema de tesis: : “DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D), CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y EL MÉTODO MATEMÁTICO EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los meritos suficientes para ser sometido al acto de defensa de tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

.....
Ing. Marcelo Rosales
PRESIDENTE

.....
Ing. Jeny Silva
OPOSITOR

.....
Ing. Javier Tapia
MIEMBRO

Agradecimiento

Al culminar esta investigación quiero expresar mi profundo y eterno agradecimiento al Ing. M.Sc. Manuel Fernández docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales - Carrera de Ingeniería Agroindustrial y director de tesis, por brindarme el soporte técnico y científico.

Al tribunal de Tesis: Ing. Jeny Silva, Ing. Marcelo Rosales e Ing. Javier Tapia por brindar el soporte técnico para la culminación de la investigación.

A todos los profesionales de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Agronómica, Ingeniería en Medio Ambiente y Medicina Veterinaria, quienes contribuyen de una u otra manera en el desarrollo de mi perfil profesional; en especial Ing. M.Sc. Emerson Jácome profesor de Diseño Experimental y Biometría.

A todos mis amigos y amigas con los que he contado siempre. Gracias por ser mis amigos y recuerden que siempre los llevaré en mi corazón; especialmente a Jorge alias Roco, Patricio alias Pato, Edwin, Luis alias Lucho, David alias Totti, Jeremías, alias Lince, Fabricio (compañeros de clase), Ma. Belén con cariño Belencita, Lorena bueno Lola (compañeras de la carrera), con quienes he compartido gratos momentos.

También de manera especial al Ing. Juan Pablo Grijalva (Gerente General), Ing. Marcelo Peña Durini (Presidente), Ing. Rolando Mosquera (Gerente de Planta), Ing. Maritza Pujos (Analista de Calidad) y a todo el personal que laborada en Sociedad Industrial Ganadera El Ordeño S.A. por brindarme la oportunidad de culminar con éxito dicha investigación.

Carlos Cajamarca

Dedicatoria

Al culminar una nueva etapa de mi vida, con mucho cariño dedico este trabajo:

A mis padres: Alberto y Josefina

Trabajo, que refleja el esfuerzo y sacrificio que me brindaron en cada momento, para hacer de mí un ser humano digno de representar a mi patria y honrar a mi Familia.

A mis hermanos: Marco Antonio y Deysi Alexandra

*Por estar siempre conmigo, los quiero mucho. Gracias hermanos:
Marco por brindarme tú apoyo incondicional y mi chiquita linda Deysi por alegrarme mi vida.*

*A mis abuelitos y abuelitas: José Zurita (+) y Ma. Antonia Quillupangui
Alberto Cajamarca y Ma. Mercedes Caiza*

Abuelito José en donde quiera que estés, siempre vivirás en mi corazón, gracias por brindarme todo tú cariño; algún día nos reuniremos.

A mis tíos y primos

Le agradezco por poder contar siempre con ustedes; primo Juan Carlos Escobar (+), siempre vivirás en nuestro corazón.

Y especialmente a la mujer de mi vida: Mireya Caiza

Con quien he vivido los mejores momentos de mi vida; siempre serás mi amorcito lindo. Gracias por darle felicidad a mi vida, apoyarme en todo momento y hacer de esto una realidad. Te amo mucho.

Carlos Cajamarca

ÍNDICE

Portada.....	i
Declaración de autoría.....	ii
Aval del director de tesis.....	iii
Aval de los miembros del tribunal.....	iv
Agradecimiento.....	v
Dedicatoria.....	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas, cuadros, figuras, gráficos.....	xiii
Resumen.....	xvii
Abstract.....	xviii

Introducción.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.1.2. Investigaciones Relacionadas.....	5
1.2. Marco Teórico.....	6
1.2.1. Leche cruda.....	6
1.2.1.1. Definición.....	7
1.2.1.2. Composición química.....	7

1.2.1.3. Propiedades fisicoquímicas	9
1.2.1.4. Características organolépticas	14
1.2.2. Leche de consumo	14
1.2.2.1. Tiempo-Temperatura de ultrapasteurización	17
1.2.2.2. Choque térmico en ultrapasteurización	18
1.2.2.3. Equipo de ultrapasteurización	18
1.2.2.4. Características Organolépticas. Análisis Sensorial	20
1.2.2.5. Tiempo de vida útil	23
2.2.2.6. Valor nutricional	25
1.2.3. Microbiología de la leche	25
1.2.3.1. Definición	25
1.2.3.2. Tipos de microorganismos	25
1.2.3.3. Formas de agruparlos	26
1.2.3.4. Microorganismos de importancia en la leche cruda	29
1.2.3.5. Microorganismos de importancia en la leche ultrapasteurizada	29
1.2.3.6. Contaminación de la leche	30
1.2.3.7. Determinación de la calidad microbiológica de la leche	31
1.2.4. Leche en relación con las enfermedades	32
1.2.4.1. <i>Listeria monocytogenes</i> – listeriosis humana	32
1.2.4.2. <i>Coxiella burnetti</i> – fiebre Q	33
1.2.4.3. Enfermedades infectocontagiosas	33
1.2.5. Control de calidad de la leche	34
1.2.5.1. Análisis de densidad relativa	34
1.2.5.2. Análisis de materia grasa	36
1.2.5.3. Análisis de sólidos no grasos	37
1.2.5.4. Análisis de sólidos totales	37
1.2.5.5. Análisis de acidez titulable como ácido láctico	38
1.2.5.6. Análisis de pH	39
1.2.5.7. Recuento de Aerobios mesófilos	40

1.2.6. Procesos Térmicos.....	40
1.2.6.1. Tratamiento Térmico. Definición.....	40
1.2.6.2. Aspectos de importancia.....	41
1.2.6.3. Método General.....	42
1.2.6.4. Método Matemático.....	42
1.2.6.5. Cinética de destrucción térmica.....	43
1.2.6.6. Tiempo de Reducción Decimal (D).....	44
1.2.6.7. Curva de Destrucción Térmica.....	47
1.2.6.8. Constante de Resistencia Térmica (z).....	49
1.2.6.9. Tiempo de Muerte Térmica (F).....	51
1.2.6.10. Efecto de la temperatura en los distintos componentes de la leche.....	52
1.2.6.11. Probabilidad de deterioro.....	52

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
2.1. Antecedentes de la Empresa.....	53
2.1.1. Sociedad Industrial Ganadera El Ordeño S.A.....	53
2.1.1.1. Objetivo y Visión.....	53
2.1.1.2. Motivo de orgullo.....	54
2.1.1.3. Principales a actividades.....	54
2.1.1.3. Organigrama de Dirección Planta UHT de la empresa El Ordeño S.A.....	55
2.2. Características del Área Experimental.....	55
2.2.1. Ubicación Geográfica.....	55
2.2.2. Características Climáticas del Cantón Mejía.....	56
2.3. Recursos Humanos.....	57
2.3.1. Postulante.....	57
2.3.2. Director.....	57

2.3.3. Gerente Propietario	57
2.4. Materiales, Equipos y Reactivos	57
2.4.1. Materiales	57
2.4.1.1. Materiales de Producción	57
2.4.1.2. Materiales de Laboratorio	58
2.4.1.3. Materiales de Oficina	59
2.4.2. Equipos	59
2.4.2.1. Equipos de Producción	59
2.4.2.2. Equipos de Laboratorio	59
2.4.2.3. Equipos de Oficina e Informática	59
2.4.3. Reactivos	60
2.4.1.1. Reactivos de Producción	60
2.4.1.2. Reactivos de Laboratorio	60
2.5. Análisis Estadístico	61
2.5.1. Universo de Estudio	61
2.5.1.1. Población	61
2.5.1.2. Muestra	61
2.5.2. Diseño Experimental	62
2.5.2.1. Tipo de diseño	62
2.5.2.2. Factores en estudio	62
2.5.2.3. Tratamientos	64
2.5.2.4. Número de repeticiones	65
2.5.2.5. Análisis de Varianza	65
2.5.2.6. Disposición en el sitio experimental	68
2.5.2.7. Variables evaluadas	68
2.5.2.8. Análisis Funcional	69

2.6. Manejo del Experimento.....	69
2.6.1. Metodología de Laboratorio.....	69
2.6.2. Metodología de Producción.....	71
2.7. Métodos y Técnicas.....	72
2.7.1. Métodos.....	72
2.7.1.1. Método Inductivo-Deductivo.....	72
2.7.2. Técnicas.....	73
2.7.2.1. Observación Participativa.....	73
2.7.2.2. Encuesta.....	73
2.7.2.3. Lista de cotejo.....	74

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
3.1. Cuadro de análisis.....	75
3.1.1. ADEVA - Tratamientos en estudio.....	76
3.1.2. TUKEY - Tratamientos en estudio.....	77
3.1.3. Cinética de destrucción de microorganismos.....	77
3.1.3.1. Determinación de valor D.....	77
3.1.3.2. Determinación de valor z.....	78
3.1.3.4. Determinación de valor F.....	80
3.1.4. Análisis fisicoquímico.....	80
3.1.4.1. De leche cruda.....	80
3.1.4.2. De leche procesada.....	81
3.1.5. Análisis organoléptico.....	83
3.1.6. Análisis de vida útil – Microbiología.....	92
3.1.6.1. De leche cruda.....	92

3.1.6.2. De leche procesada.....	92
3.1.7. Análisis de nutricional.....	94
3.1.8. Análisis de parámetros de producción y costos.....	94
Conclusiones.....	97
Recomendaciones.....	98
Glosario de Términos.....	99
Bibliografía.....	101
Anexos.....	105

ÍNDICE DE TABLAS, CUADROS, FIGURAS, GRÁFICOS

Tabla N° 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.....	12
Tabla N° 2. Requisitos fisicoquímicos de la leche larga vida.....	16
Tabla N° 3. Tiempo-Temperatura de ultrapasteurización.....	17
Tabla N° 4. Valores de pH de los microorganismos	29
Tabla N° 5. Aumento del número de microorganismos en la leche cruda en función de la temperatura y el tiempo.....	31
Tabla N° 6. Valores D y z de diferentes microorganismos de la leche	50
Tabla N° 7. ADEVA para ufc/ml en leche para determinación de valores D, z y F.....	76
Tabla N° 8. Tukey para ufc/ml en leche para determinación de valores D, z y F.....	77
Tabla N° 9. Valores de Tiempo de Reducción Decimal (D).....	78
Tabla N° 10. Valores de Tiempo de Reducción Decimal (D) logarítmico.....	79
Tabla N° 11. Análisis fisicoquímico de leche cruda a procesar con parámetros determinados.....	81

Tabla N° 12. Análisis fisicoquímico de leche procesada con parámetros determinados.....	82
Tabla N° 13. ADEVA para sabor en leche para determinación de valores D, z y F – 1	83
Tabla N° 14. ADEVA para color en leche para determinación de valores D, z y F – 1.....	85
Tabla N° 15. ADEVA para olor en leche para determinación de valores D, z y F – 1.....	86
Tabla N° 16. ADEVA para sabor en leche para determinación de valores D, z y F – 2	88
Tabla N° 17. ADEVA para color en leche para determinación de valores D, z y F – 2.....	89
Tabla N° 18. ADEVA para olor en leche para determinación de valores D, z y F – 2.....	91
Tabla N° 19. Análisis microbiológico para la determinación de la vida útil de leche procesada	93
Tabla N° 20. Análisis microbiológico y fisicoquímico para la determinación de vida útil en leche procesada.....	93
Tabla N° 21. Análisis de parámetros de producción de A y B.....	95
Tabla N° 22. Análisis económico del producto obtenido.....	95
Tabla N° 23. *Descripción de maquila de leche UHT.....	96

Cuadro N° 1. Descripción de los tratamientos en estudio para laboratorio.....	64
Cuadro N° 2. Descripción de los tratamientos en estudio para producción.....	65
Cuadro N° 3. Esquema de análisis de varianza para laboratorio – ADEVA.....	66
Cuadro N° 4. Esquema de análisis de varianza para producción – ADEVA.....	67
Cuadro N° 5. Esquema de análisis de varianza para producción – $T_{STUDENT}$	67
Cuadro N° 6. Variables para la determinación de valores D, z y F.....	68
Figura N° 1. Curva logarítmica de microorganismos vivos a una temperatura constante.....	46
Figura N° 2. Curvas de destrucción térmica de microorganismos.....	48
Figura N°3. Curva logarítmica de resistencia térmica de microorganismos vivos a varias temperaturas.....	50
Gráfico N° 1. Ubicación la empresa El Ordeño S.A.....	56
Gráfico N° 2. Disposición de los tratamientos en el sitio experimental.....	68
Gráfico N° 3. Representación de $\log D_T$ frente a la temperatura.....	79
Gráfico N° 4. Curva de destrucción microbiana en leche a procesar en El Ordeño S.A.....	80

Gráfico N° 5. Promedio de cataciones de leches ultrapasteurizadas en evaluación del sabor - 1.....	84
Gráfico N° 6. Promedio de cataciones de leches ultrapasteurizadas en evaluación del color - 1.....	86
Gráfico N° 7. Promedio de cataciones de leches ultrapasteurizadas en evaluación del olor - 1.....	87
Gráfico N°8. Promedio de cataciones de leches ultrapasteurizadas en evaluación del sabor - 2.....	89
Gráfico N° 9. Promedio de cataciones de leches ultrapasteurizadas en evaluación del color - 2.....	90
Gráfico N° 10. Promedio de cataciones de leches ultrapasteurizadas en evaluación del olor - 2.....	91
Gráfico N°11. Representación análisis económico del producto obtenido.....	96

RESUMEN

A la leche cruda proveniente de cuatro rutas que abastecen a la empresa El Ordeño S.A. se aplicó tratamiento térmico; tres temperaturas (A) y tres tiempos (B) y enfriadas rápidamente a 20 °C; en donde temperaturas: $a_1 = 80$ °C, $a_2 = 90$ °C, $a_3 = 100$ °C y tiempos: $b_1 = 0$ s, $b_2 = 15$ s, $b_3 = 30$ s.

El tratamiento térmico fue evaluado en base a carga de aerobios mesófilos expresado en ufc/ml, con dichos resultados se determinó a nivel de laboratorio los valores del Tiempo de Reducción Decimal (D): $D_{80}=15481,039$ s, $D_{90} = 2274,052$, $D_{100} = 333,857$ s y Constante de Resistencia Térmica (z) = 12 °C.

Mediante regresión lineal se calculó el valor $D_{139} = 0,185$ s; finalmente se determinó el valor del Tiempo de Muerte Térmica (F_{139}) = 4,1s. Con los valores F y z obtenidos se procesó leche en el Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex - Tetra Pack.

Se redujo satisfactoriamente el tiempo de tratamiento térmico de 11,5s (parámetro establecido por proveedor-Tetra Pack) a 4,1s (parámetro establecido por investigador).

El Tiempo de Reducción Decimal (D) se determinó aplicando el Método General, la Constante de Resistencia Térmica (z) se determinó mediante el Método General y el Método Matemático y el Tiempo de Muerte Térmica (F) se determinó aplicando el Método Matemático.

El tiempo y temperatura de tratamiento térmico para obtener leche UHT en la empresa El Ordeño S.A. es 139 °C x 4,1 s, con un valor $z = 12$ °C.

ABSTRACT

To the raw milk coming from four routes that they supply to the company El Ordeño S.A. thermal treatment it was applied; three temperatures (A) and three times (B) and cooled quickly 20 °C; where temperatures: $a_1 = 80$ °C, $a_2 = 90$ °C, $a_3 = 100$ °C and times: $b_1 = 0$ s, $b_2 = 15$ s, $b_3 = 30$ s.

The thermal treatment was evaluated based on load of aerobic mesófilos expressed in ufc/ml, with this results it was determined at laboratory level the securities of the Decimal Reduction Time (D): $D_{80}=15481,039$ s, $D_{90} = 2274,052$, $D_{100} = 333,857$ s and Thermal Resistance Constant (z) = 12 °C.

By means of lineal regression the value D_{139} was calculated = 0,185s; finally the value of the Thermal Death Time was determined (F_{139}) = 4,1s. With the securities F and obtained z milk was processed in the Sterilizer Tetra Therm® Aseptic Flex - Tetra Pack.

Was successfully reduced thermal treatment time of 11,s (parameter set by provider-Tetra Pack) at 4,1s (parameter set by invsetigator).

Decimal Reduction Time (D) you certain applying the General Method, the Thermal Resistance Constant (z) it was determined by the General Method and the Mathematical Method and the Thermal Death Time (F) it was determined applying the Mathematical Method.

Time and temperature of thermal treatment to obtain milk UHT in company El Ordeño S.A. it is 139 °C x 4,1 s, with a value $z = 12$ °C.

INTRODUCCIÓN

Tiempo de Reducción Decimal (D), es el tiempo necesario para que el número de supervivientes caiga al 10% del valor inicial (o, lo que es lo mismo, para que el logaritmo del número de supervivientes se reduzca en una unidad). D varía para cada temperatura (de ahí el subíndice τ) de forma que a mayores temperaturas el valor de D es menor, es diferente para distintos microorganismos.

Constante de Resistencia Térmica (z), es un factor que describe la resistencia térmica de las esporas bacterianas (se define como el aumento de temperatura necesario para causar una disminución del 90% en el Tiempo de Reducción Decimal (D). Entonces z es el incremento en temperatura necesario para obtener el mismo efecto letal reduciendo el tiempo diez veces.

El Tiempo de Muerte Térmica (F) es un parámetro que se usa en la industria alimentaria y puede definirse como el tiempo que se requiere, a una temperatura definida, para reducir la población microbiana presente en un alimento hasta un nivel deseado. Cada microorganismo existente en el alimento tiene su propio valor F.

Método General, descrito por Bigelow y Colaboradores (1920), el cual es un método gráfico de integración de los efectos letales de varias combinaciones tiempo-temperatura existentes en el alimento durante su procesamiento térmico.

Método Matemático o Método de la Fórmula, desarrollado por Ball en 1923, que evalúa la letalidad del tratamiento térmico, teniendo como ventaja sobre el general que una vez obtenidos los datos del historial tiempo-temperatura y los factores calculados mediante este método, se puede aplicar a procesos semejantes del mismo producto bajo condiciones diferentes de procesamiento (Stumbo, 1973).

JUSTIFICACIÓN

Las industrias alimenticias dedicadas a la actividad lechera siguen desarrollándose e incrementándose, es por lo que resulta importante medir de alguna forma el efecto del tratamiento térmico sobre la calidad de la leche. Una de las metodologías más acertadas para alcanzar éste objetivo es determinar el Tiempo de Reducción Decimal (D), la Constante de Resistencia Térmica (z) y el Tiempo de Tratamiento Térmico (F).

La determinación de los valores D, z y F tiene relación directa con el ámbito experimental de laboratorio y de producción, que contribuyen al desarrollo del Ingeniero Agroindustrial, en el ámbito técnico-laboral.

La presente investigación tiene como objetivo primordial determinar antes mencionados valores (D, z y F), con la finalidad de facilitar la implementación del sistema UHT en la empresa El Ordeño S.A.

La empresa dispone un Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex - Tetra Pack, que actúa bajo Intercambiador de Calor a Tubo (THE), y posee una Interfaz Hombre-Máquina (HMI) que permite el ingreso de los valores (F y z - D se encuentra inmerso en el primero), ajustados mediante un Controlador Lógico Programable (PLC).

Con los valores D, z y F obtenidos e ingresados en la máquina, se pretende producir leche UHT con características fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas y nutricionales, acordes a estándares de calidad regentados por la Norma INEN 701-2009.

La importancia metodológica radica en que aplicando el método científico, se diseñarán instrumentos, se validará y confiabilizará. Se aplicarán las técnicas respectivas como la observación, las encuestas y diversas pruebas para determinar la relación que existe entre las variables de estudio.

Al término del presente trabajo investigación y su posterior aprobación me permitirá obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar el Tiempo de Reducción Decimal (D), Constante de Resistencia Térmica (z) y Tiempo de Muerte Térmica (F) en leche, aplicando el Método General y el Método Matemático, para implementar el proceso UHT en la empresa El Ordeño S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar diferentes tiempos y temperaturas de tratamiento térmico a la leche.
- Calcular D, z, F y realizar pruebas en el Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex que dispone la empresa el Ordeño S.A con los valores calculados.
- Analizar las características fisicoquímicas, microbiológicas, nutricionales y organolépticas de la leche procesada con los valores D, z y F.
- Determinar el tiempo vida útil del producto obtenido.
- Realizar el análisis económico del producto obtenido.
- Analizar la importancia del tiempo y temperatura de tratamiento térmico sobre la carga microbiana de la leche.

HIPÓTESIS

H₁.- El tratamiento térmico si influye en las características microbiológicas, fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas de la leche.

H₀.- El tratamiento térmico no influye en las características microbiológicas, fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas de la leche.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Investigaciones Relacionadas

El conocimiento de los Procesos Térmicos aplicado a los alimentos, ha venido desarrollándose a lo largo de la historia, tal es el caso de la primera pasteurización realizada por el químico francés Louis Pasteur, quien lo ideó en 1865 con el fin de inhibir la fermentación del vino y de la leche.

No obstante el proceso inicial de pasteurización ha pasado desde una pasteurización lenta (VAT), hasta llegar hoy en día a una ultrapasteurización (UHT); esto se ha dado gracias a la técnica desarrollada por Bigelow y colaboradores (1920) y su posterior aplicación por Stumbo (1948), para la determinación de Tiempo de Reducción Decimal (D), conocido como Método General y el Método Matemático para la determinación de la Constante de Resistencia Térmica (z) y el Tiempo de Muerte Térmica (F).

El estudio de la relación tiempo-temperatura de tratamiento térmico ha permitido conseguir una destrucción máxima de microorganismos y esporas, con una pérdida mínima de los nutrientes presentes en el alimento.

Se puede decir que los procesos térmicos se encuentran muy difundidos en el todo el mundo, ya que día a día se procesan nuevos alimentos, que requieren ser pasteurizados y por ende los estudios para determinar tiempo y temperatura de pasteurización no han cesado, más bien siguen desarrollándose.

Con respecto al tema de investigación “Determinación del Tiempo de Reducción Decimal (D), Constante de Resistencia Térmica (z) y Tiempo de Muerte Térmica (F) en leche, aplicando el Método General y el Método Matemático en la empresa El Ordeño S.A. Machachi 2012”, se ha encontrado la investigación/publicación más acertada:

- 1) TIEMPO DE PASTEURIZACIÓN DE ALIMENTOS LÍQUIDOS del autor Juan de Dios Alvarado _ Ingeniero en Alimentos, M. en C., Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, publicada en 1996; los resultados más acertados hacen relación directamente con la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche, el cual genera un alimento inocuo para el consumo humano.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Leche cruda

1.2.1.1. Definición

Según la NTE INEN 0009:08, la leche como el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias, obtenida a partir del ordeño integro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro y libre de materias extrañas a su naturaleza, destinado al consumo en su forma natural o a elaboración ulterior.

La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.

1.2.1.2. Composición química

De acuerdo a TSCHEUSCHNER (2001) la composición química de la leche:

Sufre oscilaciones, al resultar influida por una serie de factores (raza, fase de lactación, edad, alimentación, estado de salud del animal, etc.). La leche contiene por término medio 85 – 91 % de agua, 3,4 % - 6,1% de grasa, 2,8 – 3,7 % de proteína, 4,5 – 5,0 % de lactosa, 0,68 – 0,77 % de sales minerales y diversos elementos traza. (p. 50 – 51).

- *Proteínas lácteas*

Según WATTIAUX (1984) en la leche:

La concentración de proteína en la leche varía de 3,0 a 4,0% (30 – 40 gr/lit), el porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche, es decir, que una leche con un alto contenido graso presentará mayor contenido proteico y viceversa. (p. 74).

Las proteínas de la leche de acuerdo a TSCHEUSCHNER (2001). “Pueden clasificarse en tres grupos principales: la caseína, la α -lactoalbúmina y la β -lactoalbúmina. En la caseína de la leche se diferencia a su vez la α -, β - y γ caseína.” (p. 51).

Además DIGGNS, BUNDY Y CHRISTENSEN (1987) expresan:

La leche es la mejor fuente de proteína con alta calidad. Debido a que algunas de las proteínas no pueden ser obtenidas con facilidad a partir de otros alimentos, es importante que adultos y niños beban una cantidad suficiente de leche. (p. 20).

- *Grasa láctea*

Según WATTIAUX (1984) “Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3.5 hasta el 6.0 % de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación.” (p. 75).

Según CUÉLLAR Y COLABORADORES (2008). “La composición media de los lípidos contenidos en un litro de leche es la siguiente: lípidos simples 35 - 45g (glicéridos y estéridos) y lípidos complejos 0,3-0,5 g (lecitinas y cefaloinas).” (p. 813).

Con relación a la constitución de la grasa en la leche TSCHEUSCHNER (2001) expresa que:

La grasa láctea está constituida por triglicéridos (lípidos sencillos), fosfátidos (lípidos compuestos), derivados lipídicos, ácidos grasos libres y de las sustancias acompañantes de la grasas solubles en la fase de glicéridos. (p. 51-52).

Según Santos (2000). “La materia grasa propiamente dicha, es decir, los triglicéridos que constituyen el 96% del total de los lípidos.” (p. 36).

De acuerdo a DIGGNS, BUNDY Y CHRISTENSEN (1987). “La grasa en la leche tiene un sabor característico y delicioso y contiene más vitamina A en su forma natural que cualquier otro alimento.” (p. 21).

- *Lactosa*

Según DIGGNS, BUNDY Y CHRISTENSEN (1987) definen:

La lactosa es un hidrato de carbono propio de la leche y alcanza una proporción de un 4,7 – 4,8 %. Se trata de un disacárido que se compone de una molécula de glucosa y otra galactosa. La lactosa existe en dos formas isómeras: la α - y la β -lactosa. (p. 52 - 53).

Según CUÉLLAR Y COLABORADORES (2008). “La lactosa puede ser objeto de fermentación. Por acción de los microorganismos puede transformarse en diversos productos de interés variables.” (p. 817).

- *Contenido de minerales*

Según CUÉLLAR Y COLABORADORES (2008). “Es preciso distinguir las sustancias salinas o sales (9 - 9,5 g/l) de las cenizas materiales minerales.” (p. 817).

Con relación al calcio de la leche, antes mencionados autores expresan que la importancia del calcio en la alimentación humana expresan:

Los niños deben tener calcio para la formación de sus huesos, dientes y tejidos corporales. Los adultos requieren de calcio para mantener fuertes sus huesos, dientes y músculos y poseer un sistema nervioso en buen estado de salud. (p. 20 - 21).

- *Contenido de nutrientes*

De acuerdo a PLACE Y GIBSON (1988) el contenido de nutrientes en la leche:

Se encuentran gran variedad de vitaminas; por poseer azúcares fácilmente fermentables, grasas, proteínas, aportan un medio enriquecido para el crecimiento de microorganismos sin embargo es válido notar que se encuentran pocos aminoácidos libres y pépticos de bajo peso molecular, de allí que las bacterias que no posean la capacidad de neutralizar enzimas proteolíticas se verán en mayor dificultad para crecer. (p. 42).

1.2.1.3. Propiedades fisicoquímicas

De acuerdo TSCHEUSCHNER (2001). “Ciertas propiedades fisicoquímicas tienen gran repercusión sobre el proceso tecnológico a que se somete la leche.” (p. 54).

Las propiedades fisicoquímicas de acuerdo a la NTE INEN 0009:08 son las siguientes:

- ***Densidad Relativa***

Según la NTE INEN 0011:01 expresa que la densidad relativa, es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a una temperatura determinada.

Se establece para el caso de leche cruda una densidad relativa mínimo 1,029 y máximo 1,033 a una temperatura 15 °C; y, mínimo 1,026 y máximo 1,032 a una temperatura de 20 °C.

Según CUÉLLAR Y COLABORADORES (2008). “Esta operación nos indicará si una leche ha sido aguada o descremada. Con el calor la leche se dilata a razón de 0.0002 por cada grado centígrado.” (p. 834).

- ***Materia grasa***

Según la NTE INEN 0012:01, el contenido de grasa de la leche, es la cantidad, expresada en porcentaje de masa, de sustancias, principalmente grasas, extraídas de la leche mediante procedimientos normalizados.

Se establece para el caso de leche cruda una cantidad de materia grasa mínimo 3,2 % (m/m).

- ***Sólidos no grasos***

Según la NTE INEN 0009:08, los sólidos no grasos de la leche, es la diferencia entre el contenido sólidos totales y el contenido graso.

Se establece para el caso de leche cruda una cantidad de sólidos no grasos mínimo 8,2 % (m/m).

- ***Acidez titulable como ácido láctico***

Según la NTE INEN 0013:01, la acidez titulable de la leche, es la acidez, expresada convencionalmente como contenido de ácido láctico, y determinada mediante procedimientos normalizados.

Se establece para el caso de leche cruda una cantidad de ácido láctico, mínimo 0,13 y máximo 0,16 % (m/m).

- ***Sólidos totales***

Según la NTE INEN 0014:01, los sólidos totales de la leche, es el producto resultante de la de desecación de la leche mediante procedimientos normalizados.

Se establece para el caso de leche cruda una cantidad de sólidos totales mínimo 11,4 % (m/m).

- ***Proteínas***

Según la NTE INEN 0016:01 expresa que el contenido de proteínas en la leche, es la cantidad de nitrógeno total de la leche, expresada convencionalmente como contenido de proteínas, y determinada mediante procedimientos normalizados.

Se establece para el caso de leche cruda una cantidad de proteínas mínimo 2,9 % (m/m).

- *Cenizas*

Según la NTE INEN 0014:01, las cenizas de la leche, es el producto resultante de la incineración de los sólidos totales de la leche mediante procedimientos normalizados.

Se estable para el caso de leche cruda una cantidad de cenizas, mínimo 0,65 % (m/m).

La leche cruda debe cumplir con los requisitos fisicoquímicos reportados en la NTE INEN 0009 – 08; los cuales se presentan en la Tabla N°1, incluyendo las unidades, los valores mininos y máximos de cada requisito.

TABLA N° 1. REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE CRUDA.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa:				
a 15 °C	-	1,029	1,033	NTE INEN 11
a 20 °C	-	1,026	1,032	
Materia grasa	% (m/m)	3,2	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (m/m)	0,13	0,16	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (m/m)	11,4	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (m/m)	8,2	-	*
Cenizas	% (m/m)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico)**	°C	-0,536	-0,512	NTE INEN 15
	°H	-0,555	-0,53	

Proteínas	% (m/m)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	2	-	NTE INEN 18
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 65 % en peso o 75 % en volumen.			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes 1)	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes 2)	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes 3)	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de leche	-	Negativo		NTE INEN 1500
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
Contaje de células somáticas	-		750000	AOAC - 978.26
Antibióticos:				
β-Lactámicos	μg/l	-	5	AOAC - 988.08
Tetraciclínicos	μg/l	-	100	16 Ed. Vol. 2
Sulfas	μg/l	-	100	
<p>* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido graso.</p> <p>** °C = °H - f, donde f = 0,9658</p> <p>*** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento</p> <p>1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.</p> <p>2) Neutralizantes: orina bovina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.</p> <p>3) Adulterantes: harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero, grasa extrañas.</p>				

Fuente.- NTE INEN 0009 - 08. Leche cruda. Requisitos.

1.2.1.4. Características Organolépticas

Según OSORIO Y ROLDÁN (2003). “Las propiedades organolépticas de la leche de importancia son el sabor, olor y color.” (p. 6).

- **Sabor.** la leche fresca normal tiene un sabor ligeramente dulce debido a su alto contenido de lactosa.
- **Olor.** la leche recién ordeñada tiene un ligero olor al medio ambiente donde es obtenida, pero luego desaparece.
- **Color.** la leche es un líquido blanquecino amarillento y opaco. (p. 6).

1.2.2. Leche de consumo

Según OSORIO Y ROLDÁN (2003), leche de consumo:

Es la leche procesada de tal manera que no sea un peligro para el consumidor. Esta debe tener una capacidad de conservación que asegure una buena calidad durante el lapso comprendido entre la producción y consumo. (p.14).

Mencionados autores expresan que los procesos de la leche de consumo son:

- **Pasteurización**

De acuerdo a RIVERA (2001), la pasteurización:

Es un proceso de higienización de la leche que busca la destrucción casi completa de los microorganismos presentes, así como la inactivación de la mayoría de las enzimas, pero el propósito final es la destrucción completa de los gérmenes patógenos para el hombre. (p. 55).

Según OSORIO Y ROLDÁN (2003). “La pasteurización lenta es el tratamiento a 63 °C durante 30 minutos en forma discontinua. La ventaja de este método es que las propiedades de la leche se modifican.” (p.14).

- ***Ultrapasteurización***

Según RIVERA (2001). “El sistema UHT o ultrapasteurización, mediante aplicación de temperatura elevada por muy corto tiempo (135-150°C/2-8s), alcanza un alto efecto germicida, sin alterar la composición de la leche en forma notoria.” (p. 58).

De acuerdo a CUÉLLAR Y COLABORADORES (2008) la ultrapasteurización:

Tiene como ventajas la alta calidad porque los valores D y z son más altos para los factores de calidad que los microorganismos, la vida en estante más larga o vida útil superior a seis meses (no requiere de refrigeración) y empaquetamiento más barato, y como desventaja es que se necesita un equipo y planta más complejo; operarios más experimentados. (p. 14).

Según la NTE INEN 701-2009, el tratamiento UHT tiene el objeto de elaborar un producto comercialmente estéril que puede ser almacenado a temperatura ambiente. El tratamiento UHT es de flujo continuo, seguido de un llenado aséptico en envases esterilizados y cerrados herméticamente, garantizando así su tiempo de vida útil.

- ***Esterilización***

De acuerdo a OSORIO Y ROLDÁN (2003) expresan:

Normalmente, la leche se preesteriliza a una temperatura de 135 °C en cambiadores de placas antes de envasarla. Por el tratamiento térmico, la leche esterilizada tiene propiedades distintas a las de la leche pasteurizada. La leche se esteriliza en los envases a 112 °C durante 25 minutos. (p 14).

TABLA N° 2. REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE LARGA VIDA.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa:				
a 15 °C	-	1,029	1,032	NTE INEN 11
a 20 °C	-	1,028	1,031	
Materia grasa	% (m/m)	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (m/m)	0,13**	0,16	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (m/m)	11,30	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (m/m)	8,30	-	*
Cenizas	% (m/m)	0,65	-	
Punto de congelación (punto crioscópico)***	°C	-0,540	-0,512	NTE INEN 15
	°H	-0,560	-0,530	
Proteínas	% (m/m)	2,9	-	NTE INEN 16
pH a 20°C	-	6,4	6,8	**
Presencia de conservantes ¹⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de leche	-	Negativo		NTE INEN 1500
Cuando el producto haya sido reducido en su contenido de lactosa				
Lactosa en el producto parcialmente deslactosado	% (m/m)	-	1,4	AOAC 984.15 15 Ed. Vol. 2
Lactosa en el producto bajo en lactosa	% (m/m)	-	0,7	AOAC 984.15 15 Ed. Vol. 2

* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido graso.

** Prueba de identificación de neutralizantes, NTE INEN 1500

*** $^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{H} - f$, donde $f = 0,965$

1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.

2) Neutralizantes: orina bovina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.

3) Adulterantes: harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes.

Fuente.- NTE INEN 0701: 09. Leche larga vida. Requisitos.

1.2.2.1. Tiempo-Temperatura de ultrapasteurización

En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones de tiempo-temperatura de UHT, citados diferentes autores.

TABLA N° 3. TIEMPO-TEMPERATURA DE ULTRAPASTEURIZACIÓN.

AUTOR	TIEMPO (s)	TEMPERATURA (°C)
SANTOS (2000)	4	138
RIVERA (2001)	2 - 8	135 - 150
TSCHEUSCHER (2001)	2 - 4	140 - 150
BIROLLO (2003)	4	130 - 150
OSORIO Y ROLDÁN (2003)	corto	150
CUELLAR (2008)	> 2	138

Elaborado por.- Autor, 2012 en base a varias obras citadas en la investigación.

1.2.2.2. Choque Térmico en ultrapasteurización

Según NUTRIMENTUM (2008), el tratamiento UHT para leche:

La ultrapasteurización la leche se calienta rápidamente a una temperatura que va de los 138°C a 150°C en un periodo de tiempo de entre dos y cuatro segundos. Posteriormente el alimento se enfría a temperatura ambiente (alrededor de 20° C), lo que provoca un choque térmico que destruye los microorganismos presentes en la leche. (p. 2).

1.2.2.3. Equipo de ultrapasteurización

De acuerdo a BIROLLO (2003). “Tetra Therm® Aseptic Flex, consiste Intercambiador de Calor a Tubos (THE), cuyo principio es el mismo que el Intercambiador de Calor a Placas (PHE).” (p. 1).

- ***Características:***

- La eficiencia operacional más alta de cualquier sistema UHT indirecto en el mercado.
- Alta disponibilidad (hasta 40 horas de tiempo de funcionamiento).
- El modo de Hibernación de Energía Aséptico corta el consumo de energía mientras mantiene las condiciones estériles, aún durante interrupciones de energía.
- Alta disponibilidad de hasta de un 95%.
- Tiempo de funcionamiento 24-40 horas.
- Interfaz Hombre – Máquina (HMI) y Controlador Lógico Programable (PLC) mejorados, para ajuste de parámetros.

- Control total y seguridad de alimentos inflexible.

Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex, por poseer un sistema de UHT indirecto permite lograr un alto grado de regeneración de energía.

En una primera etapa se produce una regeneración producto-producto y luego el sistema de calefacción con agua caliente presurizada posibilita el ahorro energético.

El uso del sistema de regeneración de agua caliente permite controlar en mayor grado la diferencia de temperatura entre el medio calefactor y el producto que si se usara vapor vivo como medio de calefacción.

La diferencia de temperatura recomendada para el proceso de esterilización es de 2°C como temperatura inicial y en los equipos más modernos puede incrementarse hasta 5°C luego de las 15 horas de trabajo.

- ***Ciclo de proceso***

De acuerdo al Manual del Operador (Doc. N° OM – 1226862-0501) del Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex – Tetra Pack, el ciclo de proceso se encuentra constituido por las siguientes fases:

- Bucle de producción
- Producción
- Limpieza Intermedia Aséptica (AIC)
- Parada
- Limpieza Final Aséptica (CIP). (p. 2-5 ⁽¹²⁾).

- ***Descripción de la fase de producción***

La operación del tratamiento UHT en un Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex, consiste en lo siguiente: la máquina se esteriliza con agua caliente por 30 minutos y se enfría a temperatura de producción, luego el producto ingresa a una temperatura de 4 °C y es bombeado por una bomba centrífuga al intercambiador de calor donde es calentado a 70-75 °C a la cual el producto es normalmente homogenizado.

Homogenizado el producto, prosigue la etapa de estabilización de proteínas, la cual consiste en mantener a temperatura de 90 °C durante 60 segundos para alterar la estructura cuaternaria de las proteínas del suero, esto les da mayor estabilidad térmica necesaria para que las mismas no precipitan durante el calentamiento final aumentado en más de un 30% el tiempo de trabajo del esterilizador.

Luego esta temperatura (90 °C), es elevada a la temperatura de esterilización, mantenida y enfriada a temperatura ambiente, finalmente ingresa el producto a ser esterilizado con los parámetros justados en la receta y posteriormente se envasa o almena asépticamente. (p. 2-5 ⁽¹²⁾).

1.2.2.4. Características Organolépticas - Análisis Sensorial

Según la NTE INEN 701:09, dentro de los requisitos específicos de la leche larga vida (UHT), las características organolépticas como el color, olor y sabor deben ser característicos del producto, aceptándose variaciones no significativas debido al proceso.

De acuerdo a CARPENTER (2002). “El análisis sensorial, es el examen normalizado de las propiedades organolépticas de un producto. Se utilizan técnicas estandarizadas de los atributos percibidas por los órganos de los sentidos.” (p. 23).

- *Aplicaciones del análisis sensorial*

Según BRAVO Y PAREDES (2005). “La evaluación sensorial en su ámbito de aplicación presenta distintas facetas de utilidad, de las cuales a continuación se resumen las más importantes:”

- Desarrollo de nuevos productos
- Comparación de productos
- Mejoramiento de productos
- Cambio en un proceso
- Cambio de ingredientes
- Control de calidad
- Vida de anaquel
- Calificación o graduación de productos
- Aceptación u opinión del consumidor
- Preferencia del consumidor (p. 3-5)

- *Metodología de análisis sensorial*

De acuerdo a CARPENTER (2002). “Las pruebas de análisis sensorial que en la evolución de productos elaborados se puede realizar son las siguientes:”

- **Pruebas de diferencia.** el reto de cada panelista es determinar si existen o no diferencias entre 2 ó más muestras. Por ejemplo; evaluación de la textura, el sabor, color, etc.

Los test que se usan principalmente para detectar diferencias son:

- Prueba triangular
 - Dúo-trío
 - Comparación pareada
 - Ordenamiento
-
- **Pruebas descriptivas.** permite medir las características sensoriales relevantes del producto. Con este método se obtiene información completa sobre la calidad sensorial de un producto.

Los parámetros de calidad van en una escala de 9 puntos, en la cual cada valor está perfectamente descrito.

Se evalúan normalmente el color, la forma, el sabor, el olor y la textura del alimento.

Rangos: 7 a 8 grado de calidad 1 ó superior; 4 a 6 grado de calidad 2; 1 a 3 calificativo de defectuoso o no comercial. Se considera a rango 1 y 2 como comercial.

- **Pruebas afectivas.** también conocidas como pruebas de aceptabilidad, se refieren a las pruebas basadas en la medición del nivel de agrado, o a una medida de la cual la preferencia relativa puede ser determinada.

Se puede realizar con grupos pequeños (mínimo 20 personas) con el fin de conseguir información orientativa sobre la aceptabilidad del producto en estudios de calidad. (p. 24).

1.2.2.5. Tiempo de Vida Útil

Según SINGH (2000) citado por RESTREPO Y MONTOYA (2010) la vida útil de un producto alimenticio:

Período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (UV). (p. 9).

- *Metodología para la determinación de vida útil*

De acuerdo a SCHMILD (2000) citado por ESPINOSA (2008):

Para determinar el tiempo de vida útil de los alimentos la mayoría de métodos utiliza el almacenamiento y análisis de las muestras a condiciones que simulen el proceso de comercialización y a la aplicación de pruebas aceleradas de estabilidad que permiten predecir el tiempo de vida útil. (p. 27).

Según RESTREPO Y MONTOYA (2010) los métodos para determinación de la vida útil de un producto alimenticio son:

- **Empleo de valores de referencia.-** puede estimarse basándose en los datos publicados en diferentes bases de datos.
- **Estimación mediante asignación de “Turn Over”.-** es el uso de tiempos de distribución conocidos para productos similares, mediante el análisis de la información de las etiquetas de los mismos.
- **Pruebas de abuso de distribuciones.-** puede emplearse en el caso de estar seguros de la vida útil de un producto o si este ya se encuentra en el mercado.

- **Empleo de quejas o reclamos de los compradores.-** no requiere ningún estudio inicial.

La información se recepta a través de líneas de atención al cliente, se carga a una base de datos sistematizada que incluye el tipo de queja, localización, etc.

- **Pruebas de vida útil a tiempo real.-** se evalúa el efecto de la temperatura “normal” de conservación sobre las propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de un alimento durante un periodo de tiempo.
- **Pruebas de aceleración de la vida útil (ASLT).-** las pruebas de aceleración de la vida útil es quizá la metodología más empleada hoy día para calcular la vida útil de un alimento.

En esta técnica, se pretende estudiar varias combinaciones de producto/empaque acabados bajo diferentes condiciones de abuso de temperatura.

Esta técnica se basa en la aplicación de la cinética de la velocidad de Arrhenius, el cual establece que la velocidad de las reacciones químicas se duplica aproximadamente por cada 10°C de aumento de la temperatura. (p. 13-14).

De acuerdo a la NTE INEN 701:09 & ELLNER (2000):

El método más empleado en la determinación de la vida útil de la leche UHT es emplear la prueba de aceleración de la vida útil (ASLT) o también conocida como método para control de la esterilidad comercial (NTE INEN 2335:03). En éste método se emplea ambientes controlados que permitirán alcanzar resultados lo más acertados posibles y ver la estabilidad del producto a temperaturas diferentes a las de almacenamiento.

1.2.2.6. Valor Nutricional

Según a la norma NTE INEN 701:09 la leche larga vida o UHT debe presentar cualidades nutricionales similares a las de la leche cruda, aceptándose variaciones no significativas debido al proceso.

El contenido de los nutrientes naturales, así como los adicionales debe regirse para su declaración a la norma NTE INEN 1334-2:11.

1.2.3. Microbiología láctea

Según FRAZIER Y WESTHOFF (1993), JUDKINS Y KEENER (1984) & SEELEY Y VAN (1973), la leche es un sustrato ideal para el desarrollo de microorganismos, esto se debe a su composición fisicoquímica; el alto contenido de agua permite el desarrollo favorable de la flora bacteriana. El carbohidrato de la leche, es decir, la lactosa es un nutriente ideal para el desarrollo de microorganismos que pueden ser responsables de alteraciones, transformación o elaboración de los productos lácteos y/o provocar enfermedades en el ser humano, dejando secuelas y en los casos más extremos conllevando a la muerte.

1.2.3.1. Definición

Según AMIOT (1994). “Es parte de la microbiología que estudia los microorganismos que están presentes en la leche y sus productos, en especial aquellos microorganismos importantes en la tecnología de la leche.” (p. 36).

1.2.3.2. Tipos de microorganismos

Según ELLNER (2000). Los grupos de microorganismos que son de especial interés en para microbiología de alimentos, se clasifican en:

- Bacterias
- Hongos
 - Mohos
 - Levaduras (p. 12).

1.2.3.3. Forma de agrupar a los microorganismos

De acuerdo a SEBENA (2009) los microorganismos se agrupan por:

- ***Efectos sobre la salud del hombre***

Según SEBENA (2009) los microorganismos que producen efectos sobre la salud del hombre pueden ser:

- **Patógenos.** Aquellos que provocan enfermedades. A continuación se citan a microorganismos patógenos de la leche más importantes: *Mycobacterium tuberculosis bovis*, *Brucella abortus*, *Coxiella burnetti*, *Listeria monocytogenes*, *Samonella spp*, *Clostridium botulinum*.
- **Banales.** Aquellos que no son perjudiciales para el hombre y su salud, a su vez estas pueden o no ser útiles desde el punto de vista tecnológico. Dentro de este grupo tenemos: *Streptococcus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* y *L. bulgaricus*. (p. 26).

- ***Temperaturas óptimas de crecimiento***

Según SANTOS (2000) los microorganismos de acuerdo a temperatura óptima de crecimiento se clasifican en:

- **Mesófilos.** Este tipo de microorganismos crece generalmente a una temperatura que varía entre 20 y 40 °C; entre ellos están los estreptococos, que provocan la coagulación de la leche por acidificación. También pueden encontrarse enterobacterias y coliformes (*Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter aerogenes*), mohos y levaduras, *Staphylococcus*, *Streptococcus*.
- **Psicótrofos.** este tipo de microorganismos se desarrolla a temperaturas inferiores a temperaturas inferiores a 7 °C, aunque su temperaturas óptima para su crecimiento es más alta (entre 20 y 40 °C); en el caso de la leche, los principales son: *Pseudomas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, especies de *Bacillus* y *Enterobacterias*.
- **Termófilos.** estos microorganismos crecen a temperaturas superiores a 40 °C; son principalmente *Bacillus* y *Clostridium*, que son esporulados. Los más importantes son los *Lactobacillus* que provocan acidificación, coagulación y proteólisis en la leche; algunos otros producen toxinas.
- **Termodúricos o termoresistentes.** son microorganismos que sobreviven pero no se desarrollan a altas temperaturas (50-70 °C), aunque algunos forman esporas, la mayoría no lo hacen. Estas bacterias pueden sobrevivir a los proceso de pasteurización. Dentro de estos se encuentran las bacterias patógenas: *Mycobacterium tuberculosis bovis*, *Brucella abortus*, *Samonella spp.*
- **Hipertermófilos.** estos microorganismos, resisten a temperaturas superiores a las de pasteurización (entre 80 y 110 °C), por lo que requieren de proceso de temperatura muy elevada (UHT) para su destrucción; se encuentran *Coxiella burnetti*, *Listeria monocytogenes*. (p. 107-108).

- ***Las necesidades de oxígeno para vivir***

Según ELLNER (2000) los microorganismos según las necesidades de oxígeno se clasifican en:

- **Aerobios estrictos.**- los que necesitan oxígeno para desarrollarse, no se multiplican en ambientes anaerobios; por ejemplo: *Pseudomonas*, *Bacillus*, mohos.
- **Anaerobios estrictos:** microorganismos que solo crecen en ausencia de oxígeno; por ejemplo: *Clostridium*.
- **Anaerobios facultativos.**- son microorganismos que pueden crecer en presencia o ausencia de oxígeno; por ejemplo: *Enterobacterias*, *Staphylococcus*.
- **Microaerófilos.**- aquellos que para crecer necesitan solo una pequeña fracción de oxígeno en la atmósfera; ejemplo: *Lactobacillus*, *Streptococcus*. (p 25).

- ***El pH del medio que prefieren o que los favorece***

Según RIVERA (2001). “La acidez de la leche se relaciona con el pH, al aumentar la acidez desciende el pH y se incrementa el efecto germicida, al igual que la relación tiempo-temperatura.” (p.56).

De acuerdo a ELLNER (2000) el pH del medio favorece a:

La gran mayoría de las bacterias y hongos, ya que crecen a pH cercano a la neutralidad. El pH de la leche normal se encuentra entre 6.5 a 6.7; ligeramente ácido, esto favorece el crecimiento de una flora microbiana diversa. (p. 21).

TABLA N°4. VALORES DE pH DE LOS MICROORGANISMOS.

pH	GRUPOS
6 - 8	La mayoría de los microorganismos pueden crecer
4 - 9	Enterobacterias, Pseudomonas, Clostridium
4.5 - 7	Bacillus
3.5 - 7.2	Bacterias lácticas y Propionibacterias
3.5 - 5	Levaduras y mohos

Fuente.- ELLNER, 2000. Microbiología de la leche y de los productos lácteos.

1.2.3.4. Microorganismos de importancia en leche cruda

De acuerdo ARMENTEROS Y MABELIN (1998):

Los microorganismos de importancia en la leche cruda son las bacterias lácticas y las bacterias coliformes. Las bacterias lácticas provocan fermentación de la leche cruda, es decir, puede deteriorar o intervenir procesos industriales para obtener productos, y las coliformes son perjudiciales para la salud del hombre. (p. 23).

1.2.3.5. Microorganismos de importancia en leche ultrapasteurizada

Los microorganismos de importancia en la leche cruda de acuerdo al ISP (1998) citado por GALLARDO (2004) son:

Aerobios mesófilos, es uno de los indicadores de contaminación más utilizado, aplicable a todos los alimentos con excepción de los productos fermentados o madurados. Esta prueba permite evaluar los procedimientos de limpieza, desinfección, tratamientos térmicos, almacenamiento y transporte, además de dar información acerca del origen de la contaminación y vida útil, así como de las alteraciones incipientes. (p. 18).

Según RESTREPO Y MONTOYA (2010) con respecto a los microorganismos aerobios mesófilos:

Son la flora total compuesta por bacterias, hongos filamentosos y levaduras, aerobios estrictos o facultativos que presentan unas características térmicas intermedias. Altos recuentos no son aconsejables, salvo en el caso de los productos fermentados. (p. 9).

De acuerdo a la NTE INEN 701-09 la leche larga vida (UHT), durante su periodo de vida útil, debe cumplir con lo especificado en la NTE INEN 2335:03 (Leche larga vida. Método para control de la esterilidad comercial) y completada con la NTE INEN 1529-5:06 (Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. REP).

1.2.3.6. Contaminación de la leche

Según AMIOT (1994). La leche se contamina por dos vías:

- Mamaria

- Medio externo (p.48)

- ***Mamaria***

Según AMIOT (1994). “Los microorganismos llegan a la ubre y pueden contaminar la leche antes o después del ordeño” (p. 48).

- ***Medio externo***

Según AMIOT (1994). “La contaminación se produce una vez extraída de la glándula mamaria. Los utensilios, tanques de almacenamientos, ordeñadores, transportes, personal que manipula la leche, son fuentes de contaminación.” (p. 48).

TABLA N°5. AUMENTO DEL NÚMERO DE MICROORGANISMOS EN LA LECHE CRUDA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO.

TIEMPO (h)	TEMPERATURA (°C)		
	15	25	35
	Número de microorganismos / ml leche		
1	9×10^3	9×10^3	9×10^3
3	10×10^3	18×10^3	30×10^3
6	25×10^3	172×10^3	12×10^6
9	46×10^3	1×10^6	35×10^6
24	5×10^6	57×10^6	8×10^8

Fuente.- TSCHEUSCHNER, 2001. Fundamentos de la Tecnología de Alimentos.

1.2.3.7. Determinación de la calidad microbiológica de la leche

De acuerdo a WALSTRA Y JENNESS (1984) la determinación de la calidad microbiológica de la leche:

En el análisis de la leche cruda existen diferentes métodos que permiten medir de manera indirecta o directa su calidad sanitaria. Las pruebas indirectas se fundamentan en la modificación de algunas propiedades por parte de los microorganismos. (p. 56).

Según ELLNER (2000). Los métodos para determinación de la calidad de la leche son:

- Método indirecto
- Método directo (p. 70).

- *Método indirecto*

Según SMITH Y CONANT (1960): “Dentro de este grupo está la determinación del sedimento, temperatura, pH, acidez titulante, lacto fermentación y las pruebas de reducción de colorante (azul de metilo, resazurina).” (p. 32).

- *Método directo*

Según SEBENA (2009), el método directo:

Se fundamenta en determinar la presencia y/o el número de microorganismos en los alimentos. En el análisis de la leche cruda se emplean los siguientes: recuentos microscópico directo, (pseudomonas, aerobacterias, bacterias gram-), (mohos y levaduras, virus); recuento estándar en placa, recuento de bacterias termofílicas, coliformes totales, pruebas específicas (determinar salmonella, etc.), mastitis y antibióticos, eficiencia de la pasteurización. (p. 36).

1.2.4. Leche en relación con las enfermedades

A continuación se detallan los principales microorganismos de la leche y productos lácteos causantes de enfermedades.

1.2.4.1. Listeria monocytogenes – listeriosis humana

De acuerdo FRAZIER Y WESTHOFF (1993). “Los últimos brotes de enfermedades atribuidos al consumo de leche y demás productos lácteos han implicado como agente causal a *Listeria monocytogenes*.” (p.376).

“Los primeros casos de listeriosis humana se registraron en el año 1929. Las infecciones humanas se suelen presentar en forma de una infección en la mujer gestante, en el feto, o en el niño recién nacido. En adultos se caracteriza por síntomas de septicemia, de meningitis, o de meningoencefalitis.” (p. 575).

Según RESTREPO Y MONTOYA (2010). “La *Listeria monocytogenes* se destruye a 100 °C por quince minutos a 70 °C por treinta minutos.” (p. 54).

De acuerdo FRAZIER Y WESTHOFF (1993), los proceso términos que destruyen a la *Listeria monocytogenes*:

Existió cierta duda acerca de si tanto el tiempo como la temperatura de la pasteurización HTST (71,6 °C durante 15 segundos) señalados como mínimos eran suficientes para destruirla, en consecuencia se aplica la ultrapasteurización a 137,8 °C o a temperaturas superiores durante 2 segundos como mínimo. (p. 377.)

1.2.4.2. Coxiella burnetti – fiebre Q

De acuerdo FRAZIER Y WESTHOFF (1993).

Las infectadas con la rickettsia que produce la fiebre Q, *Coxiella burnetti*, constituyen una preocupación para la salud pública ya que el microorganismo puede ser secretado por la leche en grandes y producir infecciones en las personas. (p.376).

1.2.4.3. Infecto contagiosas

Según RESTREPO Y MONTOYA (2010). “Los microorganismos presentes en la leche que producen enfermedades zoonóticas en el hombre son *Brucella abortus* -brucelosis- y *Mycobacterium tuberculosis bovis* –tuberculosis-. (p. 54).

Las brucelosis se manifiesta en el ser humano con abortos, problemas articulares, infertilidad, impotencia sexual, fiebre ondulante, parálisis y muerte, mientras la tuberculosis presenta provoca problemas respiratorios, pérdida de peso y muerte. (p. 54- 55).

Mismos autores expresan “*Brucella abortus* muere en doce segundos a 72 °C o en ocho segundos a 75 °C y *Mycobacterium tuberculosis bovis* se destruye a 72 °C por cuatro segundos o a 75 °C por dos segundos. (p. 55).

1.2.5. Control de calidad de la leche

Control de calidad de la leche acuerdo a las NTE INEN para leche.

1.2.5.1. Análisis de Densidad Relativa

De acuerdo a la NTE INEN 11 el análisis de densidad relativa en leche.

Principio.-

Esta determinación completamente simple nos permite conocer en primera instancia la posibilidad de un fraude.

- Leche pura 1.029 – 1.033
- Leche aguada menos de 1.028
- Leche descremada 1.033 – 1.037

La densidad de la leche 15/15 se expresa mediante la relación de las masas de un volumen de leche a 15 °C con respecto a la del agua a 15 °C.

Alcance.-

Este procedimiento se aplica a cualquier tipo de leche que se encuentre en estado líquido.

Terminología.-

Densidad relativa es la relación entre la densidad de la sustancia problema y la densidad del agua destilada, consideradas a una temperatura determinada.

Materiales.-

- Termolactodensímetro 15/15 con graduaciones en escala de 1 grado lactodensimétrico, debidamente calibrado y con termómetro incorporado.

- Probeta de vidrio sin pico, que permita el libre movimiento del termolactodensímetro y la total inmersión del vástago graduado.

Procedimiento.-

Llevar la muestra a una temperatura cercana a los 15 °C, mezclar trasvasándola de un recipiente a otro, colocarla en la probeta con cuidado de no formar espuma, llenándola totalmente, introducir suavemente el termolactodensímetro, manteniéndolo verticalmente y sosteniéndole en su descenso, hasta un punto cercano a su posición de equilibrio, provocar un ligero movimiento de rotación, asegurarse que las oscilaciones mojen el vástago graduado, efectuar la lectura en la parte donde coincida el menisco de la leche con la graduación del equipo, realizando la observación en forma perpendicular a éste.

Observaciones.-

En caso de que existan diferentes muestras de leche se deberá tomar en cuenta un factor de corrección de acuerdo a la temperatura de cada una de ellas:

- Por cada grado centígrado sobre los 15°C aumentar 0.2
- Por cada grado centígrado bajo los 15°C disminuir 0.2

Ejemplo:

El lactodensímetro indica un valor de 28 a la temperatura de 25°C

Temperatura: $25 - 15 = 10$

Corrección: $28 + (10 \times 0.2) = 28 + 2 = 30$

La densidad de la leche será de 1.030

Nota.-

Se trabaja sólo con los grados lactodensimétricos (dos últimos dígitos de la densidad).

1.2.5.2. Análisis Materia grasa

De acuerdo a la NTE INEN 12 el análisis de materia grasa en leche.

Terminología.-

Contenido de grasa de la leche es la cantidad de masa de sustancias grasas expresada en porcentaje.

Material y equipo.-

- Butirómetro Gerber con graduaciones de 0 a 8 %.
- Soporte para butirómetros.
- Pipetas aforadas de 11 ml
- Dosificador para ácido sulfúrico que descargue 10 ml
- Dosificador para alcohol amílico que descargue 1 ml
- Tapones de caucho adecuados para butirómetros.
- Centrífuga Gerber (velocidad de 1000 a 1200 rpm).

Reactivos.-

- Alcohol isoamílico certificado para análisis (Prueba Gerber).
- Acido sulfúrico libre de grasa, de peso específico entre 1.82 – 1.825, debe contener el 90% en peso de ácido sulfúrico.

Procedimiento.-

Colocar en el butirómetro 10 ml de ácido sulfúrico, agregar 11 ml de leche escurriéndola con cuidado por las paredes para evitar que se quemé, agregar 1 ml de alcohol amílico.

Tapar los butirómetros y homogenizar la mezcla, colocarlos en la centrífuga cuidando que quede equilibrada, centrifugar durante 5 minutos desde que alcanza la velocidad adecuada.

Transcurrido este tiempo sacar los butirómetros y ponerlos con la tapa hacia abajo en un baño María a 65°C durante 2 minutos, para leer presionar con al llave hasta que la base de la columna de grasa quede a nivel de una división principal. Realizar la lectura de la columna de grasa en el butirómetro.

Observaciones.-

Para determinación del contenido de grasa en leche homogenizada, seguir el mismo procedimiento, pero realizar la centrifugación por 10 minutos.

1.2.5.3. Análisis Sólidos no grasos

De acuerdo a la NTE INEN 0009 el análisis de sólidos no grasos en la leche.

Principio.-

Los sólidos no grasos de una leche normal fluctúan entre 8.5 y 9.0 % Si los resultados de los análisis son más bajos, se sospecha que la leche puede estar aguada.

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos no grasos} = \frac{\text{Grasa}}{4} + \frac{\text{Peso específico}}{5} + 0.26$$

Ejemplo:

Grasa 4.0 %; Densidad 1.030

$$\text{Sólidos no grasos} = \frac{4.0}{4} + \frac{30}{5} + 0.26 = (0.8 + 7.5 + 0.26) = 8.56 \%$$

1.2.5.4. Análisis Sólidos totales

De acuerdo a la NTE INEN 14 el análisis de sólidos totales en la leche.

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos Totales} = \text{Sólidos no grasos} + \text{Sólidos grasos}$$

Ejemplo:

Sólidos no grasos 8,56; Sólidos grasos = 4,00

Sólidos Totales = 8,56 + 4,00 = 12,56

1.2.5.5. Análisis Acidez titulable como ácido láctico

De acuerdo a la NTE INEN 13 el análisis de sólidos totales en la leche.

Principio.-

La acidez de la leche es un dato que nos indica la carga microbiana de la misma, el cuidado en cuanto a higiene y conservación. La leche fresca debe estar entre 16 y 18°Dornic.

Alcance.-

Se aplica a leche fresca, homogenizada, descremada o semidescremada.

Materiales y reactivos.-

- Bureta de 25 ml de capacidad.
- Pipeta volumétrica que descargue 9 ml
- Cápsula de porcelana o vaso de vidrio de 200 ml de capacidad.
- Solución de fenolftaleína al 2% m/v en alcohol etílico de 95 ° GL neutralizado.
- Solución valorada de hidróxido de sodio 0.1 N, libre de carbonatos.

Procedimiento.-

Homogenizar la mezcla y llevarla a 20 °C medir 9 ml en una cápsula de porcelana, agregar 2 a 3 gotas de solución indicadora de fenolftaleína, titular con una solución de hidróxido de sodio hasta viraje a rosado. El color debe persistir de 12 a 15 segundos.

Expresar el resultado en grados Dornic tomando en cuenta que la acidez en °Dornic es igual a la décima de ml de hidróxido de sodio gastados en la titulación. Por ejemplo si gasto 18 ml de NaOH tendré una acidez de 18 °Dornic.

Cálculo.-

Acidez expresada como ácido láctico:

$$\% m/v = F \times 0.1 N \times V$$

Donde: V = ml de solución de hidróxido de sodio 0.1 N gastados en la titulación.

F = factor de corrección de normalidad del NaOH.

Observaciones.-

- Antes de medir la leche purgar la pipeta con ésta.
- Al aproximarse el punto de viraje dejar caer la solución gota a gota.
- No gastar más de 20 segundos en la titulación.

1.2.5.6. Análisis pH

Principio.-

El pH normal de la leche fresca es de 6,5 - 6,7. Valores superiores generalmente se observan en leches mastíticas, mientras que valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana.

El potencial se mide directamente en términos de pH en la escala de un potenciómetro calibrado con una solución buffer de pH conocido.

Alcance.-

Se aplica a leche fresca, homogenizada, descremada o semidescremada.

Materiales y reactivos.-

- pH-metro digital
- Cápsula de porcelana o vaso de vidrio de 200 ml de capacidad.

Procedimiento.-

Homogenizar la mezcla y llevarla a 20 °C medir 50 ml en una cápsula de porcelana e introducir el sensor de pH-metro.

1.2.5.7. Recuento de Aerobios mesófilos

Antes de la siembra, la muestra se prepara para asegurar su homogeneidad, dispersar los grumos de bacterias y distribuir las uniformemente. Luego, la muestra se diluye por lo menos dos veces (1:10 y 1:1000). Seguidamente, con pipetas esterilizadas de 1,1 ml, se transfieren 0,1 y 1,0 ml de cada dilución a placas de Petri estériles.

Una vez solidificado el agar, las placas se incuban invertidas a 32 o 35°C por 48 ± 3 horas y finalmente se cuentan aquellas placas que presentan entre 30 y 300 colonias. Multiplicando el número de colonias de una placa, aproximadamente hasta el segundo dígito, por la dilución correspondiente.

1.2.6. Procesos Térmicos

Según ALVARADO (1996) & RIBAS Y BARBOSA (2005) el conocimiento de los procesos térmicos aplicado a los alimentos, se encuentran muy difundidos a nivel mundial, empleándose en la implementación, desarrollo y mejoramiento de industrias lácteas y otras que procesen alimentos en estado líquido.

1.2.6.1. Tratamiento Térmico. Definición

De acuerdo a LUND (1977) citado por FLORES (2004):

El tratamiento térmico es un método de conservación, el cual tiene como objetivo producir alimentos seguros, de alta calidad, bajo costo, largar la vida de anaquel del alimento y mantener las características sensoriales deseables. (p. 28).

Según HUREL (2008):

Las bacterias, levaduras, hongos y enzimas pueden ser destruidos por el calor. Los tiempos y temperaturas recomendados para el tratamiento térmico son los mínimos encontrados para alcanzar una destrucción adecuada de un número normal de microorganismos, a la vez que producen el mejor sabor y apariencia. (p. 14).

1.2.6.2. Aspectos de importancia

De acuerdo a ALVARADO (1996) “La cantidad de relaciones de temperatura-tiempo, el número de microorganismos y la variedad de nutrientes, cada uno de ellos con sus propias características y composición hacen el campo de estudio sea ilimitado.” (p. 372).

De acuerdo a ALVARADO (1996):

Cuando se requiere conseguir la esterilidad con respecto a un microorganismo como *Clostridium botulinum*, para seguridad de la salud pública, la esterilidad completa con respecto a otros microorganismos no es requerida. Es decir, la esterilización se refiere únicamente a los microorganismos involucrados en daños bajo las condiciones usuales de mercadeo y almacenamiento, los cuales deben ser destruidos o eliminados. (p. 372).

De acuerdo a la ecuación (1) SANTOS (2000). “Si se compara la destrucción térmica de los microorganismos con una reacción enzimática, puede decirse que la velocidad de destrucción a una temperatura dada, es directamente proporcional a su concentración.” (p. 108).

Con relación a la sobrevivencia de microorganismos TOLEDO (1981), citado por ALVARADO (1996). “Señalo que cuando una suspensión de microorganismos se mantiene a una temperatura constante, la razón de disminución de los organismos viables es directamente proporcional al número de organismos viables presente.” (p. 376).

Según ARGAIZ Y LÓPEZ-MALO (1996), citado por FLORES (2004):

La optimización de la retención de la calidad en alimentos procesados térmicamente se basa en las diferencias de dependencia de la temperatura y la inactivación de materiales biológicos no deseados (enzimas y/o microorganismos) y los cambios en la calidad sensorial y nutricional. Es importante conocer las interrelaciones tiempo-temperatura para los cambios en las características sensoriales durante el tratamiento. (p. 29).

Según ALVARADO (1996). “Los métodos para calcular el tiempo de proceso térmico se clasifican en dos grupos:”

1.2.6.3. Método General

1.2.6.4. Método Matemático. (p. 373).

1.2.6.3. Método General

De acuerdo a HUREL (2008). “Descrito por Bigelow y colaboradores (1920), el cual es un método gráfico de integración de los efectos letales de varias combinaciones tiempo-temperatura existentes en el alimento durante su procesamiento térmico.” (p. 16).

1.2.6.4. Método Matemático

Según HUREL (2008) expresa que el Método Matemática o Método de la Fórmula:

Desarrollado por Ball en 1923, que evalúa la letalidad del tratamiento térmico, teniendo como ventaja sobre el general que una vez obtenidos los datos del historial tiempo-temperatura y los factores calculados mediante este método, se puede aplicar a procesos semejantes del mismo producto bajo condiciones diferentes de procesamiento (Stumbo, 1973). (p. 16).

1.2.6.5. Cinética de destrucción térmica

Según RIBAS Y BARBOSA (2005):

Para cualquier microorganismo que se encuentre en un determinado medio, y sea tratado térmicamente a cierta temperatura fija, la velocidad de destrucción sigue una cinética de primer orden. Así, si N es el número de microorganismos, su variación con el tiempo se expresa como:

$$\frac{dN}{dt} = -kN \quad (1)$$

Donde:

N = concentración de microorganismos

k = constante de proporcionalidad

$-\frac{dN}{dt}$ = velocidad de destrucción de los microorganismos

ecuación que puede integrarse con la condición límite que para el tiempo inicial existen N_0 microorganismos, obteniéndose:

$$N = N_0 \exp. (-k t) \quad (2)$$

en la que N es el número de microorganismos presentes para el tiempo t , y k es la constante cinética de destrucción. (p. 505 - 506).

Con relación a lo anterior RIBAS Y BARBOSA (2005) expresan que:

El valor de la constante cinética depende del tipo de microorganismos, del medio y la temperatura. Asimismo, para un mismo microorganismo, también depende de si está en forma vegetativa o esporulada. Para las formas vegetativas estas constantes son mucho mayores que para las esporuladas, lo que indica que estas últimas son mucho más difíciles de destruir. (p. 506).

Además RIBAS Y BARBOSA (2005). “Los valores de la constante de destrucción térmica de las formas vegetativas suelen ser del orden 10^{10} min^{-1} , mientras las esporuladas presentan valores de 1 min^{-1} .” (p. 506).

1.2.6.6. Tiempo de Reducción Decimal (D)

Según RIBAS Y BARBOSA (2005):

En cálculos de problemas de tratamiento térmico, suele utilizarse lo que se denomina Tiempo de Reducción Decimal, que se define como el tiempo de tratamiento necesario para el número de microorganismos de reduzca a la decima parte, y se representa por D_T . (p. 506).

Con lo antes mencionado RIBAS Y BARBOSA (2005) expresan que:

En los cálculos de tratamientos térmicos se supone que este tiempo es independiente de la concentración inicial de microorganismos y dependiente de la temperatura, tipo de microorganismo y medio de cultivo o alimento en el que crecen los microorganismos. (p. 506).

De donde la ecuación (2) se obtiene:

$$D_T = \frac{2,303}{k} \log_{10} \left(\frac{N}{N_0} \right)$$

y como $N = 0.1 N_0$, el Tiempo de Reducción Decimal se expresa en función de la constante cinética de destrucción térmica como:

$$D_T = \frac{2,303}{k} \quad (3)$$

y el tiempo de tratamiento se expresará según la ecuación:

$$t = \log_{10} \left(\frac{N}{N_0} \right) \quad (4)$$

Según ALVARADO (1996), la ecuación (3), por reemplazo se establece:

$$\log (N/N_0) = - t / D \quad (3.1)$$

que puede ser modificada de la forma siguiente:

$$D = \frac{t}{(\log N / N_0)} \quad (3.2)$$

Donde:

t = tiempo de calentamiento a una temperatura dada ($t_1 - t_2$).

D = tiempo de destrucción decimal o tiempo requerido para destruir el 90% de los microorganismos a una temperatura.

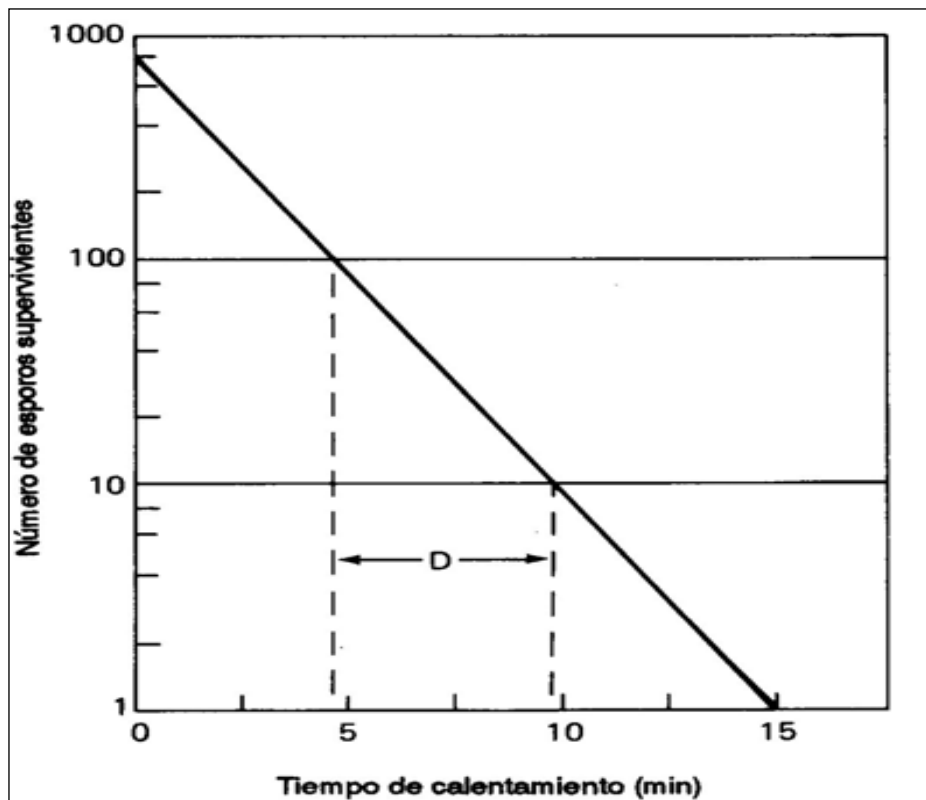
N_0 = cantidad de microorganismos al inicio del proceso.

N = cantidad de microorganismos al final del proceso.

el término (N_0/N) se denomina valor esterilizante de un proceso. Además tomando el primer miembro de la ecuación (3.2), $\log(N_0/N)$; por lo tanto el Número de Reducciones Decimales (n) necesarios para alcanzar el valor esterilizante de un producto; en este caso leche es 22.

$$n = \log(N_0/N) \quad (3.3)$$

FIGURA N° 1. CURVA LOGARÍTMICA DE MICROORGANISMOS VIVOS A UNA TEMPERATURA CONSTANTE.



Fuente.- SANTOS, 2000. Leche y sus derivados.

Según RIBAS y BARBOSA (2005), obtenidos los valores D a diferentes temperaturas se puede obtener un nuevo valor a otra temperatura deseada (D_T), mediante la siguiente expresión: (p. 506).

$$\log D_T = a + bT \quad (5)$$

Donde:

$$b = - \frac{I}{z} \quad (5.1)$$

Para obtener los parámetros a y b hay que representar $\log D_T$ frente a la temperatura.

1.2.6.7. Curva de Destrucción Térmica

Continuando el desarrollo de las fórmulas para cálculo de tratamiento térmico RIBAS Y BARBOSA (2005). (p. 507).

La ecuación (2) se puede linealizar si se expresa en forma logarítmica:

$$\ln \left(\frac{N}{N_0} \right) = k t \quad (6)$$

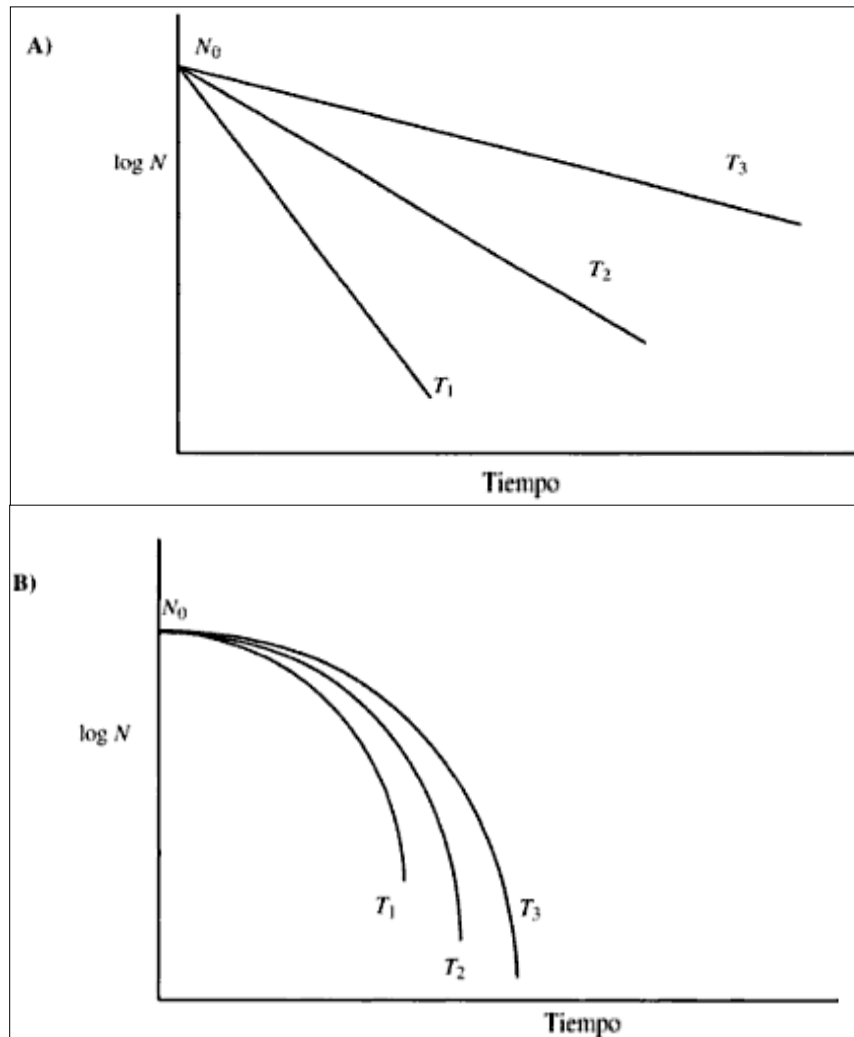
Según RIBAS Y BARBOSA (2005) “Si se representa se representa en coordenadas semilogarítmicas N/N_0 frente al tiempo, se obtiene una recta de pendiente $-k$ y ordenada en el origen 1.” (p. 507).

Antes mencionados autores indican:

Esta recta se denomina curva de destrucción térmica, y para cada microorganismo viene determinada por la temperatura, de tal forma que si la temperatura es distinta, la pendiente de la recta también lo será, ya que la constante cinética de destrucción varía. Así, si la temperatura aumenta la pendiente es más pronunciada (figura 1). (p. 507).

FIGURA N° 2. CURVAS DE DESTRUCCIÓN TÉRMICA DE MICROORGANISMOS. $T_1 > T_2 > T_3$

A) Formas vegetativas. B) Formas esporuladas.



Fuente.- RIBAS Y BARBOSA, 2005. Operaciones Unitarias en la Ingeniería de los Alimentos.

1.2.6.8. Constante de Resistencia Térmica (z)

Según RIBAS Y BARBOSA (2005). “Es un factor que describe la resistencia térmica de las esporas bacterianas (se define como el aumento de temperatura necesario para causar una disminución del 90% en el Tiempo de Reducción Decimal).” (p. 508).

Mismos autores expresan:

Entonces z es el incremento en temperatura necesario para obtener el mismo efecto letal reduciendo el tiempo diez veces. El valor z proporciona información sobre la resistencia relativa a la destrucción de un microorganismo a diferentes temperaturas. Los valores de z son específicos para cada alimento. (p. 508).

De acuerdo a SANTOS (2000). El valor z se calcula con la siguiente fórmula: (p. 112-113).

$$z = \frac{(T_1 - T_2)}{(\log D_2 - \log D_1)} \quad (7)$$

Donde:

D_1 = valor de D a la temperatura T_1 ; expresado en minutos ó segundos.

D_2 = valor de D a la temperatura T_2 ; expresado en minutos ó segundos.

z = temperatura (°C) necesaria para disminuir a una decima parte, el tiempo de muerte térmica.

SANTOS (2000)	<i>Coxiella burnetti</i>	65,56	30 a 30	10 a 12
	<i>Salmonella spp.</i>	65,56	1,2 a 15	10 a 12
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	65,56	12 a 18	9 a 10
	<i>Brucella spp.</i>	65,56	6 a 12	8 a 10
	<i>Levaduras y hongos</i>	65,56	30 a 180	9 a 10
VARIOS (1999)*	<i>Listeria monocytogenes</i>	71,1	0,9	-

Elaborado por.- Autor, 2012 en base a varias obras citadas en la investigación.

* Medicina Veterinaria – Vol. I (O.M. Radostis, C.C. Gay, D.C. Blood y K.W. Hinchcliff). Pág. 875.

1.2.6.9. *Tiempo de Muerte Térmica (F)*

Según RIBAS Y BARBOSA (2005), el Tiempo de Muerte Térmica (F) es un parámetro que se usa en la industria alimentaria y puede definirse como:

Tiempo que se requiere, a una temperatura definida, para reducir la población microbiana presente en un alimento hasta un nivel deseado. Cada microorganismo existente en el alimento tiene su propio valor F y por lo tanto habrá que aplicar al alimento el valor F más elevado de los calculados). (p. 509).

De acuerdo a SANTOS (2000). El valor F se calcula con la siguiente fórmula (p. 113):

$$F = D (\log N_0 - \log N) \quad (8)$$

Sabemos, que $\log N_0 - \log N$ se refiere a la reducción del valor D . Además la ecuación anterior (8), puede ser modificada y establecer de la siguiente manera:

$$F_T = n D_T \quad (9)$$

1.2.6.10. Efecto de la temperatura en los distintos componentes de la leche

De acuerdo a SANTOS (2000):

“Cuando se realiza un tratamiento térmico para destruir a los microorganismos de la leche, también ocurren cambios en los demás componentes los que, a su vez, ocasionan cambios en la calidad de algunos productos lácteos.” (p. 115).

Además antes mencionado autor expresa:

La intensidad de este efecto depende del tratamiento térmico que se efectúe; por ello es importante conocer los cambios que puede sufrir la leche y estar conscientes de los problemas que pueden presentar en la elaboración de algunos derivados. La leche en especial sufre cambios en el valor nutricional y características organolépticas; principalmente. (p. 115).

1.2.6.11. Probabilidad de deterioro

Según RIBAS Y BARBOSA (2005). “Se utiliza para calcular el número de envases deteriorados producidos durante el proceso de una partida de producto. Para una exposición total de Tiempo de Muerte Térmica.” (p. 512)

$$\log N_0 - \log N = F/D \quad (10)$$

Si r es el número de envases procesados y N_0 es el # inicial de esporas por envase, la carga total microbiana al comienzo del proceso es igual a rN_0 .

$$\log (rN_0) - \log (rN) = F/D \quad (11)$$

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo del trabajo de investigación se procede a describir los materiales más utilizados para el Diseño Experimental, así como los métodos y técnicas aplicados en diferentes procesos para la “Determinación del Tiempo de Reducción Decimal (D), Constante de Resistencia Térmica (z) y Tiempo de Muerte Térmica (F) en leche, aplicando el Método General y el Método Matemático, en la empresa El Ordeño S.A. Machachi 2012”.

2.1. Antecedentes de la Empresa

2.1.1. Sociedad Industrial Ganadera El Ordeño S.A.

El Ordeño S.A. es una empresa que facilita la consolidación de la actividad lechera, y se crea en el año 2002 ante la necesidad de utilizar leche local para sustituir importaciones.

2.1.1.1. Objetivo y Visión

Seguir creciendo mediante la formación de esquemas asociativos, de esa manera insertar al mayor número de productores al sistema hasta alcanzar con ellos un millón de litros día; de igual manera desarrollar productos que nos den valor agregado que nos permitan consolidar mercados externos, convirtiendo al Ecuador en un país exportador de lácteos.

2.1.1.2. Motivo de orgullo

El Ordeño ha generado un modelo de desarrollo que ha mejorado las condiciones de vida de miles de pequeños productores convirtiendo su producción lechera a través de la industrialización en productos de la más alta calidad que son utilizados por las industrias de mayor exigencia en estándares de calidad tanto a nivel nacional como internacional.

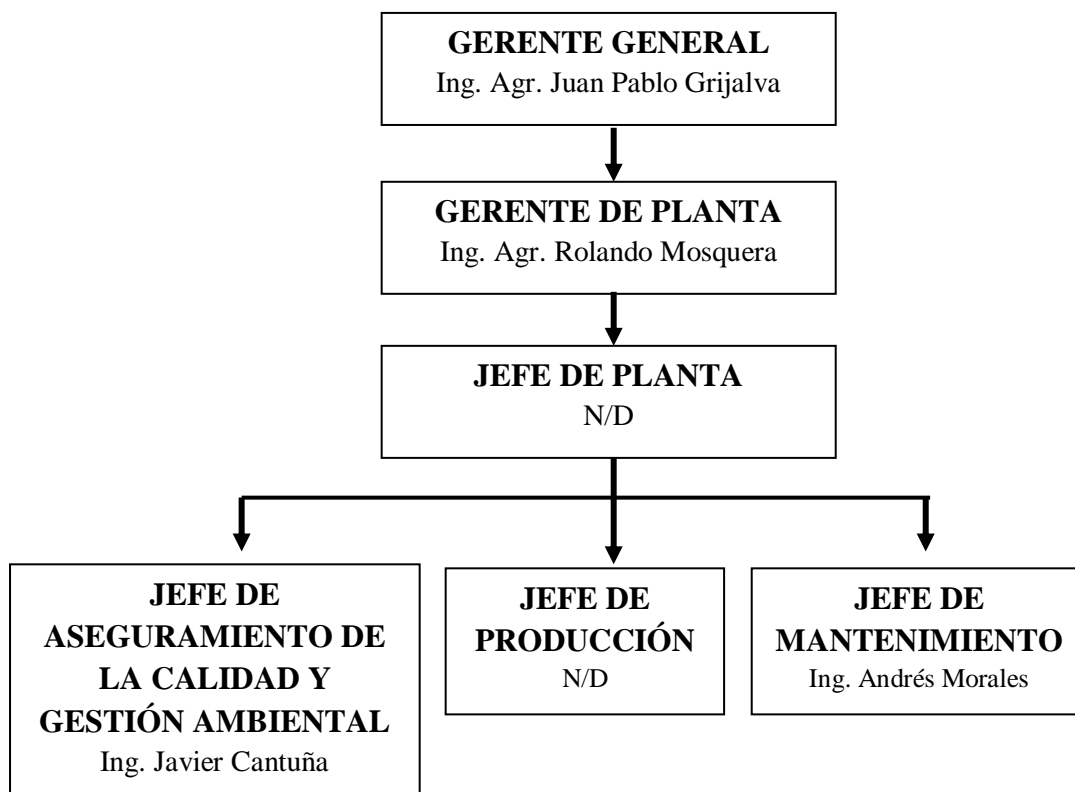
Su crecimiento está sustentado en un concepto de desarrollo en base a las alianzas y generación de sinergias con productores, con otras industrias, gobiernos e instituciones nacionales e internacionales.

2.1.1.3. Principales actividades

Dentro de las actividades que viene desarrollando Sociedad Industrial Ganadera El Ordeño S.A. son:

- Desde el año 2002 inicia su productividad industrial con la línea de leche en polvo, en diversas presentaciones a granel y envasado a detal.
- Desde el año 2003, como parte de la empresa el Ordeño se abren Centros de Acopio de leche en diversas provincias de nuestro país, lideradas por la Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente.
- En el presente año (2012) da inicio a la implementación y desarrollo, de una nueva planta destinada a la producción de leche ultrapasteurizada (UHT) en diversas presentaciones: leche entera, saborizada frutilla, vainilla y chocolatada de 200 ml y leche entera, semidescremada y descremada de 1000 ml en envase Tetra Pack. La nueva planta además se encuentra en la capacidad de procesar otros alimentos, en estado líquido como: jugos, néctares, entre otros.

2.1.1.4. Organigrama de Dirección Planta UHT de la empresa El Ordeño S.A.



Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Empresa el Ordeño S.A.

2.2. Características del Área Experimental

2.2.1. Ubicación Geográfica

Provincia: Pichincha

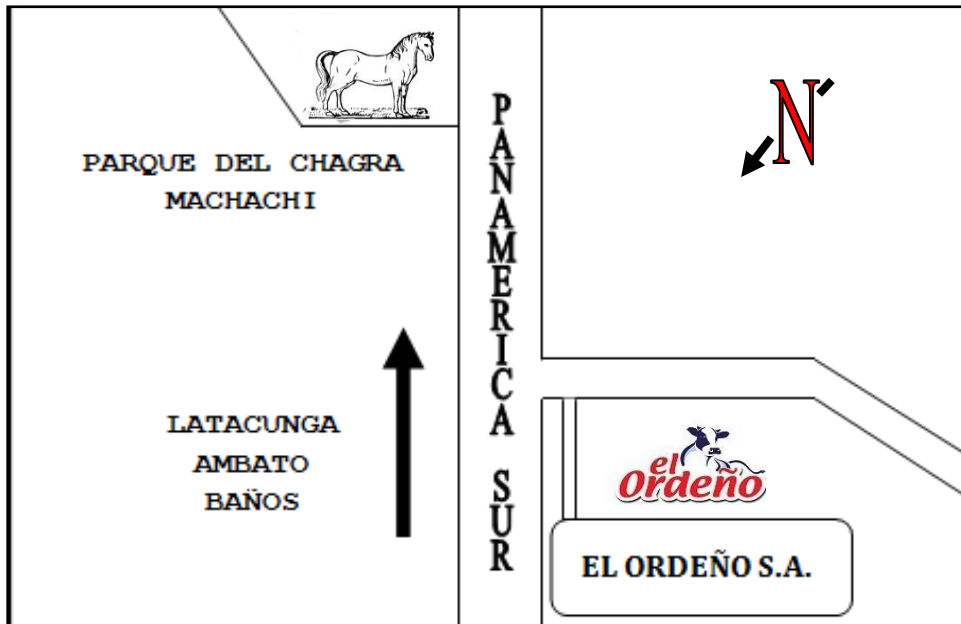
Cantón: Mejía

Parroquia: Machachi

Dirección: Panamericana Sur Km 36 (Sector Aychapicho)

Coordenadas: X = 0773655 ; Y = 994763

GRÁFICO N° 1. UBICACIÓN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A.



Elaborado por.- Autor, 2012.

2.2.2. Características Climáticas del Cantón Mejía

Nubosidad promedio:	7/8
Altitud:	2800 a 3000 m.s.n.m.
Humedad relativa:	75%
Clima:	Lluvioso de noviembre a mayo y seco de junio a septiembre
Temperatura:	Entre 8 – 18 °C con un promedio de 13 °C
Velocidad del viento:	2.7 m/s
Viento dominante:	S – E
Pluviosidad:	1.000 – 2.000 mm/año

2.3. Recursos Humanos

2.3.1. Postulante

2.3.1.1. Carlos Gabriel Cajamarca Zurita

2.3.2. Director

2.3.2.1. Ing. M.Sc. Manuel Enrique Fernández Paredes

2.3.3. Gerente Propietario

2.3.3.1. Ing. Agr. Juan Pablo Grijalva Cobo

2.4. Materiales, Equipos y Reactivos

2.4.1. Materiales

2.4.1.1. Materiales para producción

- Envases Tetra Pack
 - Pultack
 - Tira
- Tapas
 - Goma para tapas
- Cajas

- Goma para cajas
- Pallets
 - Plancha plástica
- Cinta Stretch
- Etiquetas
 - Liberación
 - Observación/Rechazo

2.4.1.2. Materiales de Laboratorio

- Tubos de ensayo
- Placas Petrifilm
- Pipetas
- Envases plásticos
- Micropipetas
- Pera-rellena pipetas
- Envases de vidrio
- Termómetro
- Vasos de precipitación
- Varilla de agitación
- Jarra plástica 2 lts.

2.4.1.3. Materiales de Oficina

- Resma de papel bond A4
- Esferográficos
- Marcadores
- Tinta para recarga

2.4.2. Equipos

2.4.2.1. Equipos de Producción

- Pasteurizador-Estandarizador
- Esterilizador
- Tanque aséptico
- Envasadora
- Recap
- Encartonadora

2.4.2.2. Equipos de Laboratorio

- Autoclave
- Balanza analítica
- Baño termostático
- Lactoscan

- Estufa
- Refrigerador
- Acidómetro Salut

2.4.2.3. Equipos de Oficina e Informática

- Computador
- Internet
- Impresora
- Flash memory
- Cámara digital
- Paquetes estadísticos y graficadores (SPSS e InfoStat – Excel-AutoCAD)
- Procesador de palabras e impresión (Word).

2.4.3. Reactivos

2.4.3.1. Reactivos de Producción

- Rodamina

2.4.3.2. Reactivos de Laboratorio

- Agua destilada
- Peptona
- Alcohol 80°

2.5. Análisis Estadístico

2.5.1. Universo de Estudio

El universo de estudio que se seleccionó para llevar a cabo la presente investigación fue de grupos específicos, ya que la leche destinada a la experimentación debe mantener la cadena de frío hasta el momento del procesamiento. Las rutas más idóneas para éste caso fueron: Alóag, Cayambe, Tabacundo y Lasso.

La empresa El Ordeño S.A. dispone de silos con capacidad de: 10.000, 32.000 y 50.000 lts para almacenamiento de leche cruda.

2.5.1.1. Población

La población utilizada en la investigación se divide en:

- ***Población para laboratorio.*** La población en la presente investigación fue de un silo con capacidad de almacenamiento de 32.000 lts de leche cruda, provenientes de las rutas Alóag, Cayambe, Tabacundo y Lasso.
- ***Población para producción.*** La población para campo fue similar a la de laboratorio, es decir, 32.000 lts de leche cruda proveniente de las rutas antes mencionadas.

2.5.1.2. Muestra

La muestra utilizada en la investigación se divide en:

- ***Muestra para laboratorio.*** La muestra tomada para cada tratamiento fue de 1.5 lts de leche cruda, equivalente a 1.500 ml, es decir, 0.5 litros cada unidad experimental; principalmente para tratamiento térmico y su posterior análisis microbiológico. Se almacenó las muestras de leche cruda en refrigeración hasta la obtención de los resultados.
- ***Muestra para producción.*** La muestra empleada fue de 2.000 lts de leche cruda toma de un silo de 32.000 litros de capacidad; el restante se empleó en la producción de leche en polvo.

2.5.2. Diseño Experimental

2.5.2.1. Tipo de diseño

En la presente investigación se empleó los siguientes tipos de Diseño Experimental:

- ***Diseño Experimental en laboratorio.*** Se empleó el Diseño de Parcelas Divididas (DPD). El diseño fue aplicado en la evaluación del tratamiento térmico sobre la carga microbiana de la leche (aerobios mesófilos).
- ***Diseño Experimental en producción.*** Se empleó el Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA) y la prueba T student para evaluar características organolépticas del producto obtenido en relación a otros.

2.5.2.2. Factores en estudio

Los factores en estudio se presentan a continuación:

- **Factor en estudio para laboratorio.** Los factores en estudio que se analizaron en la presente investigación fueron tiempo y temperatura de tratamiento térmico.

Tiempo y temperatura de tratamiento térmico tuvieron tres regímenes y su integración se expone en el siguiente numeral.

FACTOR (A) TEMPERATURA: $a_1 = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$

$a_2 = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$

$a_3 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$

FACTOR (B) TIEMPO: $b_1 = 0\text{ s.}$

$b_2 = 15\text{ s.}$

$b_3 = 30\text{ s.}$

- **Factor en estudio para producción.** El factor en estudio que se analizó fue leche ultrapasteurizada producida con diferentes parámetros.

FACTOR (P) LECHE UHT: $p_1 = \text{Investigador}$

$p_2 = \text{Proveedor}$

$p_3 = \text{Maquilado}$

2.5.2.3. *Tratamientos*

A continuación se detalla los tratamientos empleados en la investigación:

- ***Tratamientos para laboratorio.*** El número de tratamientos resultaron de la interacción del tiempo y la temperatura de tratamiento térmico, es decir, $A=3 \times B=3$ dando 9 tratamientos en estudio descritos a continuación:

CUADRO N° 1. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO PARA LABORARTORIO.

N°	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	a_1b_1	80 °C x 0 s.
2	a_1b_2	80 °C x 15 s.
3	a_1b_3	80 °C x 30 s.
4	a_2b_1	90 °C x 0 s.
5	a_2b_2	90 °C x 15 s.
6	a_2b_3	90 °C x 30 s.
7	a_3b_1	100 °C x 0 s.
8	a_3b_2	100 °C x 15 s.
9	a_3b_3	100 °C x 30 s.

Elaborado por.- Autor, 2012.

- ***Tratamientos para producción.*** Los tratamientos en estudio para campo son 3 tipos de leche ultrapasteurizada y se describen a continuación:

**CUADRO N° 2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO
PARA PRODUCCIÓN.**

N°	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	$p_1 = A$	Leche producida con parámetros determinados por el investigador.
2	$p_2 = B$	Leche producida con parámetros determinados por el proveedor.
3	$p_3 = C$	Leche producida por PROLACHIV para el Ordeño S.A.

Elaborado por.- Autor, 2012.

2.5.2.4. Número de repeticiones

El número de repeticiones empleadas en la investigación se dividen en:

- **Número de repeticiones para laboratorio.** El número de repeticiones utilizadas en la investigación fueron 3, dando así un total de 27 unidades experimentales. El número de unidades experimentales resultó de la interacción de las repeticiones con los tratamientos en estudio.
- **Número de repeticiones para producción.** El número de repeticiones utilizada para llevar a caso la fase de campo fue de 30 catadores o jueces. Los catadores fueron alumnos de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Carrera de Ingeniería Agroindustrial_5^{to} (período académico abril-septiembre 2012). Se empleó pruebas de aceptación y diferenciación (prueba triangular).

2.5.2.5. Análisis de Varianza

El Análisis de Varianza empleada en la investigación se dividen en:

- *Análisis de Varianza para laboratorio.* El esquema del ADEVA en Diseño de Parcelas Dividas (DPD) utilizado en la presente investigación se presenta a continuación:

CUADRO N° 3. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LABORATORIO – ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	FÓRMULA
Total	26	$(a*b*r) - 1$
Repeticiones	2	$r - 1$
Temperatura (A)	2	$a - 1$
Error Experimental (a)	4	$(a - 1) (r - 1)$
Tiempo (B)	2	$b - 1$
A * B	4	$(a - 1) (b - 1)$
Error Experimental (b)	12	$[(t*r)-1] - (t-1) - (r-1)$

Elaborado por.- Autor, 2012.

$$CV(a) = \frac{\sqrt{CM_{EE}(a) / b}}{X_M} * 100 \%$$

$$CV(b) = \frac{\sqrt{CM_{EE}(b)}}{X_M} * 100 \%$$

- *Análisis de Varianza para producción.* El esquema del ADEVA en Diseño Completamente al Azar (DBCA) y la prueba de T student utilizados en la presente investigación se presenta a continuación:

**CUADRO N° 4. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA
PRODUCCIÓN – ADEVA.**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	FÓRMULA
Total	89	(t*r) - 1
Tratamientos	2	t - 1
Jueces	29	r - 1
Error Experimental	58	[(t*r)-1] - (t-1) - (r-1)

Elaborado por.- Autor, 2012.

$$CV = \frac{\sqrt{CM_{EE}}}{X_M} * 100 \%$$

**CUADRO N° 5. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA
PRODUCCIÓN – T_{STUDENT}.**

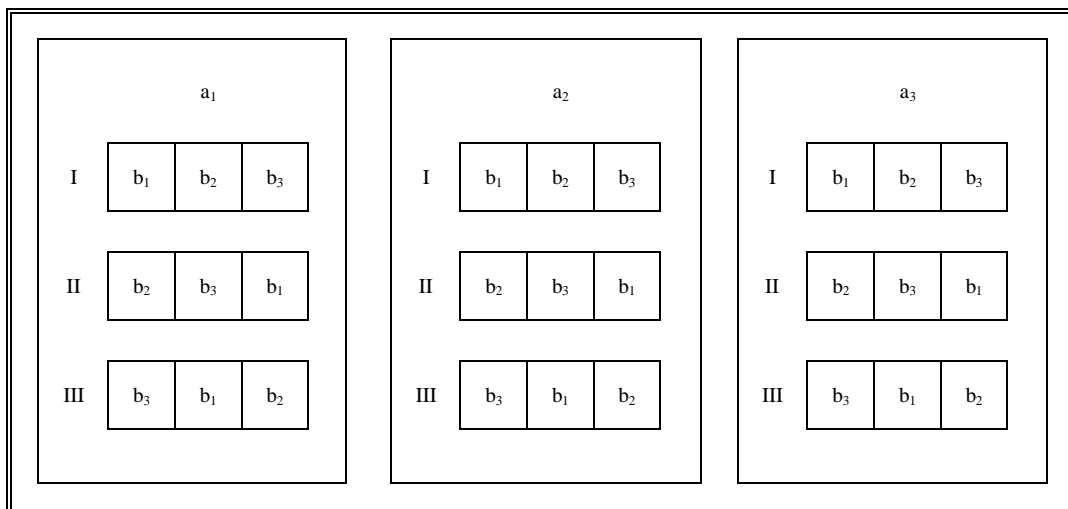
	Leche UHT Investigador (A)	Leche UHT Proveedor (B)	
Total			catadores
Calificación total			calificación
Medias			calificación
Varianza muestra			calificación ²
Desviación estándar			calificación
CV			%
Diferencia (y - y)			calificación
GL			número
Var_{diferencia}			calificación ²
ee_{diferencia}			calificación
t			Resultado del experimento
p			
Significación			

Elaborado por.- Autor, 2012.

2.5.2.6. Disposición en el sitio experimental para laboratorio

Los tratamientos en estudio cumplieron la distribución de Diseño de Parcelas Divididas (DPD) y se representa gráficamente a continuación:

GRÁFICO N° 2.- DISPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL SITIO EXPERIMENTAL.



Elaborado por.- Autor, 2012.

2.5.2.7. Variables evaluadas

La descripción de las evaluadas en la presente investigación se presenta a continuación:

CUADRO N° 6. VARIABLES PARA LA DETERMINACIÓN DE VALORES D, z, F.

Variable Independiente	Variable Dependiente	Indicadores
Tratamiento Térmico	Tiempo de Reducción Decimal (D)	* Características microbiológicas

<p>3 temperaturas</p> <p>3 tiempos</p>	<p>Constante de Resistencia Térmica (z)</p> <p>Tiempo de Muerte Térmica (F)</p>	<p>* Características organolépticas</p> <p>* Características fisicoquímicas</p> <p>* Características Nutricional</p> <p>* Costos</p>
--	---	--

Elaborado por.- Autor, 2012.

2.5.2.8. Análisis Funcional para laboratorio

Son complementarias al ADEVA, se aplicó en la presente investigación ya que se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos.

La prueba de significación utilizada fue Tukey al 5%, conocida como la prueba honesta de significación, ya que en la investigación se requiero comparar más de dos medias de tratamiento. Esta prueba es rigurosa, pues se toma un solo valor de Q de la tabla del rango.

Esta prueba de significación se emplea cuando existe significación estadística entre los tratamientos en estudio.

2.6. Manejo del Experimento

2.6.1. Metodología de Laboratorio

- Toma de muestras de silos, aproximadamente 500 ml del volumen total de leche almacenada para cada tratamiento.

- Empezar por la primera parcela según el esquema de la situación de los tratamientos en el sitio experimental.
- Rotular los envases plásticos de acuerdo a la simbología del tratamiento.
- Realizar análisis fisicoquímico y microbiológico a la leche cruda.
- Colocar 200 ml de leche cruda en un envase de plástico con tapa y el resto conservar en refrigeración en un frasco estéril. Rotular el frasco de acuerdo al tratamiento hasta obtener los resultados microbiológicos.
- Termoestabilizar el baño maría a la temperatura de 80 °C (a_1); una vez alcanzada la temperatura esperar 5 minutos.
- Introducir los envases plásticos con la muestra de leche cruda y someter a tratamiento térmico. Controlar el tiempo al que alcanza la temperatura deseada la muestra de leche cruda (utilizar termómetro); una vez alcanza la temperatura (a_1b_1) tomar el tiempo hasta alcanzar el segundo y tercer tratamiento (a_1b_2 y a_1b_3).
- Enfriar rápidamente las muestras de leche termizada a temperatura de 20 °C.
- A partir de la muestra problema preparar disoluciones decimales sucesivas 10^{-1} y 10^{-2} .
- Sembrar las muestras en placas Pretrifilm y encubar a temperatura de 37 ± 1 °C x 48 ± 3 horas.
- Realizar el recuento de aerobios presentes en las muestras. Repetir el proceso para las temperaturas de 90 y 100 °C.
- Realizar los cálculos pertinentes para valores D, z y F.

2.6.2. Metodología de Producción

- Ajustar los valores D y F a la temperatura de 139 °C.

$$\log D_T = a + bT$$

$$b = -1/z$$

- Para obtener los parámetros a y b hay que representar $\log D_T$ frente la temperatura.

$$n = \log (N_0 / N)$$

$$D_T = \text{ant. Log} (a + bT)$$

$$F_T = n D_T$$

- Ajustar los valores en el Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex.
- Tomar la muestra de leche a ser ultrapasteurizada.
- Realizar análisis fisicoquímico y microbiológico inicial a muestra de leche.
- Ultrapasteurizar la leche.
- Realizar análisis fisicoquímico, microbiológico. Luego que los resultados sean favorables continuar con el análisis de organoléptico, nutricional y el tiempo de vida útil (estabilidad).

2.7. Métodos y Técnicas

2.7.1. Métodos

Para la realización de la presente investigación se aplicó el método inductivo-deductivo, que permitió alcanzar los objetivos propuestos y a comprobar las hipótesis planteadas.

2.7.1.1. Método Inductivo-Deductivo

Deducción. Es un tipo de razonamiento que nos lleva:

- a) De lo general a lo particular.
- b) De lo complejo a lo simple.

Pese a que el razonamiento deductivo es una maravillosa herramienta del conocimiento científico, si el avance de la ciencia se diera sólo en función de él, éste sería muy pequeño. Esto se debe a que nuestra experiencia como humanos es limitada, depende de nuestros sentidos y de nuestra memoria.

Inducción.- Es un modo de razonar que nos lleva:

- a) De lo particular a lo general.
- b) De una parte a un todo.

Inducir es ir más allá de lo evidente. La generalización de los eventos es un proceso que sirve de estructura a todas las ciencias experimentales, ya que éstas como la física, la química y la biología se basan (en principio) en la observación de un fenómeno (un caso particular) y posteriormente se realizan investigaciones y experimentos que conducen a los científicos a la generalización.

Mediante tratamiento térmico, análisis de laboratorio y procesamiento de datos, se pudo determinar el Tiempo de Reducción Decimal (D), Constante de Resistencia Térmica y Tiempo de Muerte Térmica en leche procesada en El Ordeño S.A.

2.7.2. Técnicas

Las técnicas aplicadas en el desarrollo de la presente investigación fueron las siguientes técnicas: observación participativa, encuesta y lista de cotejos.

2.7.2.1. Observación Participativa

Técnica en la cual hay una relación directa con el objeto de estudio, que además de ser observada puede ser palpada.

En la presente investigación se implicó en el manejo de equipos involucrados en el procesamiento de leche ultrapasteurizada, en especial el Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex, el cual requiere de los valores D, z y F determinados.

2.7.2.2. Encuesta

Es un estudio observacional en el cual el investigador busca recaudar datos por medio de un cuestionario prediseñado, y no modifica el entorno ni controla el proceso que está en observación (como sí lo hace en un experimento).

Los datos se obtienen a partir de realizar un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, formada a menudo por personas, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos.

En la presente investigación se empleo en la parte experimental, es decir, cuando se obtuvo el producto final. Se empleo ésta técnica en lo que concierne análisis sensorial o también llamado análisis de características organolépticas.

2.7.2.3. Lista de cotejo

Relaciona datos bibliográficos de anteriores investigaciones, así como datos obtenidos experimentalmente.

En la presente investigación se empleo en la comparación de valores establecidos por el proveedor y los determinados en la investigación (D, z y F) para el procesamiento de leche con sistema UHT, así como las características de la misma (principalmente características organolépticas y microbiológicas).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se expone y analiza los datos obtenidos en la evaluación de procesos térmicos y cuyos resultados permitieron la “Determinación del Tiempo de Reducción Decimal (D), Constante de Resistencia Térmica (z) y Tiempo de Muerte Térmica (F) en leche, aplicando el Método General y el Método Matemático en la empresa El Ordeño S.A. Machachi 2012”.

3.1. Cuadro de análisis

Los cuadros de análisis presentados a continuación, permitieron alcanzar los objetivos planteados, es decir, concluir con la investigación.

Los resultados promedios se presentan en la sección ANEXOS, tanto a nivel de laboratorio como de producción.

Los gráficos igualmente se resumen en este capítulo, dando como resultado una integración gráfica-textual comprensible.

3.1.1. ADEVA - Tratamientos en estudio

TABLA N° 7. ADEVA PARA VARIABLE UFC/ML EN LECHE PARA DETERMINACIÓN DE VALORES D, z, F, EN EL ORDEÑO S.A.

F de V	GL	SC	CM	F cal	F tab	
					5%	1%
Total	26	163018,30	---			
Repeticiones	2	3,85	1,93	4,00 ^{ns}	6,94	18,00
Temperatura (A)	2	159151,19	79575,59	165272,38 ^{**}		
Error (a)	4	1,93	0,48			
Tiempo (B)	2	3032,07	1516,04	467,81 ^{**}	3,88	6,93
A x B	4	790,37	197,59	60,97 ^{**}	3,26	5,41
Error (b)	12	38,89	3,24			

^{ns} no significativo

^{**} altamente significativo

Elaborado por.- Autor, 2012.

$$CV(a) = 0,37\%$$

$$CV(b) = 1,37\%$$

El ADEVA para este experimento permitió establecer diferencias altamente significativas para los factores tiempo (A) y temperatura (B), así como su interacción; sin embargo la temperatura de tratamiento térmico influyó mayoritariamente sobre la carga microbiana en la leche.

En lo referente a las repeticiones no se encontró diferencia estadística, éste dato es adelantador, ya que las resistencias térmicas de los microorganismos no varían de manera notoria. El Coeficiente Variación (b) fue de 1,37%, es aceptable, ya que se encuentran dentro de los rangos establecidos para este tipo de investigación, además nos permite deducir que hubo un adecuado manejo del ensayo.

3.1.2. TUKEY - Tratamientos en estudio

TABLA N° 8. TUKEY ADEVA PARA VARIABLE UFC/ML EN LECHE PARA DETERMINACIÓN DE VALORES D, z, F, EN EL ORDEÑO S.A.

TRAT.	MEDIAS	n	RANGO		
a ₃ b ₃	6,00	3	A		
a ₃ b ₂	33,05	3	B		
a ₃ b ₁	36,67	3	B		
a ₂ b ₃	143,33	3	C		
a ₂ b ₂	174,00	3	D		
a ₂ b ₁	176,67	3	D		
a ₁ b ₃	200,00	3	E		
a ₁ b ₂	206,21	3	E		F
a ₁ b ₁	206,67	3	F		

Elaborado por.- Autor, 2012.

La prueba de significación Tukey, señaló que el tratamiento a₃b₃ (100°C x 30s) influye de manera notoria sobre la destrucción de la carga microbiana en la leche, es decir, que a mayor tiempo y temperatura de tratamiento térmico menor será la carga microbiana.

3.1.3. Cinética de destrucción de microorganismos

3.1.3.1. Determinación de valor D

Los valores del Tiempo de Reducción Decimal (D) a 80, 90 y 100 °C fueron determinados aplicando el Método Matemático, mientras que el valor de D a 139 °C se determinó mediante la integración del Método General y el Método Matemático; el valor de D a 139 °C fue 0,185 segundos.

El valor de D a 139 se calculó con la gráfica presentada para la determinación de z (Gráfico N°3).

TABLA N°9. VALORES DE TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D) A 80, 90 Y 100 °C.

TEMPERATURA (°C)	D_T (s)
80	15481,039
90	2274,052
100	332,807

Elaborado por.- Autor, 2012.

El Tiempo de Reducción Decimal (D) de acuerdo a la tabla anterior, es indirectamente proporcional a la temperatura de tratamiento térmico, es decir, que a mayor temperatura menor será el valor de D.

3.1.3.2. Determinación de valor z

Al igual que el Tiempo de Reducción Decimal a 139, el valor de la Constante de Resistencia Térmica (z) fue determinado mediante la integración del Método General y el Método Matemático; para efecto de ésta integración se empleó los valores de D a las temperaturas de 80, 90 y 100 °C, determinados mediante el Método Matemático; el valor de z fue 12 °C.

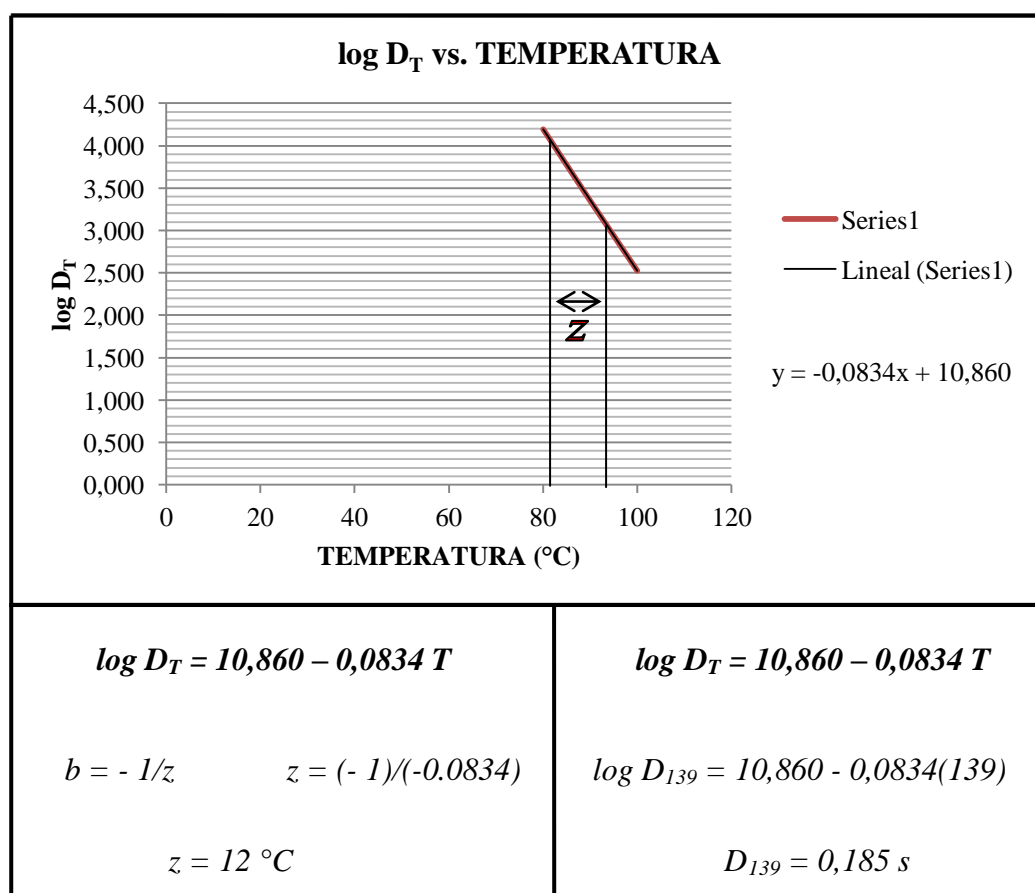
A continuación se presentan los valores empleados en la determinación de valor z y su gráfica correspondiente.

**TABLA N° 10. VALORES DE TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D)
LOGARÍTMICO.**

TEMPERATURA (°C)	D_T (s)	$\log D_T$ (s)
80	15481,039	4,19
90	2274,052	3,357
100	332,807	2,522

Elaborado por.- Autor, 2012.

**GRÁFICO N° 3.- REPRESENTACIÓN DE LOG D_T FRENTE A LA
TEMPERATURA.**

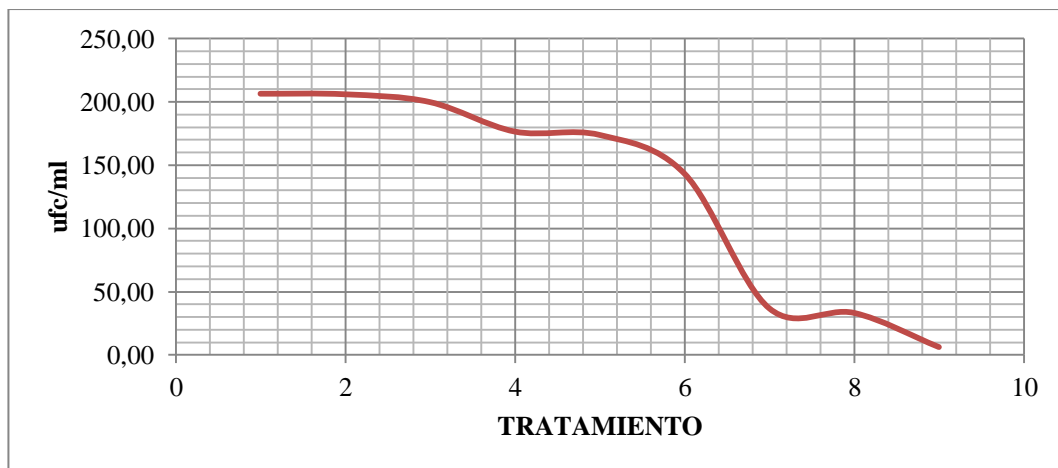


Elaborado por.- Autor, 2012.

3.1.3.3. Determinación de valor F

El Tiempo de Muerte Térmica se determinó aplicando el Método Matemático, cuyo valor fue 4,1 segundos; el resultado se dio gracias a la interacción del valor $D_{139} = 0,185 s$ y $n=22$. El valor de n se tomó de acuerdo a lo establecido por Alvarado (1996) para que un producto se estéril.

GRÁFICO N° 4.- CURVA DE DESTRUCCIÓN MICROBIANA EN LECHE A PROCESAR EN EL ORDEÑO S.A.



Elaborado por.- Autor, 2012.

3.1.4. Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico se realizó a la leche cruda empleando Lactoscan y se complementó con la utilización de un tubo de ensayo y alcohol 82°; en lo que concierne a la prueba de alcohol.

3.1.4.1. De leche cruda

El control de los parámetros de calidad para procesar la leche cruda estuvo basado netamente en la Norma INEN 0009-08 y cuyos resultados se exponen la tabla siguiente.

TABLA N° 11. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LECHE CRUDA A PROCESAR CON PARÁMETROS DETERMINADOS.

ANÁLISIS	RESULTADO
Alcohol	Negativo
Densidad 15°C (1,029 g/ml – 1,033 g/ml)	1,030
pH (6,6 – 6,8)	6,70
Acidez (0,13 % – 0,16 %)	0,16
Grasa (mín. 3 %)	3,2
Sólidos no Grasos (mín. 8,20 %)	8,40
Sólidos Totales (mín. 11,40 %)	11,58

Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Laboratorio CORPABE.S.A.

De acuerdo a la tabla anterior la leche cruda cumplió con los parámetros establecidos por la Norma INEN 0009-08, por lo que se procedió a procesar la leche con los valores D, z y F determinados.

3.1.4.2. De leche procesada

El control de los parámetros de calidad para leche procesada estuvo basado netamente en la Norma INEN 0701-09 y cuyos resultados se exponen la tabla siguiente, así como la respectiva comparación de análisis inicial y final, es decir, leche cruda con relación a leche procesada.

TABLA N° 12. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LECHE PROCESADA CON PARÁMETROS DETERMINADOS

ANÁLISIS	RESULTADO
Alcohol	Negativo
Densidad 15°C (1,029 g/ml – 1,032 g/ml)	1,030
pH (6,4 – 6,8)	6,58
Acidez (0,13 % – 0,16 %)	0,15
Grasa (mín. 3 %)	3,1
Sólidos no Grasos (mín. 8,30 %)	8,38
Sólidos Totales (mín. 11,30 %)	11,48

Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Laboratorio CORPABE.S.A.

De acuerdo a la tabla anterior la leche procesada con los valores D, z y F determinados en la presente investigación, cumplió con los parámetros establecidos por la Norma INEN 0701-09.

Las propiedades fisicoquímicas de la leche procesada con relación a la leche cruda han variado ligeramente; principalmente pH, acidez y la grasa y por ende los sólidos no grasos y sólidos totales, los demás parámetros se han mantenido, estos datos son alentadores, ya que el tratamiento térmico aplicado a la leche a procesar en la empresa El Ordeño S.A. mantuvo sus propiedades fisicoquímicas.

Los valores D, z y F determinados en la presente investigación son recomendables para producir leche UHT en la empresa El Ordeño S.A.

3.1.5. Análisis organoléptico

El análisis organoléptico se realizó tomando como referencia leche ultrapasteurizada impuesta en el mercado (maquilada por PROLACHIV para El Ordeño S.A), en éste caso tomó la nomenclatura “C” y a las leches procesadas en la planta el ordeño se les asignó:

- “A” leche procesada con parámetros determinados por el investigador
- “B” leche procesada con parámetros establecidos por el proveedor – Tetra Pack.

1. ¿Con qué intensidad el producto A y B se asemejan con el producto C?

A continuación se exponen los resultados del análisis organoléptico, evaluando principalmente sabor, color y olor. Estas pruebas permitieron comparar dos tratamientos térmicos aplicados en la empresa El Ordeño S.A. con respecto a leche UHT comercial (maquilado por PROLACHIV para El Ordeño S.A.).

TABLA N° 13. T_{STUDENT} PARA SABOR EN LECHE PARA DETERMINACIÓN DE VALORES D, z, F – 1

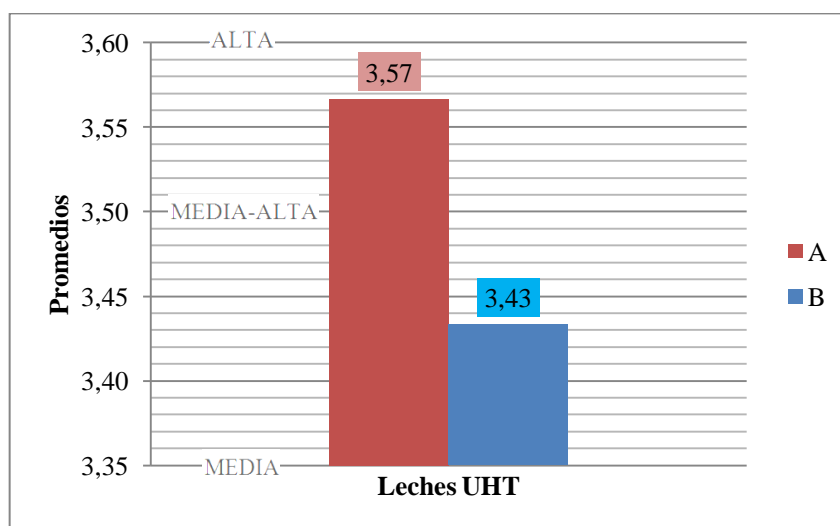
	Leche UHT Investigador (A)	Leche UHT Proveedor (B)	
Total	30	30	Catadores
Calificación total	107	103	calificación
Medias	3,57	3,43	calificación
Varianza muestra	0,4609	0,4609	calificación ²
Desviación estándar	0,6789	0,6789	calificación
C.V.	19%	20%	%

Diferencia (y - y)	0,13	calificación
Grados de libertad	58	número
Var diferencia	0,0307	calificación ²
ee diferencia	0,1753	calificación
t	0,7606	Resultado del experimento
p	0,44996	(p=>0.05); (p=<0.05)
significación =	(ns) la diferencia no es significativa	Las medias no son diferentes

Elaborado por.- Autor, 2012.

De la Tabla N° 12, no existe diferencia estadística y por ende se establece que el tratamiento térmico no influye en el sabor de la leche. Sin embargo la leche que mayor se asemeja a control “C” es la leche “A”, es decir, la leche procesada con parámetros determinados por el investigador. El Coeficiente de Variación fue del 19% y 20% para A y B respectivamente, esto indica que hubo un adecuado manejo de investigación. El promedio general para A fue 3,47 y de B 3,4, lo que indica de acuerdo a la escala hedónica que la semejanza es

GRÁFICO N° 5.- PROMEDIO DE CATAACIONES DE LECHEES ULTRAPASTEURIZADAS EN EVALUACIÓN DEL SABOR - 1.



A= leche UHT producida con parámetros del investigador.

B= leche UHT producida con parámetros del proveedor.

Elaborado por.- Autor, 2012.

En Gráfico N°5 se observa la ligera variación del promedio de análisis del sabor de leche, estableciendo que la leche que mayormente se asemeja a la leche UHT comercial (maquilado por PROLACHIV para el Ordeño S.A.) es la leche UHT producida con parámetros del investigador.

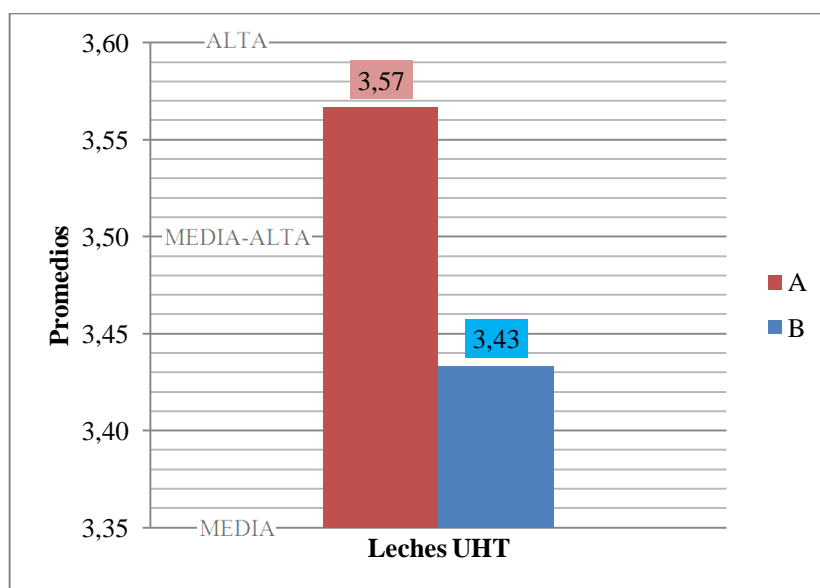
TABLA N° 14. T_{STUDENT} PARA COLOR EN LECHE PARA DETERMINACIÓN DE VALORES D, z, F – 1

	Leche UHT Investigador (A)	Leche UHT Proveedor (B)	
Total	30	30	Catadores
Calificación total	97	101	calificación
Medias	3,23	3,37	calificación
Varianza muestra	0,3920	0,4471	calificación ²
Desviación estándar	0,6261	0,6687	calificación
C.V.	19%	20%	%
Diferencia (y - y)	0,13		calificación
Grados de libertad	58		número
Var_{diferencia}	0,0280		calificación ²
ee_{diferencia}	0,1672		calificación
t	0,7973		Resultado del experimento
p	0,42855		(p=>0.05); (p=<0.05)
significación =	^(ns) la diferencia no es significativa		Las medias no son diferentes

Elaborado por.- Autor, 2012.

De la Tabla N° 13, no existe diferencia estadística y por ende se establece que el tratamiento térmico no influye en el color de la leche. Sin embargo la leche que mayor se asemeja a control “C” es la leche “A”, es decir, la leche procesada con parámetros determinados por el investigador. El Coeficiente de Variación fue del 19% y 20% para A y B respectivamente, esto indica que hubo un adecuado manejo de investigación. El promedio general para A fue 3,23 y de B 3,37, lo que indica de acuerdo a la escala hedónica que la semejanza es media.

**GRÁFICO N° 6.- PROMEDIO DE CATAACIONES DE LECHE
ULTRAPASTEURIZADAS EN EVALUACIÓN DEL COLOR - 1.**



A= leche UHT producida con parámetros del investigador.
B= leche UHT producida con parámetros del proveedor.

Elaborado por.- Autor, 2012.

En Gráfico N°6 se observa la ligera variación del promedio de análisis del color de leche, estableciendo que la leche que mayormente se asemeja a la leche UHT comercial (maquilado por PROLACHIV para el Ordeño S.A.) es la leche UHT producida con parámetros del investigador.

**TABLA N° 15. T_{STUDENT} PARA OLOR EN LECHE PARA DETERMINACIÓN
DE VALORES D, z, F – 1**

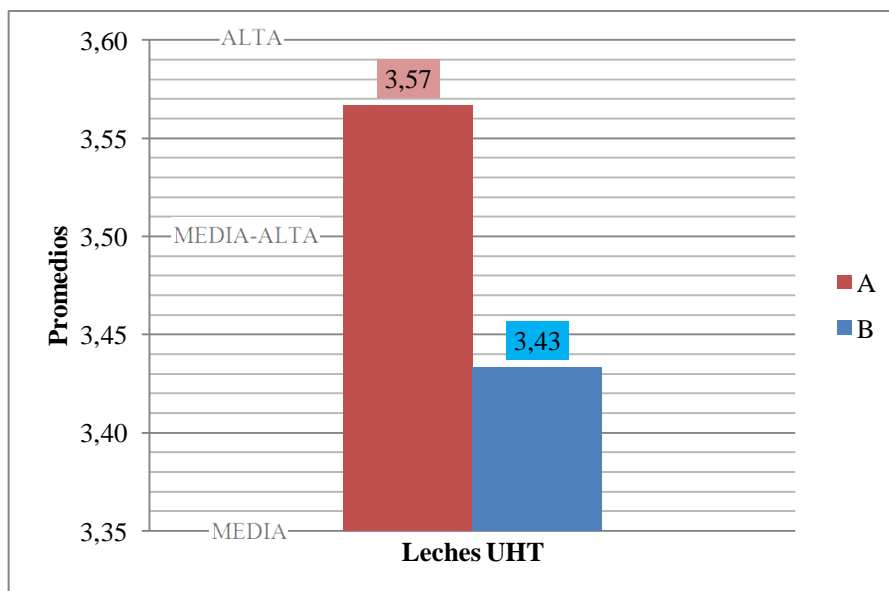
	Leche UHT Investigador (A)	Leche UHT Proveedor (B)	
Total	30	30	Catadores
Calificación total	103	100	calificación
Medias	3,43	3,33	calificación
Varianza muestra	0,3230	0,3678	calificación ²
Desviación estándar	0,5683	0,6065	calificación
C.V.	17%	18%	%

Diferencia (y - y)	0,10	calificación
Grados de libertad	58	número
Var diferencia	0,0230	calificación ²
ee diferencia	0,1517	calificación
t	0,6590	Resultado del experimento
p	0,51251	(p=>0.05); (p<0.05)
significación =	(^{ns}) la diferencia no es significativa.	Las medias no son diferentes

Elaborado por.- Autor, 2012.

De la Tabla N° 14, no existe diferencia estadística y por ende se establece que el tratamiento térmico no influye en el olor de la leche. Sin embargo la leche que mayor se asemeja a control “C” es la leche “A”, es decir, la leche procesada con parámetros determinados por el investigador. El Coeficiente de Variación fue del 17% y 18% para A y B respectivamente, esto indica que hubo un adecuado manejo de investigación. El promedio general para A fue 3,43 y de B 3,33, lo que indica de acuerdo a la escala hedónica que la semejanza es media.

GRÁFICO N° 7.- PROMEDIO DE CATAACIONES DE LECHESES ULTRAPASTEURIZADAS EN EVALUACIÓN DEL OLOR - 1.



A= leche UHT producida con parámetros del investigador.
B= leche UHT producida con parámetros del proveedor.

Elaborado por.- Autor, 2012.

En Gráfico N°7 se observa la ligera variación del promedio de análisis del sabor de leche, estableciendo que la leche que mayormente se asemeja a la leche UHT comercial (maquilado por PROLACHIV para el Ordeño S.A.) es la leche UHT producida con parámetros del investigador.

2. ¿Cuánto le agrada el producto A, B y C?

A continuación se exponen los resultados del análisis organoléptico, evaluando principalmente sabor, color y olor. Estas pruebas permitieron determinar la aceptación de los productos obtenidos en la empresa El Ordeño S.A. y la leche UHT comercial (maquilado por PROLACHIV para El Ordeño S.A.).

TABLA N° 16. ADEVA PARA SABOR EN LECHE PARA DETERMINACIÓN DE VALORES D, z, F – 2.

F de V	GL	SC	CM	F cal	F tab
Total	89	153,39	---		
Tratamientos	2	2,96	1,48	1,44 ^{ns}	0,2463
Jueces	29	90,72	3,13	3,04 ^{ns}	0,0002
Error Exp.	58	59,71	1,03		

^{ns} no significativo

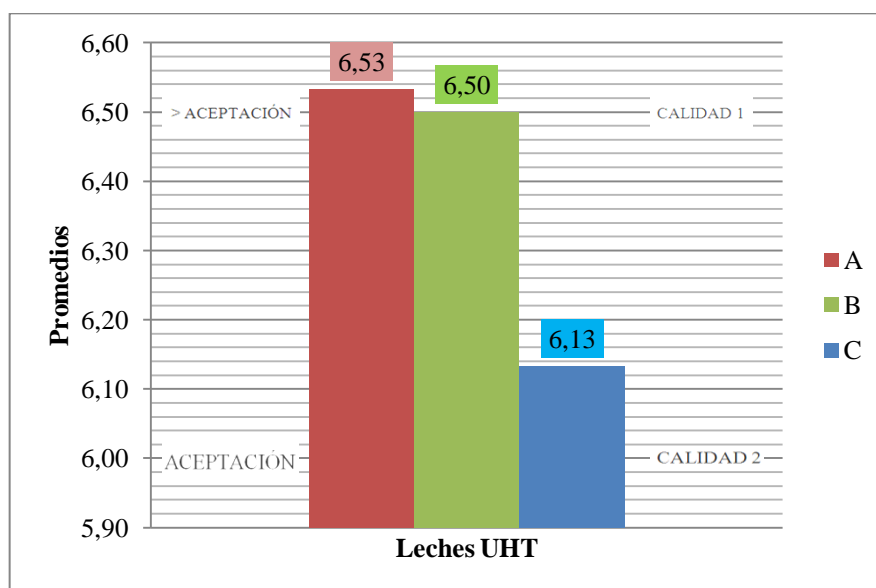
Elaborado por.- Autor, 2012.

CV = 15,88 %

De la Tabla N° 15, no existe diferencia estadística y por ende se establece que el tratamiento térmico no influye en el sabor de la leche. Sin embargo la leche que mayor aceptación tuvo fue la leche “A”, es decir, la leche procesada con parámetros determinados por el investigador.

El Coeficiente de Variación fue del 15,88%, esto indica que hubo un adecuado manejo de investigación y que a los consumidores les agrada el producto.

GRÁFICO N°8.- PROMEDIO DE CATAACIONES DE LECHEES ULTRAPASTEURIZADAS EN EVALUACIÓN DEL SABOR - 2.



A= leche UHT producida con parámetros del investigador.
 B= leche UHT producida con parámetros del proveedor.
 C= leche UHT producida por PROLACHI para El Ordeño S.A.

Elaborado por.- Autor, 2012.

En Gráfico N°8 se observa la ligera variación del promedio de análisis del sabor de leche, estableciendo que la leche que mayormente se acepta por el consumidor es la leche UHT producida con parámetros del investigador (A).

TABLA N° 17. ADEVA PARA COLOR EN LECHE PARA DETERMINACIÓN DE VALORES D, z Y F – 2.

F de V	GL	SC	CM	F cal	F tab
Total	89	122,40	---		
Tratamientos	2	1,87	0,93	1,11 ^{ns}	0,3367
Jueces	29	71,73	2,47	2,94 ^{ns}	0,0002
Error Exp.	58	48,80	0,84		

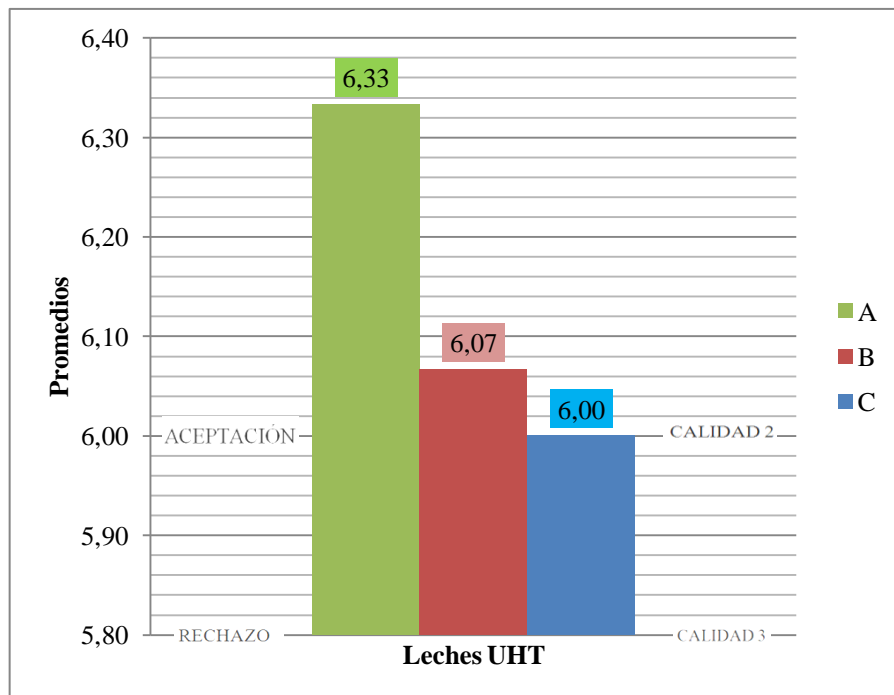
^{ns} no significativo

Elaborado por.- Autor, 2012.

CV = 14,96 %

De la Tabla N° 16, no existe diferencia estadística y por ende se establece que el tratamiento térmico no influye en el sabor de la leche. Sin embargo la leche que mayor aceptación tuvo fue la leche “A”, es decir, la leche procesada con parámetros determinados por el investigador. El Coeficiente de Variación fue del 14,96%, esto indica que hubo un adecuado manejo de investigación.

GRÁFICO N° 9.- PROMEDIO DE CATAACIONES DE LECHEES ULTRAPASTEURIZADAS EN EVALUACIÓN DEL COLOR - 2.



A= leche UHT producida con parámetros del investigador.
B= leche UHT producida con parámetros del proveedor.
C= leche UHT producida por PROLACHI para El Ordeño S.A

Elaborado por.- Autor, 2012.

En Gráfico N°9 se observa la ligera variación del promedio de análisis del sabor de leche, estableciendo que la leche que mayormente se acepta por el consumidor es la leche UHT producida con parámetros del investigador (A). Además se puede observar que la leche producida por PROLACHI para El Ordeño S.A, tiende al rango de rechazo, es decir, sus características organolépticas no son de agrado para el consumidor.

TABLA N° 18. ADEVA PARA OLOR EN LECHE PARA DETERMINACIÓN DE VALORES D, z Y F – 2

F de V	GL	SC	CM	F cal	F tab
Total	89	112,10	---		
Tratamientos	2	0,47	0,23	0,30 ^{ns}	0,7408
Jueces	29	66,77	2,30	2,98 ^{ns}	0,0002
Error Exp.	58	44,87	0,77		

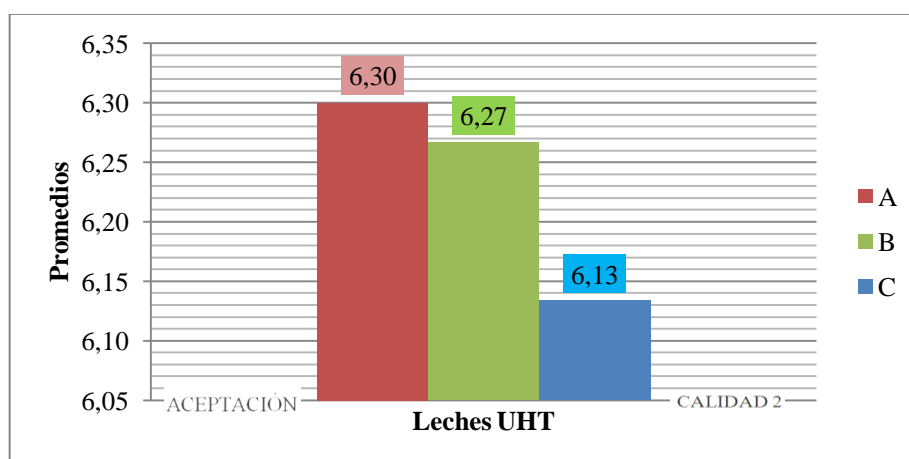
^{ns} no significativo

Elaborado por.- Autor, 2012.

CV = 14,11 %

De la Tabla N° 17, no existe diferencia estadística y por ende se establece que el tratamiento térmico no influye en el olor de la leche. Sin embargo la leche que mayor aceptación tuvo fue la leche “A”, es decir, la leche procesada con parámetros determinados por el investigador. El Coeficiente de Variación fue del 14,11%, esto indica que hubo un adecuado manejo de investigación.

GRÁFICO N° 10.- PROMEDIO DE CATAACIONES DE LECHE ULTRAPASTEURIZADAS EN EVALUACIÓN DEL OLOR - 2.



A= leche UHT producida con parámetros del investigador.
 B= leche UHT producida con parámetros del proveedor.
 C= leche UHT producida por PROLACHI para El Ordeño S.A

Elaborado por.- Autor, 2012.

En Gráfico N°10 se observa la ligera variación del promedio de análisis del sabor de leche, estableciendo que la leche que mayormente se acepta por el consumidor es la leche UHT producida con parámetros del investigador (A).

3.1.6. Análisis de vida útil – Microbiología

A continuación se exponen los análisis microbiológicos de leche cruda a procesar y de leche procesada.

3.1.6.1. De leche cruda

En la leche cruda no aplica el análisis de vida útil, pero si el microbiológico. Este valor además permitió calcular el Número de Reducciones Decimales (*n*) expuesto anteriormente, en fin de evaluar el tratamiento térmico.

Las ufc/ml de aerobios mesófilos presentes en la leche cruda fueron de 130.000, con lo cual se dedujo que el tratamiento térmico será favorable.

La evaluación de tratamiento térmico con respecto a la destrucción de la carga microbiana se expone en el siguiente numeral (*3.1.6.2. De leche procesada*).

3.1.6.2. De leche procesada

El análisis de vida útil de leche procesada, se determinó en base a productos de referencia y prueba de esterilidad comercialidad expuesta por la Norma INEN 2335-2003.

Para el estudio de vida útil se analizaron las características fisicoquímicas (acidez titulable) y microbiológicas (aerobios mesófilos).

TABLA N° 19. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LECHE PROCESADA.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
<i>Fecha elaboración</i>	<i>Fecha caducidad</i>	<i>Hora</i>	DÍA DE PRODUCCIÓN	30°C x 7 DÍAS	55°C x 7 DÍAS
			<i>< 10 ufc/ml</i>	<i>< 10 ufc/ml</i>	<i>< 10 ufc/ml</i>
			<i>Aerobios mesófilos</i>	<i>Aerobios mesófilos</i>	<i>Aerobios mesófilos</i>
16/05/2012	16/11/2012	10:15:00	0	0	0

Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Laboratorio de la empresa El ordeño S.A.

De acuerdo a los resultados de la Tabla N° 18 la leche procesada cumple los requisitos de una leche ultrapasteurizada de acuerdo a la Norma INEN 2335-2003.

TABLA N° 20. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO PARA LA DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL EN LECHE PROCESADA.

MES	Leche UHT Investigador (A)		Leche UHT Proveedor (B)	
	<i>Aerobios <10 ufc/ml</i>	<i>Acidez 0,13 - 0,16 %</i>	<i>Aerobios <10 ufc/ml</i>	<i>Acidez 0,13 - 0,16 %</i>
1	Ausencia	0,15	Ausencia	0,15
2	Ausencia	0,15	Ausencia	0,15
3	Ausencia	0,15	Ausencia	0,15
4	1	0,14	Ausencia	0,15
5	1	0,14	1	0,14
6	2	0,13	1	0,14
más de 6	4	0,12	2	0,13
7	-----	-----	2	0,13
más de 7	-----	-----	4	0,12

Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Laboratorio de la empresa El ordeño S.A.

De la Tabla N° 19 se establece que el tiempo de vida útil para la leche procesada con los parámetros del investigador “A” es de 6 meses, ya que el valor de la acidez titulable no se encuentra dentro de los valores establecidos en NTE INEN 0701:09.

Por otro lado el tiempo de vida útil para la leche procesada con los parámetros del proveedor-Tetra Pack “B” es de 7 meses, ya que el valor de la acidez titulable no se encuentra dentro de los valores establecidos en NTE INEN 0701:09.

Microbiológicamente la leche procesada no ha sufrido un incremento mayoritario de aerobios mesófilos, es decir, no ha superado los valores establecidos por la NTE INEN 0701:09.

El tiempo de vida útil de leche procesada está dado bajo condiciones ambientales normales. No requiere refrigeración y debe mantenerse en un lugar fresco y seco, protegido de los rayos solares.

3.1.7. Análisis de nutricional

El análisis nutricional de la leche procesada con los valores D, z y F determinados en la presente investigación se presenta en la sección de los ANEXOS; en donde se deduce que el tratamiento térmico influye en la composición nutricional de la leche, es decir, que a una temperatura elevada por un tiempo prolongado, esta pierde sus nutrientes.

3.1.8. Análisis de parámetros de producción y costos

Los parámetros de importancia en el proceso de producción se exponen en el siguiente cuadro, tanto para producto “A” leche procesada con parámetros determinados por investigador y “B” leche procesada con parámetros establecidos por proveedor – Tetra Pack.

TABLA N° 21. ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE A y B.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	Leche UHT Investigador (A)	Leche UHT Proveedor (B)
Temperatura (°C)	TC44	139	139
Valor Esterilizante (s)	Fo	11,5	4,1
Caudal (lt/h)	FC04	3009	8005
Temperatura inicial (°C)	TI06	7,4	8,7
Temperatura final (°C)	TI01	20,1	20,3
z (°C)	---	12	12

Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Empresa EL Ordeño S.A.

En lo que concierne a parámetros de producción el valor que ha variado según lo presentado en la Tabla N° 20 es el valor Esterilizante (Fo) y por ende la capacidad de producción (FC04); en donde el tiempo se reduce en 64,35%, una cifra alentadora en lo que concierne a eficiencia de equipos y consumo energético.

TABLA N° 22. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PRODUCTO OBTENIDO.

DESCRIPCIÓN	Leche UHT Investigador (A)	Leche UHT Proveedor (B)
Leche estandarizada	0,556	0,556
Maquila*	0,108	0,194
Envase	0,143	0,143
Tapas	0,008	0,008
Cartón	0,003	0,003
Otros	0,062	0,062
TOTAL	0,88	0,96

*Establecido por la empresa

Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Empresa EL Ordeño S.A.

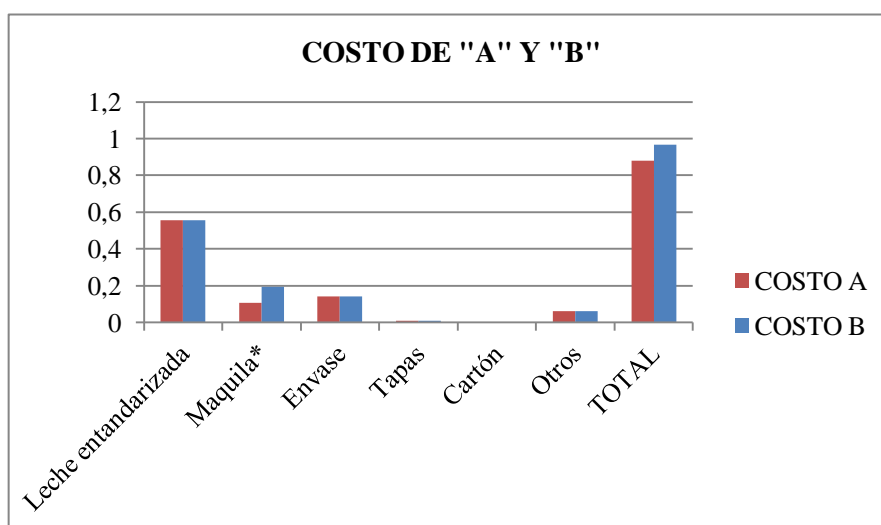
TABLA N° 23. *DESCRIPCIÓN DE MAQUILA DE LECHE UHT.

DESCRIPCIÓN	Leche UHT Investigador (A)	Leche UHT Proveedor (B)
Mano de obra	0,009	0,018
Depreciación y mantenimiento	0,041	0,094
Suministros	0,036	0,051
Gastos Administrativos	0,017	0,026
Mantenimiento de planta	0,005	0,005
TOTAL	0,108	0,194

Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Empresa EL Ordeño S.A.

GRÁFICO N°11.- REPRESENTACIÓN ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PRODUCTO OBTENIDO.



A= leche uht producida con parámetros del investigador.

B= leche uht producida con parámetros del proveedor.

Elaborado por.- Autor, 2012.

Fuente.- Empresa EL Ordeño S.A.

En la Tabla N°21 y Gráfico N°11 se observa que los costos de producción se ven afectado por la capacidad del equipo y por ende se incrementa en consumo energético y empleo de mano de obra. La leche procesada con los parámetros establecidos por el investigador "A" reduce costos y aumenta la producción.

CONCLUSIONES

- Las temperaturas (80, 90 y 100 °C) y tiempos (0, 15 y 30 s) de tratamiento térmico aplicados a la leche, propuestos para realizar la investigación fueron aceptables, ya que arrojaron datos de suma importancia para continuar la investigación.
- Se procesó exitosamente leche cruda en el Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex que dispone la empresa el Ordeño S.A. con valores de D, z y F ajustados a la temperatura de 139 °C; obteniendo así leche UHT.
- A la leche procesada se realizó análisis fisicoquímico y microbiológico en primera instancia, luego con los resultados microbiológicos se realizó el análisis organoléptico y finalmente el análisis nutricional, en donde se puede observar que el tratamiento térmico influye mayoritariamente sobre la carga microbiana y el contenido nutricional.
- El análisis económico del producto obtenido se realizó en base a costos fijos y variables de producción, el valor fue de 0,86 USD por cada litro de leche UHT en envase Tetra Pack.
- El tiempo vida útil del producto obtenido es de 6 meses almacenado en condiciones ambientales normales y se determinó mediante la prueba de aceleración de la vida útil (ASLT) descrita por ELLNER (2000).
- La relación tiempo-temperatura de tratamiento térmico juega un papel importante sobre la disminución de la carga microbiana en leche, sin embargo el factor que influyó mayoritariamente fue la temperatura. El Tiempo de Reducción Decimal (D) y el Tiempo de Muerte Térmica (F) se determinó aplicando el Método Matemático, mientras que la Constante de Resistencia (z) se determinó aplicando el Método General y el Método Matemático, arrojando valores iguales.

RECOMENDACIONES

- Pese a que los tiempos y temperaturas de tratamiento térmico aplicados a la leche, propuestos para realizar la investigación fueron aceptables, no se recomiendan para realizar investigaciones similares, ya que, el manejo de temperaturas elevadas pone en riesgo la integridad física del investigador, por lo que recomiendan temperaturas inferiores y tiempos superiores a los empleadas en la investigación.
- Los valores ajustados a 139 °C: ($D=0.185$ s, $z=12$ °C y $F=4,1$ s) ingresados en el Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex que dispone la empresa El Ordeño S.A. se recomiendan para obtener leche UHT,
- Se recomienda que a la leche procesada se realice en primera instancia análisis microbiológico y fisicoquímico, luego con los resultados microbiológicos se realice el análisis organoléptico y finalmente el análisis nutricional; ya que los primeros garantizan la inocuidad del alimento.
- Se recomienda la prueba de aceleración de la vida útil (ASLT) descrita por ELLNER (2000) para la determinación del tiempo vida útil del producto.
- Se recomienda el uso de los parámetros de producción establecidos en la investigación, ya que según el análisis económico del producto obtenido los costos de producción a simple vista sufren un mayor incremento, debido a la disminución de capacidad de proceso (3009 lt/h establecido por el proveedor y 8005 lt/h por investigador).
- Se recomienda el empleo de temperaturas elevadas en lo que concierne a manejo de equipos sofisticados tal es el caso del el Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex; así también el empleo del Método General y Método Matemático para la determinación del Tiempo de Reducción Decimal (D), la Constante de Resistencia Térmica (z) y el Tiempo de Muerte Térmica (F).

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Bacteria.- son microorganismos microscópicos de organización procariota, perteneciente a la división de los euzoomicetes.

Calostro.- es un líquido segregado por las glándulas mamarias durante la preñez y los primeros días después del parto, compuesto por inmunoglobulinas, agua, proteínas, grasas y carbohidratos en un líquido seroso y amarillo.

Contaminación.- es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden o daño en el medio físico.

Elemento traza.- compuesto químico que es necesario en cantidades ínfimas para el crecimiento, desarrollo y fisiología de un organismo. En este campo, un elemento traza también puede ser referido como micronutriente.

Leche cruda.- leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.

Leche pasteurizada.- es leche natural que ha sido sometida a la acción del calor para eliminar los gérmenes patógenos.

Microorganismo.- también llamado microbio u organismo microscópico, es un ser vivo que sólo puede visualizarse con el microscopio.

Nutriente.- los nutrientes son cualquier elemento o compuesto químico necesario para el metabolismo de un ser vivo.

Ordeño.- es el acto de extraer la leche de las glándulas mamarias de un mamífero, la operación se realiza por regla general con ganado vacuno.

Pasteurización.- es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener: bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc.

Patógeno.-significa que produce enfermedad. En este sentido, la salud y la enfermedad tienen múltiples concepciones.

Patógenos oportunistas.- son patógenos que habitualmente no causa patologías en personas con un sistema inmune sano.

Proteólisis.- es la degradación de proteínas ya sea mediante enzimas específicas, llamadas proteasas, o por medio de digestión intracelular.

Sustrato.- medio físico (líquido, sólido) en el cual un microorganismo puede desarrollarse adecuadamente.

D.- Tiempo de Reducción Decimal.

F.- Tiempo de Muerte Térmica.

HMI.- Interfaz Hombre-Máquina

n.- Número de Reducciones Decimales.

PLC.- Controlador Lógico Programable.

THE.- Intercambiador de Calor a Tubo.

UHT.- Ultra Alta Temperatura.

VU.- Vida útil

z.- Constante de Resistencia Térmica.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- a) DE SOROA, José. Industrias Lácteas” Editorial ADEOS. Impreso en Barcelona España 1974. I.S.B.N.: 84-7003-196-1.
- b) GRUPO OCÉANO. Mentor Interactivo - Enciclopedia Temática Estudiantil Impreso en España 1998. I.S.B.N.: 84-494-0911-X.
- c) GRUPO OCÉANO. Océano Uno Color – Diccionario Enciclopédico. Impreso en España 1995. I.S.B.N.: 84-494-0188-7
- d) LÓPEZ, Antonio y Colaboradores. Enciclopedia Interactiva Estudiantil SIGLO XXI” Impreso en España 2002. I.S.B.N.: 84-8055-602-1.
- e) MONTERO. Situación actual y perspectivas del mercado mundial de los productos lácteos. Conferencia Internacional "Aseguramiento de la Calidad en la Industria Láctea". San José, Costa Rica 2001.
- f) Revista El Agro, Edición 181. Centros de acopio dan vida al campo. Quito-Ecuador 2001.
- g) Revista Nutrimentum. La tecnología aséptica _ Tetra Pack – Protege lo Bueno. Argentina 2008.
- h) SÁNCHEZ-OTERO, Julio. Introducción al Diseño Experimental. Impreso en Ecuador 2006. ISBN.: 9978-42-520-9
- i) Teta Pack. Manual del Operador (Doc. N° OM-1226832-0501) Esterilizador Tetra Therm® Aseptic Flex - Tetra Pack.
- j) VALLEJO, Héctor. Módulos – Metodología de Estudio e Investigación. Impreso en Ecuador _ Colegio Técnico Agropecuario “Genoveva Germán” 2005.
- k) WILEY, Jhon. Fundamentación de Nutrición y Alimentación de Animales _Ganado Lechero. Editorial LIMUSA S.A. Impreso en México 1996. I.S.B.N.: 968-18-2173-4.

BIBLIOGRÁFICA CITADA

- a) ALVARADO, Juan de Dios. Fundamentos de la Ingeniería Aplicada a los Alimentos. 1ª ed. Impreso: Radio Comunicaciones. Ambato 1996. 524 p.
- b) CARPENTER, R.P. Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de Alimentos. [ed.]. Ambato 2002. 25 p.
- c) BIROLLO, Gustavo. Nuevas Tecnologías en Procesos Industriales _ Novedades Tecnológicas en la industria Láctea-Tetra Pack. [ed.]. Argentina 2003. 18 p.
- d) BRAVO, Juan y PAREDES, Mayra. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Escuela Politécnica Nacional. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Biotecnología – DECAB. [ed.]. Quito 2005. 124 p.
- e) CUÉLLAR y COLABORADORES. Ciencia, Tecnología e Industria de los Alimentos. Impreso por D´vinni S.A. 2ª ed. Colombia 2008. 123 p. ISB.: 978-958-8203-70-6.
- f) DIGGNS Ronal V., BUNDY Clarence E. CHRISTENSEN Virgil W. Vacas, leche y sus derivados. 3ª ed. en Español de la 4ª en Inglés. Editorial C.E.C.S.A. México 1987. 435 p. I.S.B.N. 0-13-197079-8.
- g) ELLNER, Richard. Microbiología de la leche y de los productos lácteos. Ediciones DÍAZ DE SANTOS S.A. 1ª ed. Impresión: EDIGRAFOS. Madrid – España 2000. 114 p. I.S.B.N.: 84-7978-441-5
- h) ESPINOSA, Juan. Estudio de la sustitución parcial de mora por remolacha (*Beta vulgaris var. conditiva*) en la elaboración de mermelada de mora para la industria pastelera. Escuela Politécnica Nacional – Facultad de Química y Agroindustrial. Previo a la obtención del título (Ingeniero Agroindustrial). [en línea]. Quito – Ecuador 2008. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1674/1/CD-1927.pdf>
- i) FLORES, Elena. Desarrollo de una Bebida Funcional de Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Tesis profesional como requisito parcial para obtener el título (Maestría en Ciencia de Alimentos). [en línea]. Cholula, Puebla, México. Universidad de las Américas Puebla 2004.

- j) FRAZIER, W.C. y WESTHOFF D.C. Microbiología de los Alimentos. 4ª ed. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza-España 1993. 681 p. I.S.B.N. 84-200-0734-X.
- k) GALLARDO, M. Efecto de la capacitación para la higiene y buenas prácticas de ordeña, sobre calidad higiénica en leche cruda de pequeños proveedores pertenecientes a una cooperativa agropecuaria de la comuna de Ancud, Chiloé. Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar al grado (Licenciado en Medicina Veterinaria). [en línea]. Temuco-Chile 2004.
Disponibile en: <http://biblioteca.uct.cl/tesis/marcela-gallardo/tesis.pdf>
- l) JUDKINS, H. y KEENER, H. La leche, su Producción y Procesos Industriales. 1ª ed. CIA. Editorial Continental S.A. de C.V. Library of Congress Catalog Card N° 60-10317. México 1984. 498 p. I.S.B.N. 43-4620-022-1
- m) KENELLY, J. Milk composition in the cow.” In: *Proceedings of the 1999 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*. [ed.]. Rochester, NY 1999. 48 p.
- n) Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN
NTE INEN 0009:08.- Leche Cruda. Requisitos.
NTE INEN 0011:01.- Densidad Relativa. Determinación.
NTE INEN 0012:01.- Materia Grasa. Determinación.
NTE INEN 0013:01.- Acidez Titulable. Determinación.
NTE INEN 0014:01.- Sólidos Totales y Cenizas. Determinación.
NTE INEN 0016:01.- Proteínas. Determinación.
NTE INEN 0701:09.- Leche larga vida. Requisitos
- o) PLACE, J. y GIBSON, P. Milk Composition. *Holstein Journal*, August. [ed.]. Argentina 1988. 36 p.
- p) OSORIO, Doris y ROLDÁN, Juan Carlos. Volvamos al Campo _ LÁCTEOS Y DERIVADOS. 1ª ed. Editorial Grupo LATINO LTDA. Colombia 2003. 52 p. I.S.B.N.:958-9781-2-4
- q) SANTOS, Armando. Leche y sus derivados. Editorial Trillas. 4ª ed. México 2000. 218 p. ISB.: 968-24-2221-3.

- r) SEELEY, Harry y VAN, Paúl. Microbios en acción. 2ª ed. Editorial BLUME. España 1973. 361 p.
I.S.B.N.: 84-7214-061-2.
- s) SEBENA, Gabriela. Producción Láctea. [ed.]. Colombia 2009. 48 p.
- t) TSCHEUSCHNER, Horst-Dieter. Fundamentos de la Tecnología de Alimentos. 2ª ed. Editorial ACRIBA S.A. Zaragoza-España 2001. 847 p.
I.S.B.N.: 84-200-0952-0.
- u) WATTIAUX, Michel A. Esenciales lecheras: Lactancia y Ordeño” Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. [ed.]. Universidad de Wisconsin-Madison 1984. 85 p.
- v) RADOSTITS, Otto M., GAY, Clive C., BLOOD, Douglas C. y HINCHCLIFF, Kenneth W. Medicina Veterinaria – Tratado de enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 4ª ed. Mc Graw Hill. Vol. I. Madrid-España 1999.
I.S.B.N.: 84-486-0319-2.
- w) RIBAS, Alberto y BARBOSA, Gustavo. Operaciones Unitarias Aplicada a los Alimentos. 2ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Editorial AEDOS S.A. Madrid – España 2005. 713 p.
I.S.B.N.: 84-8476-163-0
- x) RIVERA, Julio Cesar. Elaboración de Productos Lácteos a Nivel de Finca. 1ª ed. GRAFICOLOR. Pasto – Colombia 2001. 346 p.
I.S.B.N.: 33-2500-7
- y) RESTREPO, Andrés y MONTOYA. Implementación y Diseño de Procedimiento para Determinación de Vida Útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa” Universidad Tecnológica de Pereira - Facultad de Tecnologías - Escuela de Química. Trabajo de Grado para Optar el Título (Tecnólogo Químico). [en línea]. Pereira-Colombia 2010.
Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/6640286R436pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA

Sírvase contestar la siguiente encuesta cuyo objeto es la “DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D), CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y EL MÉTODO MATEMÁTICO, EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012”.

Deguste las muestras en el orden de presentación e indique:

1. ¿Con qué intensidad el tratamiento A y B se asemejan con el control C?

A= leche UHT producida con parámetros del investigador.

B= leche UHT producida con parámetros del proveedor - Tetra Pack.

C= leche UHT producida por PROLACHI para El Ordeño S.A

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACT.	PONDERACIÓN		A	B
OLOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		
	4	Alta		
	5	Muy alta		
COLOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		
	4	Alta		
	5	Muy alta		
SABOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		
	4	Alta		
	5	Muy alta		

Elaborado por.- el Autor (2012).

2. ¿Cuánto le agrada el producto A y B?

A= leche UHT producida con parámetros del investigador.

B= leche UHT producida con parámetros del proveedor - Tetra Pack.

C= leche UHT producida por PROLACHI para El Ordeño S.A

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACT.	PONDERACIÓN		A	B	C
OLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente			
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
COLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente			
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
SABOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente			
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			

Elaborado por.- el Autor (2012).

ANEXO 3

RESUMEN DE TRATAMIENTO TÉRMICO DE LECHE, EXPRESADO EN
UFC/ML.

TRATAMIENTO		REPETICIÓN		
		I	II	III
a ₁	b ₁	208	205	207
	b ₂	206	207	205
	b ₃	197	203	200
a ₂	b ₁	177	175	178
	b ₂	175	174	173
	b ₃	142	145	143
a ₃	b ₁	35	38	37
	b ₂	32	34	33
	b ₃	7	6	5

Elaborado por.- el Autor (2012).

ANEXO 3

RESUMEN DE CATAACIONES REALIZADAS: ACEPTACIÓN DE OLOR DE LECHE UHT.

OLOR			
Juez	I	II	III
1	6	7	7
2	7	7	4
3	5	5	3
4	5	6	6
5	5	5	6
6	6	6	6
7	8	7	7
8	6	6	6
9	8	8	8
10	7	8	6
11	5	6	7
12	8	5	8
13	6	4	5
14	7	8	8
15	7	8	8
16	4	6	7
17	7	8	7
18	5	5	5
19	7	6	7
20	6	7	6
21	5	7	6
22	7	6	5
23	7	6	5
24	5	5	5
25	7	8	6
26	6	5	7
27	6	5	6
28	7	6	6
29	7	6	6
30	7	6	5

Elaborado por.- el Autor (2012).

ANEXO 4

RESUMEN DE CATAACIONES REALIZADAS: ACEPTACIÓN DE COLOR DE LECHE UHT.

COLOR			
Juez	I	II	III
1	7	5	4
2	7	7	7
3	7	5	5
4	8	7	8
5	6	6	7
6	8	4	8
7	8	6	5
8	4	4	4
9	7	6	5
10	7	7	7
11	7	7	7
12	7	5	5
13	7	7	6
14	6	7	6
15	7	8	8
16	5	6	6
17	7	8	5
18	5	6	5
19	6	6	6
20	6	6	5
21	7	6	7
22	5	7	7
23	5	4	6
24	5	6	5
25	8	8	7
26	5	3	5
27	5	6	6
28	6	7	8
29	6	6	5
30	6	6	5

Elaborado por.- el Autor (2012).

ANEXO 5

RESUMEN DE CATAACIONES REALIZADAS: ACEPTACIÓN DE SABOR DE LECHE UHT.

SABOR			
Juez	I	II	III
1	5	7	3
2	8	8	8
3	6	6	5
4	8	8	7
5	5	5	7
6	8	4	8
7	5	7	6
8	7	7	7
9	7	7	5
10	7	8	6
11	7	8	8
12	7	6	8
13	7	8	5
14	7	8	7
15	8	8	6
16	6	6	6
17	6	8	6
18	4	5	5
19	7	7	8
20	7	7	6
21	8	6	4
22	8	7	7
23	6	4	7
24	4	5	4
25	6	6	7
26	5	4	3
27	8	7	7
28	6	6	6
29	7	7	7
30	6	5	5

Elaborado por.- el Autor (2012).

ANEXO 6

RESUMEN DE CATAACIONES REALIZADAS: SEMEJANZA DE SABOR DE LECHE UHT.

SABOR		
Juez	I	II
1	4	4
2	4	4
3	3	3
4	4	2
5	3	3
6	3	4
7	4	3
8	3	3
9	4	3
10	2	4
11	4	5
12	3	3
13	3	4
14	4	3
15	3	3
16	4	3
17	3	3
18	5	4
19	3	4
20	3	3
21	4	4
22	4	4
23	4	3
24	3	3
25	4	4
26	4	2
27	4	4
28	3	3
29	3	4
30	5	4

Elaborado por.- el Autor (2012).

ANEXO 7

RESUMEN DE CATAIONES REALIZADAS: SEMEJANZA DE COLOR DE LECHE UHT.

COLOR		
Juez	I	II
1	4	3
2	2	3
3	3	3
4	4	4
5	3	3
6	3	3
7	2	3
8	3	3
9	2	4
10	3	3
11	4	5
12	3	4
13	4	3
14	4	3
15	3	3
16	4	3
17	3	4
18	3	2
19	3	3
20	3	3
21	4	4
22	4	4
23	3	5
24	4	3
25	3	4
26	3	4
27	3	3
28	4	3
29	3	3
30	3	3

Elaborado por.- el Autor (2012).

ANEXO 8

RESUMEN DE CATAACIONES REALIZADAS: SEMEJANZA DE OLOR DE LECHE UHT.

OLOR		
Juez	I	II
1	3	2
2	4	3
3	3	3
4	4	3
5	3	3
6	4	3
7	3	4
8	3	3
9	3	4
10	3	4
11	3	4
12	3	4
13	3	3
14	4	3
15	4	3
16	5	2
17	4	3
18	3	3
19	4	3
20	3	4
21	3	4
22	4	3
23	4	3
24	3	4
25	4	4
26	3	4
27	3	4
28	4	3
29	3	3
30	3	4

Elaborado por.- el Autor (2012).

FOTOGRAFÍA N° 1. ESTERILIZADOR TETRA THERM® ASEPTIC FLEX - TETRA PACK. (DESDE LA IZQUIERDA: THE, HMI-PLC). EL ORDEÑO S.A.



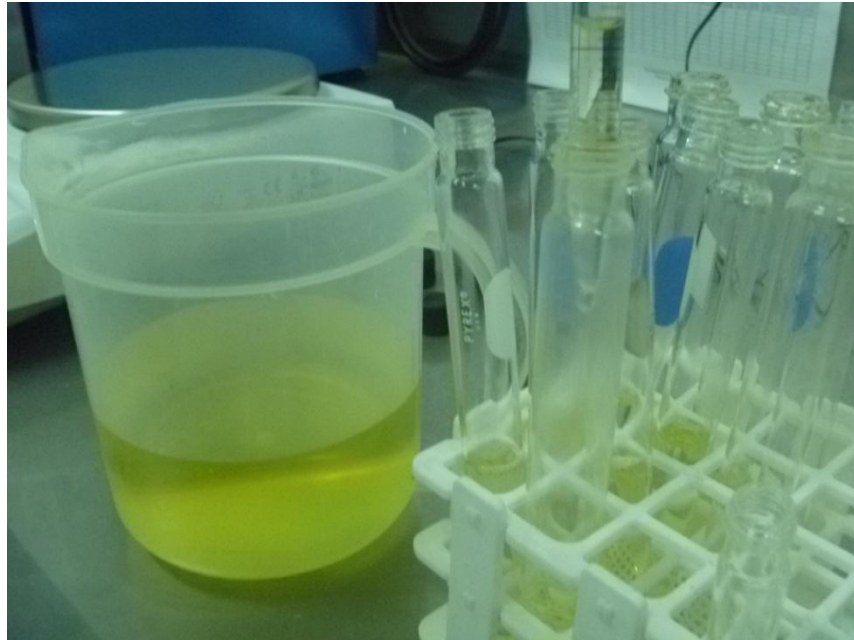
Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 2. TÉCNICOS DE TETRA PACK EN LA EMPRESA EL ORDEÑO – UHT.



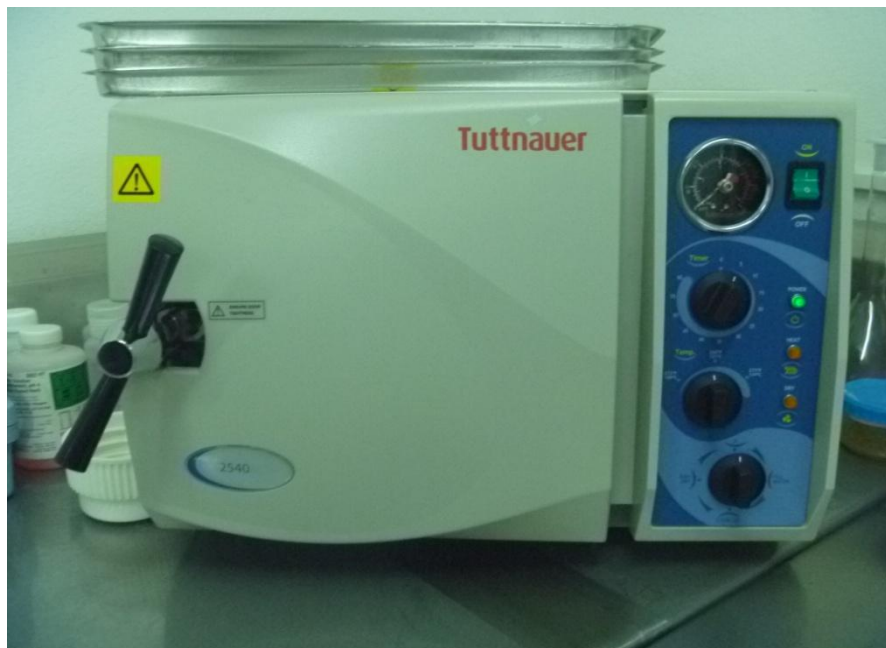
Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 3. PREPACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO EN EL LABORATORIO DE LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A.



Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 4. AUTOCLAVE PARA ESTERILIZACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO EN EL LABORATORIO DE LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A.



Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 5. TRATAMIENTO TÉRMICO A LECHE CRUDA.



Tomado por.- Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 6. ENFRIAMIENTO DE LECHE TERMIZADA.



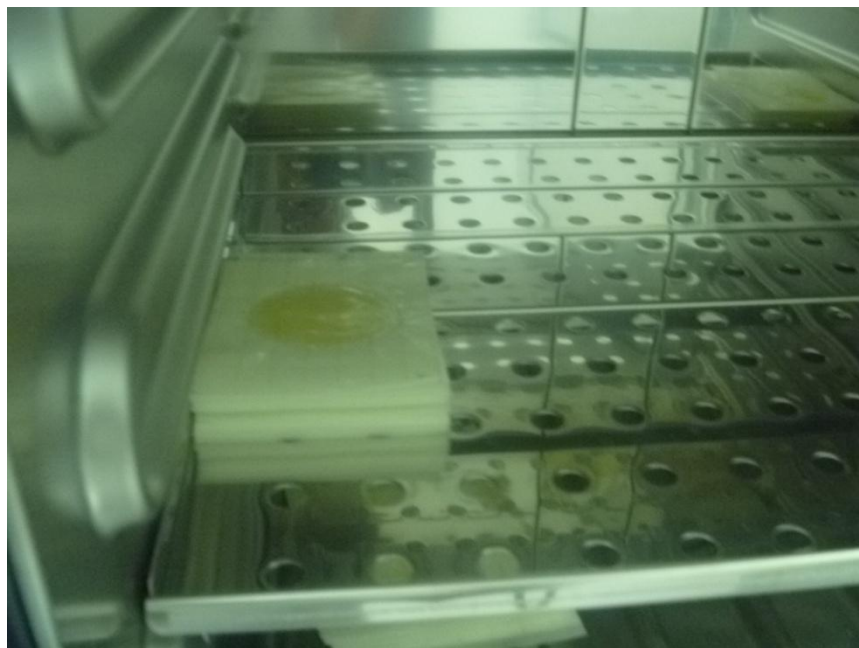
Tomado por.- Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 7. MATERIALES Y REACTIVOS PARA SIEMBRAS MICROBIOLÓGICA DE LECHE TERMIZADA.



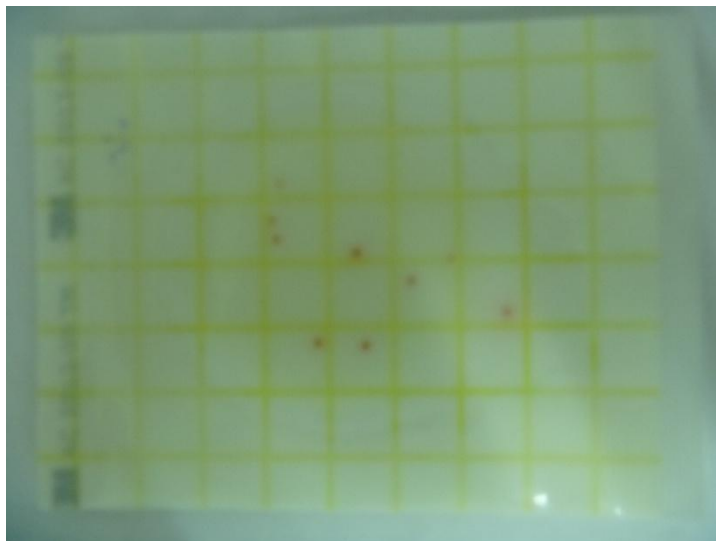
Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 8. PLACAS PARA SIEMBRAS MICROBIOLÓGICA EN ESTUFA PARA INCUBACIÓN.



Tomado por.- El Autor, 2012.

**FOTOGRAFÍA N° 9. RECUENTOS DE PLACAS DE SIEMBRAS
AEREBIOS MESÓFILOS.**



Tomado por.- El Autor, 2012.

**FOTOGRAFÍA N° 10. LACTOSCAN EMPLEADO PARA ANÁLISIS
FISICOQUÍMICO DE LECHE CRUDA Y LECHE PROCESADA.**



Tomado por.- El Autor, 2012.

**FOTOGRAFÍA N° 13. ÁREA DE INCUBACIÓN PARA DETERMINAR
TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LECHE PROCESADA.**



Tomado por.- El Autor, 2012.

**FOTOGRAFÍA N° 14. ÁREA PARA MICROBIOLOGÍA DE LECHE CRUDA
Y PROCESADA.**



Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 15. LECHE UHT PARA ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.



Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 16. MUESTRA DE LECHE UHT.



Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 17. ALUMNOS DEL QUINTO CICLO DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL – UTC Y DIRECTOR DE TESIS.



Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 18. ALUMNOS DEL QUINTO CICLO DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL – UTC, REALIZANDO ANÁLISIS SENSORIAL DE LECHE UHT.



Tomado por.- El Autor, 2012.

FOTOGRAFÍA N° 19. MATERIALES PARA SIEMBRAS MICROBIOLÓGICAS PARA ESTUDIO DE VIDA ÚTIL.



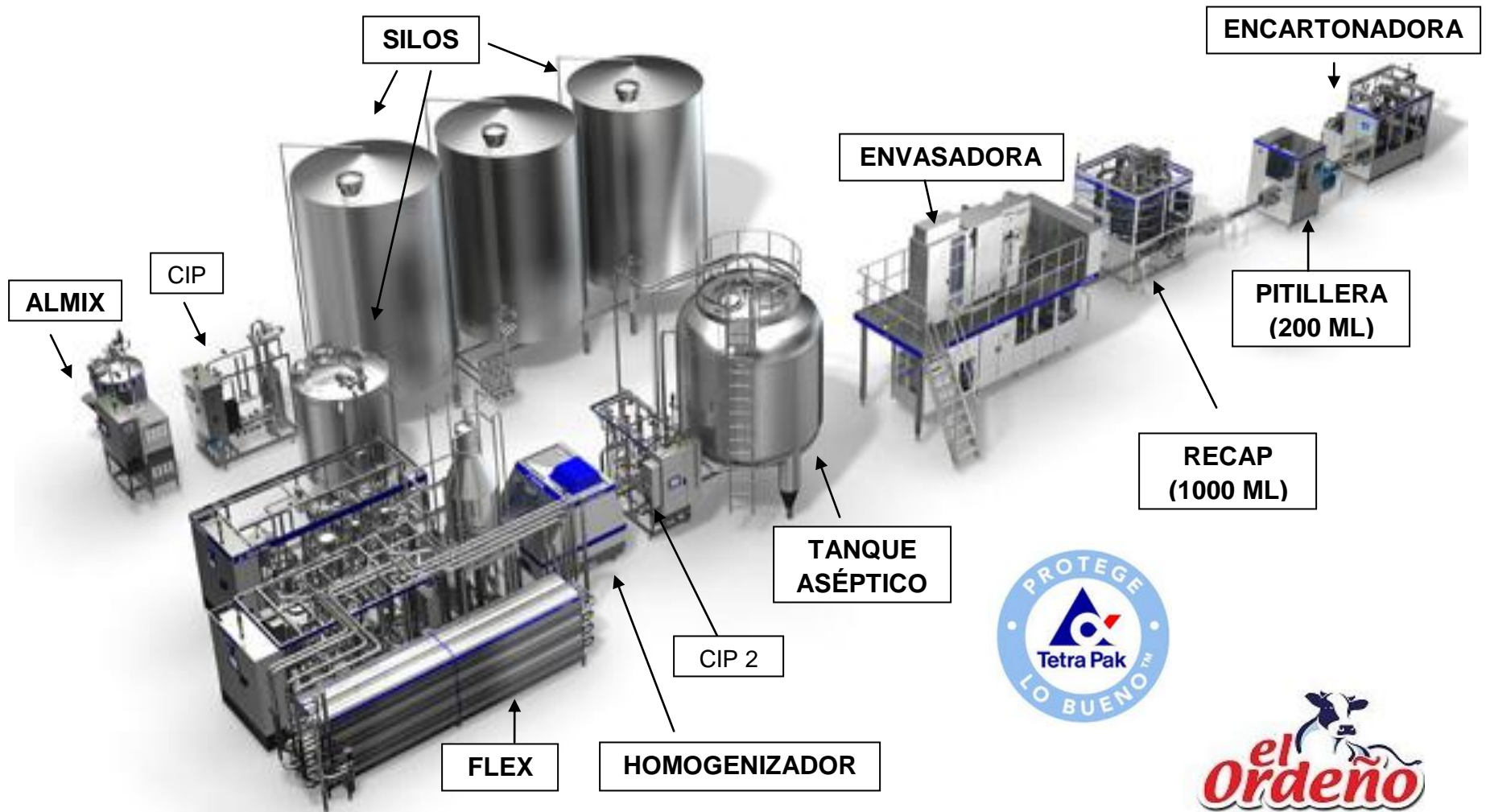
Tomado por.- El Autor, 2012.

TOGRAFÍA N° 20. SIEMBRAS MICROBIOLÓGICAS PARA ESTUDIO DE VIDA ÚTIL.



Tomado por.- El Autor, 2012.

DIAGRAMA DE EQUIPO EN LÍNEA UHT



Proveedor.- Tetra Pak



Machachi, 04 de enero de 2013

CERTIFICADO

A quien corresponda:

A petición verbal del Sr. CARLOS GABRIEL CAJAMARCA ZURITA con Cédula de Ciudadanía N° 172183643-3 certifico que el mencionado señor realizó las pruebas preliminares y ensayos experimentales de la tesis titulada **"DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL, CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y MATEMÁTICO EN EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012"** en el Área de Aseguramiento de Calidad por un lapso de 7 meses.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso del presente certificado como estime conveniente.

Atentamente,


Ing. Rolando Mosquera
GERENTE DE PLANTA



Sociedad Industrial Ganadera
EL ORDEÑO S.A
Machachi - Ecuador

Introducción

Este capítulo ofrece una descripción del Tetra Thèrm Aseptic Flex² fácil de entender.

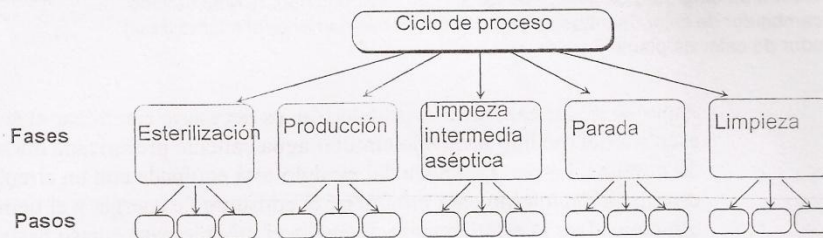
La forma de funcionamiento se describe mediante diagrama de flujo, que se adapta para ofrecer una imagen clara y puede no incluir todos los detalles.

El Tetra Thèrm Aseptic Flex puede estar diseñado para llenado directo de las máquinas envasadoras o llenado a través de un depósito de almacenamiento aséptico. La diferencia principal estriba en que por llenado directo siempre hay un exceso de producto que se devuelve desde las máquinas envasadoras al depósito de compensación de producto, mientras que por llenado a través del depósito de almacenamiento, todo el producto se descarga en el depósito.

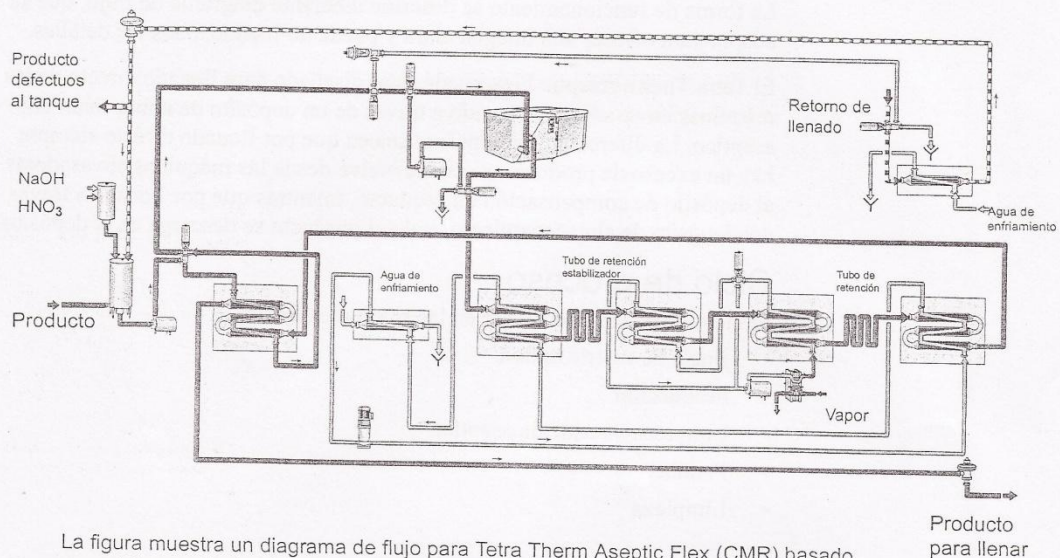
Ciclo de proceso

El ciclo de proceso se divide en las siguientes fases:

- Bucle de esterilización
- Producción
- Limpieza intermedia aséptica
- Parada
- Limpieza



Principio de funcionamiento Con Spiraflo CMR 75



La figura muestra un diagrama de flujo para Tetra Therm Aseptic Flex (CMR) basado en un intercambiador de calor de tubos, cuyo principio es básicamente el mismo de un intercambiador de calor de placas

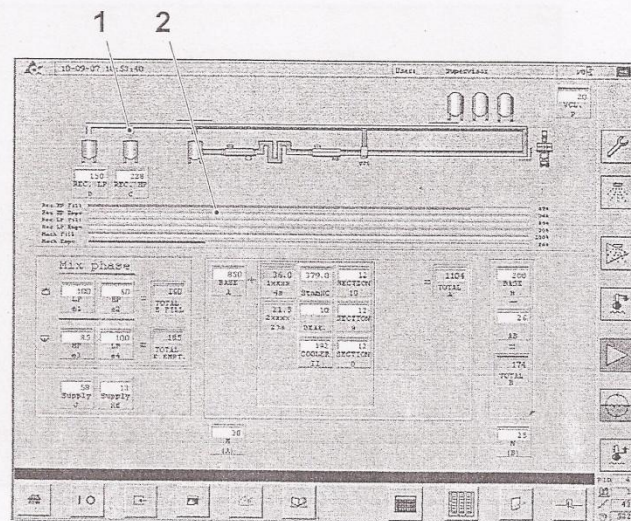
Antes de poder comenzar la producción, es necesario esterilizar el área aséptica del módulo haciendo circular agua caliente presurizada durante 30 minutos. La parte aséptica del módulo está equipada con un circuito de esterilización interno para minimizar el consumo de energía y el tiempo de arranque. Tras la esterilización, se enfría el módulo paso a paso hasta las temperaturas de producción. Finalmente, el agua estéril circula a través del circuito de producto.

La producción comienza llenando el módulo con producto por medio del tanque de balance. El producto empuja la mezcla de agua/producto al drenaje o depósito de rechazo. Un tanque de balance especialmente diseñado reduce al mínimo la cantidad de productos mezclados. Cuando un tanque dirección abajo o la máquina llenadora está lista, puede comenzar la producción.

El producto es precalentado de forma regenerativa hasta aprox. 75°C en el Tetra Spiraflo THE antes de ser homogeneizado en un homogeneizador Tetra Alex. Para las versiones con capacidades a partir de 4000 l/h, la regeneración directa de producto a producto se realiza hasta aprox. 75°C en intercambiadores de calor tubulares Tetra Spiraflo CMR.

(Continúa)

Configuración del volumen



- 1) El símbolo que indica que la zona de mezcla de HP de recuperación alcanzó la máquina del depósito de HP de recuperación está enviando una señal para recuperar destino.
- 2) Gráficos de barras que indican el progreso de los contadores de volumen.

Volumen A = verde

Volumen desde BTM hasta AFM / Alsafe (los equipos adicionales como los enfriadores extra, etc., se añaden a este volumen).

Volumen AB = azul/verde

Volumen entre el primer AFM y el primer Alsafe.

- Solo cuando el esterilizador está configurado para llenar tanto a Alsafe como directamente a AFM.

El volumen AB se añade al volumen A y se sustrae del volumen B.

- Solamente si Alsafe está seleccionado.

Volumen B = azul

Volumen después que AFM / Alsafe regresa a V75.

Volumen C = anaranjado

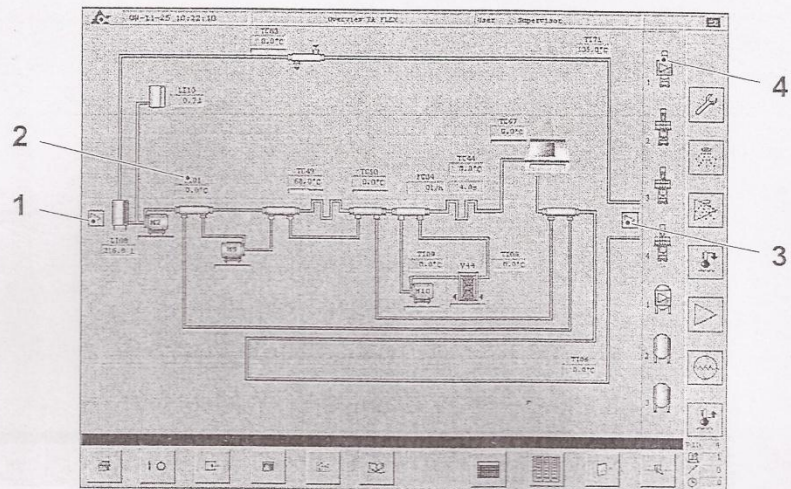
Volumen para la transportación a HP (alto contenido de producto).

Volumen D = amarillo

Volumen para la transportación desde el depósito de HP al depósito de LP (Bajo contenido de producto).

(Continúa)

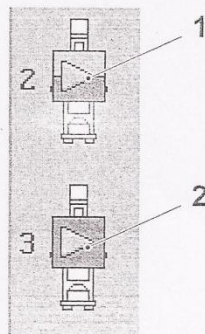
Pantalla de visión general



La pantalla de visión general se presenta como un diagrama de flujo simplificado en el cual pueden observarse algunos valores e indicaciones de importancia del proceso.

Indicación/Botón pulsador

- 1) Producto disponible en BTD
- 2) Salida desde el controlador (0-100%)
- 3) Esterilizador lleno de producto y producto de señal disponible al depósito AFM/Alsafe.
- 4) Indicación AFM/tanque Alsafe listo/producción, consultar la explicación a continuación.



- 1 Listo
- 2 Producción

Pantalla de valores del proceso

1

El menú de valores del proceso consiste en una o más pantallas que muestran los valores del proceso y los valores de salida.

T101

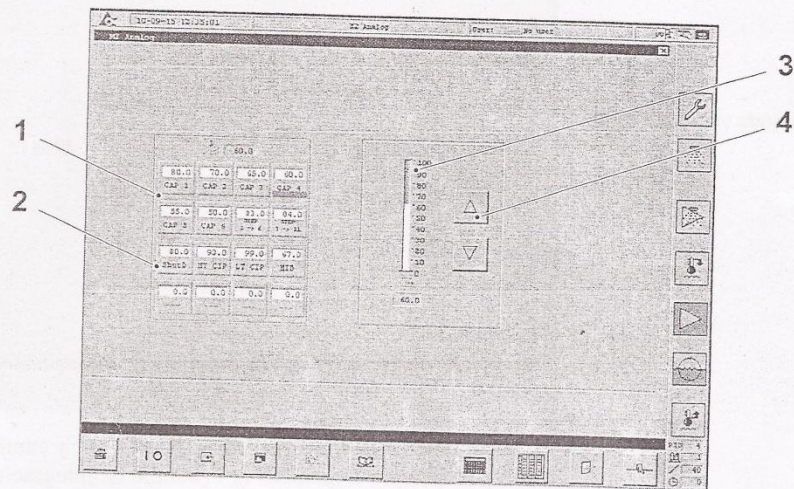
Si un valor de proceso se usa en un controlador PID, un salto a la pantalla PID correspondiente debe ser posible desde la pantalla de valores del proceso.

TC26

Un botón pulsador levantado en cualquier visualizador de valores del proceso irá a una pantalla relacionada con ese valor.

- 1) Pulsar el botón LT10 para ir a Concentración CIP, consultar la página 3-50.

Pantalla de configuración analógica para motores y válvulas

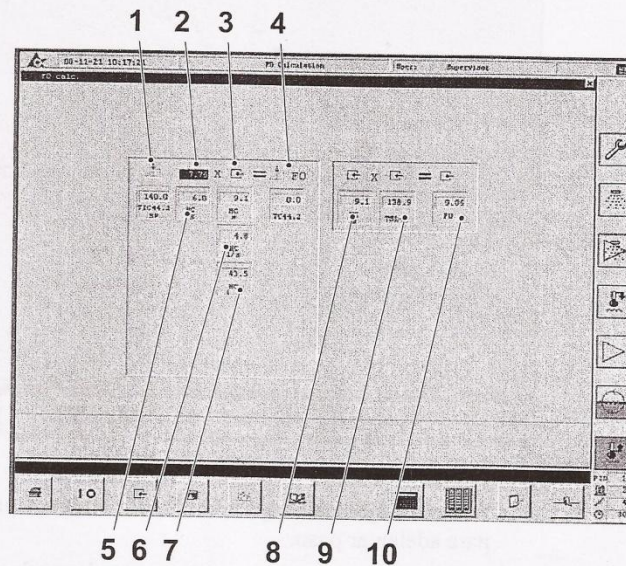


Ejemplo para el motor M2

- 1) Indicación y ajuste de los valores de salida en % para las diferentes capacidades.
- 2) Indicación y ajuste de los valores de salida en % para los diferentes pasos de programas.
- 3) Indicación del valor de salida real.
- 4) Botones pulsadores de incremento y decremento.
(Visible solamente cuando el objeto está activo.)

¡Nota! Pantalla de ajuste M6 utilizada solamente si el medidor de flujo está roto.

Cálculo de Fo



- 1) Pantalla del punto de ajuste de la esterilización actual desde la receta.
- 2) Pantalla del valor Fo nominal de las celdas de retención seleccionadas.
- 3) Pantalla del tiempo de retención actual teniendo en consideración el flujo, la expansión del calor y la eficiencia de las celdas de retención.
- 4) Pantalla del punto de ajuste de la esterilización necesario para alcanzar el valor Fo requerido.
- 5) Pantalla del tiempo de retención nominal de las celdas de retención seleccionadas.
- 6) Pantalla del flujo de la celda de retención actual teniendo en consideración el flujo y la expansión del calor. (litros/seg.)
- 7) Pantalla del volumen de las celdas de retención seleccionadas. (Litros)
- 8) Pantalla del tiempo de retención actual teniendo en consideración el flujo, la expansión del calor y la eficiencia de las celdas de retención.
- 9) Pantalla de la temperatura real al final de la celda de retención.
- 10) Pantalla del valor Fo actual de las celdas de retención.

B. C.



Producto/Modelo: Tetra Therm® Aseptic Flex

Núm. de serie: T5844151127

Nombre de compañía: Tetra Pak, Suecia

Emisor: UIFR Carlsson

Fecha de emisión: 2011-01-11

Aprobado por:

Rev:

Fecha de rev.:

Aprobación de rev.:

Descripción de rev.:

Notas:		Flujo CIP: 10610 l/h	Temp.	Concentrado	Litros a agregar
Tasas de consumo a: 8000 l/h		Flujo CIP alta temp. (137°C): 8000 l/h	137°C	2,0%	44,9
*) Alimentación de vapor a ser dimensionada para: 880 kg/h		Flujo CIP baja temp. (90°C) : 10600 l/h	Máx. 90°C	1,0%	15,7
Volumen de la planta = aprox 786 l		Sosa NaOH:			
		Ácido HNO3:			

Etiqueta/ Con. Pos.	Medios	Presión/Voltaje	Capacidad/kW	Notas
V44	Vapor	7 bar _g	222 kg/h *)	
V13.1	Producto	3 bar _g	8 m³/h	
V14	Agua de enjuague	3 bar _g , 20°C	10 m³/h	Durante enjuague CIP
V24	Agua de enfriamiento	3 bar _g , 20°C	1 m³/h	Tetra Alrox. Sólo se permite el retorno al aire libre.
V25	Agua de enfriamiento	3 bar _g , 20°C	26.5 m³/h	Opción 30, temp. de salida 23°C, durante producción de zumo
V63	Agua de enfriamiento	3 bar _g , 20°C	8.6 m³/h	Durante enfriamiento, temp. de salida 72°C
V64	Agua de enfriamiento	3 bar _g , 20°C	0.2 m³/h	Temp. de salida 51°C, durante producción de leche
V55	Agua de enfriamiento	3 bar _g , 25°C	0.5 m³/h	
V74	Producto	0,5-3 bar _g	NA	AFM/Alsafe
V80	Sosa (NaOH)	1 bar _g	600 l/h	M12
V82	Ácido (HNO)	1 bar _g	600 l/h	M13
	Aire de instrumento	6 bar _g	50 l/h	
	Fuerza eléctrica	440 V (3 fases) / 60 Hz	48 kW	Panel TA Flex
	Fuerza eléctrica, homogenizado	440 V (3 fases) / 60 Hz	90 kW	Ver Datos Técnicos, homogenizador

Producto/módulo: Tetra Therm® Aseptic Flex
 Emisor: UIR Carlsson
 Rev:
 Descripción de rev:

Núm. de serie: T544151127
 Fecha de edición: 2010-12-29
 Fecha de rev.:

Nombre de compañía: Tetra Pak, Suecia
 Aprobado por:
 Aprobación de rev.:

x=Opción seleccionada
 =Selección de HMI
 p=Selección por producto

Receta núm.	Producto	Datos de producto	Programa de temp. °C	Capacidad l/h	H O				HC estab. 60 seg	Homog. no asépt.	Homog. asépt.	Bomba sincronizada	Tetra Alrox	Enfriador THE	Enfriador PHE	Contra- corriente	Área de calentam. THE secc. 10	Área de calentam. THE secc. 9	Área de calentam. THE secc. 8	AFM	Tetra Albat	Notas
					HC 4 seg	HC 4 seg	HC 30 seg	HC 60 seg														
1.	Leche 13 %	Libro de precios	5-75-137-25	3000-8000	x				x	x			x			x					x	1) Solamente posible seleccionar un tubo de retención al mismo tiempo 2) Si homogenizador aséptico y/o no aséptico Nota: Tiempo de célula de retención corresponde a capacidades máx. Código para recipientes de presión <input type="text" value="TPQC"/> Alimentación de medios Temperatura [°C] Agua helada, IW <input type="text" value="2"/> Agua de torra, TW <input type="text" value="20"/> Agua fría, CW <input type="text" value="20"/>
2.	Zumo 12 BX	Libro de precios	25-95-25	3000-8000			x		x	x			x			x					x	
3.	Leche con chocolate	Libro de precios	5-75-137-25	3000-8000	x				x	x			x			x					x	
4.																						
5.																						
6.																						
7.																						
8.																						
9.																						
10.																						

HC Interruptores de proximidad (GS)	GS31	GS32	GS30
Volumen HC [l]	9,6	69,2	x
Núm. de secc. THE [X,X,...]	17	17, 18	

ENCUESTA

Sírvase contestar la siguiente encuesta cuyo objeto es la "DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D), CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y EL MÉTODO MATEMÁTICO, EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012".

Deguste las muestras en el orden de presentación e indique:

1. ¿Con qué intensidad el producto A y B se asemejan con el producto C?

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACTERÍSTICA	PONDERACIÓN	A	B
OLOR	0 Nula		
	1 Muy baja		
	2 Baja		
	3 Media		x
	4 Alta	x	
	5 Muy alta		
COLOR	0 Nula		
	1 Muy baja		
	2 Baja		
	3 Media		
	4 Alta	x	x
	5 Muy alta		
SABOR	0 Nula		
	1 Muy baja		
	2 Baja		
	3 Media		
	4 Alta	x	x
	5 Muy alta		

2. ¿Cuánto le agrada el producto A, B y C?

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACT.	PONDERACIÓN		A	B	C
OLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			X
	6	Me gusta ligeramente		X	
	7	Me gusta moderadamente	X		
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
COLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta	X		
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente		X	X
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
SABOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente		X	X
	8	Me gusta mucho	X		
	9	Me gusta extremadamente			

ENCUESTA

Sírvese contestar la siguiente encuesta cuyo objeto es la "DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D), CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y EL MÉTODO MATEMÁTICO, EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012".

Deguste las muestras en el orden de presentación e indique:

1. ¿Con qué intensidad el producto A y B se asemejan con el producto C?

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACTERÍSTICA	PONDERACIÓN		A	B
OLOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		X
	4	Alta	X	
	5	Muy alta		
COLOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		X
	4	Alta	X	
	5	Muy alta		
SABOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media	X	X
	4	Alta		
	5	Muy alta		

99

2. ¿Cuánto le agrada el producto A, B y C?

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACT.	PONDERACIÓN		A	B	C
OLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente		X	X
	7	Me gusta moderadamente	X		
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
COLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente	X		
	7	Me gusta moderadamente		X	
	8	Me gusta mucho			X
	9	Me gusta extremadamente			
SABOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente	X	X	X
	7	Me gusta moderadamente			
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			

ENCUESTA

Sírvese contestar la siguiente encuesta cuyo objeto es la "DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D), CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y EL MÉTODO MATEMÁTICO, EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012".

Deguste las muestras en el orden de presentación e indique:

1. ¿Con qué intensidad el producto A y B se asemejan con el producto C?

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACTERÍSTICA	PONDERACIÓN		A	B
OLOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media	X	
	4	Alta		X
	5	Muy alta		
COLOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		
	4	Alta	X	
	5	Muy alta		X
SABOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		
	4	Alta	X	
	5	Muy alta		X

2. ¿Cuánto le agrada el producto A, B y C?

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACT.	PONDERACIÓN		A	B	C
OLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta	X		
	6	Me gusta ligeramente		X	
	7	Me gusta moderadamente			X
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
COLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente	X	X	X
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
SABOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente	X		
	8	Me gusta mucho		X	X
	9	Me gusta extremadamente			

11

ENCUESTA

Sírvase contestar la siguiente encuesta cuyo objeto es la "DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REDUCCIÓN DECIMAL (D), CONSTANTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (z) Y TIEMPO DE MUERTE TÉRMICA (F) EN LECHE, APLICANDO EL MÉTODO GENERAL Y EL MÉTODO MATEMÁTICO, EN LA EMPRESA EL ORDEÑO S.A. MACHACHI 2012".

Deguste las muestras en el orden de presentación e indique:

1. ¿Con qué intensidad el producto A y B se asemejan con el producto C?

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACTERÍSTICA	PONDERACIÓN		A	B
OLOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		x
	4	Alta	x	
	5	Muy alta		
COLOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja	x	
	3	Media		x
	4	Alta		
	5	Muy alta		
SABOR	0	Nula		
	1	Muy baja		
	2	Baja		
	3	Media		
	4	Alta	x	x
	5	Muy alta		

2. ¿Cuánto le agrada el producto A, B y C?

Marqué con una (x) la respuesta según corresponda:

CARACT.	PONDERACIÓN		A	B	C
OLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			X
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente	X	X	
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
COLOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente	X	X	X
	8	Me gusta mucho			
	9	Me gusta extremadamente			
SABOR	1	Me disgusta extremadamente			
	2	Me disgusta mucho			
	3	Me disgusta moderadamente			
	4	Me disgusta ligeramente			
	5	Ni me gusta ni me disgusta			
	6	Me gusta ligeramente			
	7	Me gusta moderadamente			
	8	Me gusta mucho	X	X	X
	9	Me gusta extremadamente			

