

**DESARROLLO EXPERIMENTAL DE PROCESOS PARA NUEVOS
PRODUCTOS DESLACTOSADOS**

**MÓNICA BECERRA ORTEGA
FLORALBA FERRER JARAMILLO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2006

**DESARROLLO EXPERIMENTAL DE PROCESOS PARA NUEVOS
PRODUCTOS DESLACTOSADOS**

**MÓNICA BECERRA ORTEGA
FLORALBA FERRER JARAMILLO**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Químico**

**Director
LEONARDO ACEVEDO DUARTE
Ingeniero Químico Ph.D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2006

*A Dios en quien confío plenamente,
a mi familia por tanto apoyo
y a la gente que quiero.*

Mónica

*A toda mi familia y amigos,
a los que están cerca o lejos
y a los que ya no están.*

Flora

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos

Al Centro de Investigaciones Agroindustriales de la UIS –CIAGRO-, por su valiosa contribución al desarrollo de este trabajo de grado, al permitirnos el uso de sus instalaciones.

Al Ingeniero César Espinel, por sus útiles aportes y constante asesoría.

Al Ingeniero Leonardo Acevedo, por su constante colaboración y excelente dirección.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Química, por brindarnos la formación profesional necesaria.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES: ANÁLISIS PRELIMINAR DEL MERCADO DE PRODUCTOS LÁCTEOS DESLACTOSADOS Y SELECCIÓN DE PRODUCTOS	4
1.1. MERCADO DE DESLACTOSADOS	4
1.1.1. Mercado Mundial	4
1.1.2. Mercado Nacional	7
1.2. SELECCIÓN DE PRODUCTOS	9
2. DESARROLLO EXPERIMENTAL	11
2.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	11
2.1.1. Leche	11
2.1.1.1. Adecuación y preparación	11
2.1.1.2. Análisis organolépticos	11
2.1.1.3. Determinación de la composición	11
2.1.1.4. Análisis fisicoquímicos	12
2.1.2. Gelatina	12
2.1.2.1. Adecuación y preparación	12
2.1.2.2. Determinación de la composición	12
2.1.2.3. Análisis organolépticos	12
2.1.2.4. Análisis fisicoquímicos	12
2.1.3. Fruta	13
2.1.3.1. Descripción y análisis organolépticos	13
2.1.3.2. Adecuación y preparación	13
2.1.3.3. Análisis fisicoquímicos	13
2.1.4. Lactasa	13
2.1.4.1. Descripción	13

2.2.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS Y PRODUCTOS SELECCIONADOS	13
2.2.1.	Queso Doble Crema Relleno	15
2.2.1.1.	Descripción de las etapas del proceso y variables cualitativas	15
2.2.1.2.	Variables cuantitativas	19
2.2.2.	Gelatina-Yogurt	20
2.2.2.1.	Descripción de las etapas del proceso y variables cualitativas	20
2.2.2.2.	Variables cuantitativas	22
2.3.	DEL DESARROLLO EXPERIMENTAL A LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	23
3.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	24
3.1.	ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS	24
3.1.1.	Leche	24
3.1.1.1.	Análisis organolépticos	25
3.1.1.2.	Análisis de composición y fisicoquímicos	25
3.1.2.	Gelatina	26
3.1.2.1.	Análisis organolépticos	26
3.1.2.2.	Análisis de composición y fisicoquímicos	27
3.1.3.	Fruta	27
3.1.3.1.	Análisis organolépticos	27
3.1.3.2.	Análisis fisicoquímicos	27
3.2.	DISEÑO DE EXPERIMENTOS	28
3.3.	RESULTADOS FISICOQUÍMICOS	29
3.4.	RESULTADOS EVALUACIÓN SENSORIAL	30
3.5.	PRODUCTOS FINALES	32
4.	CONCLUSIONES	36
5.	RECOMENDACIONES	38

BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	43
A.1. INTOLERANCIA A LA LACTOSA	43
A.2. SÍNTOMAS DE INTOLERANCIA A LA LACTOSA	44
A.3. CAUSAS Y FACTORES DE RIESGO	44
A.4. INTOLERANCIA A LA LACTOSA EN EL MUNDO Y EN COLOMBIA	45
A.5. TRATAMIENTO A LA INTOLERANCIA	46
ANEXO B. ANÁLISIS PRELIMINAR DEL MERCADO DE LECHE	48
B.1. MERCADO MUNDIAL	48
B.1.1. Mercado mundial medido desde la variable producción	48
B.1.2. Mercado mundial medido desde la variable consumo	49
B.1.3. Mercado mundial medido desde la variable precio	50
B.2. MERCADO NACIONAL	51
B.2.1. Mercado nacional medido desde la variable producción	51
B.2.2. Mercado nacional medido desde la variable consumo	53
B.2.3. Mercado nacional medido desde la variable precio	55
B.3. MERCADO REGIONAL	56
B.3.1. Mercado regional medido desde la variable producción	56
B.3.2. Mercado regional medido desde la variable consumo	57
B.3.3. Mercado regional medido desde la variable precio	57
ANEXO C. ANÁLISIS PRELIMINAR DEL MERCADO DE DERIVADOS LÁCTEOS	59
C.1. MERCADO MUNDIAL	59
C.1.1. Mercado mundial medido desde la variable producción	59
C.1.2. Mercado mundial medido desde la variable consumo	60
C.1.3. Mercado mundial medido desde la variable precio	61

C.2.	MERCADO NACIONAL	63
C.2.1.	Mercado Nacional medido desde la variable producción	63
C.2.2.	Mercado Nacional medido desde la variable consumo	65
C.2.3.	Mercado nacional medido desde la variable precio	66
C.3.	MERCADO REGIONAL	67
C.3.1.	Mercado regional medido desde la variable producción	67
C.3.2.	Mercado regional medido desde la variable consumo	68
C.3.3.	Mercado regional medido desde la variable precio	69
	ANEXO D. DESARROLLO EXPERIMENTAL	71
D.1.	CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	71
D.1.1.	Leche	71
D.1.1.1.	Adecuación y preparación de muestras	71
D.1.1.2.	Características organolépticas	71
D.1.1.3.	Determinación de la composición	72
D.1.1.4.	Análisis fisicoquímicos	73
D.1.2.	Gelatina	76
D.1.2.1.	Determinación de la composición	76
D.1.2.2.	Análisis Organolépticos	76
D.1.2.3.	Análisis Fisicoquímicos	76
D.1.3.	Fruta	77
D.1.3.1.	Descripción y análisis organolépticos	77
D.1.3.2.	Análisis fisicoquímicos	77
D.1.4.	Enzima lactasa	78
D.2.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS Y PRODUCTOS SELECCIONADOS	78
D.2.1.	Etapas del Proceso de elaboración de Queso doble crema deslactosado relleno	79
D.2.1.1.	Pasteurización	79
D.2.1.2.	Estandarización de la acidez	79
D.2.1.3.	Coagulación	79

D.2.1.4.	Desuerado	80
D.2.1.5.	Salado	81
D.2.1.6.	Prensado	81
D.2.2.	Etapas del Proceso de elaboración de Gelatina-yogurt deslactosada	83
ANEXO E. MERMELADA: GENERALIDADES Y ELABORACIÓN		86
E.1.	GENERALIDADES	86
E.2.	ELABORACIÓN	88
ANEXO F. RESULTADOS		92
F.1.	DISEÑO DE EXPERIMENTOS	92
F.2.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE PRODUCTOS ELABORADOS	93
F.3.	EVALUACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS ELABORADOS	94
F.4.	RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS	97
F.5.	CUESTIONARIOS FORMULADOS PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS	104
F.5.1.	Producto 1	104
F.5.2.	Producto 2	107

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Venta de deslactosados y volumen unitario en Estados Unidos 2004	6
Tabla 2. Descenso en las ventas unitarias de los productos bajos en lactosa	6
Tabla 3. Precios promedio de algunas presentaciones de leche deslactosada	9
Tabla 4. Identificación de las variables cualitativas asociadas a etapas del proceso - Queso Doble Crema Relleno	15
Tabla 5. Otras variables cualitativas - Queso Doble Crema Relleno	16
Tabla 6. Variables cuantitativas - Queso Doble Crema Relleno	19
Tabla 7. Identificación de las variables cualitativas asociadas a etapas del proceso - Gelatina -Yogurt	20
Tabla 8. Otras variables cualitativas - Gelatina -Yogurt	20
Tabla 9. Variables cuantitativas - Gelatina -Yogurt	23
Tabla 10. Análisis de composición - Leche	25
Tabla 11. Análisis fisicoquímicos - Leche	26
Tabla 12. Análisis de composición y fisicoquímicos - Gelatina	27
Tabla 13. Análisis fisicoquímicos - Fruta	28
Tabla 14. Características Fisicoquímicas de muestras de los productos	29
Tabla 15. Características fisicoquímicas. Productos finales	32
Tabla 16. Seguimiento microbiológico. Productos finales	34
Tabla B1. Países miembros OCDE	49
Tabla B2. Consumo per cápita en algunas ciudades colombianas	55
Tabla B3. Precio del litro de leche al productor en Colombia (2000)	55
Tabla B4. Consumo de leche en Bucaramanga (1979 - 1991)	57
Tabla B5. Frecuencia media de consumo diario de lácteos según sexo. Bucaramanga 2002-2003	57
Tabla C1. Producción mundial de leche descremada en polvo (2001 - 2003)	60
Tabla C2. Demanda total de derivados lácteos	60
Tabla C3. Consumo per cápita nacional de los principales bienes derivados	66
Tabla C4. Distribución de las empresas de lácteos en Bucaramanga y su área metropolitana	67
Tabla C5. Precios del queso doble crema / 350 g en Bucaramanga	69
Tabla C6. Precio promedio de venta de diferentes tipos de quesos en Bucaramanga	70
Tabla D1. Composición media de la leche normal de vaca	72
Tabla D2. Rangos de valores de propiedades fisicoquímicas en la leche	73
Tabla D3. Dosificaciones estimadas de MAXILACT	78
Tabla D4. Especificaciones técnicas MAXILACT L 2000	78
Tabla D5. Sistemas de calentamiento e higienización de la leche	79
Tabla D6. Colorantes utilizados	83

Tabla E1.	Sólidos solubles de materias primas	89
Tabla F1.	Experimentos programados. Producto 1	92
Tabla F2.	Experimentos programados. Producto 2	92
Tabla F3.	Puntaje de los atributos de textura. Producto 1	96
Tabla F4.	Calificación del color. Producto 2	96
Tabla F5.	Puntaje de los atributos de consistencia. Producto 2	97

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Participación del mercado por tipo de leche	8
Gráfico 2. Participación en el mercado por marca	9
Gráfico 3. Ventas en volumen de leche deslactosada	9
Gráfico 4. Grado de satisfacción. Productos finales	34
Gráfico B1. Precio al productor leche líquida (enero 2001 - enero 2003)	51
Gráfico B2. Precio al productor leche líquida (enero 2003 - julio 2004)	51
Gráfico B3. Producción nacional de leche (1978 - 2004)	52
Gráfico B4. Distribución regional de la producción de leche	53
Gráfico B5. Consumo aparente nacional leche entera de vaca	54
Gráfico B6. Consumo per cápita nacional leche entera de vaca	54
Gráfico B7. Índice de precios al Consumidor (IPC) Vs. Índice de Precios al Productor (IPP)	56
Gráfico B8. Precio de la leche al productor en Santander	58
Gráfico C1. Precio Internacional Leche en Polvo (Precio de referencia SAFF)	62
Gráfico C2. Distribución del valor de la producción de lácteos en Colombia (1993 y 2001)	64
Gráfico C3. Producción Quesos (Todos los tipos) en Colombia	65
Gráfico C4. Consumo de lácteos (1974 -1994)	65
Gráfico C5. Índice de estacionalidad del precio de la leche en polvo en Colombia (1998 - 2004)	67
Gráfico C6. Tipos de quesos consumidos en Santander	68
Gráfico C7. Porcentaje de ventas de quesos en Santander según marca	69
Gráfico C8. Precios mayoritarios de queso en Bucaramanga	70
Gráfico F1. Evaluación de preferencia. Producto 1. Tipo de fruta para relleno	94
Gráfico F2. Evaluación de preferencia. Producto 1. Relación Relleno/Queso	94
Gráfico F3. Evaluación de preferencia. Producto2. Tipo de fruta	94
Gráfico F4. Evaluación de preferencia. Producto 2. Relación mermelada / (sln gelatina+yogurt)	95
Gráfico F5. Evaluación de color Queso. Producto 1	95
Gráfico F6. Evaluación de color Relleno. Producto 1	95
Gráfico F7. Perfil de Olor. Producto 1	95
Gráfico F8. Perfil de Sabor. Producto 1	95
Gráfico F9. Evaluación de textura. Producto 1	96
Gráfico F10. Evaluación de Color. Producto 2	96
Gráfico F11. Perfil de Olor. Producto 2	97
Gráfico F12. Perfil de Sabor. Producto 2	97
Gráfico F13. Evaluación de consistencia. Producto 2	97

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura D1. Diagrama de bloques Proceso de elaboración de queso doble crema deslactosado relleno	82
Figura D2. Proceso de elaboración de queso doble crema deslactosado relleno	83
Figura D3. Muestras de queso doble crema deslactosado relleno	83
Figura D4. Diagrama de bloques Proceso de elaboración de gelatina-yogurt deslactosada	84
Figura D5. Proceso de elaboración de gelatina-yogurt deslactosada	85
Figura D6. Muestras de gelatina-yogurt deslactosada	85
Figura E1. Condiciones para Gelificación	87
Figura E2. Fases para la elaboración de la mermelada	91

GLOSARIO

➤ **Azúcar Invertido:** Azúcar que se obtiene al dividir la sacarosa en sus dos partes iguales, en presencia de ácido y enzimas específicas. Cada molécula de los hidratos de carbono reacciona con el agua, obteniendo moléculas de D-glucosa (dextrosa) y D-fructosa (levulosa). Se emplea en forma líquida y es más dulce que la sacarosa; ayuda a mantener el sabor dulce de las conservas y de los productos horneados.

➤ **Calidad:** La calidad de un producto puede definirse como la resultante de una combinación de características de ingeniería y fabricación, determinante del grado de satisfacción que el producto proporcione al consumidor durante su uso.

➤ **Coagulación:** Proceso en que las proteínas se vuelven insolubles y se solidifican transformando la leche en una sustancia semi-sólida y gelatinosa.

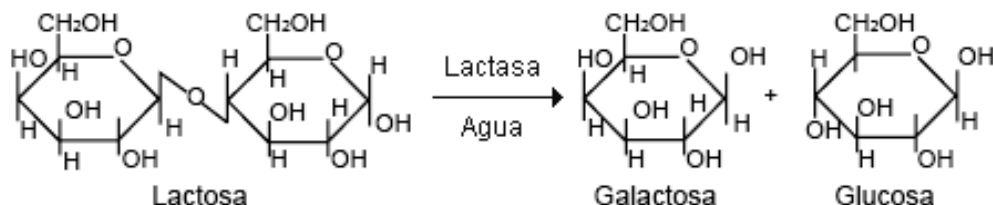
➤ **Colágeno:** Proteína fibrosa que contribuye a las funciones desempeñadas por los tejidos conectivos de la piel, tendones, cartílagos, huesos, etc. Su unidad estructural es el tropocolágeno, una proteína formada por tres cadenas polipeptídicas (cadenas α) superenrolladas en una triple hélice y estabilizadas por uniones intramoleculares. Estos enlaces influyen en las propiedades moleculares de la gelatina resultante. El colágeno constituye el 30% de toda materia orgánica del cuerpo de un animal, o el 60% de las proteínas totales del cuerpo, por lo cual se pueden utilizar muchos tejidos (principalmente pieles y huesos) como materia prima para la fabricación de gelatina.

➤ **Cuajo o Fermento Lab:** Enzima llamada también quimosina o renina; pertenece al grupo de las proteasas. Se obtenía antes exclusivamente de los estómagos desecados de terneros lactantes; sin embargo, el aumento de necesidades y la insuficiente disponibilidad, han hecho recurrir al empleo de proteasas microbianas como sustitutos.

➤ **Gelatina:** Proteína coloidal soluble en agua, obtenida por hidrólisis controlada del colágeno. La conversión del colágeno insoluble a la gelatina soluble constituye la transformación esencial de su elaboración industrial; químicamente el proceso consiste en transformar cada molécula de colágeno en dos de gelatina. Dependiendo de las rupturas en las uniones intramoleculares el proceso puede llevar a que una muestra de gelatina tenga varios pesos moleculares (10.000 - 65.000). Esta distribución de pesos moleculares determina características como la dispersabilidad en agua, la viscosidad, la adherencia y la resistencia de los geles. La gelatina tiene propiedades multifuncionales como gelificar, espesar, absorber agua, emulsionar, espumar y estabilizar. Sus aplicaciones principales están en la industria alimentaria, farmacéutica y fotográfica.

➤ **Lactasa:** β -galactosidasa. Enzima que puede ser extraída industrialmente de las levaduras *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces lactis* y *Saccharomyces sp.* Sus principales aplicaciones están en deslactosar o hidrolizar la leche, elaborar productos deslactosados e hidrolizar lactosuero. La hidrólisis enzimática de la lactosa es efectuada por la β -galactosidasa, la cual mediante la inclusión de una molécula de agua rompe el enlace glicosídico (1-4) que une los dos monosacáridos, como se muestra en la figura. Esta reacción está condicionada a la temperatura, acidez, pH, tiempo de proceso, concentración de lactosa y dosificación de la enzima. Las condiciones óptimas de reacción serían las de una leche natural a una temperatura entre 35 - 45°C.

Desdoblamiento de la lactosa por acción de la enzima lactasa



Al efectuarse la hidrólisis de la lactasa se producen diferentes fenómenos tales como el incremento de la solubilidad disminuyendo la cristalización principalmente en

productos con alto contenido de sólidos y mejorando la aceptabilidad de los productos al darles una textura y apariencia menos "arenosas"; aumento del efecto edulcorante obteniendo un producto más dulce sin necesidad de agregar más calorías; incremento de azúcares fermentables permitiendo el aprovechamiento de un gran número de microorganismos para los que la lactosa no es asimilable como en el caso de algunas bacterias lácticas en el yogurt, reduciendo el tiempo de fermentación; incremento de azúcares reductores favoreciéndose así, las reacciones de Maillard y caramelización deseables. Además se mejora la textura, brillo y se favorece la formación de sabor y aroma en el producto final.

➤ **Lactosa:** 4-O-B-D-galactopiranosil-D-glucopiranosil. Disacárido formado por galactosa y glucosa, unidas por un enlace β -galactosídico. Se sintetiza en la glándula mamaria por un sistema enzimático en el que interviene la alfa-lactalbúmina para después segregarse en la leche; tiene aproximadamente 15% del poder edulcorante de la sacarosa y contribuye, junto con las sales, al sabor global de este alimento.

➤ **Lactosuero:** Subproducto de la quesería, utilizado principalmente en la panificación y elaboración de galletas con un alto contenido de proteínas y de lactosa. Corresponde a la fase acuosa de la leche que se separa después de la coagulación de la caseína.

➤ **Leche:** Desde el punto de vista fisiológico es el producto de la secreción de las glándulas mamarias de vacas sanas cuya función natural es la alimentación de los recién nacidos. Industrialmente, es el producto íntegro, no alterado, proveniente del ordeño higiénico y regular de bovinos sanos y bien alimentados, excluyendo el producto obtenido 15 días antes y 5 días después del parto, calostro, que es una secreción líquida amarillenta, de aspecto viscoso, amarga y ácida. Desde el punto de vista fisicoquímico, la leche es una mezcla homogénea que contiene todos los nutrientes necesarios para la conservación y el desarrollo de la vida: carbohidratos, lípidos, proteínas, sales minerales, vitaminas, enzimas, etc.; algunos en emulsión (grasa y sustancias asociadas), algunos en suspensión (caseínas ligadas a sales

minerales) y otros en disolución verdadera (lactosa, vitaminas hidrosolubles, proteínas del suero, sales, etc.). Es la fuente más rica de calcio de que dispone el ser humano, ayuda a la formación de nuevos tejidos y a mantener los ya existentes.

➤ **Poder coagulante, fuerza o título del cuajo:** Expresa el número de litros de leche que un litro de este extracto puede coagular a 35°C en 2400 segundos. Se puede calcular con la fórmula:

$$L = \frac{V * 1000 * 2400}{m * z}$$

L, Título del cuajo

V, Volumen de leche (ml)

m, Cuajo añadido (mg)

z, Tiempo de coagulación

➤ **Queso:** Mezcla de proteínas, fundamentalmente caseína, grasa y otros componentes lácteos, que se separa de la fase acuosa de la leche después de la coagulación de la caseína. Se clasifica como graso, semigraso o magro según la proporción de grasa y según su consistencia en quesos de pasta blanda y dura. El queso fresco no requiere estacionamiento y sale a la venta inmediatamente después de obtenido, es decir, sin maduración.

➤ **Sinéresis:** Propiedad del gel o coágulo de contraerse. En quesería, fenómeno por el cual el coágulo se contrae expulsando el líquido que está encerrado en la red formada por la caseína coagulada.

➤ **Yogurt:** Producto obtenido a partir de la fermentación de la leche y a través de la intervención de varias especies bacterianas.

TÍTULO: DESARROLLO EXPERIMENTAL DE PROCESOS PARA NUEVOS PRODUCTOS DESLACTOSADOS *

AUTORES: BECERRA ORTEGA, Mónica
FERRER JARAMILLO, Floralba **

PALABRAS CLAVES: Derivados Lácteos, Intolerancia a la Lactosa, Productos Deslactosados, Queso, Postre Lácteo.

RESUMEN

El sector de lácteos siempre ha generado un interés particular en la investigación de la industria alimentaria por ser una línea fundamental en la nutrición y alimentación de la población a nivel mundial; es por eso que éste sector siempre está en constante evolución y búsqueda de nuevos productos que contribuyan a una dieta saludable para sus consumidores y a una oferta cada vez más diversificada. La expansión del mercado de derivados lácteos en la última década ha dado lugar a productos que responden a necesidades específicas de sectores de la población, entre ellos el de intolerantes a la lactosa. Los productos deslactosados contribuyen a reducir los trastornos generados por esta condición y proporcionan una solución efectiva sin necesidad de suspender los lácteos en la dieta.

Este trabajo de grado da continuidad al proyecto sobre Producción y Comercialización de Productos Deslactosados realizado por CIAGRO–UIS, por medio del desarrollo experimental de dos nuevos productos deslactosados y los procesos para su fabricación. El desarrollo experimental consistió inicialmente en la revisión de antecedentes de mercado y de procesos de manufactura y en segundo lugar, la selección de los nuevos productos: queso doble crema deslactosado relleno y gelatina-yogurt deslactosada. La siguiente etapa fue la identificación y elección de la combinación de valores y categorías de las variables de proceso para continuar con la planeación y realización de pruebas preliminares para los productos seleccionados.

Los resultados obtenidos mostraron un comportamiento adecuado de las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de los productos finales y un alto grado de satisfacción de los jueces consumidores que los evaluaron sensorialmente. Los productos desarrollados cumplen con las normas vigentes y los procesos desarrollados garantizan los rendimientos adecuados.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química.
Director: Ingeniero Químico Ph.D. Leonardo Acevedo Duarte.

TITLE: EXPERIMENTAL DEVELOPMENT OF PROCESSES FOR NEW LACTOSE-REDUCED PRODUCTS

AUTHORS: BECERRA ORTEGA, Mónica
FERRER JARAMILLO, Floralba **

KEY WORDS: Dairy Products, Lactose Intolerance, Lactose-reduced Products, Cheese, Milky Dessert.

ABSTRACT

The sector of dairy products has always generated a particular interest in the investigation of alimentary industry because it is fundamental in the nutrition of world's population; this is why that sector is always in constant evolution and searching for new products that contribute to a healthy diet for consumers and to a more diversified offer. The expansion of dairy products market in the last decade has given place to products that respond to specific necessities of different population sectors, among them the lactose intolerance. The lactose-reduced products contribute to decrease the dysfunctions generated by this condition and provide an effective solution without necessity of suspending dairy products in diet.

This thesis continues developing the investigation by CIAGRO-UIS about Production and Commercialization of Lactose-reduced Products, by an experimental development of two new lactose-reduced products and the processes for their produce. The first step in the experimental development was a review of marketing and manufacture processes; then, the selection of new products took place: lactose-reduced double cream filled cheese and lactose-reduced yoghurt gelatine. Next step was to identify and select combination of values and categories for process variables in order to plan and conduct preliminary tests for selected products.

Results showed an adequate performance of physic-chemical, microbiologic and organoleptic characteristics in final products and also a high degree of satisfaction by consumer judges who tested them in a sensory evaluation. Developed products keep colombian last regulations and its processes guarantee adequate efficiencies.

* Undergraduate Thesis

** Faculty of Physical-chemical Engineering. School of Chemical Engineering.
Director: Chemical Eng. Ph.D. Leonardo Acevedo Duarte.

INTRODUCCIÓN

El objetivo general del trabajo de grado objeto de este informe fue desarrollar experimentalmente nuevos productos deslactosados y los procesos para su fabricación que garanticen alta calidad y aceptación en el mercado. A su vez los objetivos específicos fueron:

- Seleccionar el número y tipo de productos con criterios de recursos disponibles y análisis preliminar de mercado.
- Determinar los valores de variables de proceso que garanticen las características microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas exigidas para los productos desarrollados.
- Identificar las características de los productos que mejoren su aceptabilidad entre los consumidores.
- Diseñar y desarrollar los procesos para la elaboración de nuevos productos deslactosados aplicando ingeniería de control de calidad y de procesos.

Se trata de un trabajo que da continuidad y busca concretar en resultados de mercado el proyecto financiado por Colciencias sobre Producción y Comercialización de Productos Deslactosados realizado por el Centro de Investigaciones Agroindustriales de la UIS –CIAGRO– [3] y tiene como antecedentes otros trabajos de grado de Ingeniería Química de la UIS [4]. Por otra parte obedece a la observación de la expansión del mercado de derivados lácteos en la última década, debido a la creciente información de los consumidores sobre su conveniencia y al desarrollo de nuevos procesos y productos para una oferta cada vez más diversificada.

La metodología prevista incluye como primera etapa la revisión de antecedentes, en primer lugar en términos de la gran diversidad de derivados lácteos, en general, y

deslactosados, en particular, que existen en el mercado y de los procesos para obtenerlos y distribuirlos en adecuadas condiciones de higiene, características nutricionales y satisfacción del gusto de los consumidores; en segundo lugar en términos de seleccionar los nuevos productos que se desarrollaron experimentalmente junto con sus respectivos procesos, todo dentro de un contexto de análisis dinámico de tendencias históricas y prospectivas del mercado que se pretende atender y utilizando criterios de niveles de consumo, niveles de participación en el mercado, salubridad, rentabilidad, capacidad de producción (en cuanto a disponibilidad de tecnología, adquisición de insumos, etc.) y costos de producción. El **capítulo 1** del informe se ocupa de estos asuntos partiendo del planteamiento del problema en el que se destaca que aunque en la población colombiana solo el 25% presenta intolerancia a la lactosa, siendo mayor el porcentaje en la población adulta, de todas maneras los productos deslactosados benefician y pueden ser atractivos también al resto de la población por motivos de gusto y alimentación más saludable. El estudio de mercado llevó a seleccionar *queso doble crema relleno deslactosado* y *gelatina-yogurt deslactosada*, como productos a desarrollar experimentalmente. Estos productos están destinados principalmente a personas con intolerancia a la lactosa que no pueden consumir productos lácteos sin sufrir trastornos gastrointestinales, debido a la carencia en el organismo de la enzima lactasa que se produce normalmente en el intestino. Al no ser producida biológicamente en cantidad suficiente, se puede adicionar en el proceso de elaboración de productos lácteos obteniéndolos por tanto, deslactosados.

La segunda etapa metodológica prevista fue la planeación y realización de pruebas preliminares para los productos seleccionados, empezando por la caracterización y selección, además de la preparación de algunos insumos y materiales, pasando por la elección de los procesos de manufactura con sus variables, por la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los productos deslactosados elaborados y terminando con el análisis organoléptico de los mismos. El **capítulo 2** presenta lo antes descrito con énfasis en la caracterización de las materias primas involucradas en el proceso y en el desarrollo experimental del proceso para los nuevos productos.

El **capítulo 3** se destinó a la presentación y análisis de los resultados; el **capítulo 4** a las conclusiones y el **capítulo 5** a las recomendaciones hechas con base en el análisis de los resultados obtenidos en el transcurso del estudio.

1. ANTECEDENTES: ANÁLISIS PRELIMINAR DEL MERCADO DE PRODUCTOS LÁCTEOS DESLACTOSADOS Y SELECCIÓN DE PRODUCTOS

La principal razón para la génesis del mercado de los deslactosados es la intolerancia a la lactosa que tiene diferentes motivaciones o causas, síntomas y tratamientos; por tal motivo se consideró conveniente destinar el **Anexo A** de este informe a dicho asunto. En cuanto al análisis del mercado se presenta una síntesis apretada del mismo en tres categorías de productos: leche como materia prima, derivados lácteos en general y deslactosados en particular, y en tres dimensiones geográficas: el mundo, el país y la zona del mercado potencial de los productos desarrollados en este trabajo de grado: la zona de influencia de la ciudad de Bucaramanga, Colombia. Las variables principales son: producción, consumo y precios con énfasis en la dinámica de las cifras. Considerando que el interés específico de este trabajo de grado son los derivados deslactosados, el análisis de mercado correspondiente a la materia prima principal, leche, se expone en el **Anexo B** y el del mercado de derivados lácteos en general en el **Anexo C**.

1.1. MERCADO DE DESLACTOSADOS

1.1.1. Mercado Mundial: El sector de lácteos siempre ha generado un interés particular en la investigación de la industria alimentaria por ser una línea fundamental en la nutrición y alimentación de la población a nivel mundial. Por tal motivo, éste sector siempre está en constante evolución y búsqueda de nuevos productos que contribuyan a una dieta saludable para sus consumidores. Estudios recientes han demostrado que cuando los alimentos lácteos forman parte de una dieta baja en grasas, pueden también contribuir a la pérdida de peso y a quemar grasas. Este es un hecho sobre el cuál construir, cuando se formulan nuevos productos lácteos, ya que estos alimentos tienen la oportunidad de llegar más allá de la salud, para ofrecer un realce del estilo de vida y mejoras de rendimiento personal.

En Asia, donde existe una alta incidencia a la intolerancia a la lactosa, 72 a 90% de la población, los productos deslactosados han presentado una fuerte tendencia en ventas, junto con las leches fermentadas que eliminan o reducen drásticamente los síntomas de la intolerancia; la incursión en el continente asiático fue gracias a esfuerzos publicitarios y de mercadeo de parte de compañías líderes estadounidenses, pues anteriormente el mercado se centraba en la población hispana y afro-americana. En Europa y en otras regiones, gracias a sus beneficios en cuanto a salud, estos productos han llegado a ser los más competitivos en el mercado, aún frente a la leche de soya, un producto de alto consumo como alternativa a la leche, y en consecuencia han experimentado un rápido crecimiento. El mercado impulsado por intolerancia y alergias alimenticias ha experimentado un rápido crecimiento en los años recientes; esto lo demuestra un reporte actual de Mintel¹ que predice que para el 2007 este mercado habrá crecido el doble, alcanzando US\$ 243.37 millones (€202m) solamente en el Reino Unido. El sector de productos para intolerantes a los lácteos con una participación de 36% en ventas, con leche de soya y yogurt como representantes, es el que ha experimentado la segunda rata de crecimiento más rápida en este mercado. Hay un mercado muy fuerte para los productos hechos pensando en el beneficio que aportan a la salud y se espera que el interés permanezca alto hasta 2009, por lo menos.

El mercado de medicaciones y productos deslactosados, como leche, queso, helados, etc., en Estados Unidos, genera cerca de US\$ 100 millones en ventas por año con una tasa de crecimiento anual de 8%. Esta condición se exagera por el hecho que más de 20% de prescripciones médicas contienen lactosa. Hasta la fecha, la tendencia ha sido hacia el desarrollo de productos sustitutos de enzimas, de acción rápida y más costosos, que necesitan ser tomados con cada comida. La oportunidad clara para un crecimiento significativo en esta categoría es desarrollar productos de alta eficacia, conveniencia mejorada y precio atractivo para el consumidor. Una de las compañías más representativas de este mercado en Nueva

¹ Mintel International Group Ltd, Mintel Publications.

York, en sus inicios en el año 2000, generó alrededor de US\$ 1.3 millones en ventas, período durante el cual el producto capturó el 29% del mercado regional de productos para intolerancia a la lactosa, vendiendo aprox. 2.6 millones de cápsulas sin una sola queja del consumidor con respecto a efectos secundarios o eficacia.

La tabla 1 permite comparar cifras tanto de demanda como de ventas de productos bajos en lactosa y totalmente deslactosados en el año 2004 en Estados Unidos.

Tabla 1. Venta de deslactosados y volumen unitario en Estados Unidos 2004

	Ventas en dólares	Variación del valor en dólares Vs. año anterior	Unidades vendidas	Variación en unidades vendidas Vs. año anterior
Demanda de productos libres de lactosa	1.634'466.881	6,6%	512'584.257	1,6%
Demanda de productos bajos en lactosa	11'016.002	-15,6%	4'006.241	-16,3%

Fuente: ACNielsen LabelTrends

Las ventas de productos completamente deslactosados estuvieron muy por encima de los productos bajos en lactosa, y con base en el declive empinado de este segmento durante los últimos cuatro años es cuestionable durante cuánto tiempo podrán existir esta demanda y este segmento. El descenso en las ventas de productos bajos en lactosa se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Descenso en las ventas unitarias de los productos bajos en lactosa

Año	Unidades vendidas	Variación en unidades vendidas Vs. año anterior
2000	13'030.594	n/a
2001	9'458.711	-27,4%
2002	6'146.538	-35%
2003	4'784.905	-22,2%
2004	4'006.241	-16,3%

Fuente: ACNielsen LabelTrends

Es razonable pensar que mientras la tecnología en alimentación está evolucionando, las diferentes marcas están en la capacidad de producir productos con total deslactosamiento sin sacrificar el sabor, reduciendo de ese modo la necesidad de productos a medio deslactosar.

La amplia gama de productos identificados como bajos en lactosa o libres de ella incluye 96 categorías de productos individuales como lácteos, panadería, postres,

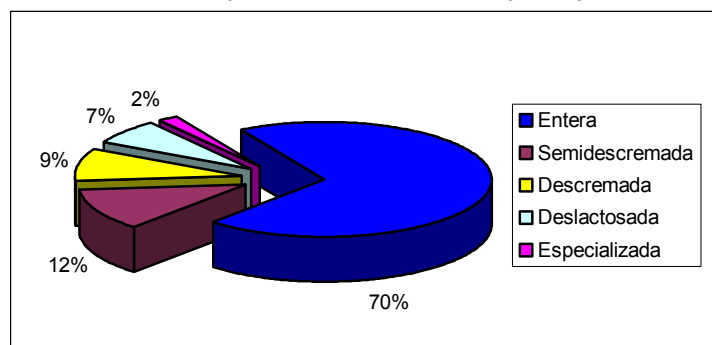
bebidas, salsas, etc. En estos sectores, los productos deslactosados han brindado una oportunidad en ventas; productos de panadería sin lactosa, como pasteles, han incrementando el volumen en 128,7% (comparado con el declive total de la categoría de -1,8%), y postres helados sin lactosa han aumentado 79,4% vs. el declive global de la categoría de -4,8%. Como el número de personas que son intolerantes a la lactosa está en constante incremento, más productos deberán ser reformulados para lograr satisfacer la demanda.

En el reino unido, el mercado de alimentos y bebidas funcionales ha crecido a un estimado de US\$ 1.46 billones (€1.216m) en 2003 y un crecimiento de 14% en el último año; caracterizado por un extenso rango de marcas y lanzamientos de nuevos productos, el futuro de este mercado se ve muy positivo. La intolerancia a la lactosa también es común en Finlandia, que fue el primer país en desarrollar productos con bajo contenido de lactosa y tener sus patentes de elaboración, consiguiendo hoy en día el rango de productos deslactosados más amplio del mundo.

En países latinoamericanos se adelantan investigaciones para el desarrollo de nuevos productos que ayudan a sobrellevar la carencia de la enzima lactasa; tal es el caso de Cuba, que realizó una investigación para el desarrollo de un producto infantil deslactosado que sustituya la leche materna, utilizado con fines terapéuticos en alimentación de niños pequeños que presentan intolerancia. Ha sido tal el interés por los productos deslactosados en la última década que numerosas editoriales han lanzado libros dedicados a todos los temas relacionados, como sus beneficios nutricionales, el tratamiento de la intolerancia a la lactosa, recetas, etc.

1.1.2. Mercado Nacional: Mientras hace tres años sólo había una marca de productos deslactosados, hoy la oferta se ha ampliado a más de ocho marcas. Alpina tiene una línea de estos productos conformada por leche, yogurt, kumis y avena. También Parmalat y Colanta ofrecen al mercado leche deslactosada y Mimo's, helado deslactosado. El gráfico 1 muestra que la participación de la leche deslactosada es del 7% en el mercado nacional.

Gráfico 1. Participación del mercado por tipo de leche

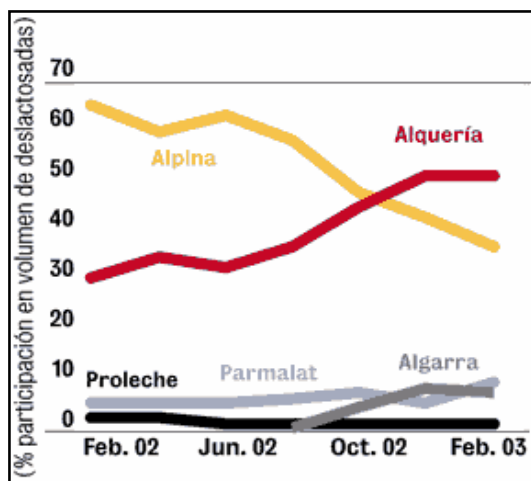


Fuente: ACNielsen

Alpina viene creciendo en el mercado nacional a un ritmo de 40% promedio mensual en los dos últimos años; lidera la categoría con más del 80% de la participación en el mercado nacional y se convirtió en la primera del país en sacar una línea de productos deslactosados. En el 2002 esta categoría para Alpina alcanzó un crecimiento de 53% frente a 2001 y ese año había crecido 106% frente a 2000. Sólo en Cundinamarca, a marzo de 2003, el volumen de ventas de leche deslactosada Alpina creció en un 101%. Por otra parte, la Alquería tiene una penetración del 24% en el mercado de Bogotá y ha triplicado sus ventas de productos deslactosados en los últimos años. Parmalat vende cerca de 30.000 litros diarios de leche deslactosada. El gráfico 2 muestra la participación de las diferentes marcas en el mercado de deslactosados en Colombia de febrero 2002 a febrero 2003; en este período Alquería fue la marca que tuvo un mayor aumento en participación, aproximadamente de 20%. El gráfico 3 muestra un incremento significativo del volumen de ventas de leche deslactosada en sólo tres años, siendo prácticamente cuatro veces más en el año 2002 comparado con el 2000.

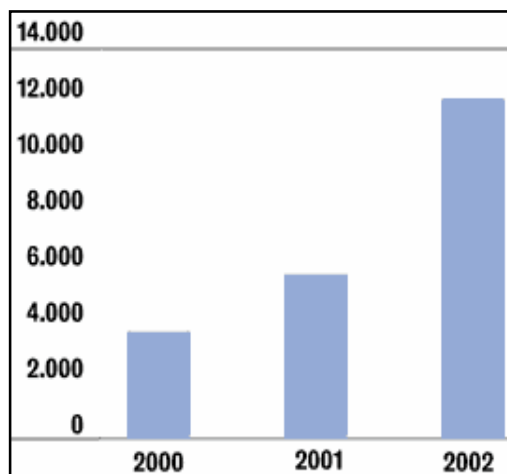
En cuanto al precio de los productos, a pesar de que la leche deslactosada tiene una prima por encima del precio de la leche entera, esta brecha ha ido reduciéndose, pues hace unos años el precio de los productos deslactosados era el doble de uno regular y hoy cuestan máximo 40% más.

Gráfico 2. Participación en el mercado por marca



Fuente: ACNielsen

Gráfico 3. Ventas en volumen de leche deslactosada, miles de litros



Fuente: ACNielsen

Tabla 3. Precios promedio de algunas presentaciones de leche deslactosada (Pesos)

Empresa	Leche deslactosada		Leche entera
	Presentación 4 cajas	Presentación 5 bolsas	Presentación 4 cajas
Colanta	6.950	-	5.950
Alquería	7.600	8.250	8.000
Alpina	8.000	8.250	
Parmalat	-	8.200	7.600
Algarra	-	7.600	

Fuente: Cálculos Observatorio Agrocadenas. Septiembre-Noviembre 2005.

Observando en la tabla 3, el precio de la leche deslactosada de Colanta fue 16,81% mayor que el de la leche entera, mientras que en Alquería sólo el 5,36%; sin embargo, Colanta mantuvo los menores precios en los tres meses reportados.

1.2. SELECCIÓN DE PRODUCTOS

Los criterios de selección de los productos fueron, en primer lugar la dinámica de los mercados observada a partir del análisis preliminar del mercado de lácteos y el estudio de las tendencias mundiales y nacionales expuesto a lo largo de la primera parte de este capítulo y en segundo lugar contribuir a diversificar la oferta de este sector en la industria alimentaria, excluyendo de la lista de selección los productos

que ya se encuentran en el mercado, entre otros motivos para no entrar en competencia con oferentes muy bien posicionados en el mercado de destino.

El queso fue escogido como primera opción genérica para el desarrollo experimental, por ser el producto lácteo que ha presentado en los últimos años un marcado aumento en la demanda y su mercado se proyecta como el más dinámico en los años venideros a nivel nacional. Además las preferencias de los consumidores colombianos se inclinan actualmente por productos frescos, siendo el queso doble crema una opción que satisface ésta exigencia. Ahora bien, para ocuparse de un producto específico nuevo en el mercado, se elaboró a nivel laboratorio un *Queso doble crema deslactosado relleno de frutas*, que se caracteriza por ser un queso fresco, elaborado con leche de vaca, semiduro, no madurado, de pasta levemente ácida, semicocida e hilada. Como segunda opción se seleccionó la *Gelatina-Yogurt deslactosada* debido principalmente al importante crecimiento en producción que han presentado los postres y otros preparados a base de leche, por ser muy atractivos para los consumidores y ofrecer beneficios para la salud sin dejar de ser agradables al gusto. Este es un postre lácteo preparado, listo para comer, de consistencia semiblanda y sabor dulce.

Naturalmente que hay muchos otros productos que podrían haber sido seleccionados aplicando los criterios expuestos, pero los alcances de este proyecto no superan el par de productos ya señalados.

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

Además de disponer de los elementos, materiales y condiciones sanitarias necesarias para el procesamiento, las cuales son indispensables, es preciso considerar paralelamente algunos aspectos que debe reunir la materia prima y aditivos a utilizar para la obtención de un producto de calidad. Un buen resultado se logra considerando cada uno de estos aspectos (propiedades organolépticas, físicas y químicas) en su exacta importancia y magnitud, aceptándose pequeños rangos de variación en los valores que el desarrollo experimental ha determinado como óptimos.

2.1.1. Leche

2.1.1.1. Adecuación y preparación: Para la elaboración de productos lácteos se debe utilizar leche proveniente de vacas sanas, libre de antibióticos o de cualquier inhibidor. Luego de una inspección al recibir la leche, se prepararon las muestras a analizar como se explica en el anexo D.1.1.1.

2.1.1.2. Análisis organolépticos: Se determinaron las características de apariencia, sabor, olor, color, textura. En el anexo D.1.1.2. se mencionan las características organolépticas normales de la leche.

2.1.1.3. Determinación de la composición: En la tabla D1 Anexo D, se presentan los principales componentes de la leche y su proporción en ella. A continuación se enumeran los componentes que se determinaron en la leche; los principios y procedimientos utilizados se explican en el anexo D.1.1.3.

➤ Materia grasa

➤ Extracto seco total (Sólidos totales)

➔ Extracto seco no graso

➔ Determinación de cenizas

2.1.1.4. Análisis fisicoquímicos: Los principales análisis fisicoquímicos que se realizaron a la leche se presentan a continuación; el procedimiento detallado se expone en el anexo D.1.1.4. En la tabla D2 Anexo D se presentan los rangos normales de algunas propiedades fisicoquímicas de la leche.

➔ Densidad

➔ Prueba de alcohol

➔ Determinación de pH

➔ Análisis de preservativos

➔ Índice de refracción

(Formaldehído y peróxidos)

➔ Viscosidad

➔ Determinación de la aptitud de la

➔ Acidez

leche para quesería

2.1.2. Gelatina

2.1.2.1. Adecuación y preparación: La gelatina en polvo que se incluye en la composición de alimentos colombianos es un producto terminado. Para garantizar la seguridad y calidad es preciso seleccionarla cuidadosamente; sin embargo, esta tarea no fue difícil y no requirió una fase de adecuación, pues sólo se debió adquirir en el mercado un producto con las propiedades de estabilización, gelificación y manejo requeridas, y elaborado con todas las disposiciones legales vigentes.

2.1.2.2. Determinación de la composición: Se realizó la determinación de cenizas totales, que se expone en el anexo D.1.2.1.

2.1.2.3. Análisis organolépticos: Se determinaron las características de transparencia, color, sabor y olor (anexo D.1.2.2.).

2.1.2.4. Análisis Fisicoquímicos: Los principales análisis fisicoquímicos que se realizaron a la gelatina fueron solubilidad, viscosidad y pH; el procedimiento detallado se expone en el anexo D.1.2.3.

2.1.3. Fruta

2.1.3.1. Descripción y análisis organolépticos: Se realizó la inspección de las frutas para que cumplieran con las características mínimas de calidad, que se presentan en el anexo D.1.3.1.

2.1.3.2. Adecuación y preparación: En la fase preliminar la fruta, previamente pesada, se lavó y seleccionó separando las semillas, cáscaras, pedúnculos y demás partes indeseables, incluyendo las frutas que estaban en estado de descomposición. Se cortaron luego en trozos pequeños y se pesaron nuevamente.

2.1.3.3. Análisis fisicoquímicos: Los principales análisis fisicoquímicos realizados a las frutas se presentan a continuación; el procedimiento detallado se expone en el anexo D.1.3.2.

➤ Determinación de pH

➤ Sólidos solubles

➤ Determinación de acidez titulable

2.1.4. Lactasa

2.1.4.1. Descripción: La enzima utilizada fue MAXILACT del laboratorio Interenzimas; es una preparación líquida purificada de lactasa aislada a partir de la levadura láctea *Kluyvcromyses Marxianus var lactid*. Las especificaciones técnicas de la enzima se presentan en el anexo D.1.4.

2.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS Y PRODUCTOS SELECCIONADOS

El desarrollo experimental de nuevos productos y procesos en el presente trabajo se centró en lo concerniente al proceso por cuanto el producto es el resultado del

mismo, sobretodo cuando entre las variables de proceso se incluyen recetas, composiciones o concentraciones de los componentes del producto.

El desarrollo experimental de procesos consistió, como es típico, en la selección de la combinación (o conjunto de combinaciones) de valores y categorías de las variables de proceso que garantiza las mejores características del producto en cuanto a calidad, menores costos en el proceso, eficiencia en el uso de recursos e insumos y competitividad del agente productor. Algunas variables de proceso son factores cualitativos, que se identifican con categorías conceptuales sin valor numérico asociado, y, otras son factores cuantitativos, que se miden y controlan asociados a valores numéricos, que pueden provocar un cambio en la variable respuesta y los niveles o intervalos que presentan estos factores.

Entre las variables cualitativas típicas del desarrollo de un producto deslactosado están las etapas aplicadas para desarrollarlo en términos de si se ejecutan o no y las diferentes maneras de realizar dichas etapas entre las cuales se debe escoger la que más favorezca la calidad del producto. Ahora bien, en los métodos o tecnologías para realizar una etapa se pueden ver involucradas variables cuantitativas.

En el contexto de este trabajo, dado su alcance y limitaciones, se trató de reducir al máximo el número de combinaciones de variables y por tanto de experimentos necesarios y para ello se recurrió al examen del estado del arte y a las imposiciones del contexto para seleccionar desde el comienzo las variables cualitativas, como se puede ver en las Tablas 4, 5, 7 y 8. El diseño de experimentos debe partir del conocimiento del estado del arte, de manera que se experimenta solo para conocer algo nuevo o para corroborar lo ya conocido. Se recurrió al análisis de experimentaciones y resultados confiables hechos u obtenidos por otros investigadores o productores y así se simplificó enormemente el diseño experimental del proyecto.

2.2.1. Queso Doble Crema Relleno

2.2.1.1. Descripción de las etapas del proceso y Variables cualitativas: En la Tabla 4, se mencionan las etapas del proceso y se identifican las variables cualitativas.

Tabla 4. Identificación de las variables cualitativas asociadas a etapas del proceso.

Etapa	Variable Cualitativa	Alternativas	Estado del Arte y Observaciones
Adecuación y caracterización de materias primas	No	Se parte siempre de una materia prima seleccionada y adecuada.	Se conocen las características ideales.
Pasteurización	No	- Pasteurización baja o lenta - Pasteurización rápida - Pasteurización alta - Ultrapasteurización - Esterilización	Se sabe que es mejor la pasteurización rápida, para el contexto de aplicación.
Adición de Lactasa	No	Se hace siempre y de la misma manera.	Es variable cuantitativa la relación lactasa / leche.
Estandarización de la acidez	No	- Adición de ácido - Acidificación al ambiente.	Para el contexto de aplicación y por costos se usa acidificación al ambiente. Es variable resultado el tiempo de reposo y depende de la relación lactasa / leche.
Coagulación	No	- Coagulación ácida - Coagulación enzimática con cuajo - Coagulación por otras enzimas	Para el contexto de aplicación y por costos se usa coagulación con cuajo.
Agitación	No	- Manual - Mecánica	Para el contexto de aplicación no es relevante el método sino el grado y tiempo de agitación que son variables cuantitativas.
Corte de la cuajada	No	Se hace siempre y de la misma manera.	El tamaño de cortes finales es variable cuantitativa.
Agitación y calentamiento	No	Se hace siempre y de la misma manera.	El grado y tiempo de agitación son variables cuantitativas.
Desuerado	No	- Para coagulación ácida - Para coagulación enzimática	Se aplica el correspondiente a la coagulación enzimática.
Hilado	No	Se hace siempre y de la misma manera.	Requiere control de temperatura.
Salado	No	- En leche de quesería - De la cuajada escurrida - Seco - En salmuera	Dado el producto seleccionado y por control de la cantidad de sal remanente en el suero, se sala siempre en seco. La relación sal / queso es variable cuantitativa.
Moldeo	No	Se hace siempre y de la misma manera.	Se diseñan los moldes según la presentación escogida del producto elegido.
Enfriamiento	No	- Refrigeración	El tiempo de enfriamiento es una variable cuantitativa.
Relleno	No	Se hace siempre y de la misma manera.	El tipo de fruta (o materiales diferentes) de relleno es una variable cualitativa no referida a etapas y la relación relleno / queso es una variable cuantitativa.

En conclusión cada variable cualitativa se definió a priori por diversas razones: conocimiento del estado del arte, imposición del escenario de experimentación, disponibilidad de equipos o por costos; en otras palabras, no se recurrió a ensayos o experimentos para escoger variables cualitativas. Por otra parte el análisis de las variables cualitativas permitió identificar variables cuantitativas importantes. En la tabla 5 se menciona una variable cualitativa no asociada a las etapas de procesamiento.

Tabla 5. Otras variables cualitativas

Variable	Alternativas	Estado del arte y Observaciones
Tipo de fruta	Se seleccionan tres tipos de fruta.	La selección se hace de acuerdo a las exigencias del mercado actual.

La elaboración de este producto comprende principalmente dos etapas: la primera corresponde a la elaboración del queso doble crema deslactosado y la segunda, a la incorporación del relleno de fruta elaborado previamente.

➤ **Pasteurización:** La elección del sistema de calentamiento (tabla D5 Anexo D) depende en lo esencial de la calidad de la leche cruda y también es decisiva la clase de producto que se quiera elaborar. A partir de las recomendaciones en la literatura para la elaboración de quesos doble crema, se trató la leche a 72°C por 40-45 segundos. Este sistema de calentamiento corresponde a una *pasteurización rápida*, que responde mejor al principio conservador del valor nutritivo de la leche. En éste sistema, las instalaciones, el consumo de energía y el grado de automatización son menores que en los demás sistemas, lo que trae como consecuencia una disminución de los costos de producción.

➤ **Adición de Lactasa:** La acción única y estricta de esta enzima es la de hidrolizar la lactosa a glucosa y galactosa, que son carbohidratos más dulces y solubles². Para el tratamiento de la leche con lactasa, el pH debe permanecer entre 6,6 y 6,8 pues a estos valores la enzima logra su actividad máxima. Se puede obtener hidrólisis total o parcial en un tiempo de 1 a 24 horas a temperaturas controladas de 5 a 40 °C, todo

²Solubilidad en agua a 25°C. Lactosa: 18%. D-glucosa: 50%. D-galactosa: 32%.

depende de las condiciones de proceso y el porcentaje de hidrólisis deseado (tabla D4 Anexo D).

➔ Estandarización de la acidez: La acidez ideal para elaborar queso doble crema está entre 43 a 48° Dornic (0,43-0,48% de ácido láctico). Para calcular las cantidades de leche ácida y fresca necesarias para obtener una mezcla a 32°C de aprox. 45°Dornic se usó la fórmula de Pearson, anexo D.2.1.2 , partiendo de una cantidad de leche acidificada a temperatura ambiente hasta alcanzar 60 - 70 °Dornic (1-3 días).

➔ Coagulación: La coagulación se puede realizar principalmente por tres métodos: Coagulación ácida, enzimática, coagulación por otras enzimas; estos métodos se exponen en el anexo D.2.1.3. En este proyecto se trabajó con la coagulación enzimática a 35°C mediante adición de cuajo en medio ácido (Marschall M-50 de Danisco); este es un insumo de fácil adquisición, aplicación y bajo costo.

➔ Agitación: Después adicionar cuajo, la mezcla debe permanecer en reposo por lo menos 15 minutos para que se efectúe la coagulación. Luego se alternan tiempos de agitación y reposo, de 1/2 y 3 minutos correspondientemente, por aprox. 30 minutos.

➔ Fragmentación de la cuajada, para conseguir mayor superficie libre que facilite la evacuación del suero de las cavidades y la sinéresis. Debe evitarse que se forme polvo, es decir, pequeñas partículas de caseína que escapen con el suero, o granos grandes que retengan más humedad, conservando más lactosa e incrementando la acidez. En el momento de la fragmentación el gel debe poseer buena solidez, cierta elasticidad y textura al final de la fase de espesamiento y la acidez del suero debe estar entre 32 - 35°Dornic. La cuajada se cortó en cubos de 2 - 3 centímetros.

➔ Agitación y calentamiento, para conservar el grano individualizado, aumentar la sinéresis y acelerar la salida del suero. La velocidad de agitación y el grado de calentamiento deben ser lentos al principio para asegurar la máxima salida de suero e ir aumentado a medida que la densidad y consistencia del grano aumenta, hasta

que adquiera la consistencia, humedad y acidez apropiadas, aprox. a 45 - 50°C. Si la elevación de temperatura es muy rápida, se forma una película espesa en la superficie del grano, que dificulta la salida del suero produciendo un grano gomoso y elástico en la superficie y muy blando en el interior. Al final se forma una masa elástica y flexible que al ser desmenuzada se separa fácilmente en granos.

➔ Desuerado: Para cada tipo de coagulación se efectúa el desuerado correspondiente. En el anexo D.2.1.4. se explica el desuerado para coagulación ácida. El desuerado se favorece por la fragmentación del coágulo, la agitación de la cuajada cortada, el calentamiento de la masa y el prensado de la cuajada escurrida. Se removió la cuajada del suero rápidamente para prevenir un incremento en la acidez que dificulte el hilado, manteniendo la temperatura de la cuajada constante.

➔ Hilado: Se puso la cuajada en un recipiente calentando directamente, agitando y volteándola hasta su fundición (60 - 75°C), obteniendo una pasta homogénea. El punto final se determinó al estirar la masa sin que se rompiera, formando una tela plástica lisa y brillante.

➔ Salado: El salado reduce la proliferación de ciertas clases de bacterias, completa el desuerado y contribuye al sabor deseado del queso. Puede efectuarse por diferentes métodos o una combinación de ellos; en este caso se realizó salado en seco durante la fase de hilado, que es el más usado para algunos quesos de pasta blanda y firme, espolvoreando sal a la masa fundida, aprox. 7 kg de sal por cada 100 kg de queso; los demás métodos se presentan en el anexo D.2.1.5.

➔ Moldeo: El queso se deposita en moldes acondicionados a su temperatura, 60 - 65°C, para darle la forma y tamaño deseado. Es preferible que los moldes sean de acero inoxidable por su resistencia, facilidad de limpieza, desinfección, y en quesos blandos, que posean perforaciones para que el desuerado continúe. Dependiendo de la compactibilidad, humedad y tamaño del queso producido, se aplica prensado con variaciones de tiempo y magnitud, como se explica con más detalle en el anexo

D.2.1.6. El formato y tamaño del queso tienen mucha influencia sobre la calidad final del producto, pues de ellos depende la relación superficie - volumen del queso, que a su vez afecta la proporción de pérdida de humedad por evaporación, la extensión de la permeabilidad gaseosa del queso, esto es, la respiración y la extensión e importancia de la flora superficial, etc.

➤ **Enfriamiento:** Obtenido el producto moldeado, el queso es trasladado a cuartos de refrigeración o neveras donde permanece en reposo a temperaturas no superiores a 10°C, entre 3 y 24 horas, en envolturas plásticas para evitar su deterioro y excesivo endurecimiento.

➤ **Relleno:** Se rellena el queso con la preparación de fruta seleccionada, operación que se facilita empleando los moldes diseñados que permiten la introducción del relleno. El **Anexo E** expone las generalidades y el proceso de elaboración del relleno.

En la figura D1 Anexo D, se presenta el diagrama de proceso para la elaboración de queso doble crema deslactosado relleno.

2.2.1.2. **Variables cuantitativas:** En la tabla 6 se presentan las variables cuantitativas involucradas en el proceso.

Tabla 6. Variables cuantitativas

Descripción	Variable cuantitativa	Variable Respuesta	Observaciones
Relación Lactasa / Leche	No	Dinámica de Acidez de Leche (%Ácido láctico)	El tiempo para obtener una determinada acidez de la leche es una variable operacional que se controla y no se escoge.
Relación relleno / queso	Si	Características microbiológicas ³ , fisicoquímicas ⁴ y organolépticas del queso, que determinan el tiempo de vida útil	Se usan 3 niveles de este factor.

³ Coliformes Totales y Fecales, Stafilococo coagulasa positiva, Recuento de mohos, Salmonella.

⁴ Acidez.

Realizando el producto de las variables cualitativas, 3, y cuantitativas, 3, se obtiene el número de combinaciones experimentales posibles, que en este caso es de 9.

2.2.2. Gelatina-Yogurt

2.2.2.1. Descripción de las etapas del proceso y variables cualitativas: En la tabla 7, se mencionan las etapas del proceso y se identifican las variables cualitativas.

Tabla 7. Identificación de las variables cualitativas asociadas a etapas del proceso.

Etapa	Variable cualitativa	Alternativas	Estado del arte y observaciones
Adecuación y caracterización de materias primas	No	Se parte siempre de una materia prima adecuada y seleccionada.	Se conocen las características ideales.
Pasteurización	No	- Pasteurización baja o lenta - Pasteurización rápida - Pasteurización alta - Ultrapasteurización - Esterilización	Se sabe que es mejor la pasteurización alta, para el contexto de aplicación.
Fermentación y deslactosamiento	No	Se hace siempre y de la misma manera.	Es variable cuantitativa la relación fermento / leche y la relación lactasa / leche.
Ruptura y enfriamiento del coágulo	No	Se hace siempre y de la misma manera.	El grado y tiempo de agitación son variables cuantitativas.
Preparación de solución de gelatina	No	- En leche - En agua	Por contexto de aplicación, costo y manejo se realiza en agua.
Mezcla	No	- Agitación Manual - Agitación Mecánica	El grado y tiempo de agitación son variables cuantitativas.
Adición de Ingredientes	No	Se hace siempre y de la misma manera.	La relación de ingredientes es una variable cuantitativa.
Adición de preservante	No	Se hace siempre y de la misma manera.	Las cantidades agregadas son variables cuantitativas.
Refrigeración	No	Se hace siempre y de la misma manera.	El tiempo y temperatura de refrigeración son variables cuantitativas.

Como se puede ver, también para la gelatina yogurt se definen a priori las variables cualitativas y con base en ellas se identifican variables cuantitativas. En la tabla 8 se presentan otras variables cualitativas no asociadas al procedimiento.

Tabla 8. Otras variables cualitativas

Variable	Alternativas	Estado del arte y Observaciones
Sabor	Se seleccionan tres sabores.	La selección se hace de acuerdo a las exigencias del mercado actual.

La descripción de las etapas de la elaboración de la gelatina-yogurt deslactosada se expone a continuación.

➔ **Pasteurización:** La pasteurización a 85°C por 12 segundos con agitación constante se aplica a leche altamente contaminada, a nata destinada a la elaboración de mantequilla y a leche destinada para la elaboración de yogurt y leche en polvo. Luego de alcanzar esta temperatura, la leche se pone en contacto con agua fría para realizar choque térmico hasta una temperatura aprox. de 40°C.

➔ **Deslactosamiento:** Se adicionó enzima lactasa, midiendo la dosis exacta de acuerdo a las condiciones de proceso y el porcentaje de hidrólisis deseado, con agitación periódica y control de la temperatura de la leche.

➔ **Fermentación:** El cultivo láctico para yogurt contiene en proporciones iguales *Streptococcus thermophilus*, con temperaturas óptimas para su desarrollo entre 38 y 44°C, y *Lactobacillus bulgaricus*, entre 41 y 46°C. A la leche se agregó 2,5% de fermento láctico agitando hasta disolución completa y se dejó en reposo a una temperatura de incubación del cultivo de 44°C por aprox. 4 horas o hasta alcanzar un pH de 4,2 a 4,5.

➔ **Ruptura y enfriamiento del coágulo:** Mediante agitación fuerte se rompió el coágulo hasta obtener una masa viscosa, uniforme y brillante. Luego se redujo la temperatura a 15 - 20°C para evitar la sobreacidificación, que puede provocar la retracción de las proteínas coaguladas, resultando en la separación del suero.

➔ **Preparación de solución de gelatina:** La gelatina se puede disolver en leche o agua. Debido a que la preparación en agua proporciona mayor homogeneidad de solución, mejor manejo operacional y menor costo, se selecciona este método. Se vertió la gelatina en agua, aproximadamente el 10% del volumen del yogurt elaborado, previamente tratada, que debe encontrarse a una temperatura ligeramente por debajo del punto de ebullición 85°C - 90°C, agitando constantemente

hasta disolución completa.

➔ Mezcla: Se adicionó la solución de gelatina al yogurt elaborado agitando constantemente hasta obtener una mezcla homogénea. La solución de gelatina debe estar a temperatura ambiente para que no altere las propiedades del yogurt.

➔ Adición de ingredientes: Se agregó la mermelada de fruta, en diferentes proporciones que correspondan a los cuatro niveles propuestos del factor fruta/ (Sin gelatina + Yogurt), tabla F2 Anexo F, y que cumplan con el mínimo contenido neto de fruta en el producto final según norma⁵. En cada ensayo, dependiendo de la cantidad de mermelada utilizada, se adicionó azúcar en forma de sacarosa sólida, con agitación, hasta completar un total de 7.7% en el producto final, atendiendo las recomendaciones en los antecedentes [3]. Se agregaron color [20] y sabor correspondientes a la fruta (tabla D6 Anexo D) adicionados en la cantidad mínima indispensable para lograr el efecto deseado.

➔ Adición de preservante: Se agregó sorbato de potasio (1000 mg/Kg) [18], considerando que al utilizarlo en alta concentración altera el aroma y el sabor del producto. Esta sustancia se seleccionó por su fácil adquisición en el mercado y aplicación, menor costo, mayor solubilidad y utilización en pequeñas concentraciones.

➔ Refrigeración: Se llevó la mezcla a moldes para ser refrigerada a una temperatura de 4 - 5°C por aprox. 3 horas.

En la figura D2 Anexo D, se presenta el diagrama de proceso para la elaboración de Gelatina-Yogurt deslactosada.

2.2.2.2. Variables cuantitativas: En la tabla 9 se presentan las variables cuantitativas involucradas en el proceso:

⁵ Se toma como referencia la norma para yogurt [21].

Tabla 9. Variables cuantitativas

Descripción	Variable cuantitativa	Variable respuesta	Observaciones
Relación gelatina / yogurt	Si	Consistencia (Cualitativa)	Se usan 3 niveles de este factor.
Relación fruta / (Sin gelatina + Yogurt)	Si	- Acidez - Características organolépticas	Se usan 4 niveles de este factor.
Relación conservante / gelatina-yogurt	No	- Características microbiológicas ⁶ , físicoquímicas ⁷ y organolépticas que determinan el tiempo de vida útil	Se conoce el máximo permitido (Normas) y por experimentación se puede conocer el mínimo a usar.

Realizando el producto de las variables cualitativas, 3, y cuantitativas, 12, se obtiene el número de combinaciones experimentales posibles, que en este caso es de 36.

2.3. DEL DESARROLLO EXPERIMENTAL A LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

La industria alimentaria está cada vez más relacionada con la ingeniería de procesos, ya que la elaboración de cualquier producto, y los que nos ocupan en este estudio no son la excepción, requiere en el menor de los casos de equipos y operaciones unitarias. En la industria láctea se utilizan principalmente la transferencia de masa (bombeo), transferencia de calor (calentamiento, enfriamiento), mezclado (agitación, homogenización), separación de fases (descremado), separación molecular (evaporación), transformaciones físicas, microbianas y enzimáticas (coagulación, fermentación), estabilización (pasteurización, enfriamiento). El control de procesos también es un tema que compete a esta industria pues es necesario mantener, en un determinado valor de operación, variables de proceso tales como temperatura, presión, flujo, tiempos, pH y acidez, que se relacionan con la calidad del producto, la seguridad y los índices de producción; así se asegura que se cumplan las condiciones de diseño. Las anteriores consideraciones invitan a reconocer que falta trabajo intenso y desafiante para pasar, de los resultados obtenidos en este estudio, a la producción y distribución exitosas de los mismos.

⁶ Bacterias Mesófilicas; Coliformes Totales y Fecales, Mohos y Levaduras, *Stafilococo coagulasa* positiva, Esporas Sulfito Reductor, *Bacillus Cereus*.

⁷ Acidez.

3. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Inicialmente este trabajo de grado se llevó a cabo en el laboratorio de CIAGRO, entidad que lo respaldó, en la sede UIS-Guatiguará. Este laboratorio, destinado a la elaboración de productos alimenticios, fue construido en un tiempo cercano al comienzo del proyecto y no está dotado aún con reactivos, instrumentación y equipos adecuados para pruebas específicas, sólo con material para ensayos y experimentos básicos.

Los factores antes mencionados no permitían el desarrollo apropiado de las etapas planeadas para los procesos de elaboración, esto dificultó por tanto, la obtención de resultados repetibles; en el caso del queso, las características organolépticas, especialmente textura y dureza, fueron las más afectadas. Al no conseguir un producto de alta calidad, apto para las posteriores evaluaciones con posibles consumidores, se optó por realizar una alianza con una firma productora de lácteos del área metropolitana, donde se trabajó con equipos apropiados para esta investigación, siguiendo la metodología planteada y se estableció un acuerdo de confidencialidad entre las partes. La empresa que participó se benefició con la apropiación de conocimientos en el desarrollo de nuevos productos y en el fortalecimiento de un departamento de investigaciones.

No se reportan resultados de todos los experimentos llevados a cabo, ni resultados de los análisis de varianza y covarianza atendiendo los compromisos de confidencialidad asumidos con la empresa. Se realizó un análisis estadístico de datos mediante diseño factorial clásico.

3.1. ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS

3.1.1. Leche

3.1.1.1. Análisis Organolépticos: La inspección de leche cruda dio como resultado leche de color blanco opaco, sabor y olor característico y textura homogénea; todas las muestras se clasificaron como limpias. Toda la leche recibida y procesada fue de la misma procedencia y presentó características organolépticas normales y similares.

3.1.1.2. Análisis de Composición y fisicoquímicos: En la tabla 10 se reportan los resultados de cuatro pruebas de análisis de composición de la leche utilizada, realizadas de forma aleatoria en diferentes períodos del desarrollo experimental. Se comprueba con las muestras analizadas y se asume para las demás muestras, que no hay variaciones en la composición de la leche no analizada debido a que la leche procedió siempre de la misma fuente, el tiempo de experimentación fue corto y transcurrió en la misma época del año.

Tabla 10. Análisis de composición

Prueba	Materia grasa %m/m	Extracto seco total (Sólidos totales) %m/m	Extracto seco no grasa %m/m	Cenizas %m/m
1	3,3	12,30	9,00	1,2785
2	3,1	11,42	8,32	1,3796
3	3,3	11,62	8,32	1,3413
4	3,0	11,91	8,91	1,4925
Norma	mín. 3	mín. 11,3	mín. 8,3	-

Los valores obtenidos en cada uno de los análisis se encuentran dentro de los rangos normales de composición para la leche cruda de vaca, que cumplen con lo establecido en el Decreto 2437 de 1983 del Ministerio de Salud; el porcentaje de cenizas es superior al reportado en la literatura, sin embargo la norma no exige cumplir con un valor específico.

En las pruebas fisicoquímicas se analizó la densidad de la leche cruda a temperatura ambiente, pH, índice de refracción, viscosidad y acidez; los resultados se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Análisis fisicoquímicos

Prueba	ρ (g/ml) 15°C	pH	IR* 20°C	μ (cP) 26°C	Ác. Láctico % m/v	Acidez (°D)
1	1,031	6,68	1,3450	1,85	0,16	16
2	1,030	6,53	1,3470	1,79	0,15	15
3	1,031	6,66	1,3450	1,81	0,15	15
4	1,031	6,55	1,3460	1,83	0,14	14
5	1,032	6,69	1,3455	2,16	0,18	18
6	1,030	6,67	1,3455	2,13	0,17	17
7	1,033	6,68	1,3445	1,85	0,18	18
8	1,032	6,65	1,3440	1,78	0,17	17
9	1,032	6,59	1,3460	1,79	0,16	16
10	1,030	6,61	1,3455	1,84	0,17	17
Norma	1,030-1,033	-	Mín. n20 D 1,3420	-	0,13 -0,18%	-

*IR: Índice de refracción

Se muestran resultados de pruebas al azar a modo de ejemplo, pues la mayoría de los valores de los parámetros se encontraron dentro de los rangos normales para leche, lo que indica que es apta como materia prima y que no sufrió adulteración; esto se comprueba al revisar los valores de propiedades como acidez titulable, entre 14 - 18°D, densidad, índice de refracción y viscosidad, que no presentaron variaciones significativas durante la experimentación y estuvieron dentro de la norma. En pocos ensayos la leche fue ligeramente ácida, por tanto no se utilizó como leche fresca y se permitió su acidificación para la mezcla según la fórmula de Pearson.

Se realizaron además pruebas de alcohol y preservativos que fueron negativas para todas las muestras, lo que indica que la leche es estable al calor y con acidez apropiada, y que el número de bacterias no es suficiente para descomponerla; mediante la prueba de lactofermentación se determinó que la leche cruda utilizada siempre fue apta para quesería.

3.1.2. Gelatina

3.1.2.1. Análisis Organolépticos: El producto seleccionado es incoloro, con olor y sabor característicos y de transparencia adecuada de acuerdo a los parámetros establecidos en la Norma ICONTEC No. 1629, lo que comprueba su calidad. No se

reporta tabla de datos para estos análisis pues para la experimentación se adquirió la cantidad total requerida del producto desde el inicio.

3.1.2.2. Análisis de composición y fisicoquímicos: La tabla 12 muestra los resultados para tres repeticiones de las pruebas realizadas al producto seleccionado.

Tabla 12. Análisis de composición y fisicoquímicos

Prueba	Composición Cenizas %m/m	Fisicoquímicos					
		Solubilidad				μ (cp)	pH
		Agua	A. Acético	Alcohol	Cloroformo		
1	0,4563	Soluble	Soluble	Insoluble	Insoluble	6,83	5,73
2	0,4438	Soluble	Soluble	Insoluble	Insoluble	6,91	5,67
3	0,4444	Soluble	Soluble	Insoluble	Insoluble	6,88	5,71
Norma	Máx. 2	Soluble	Soluble	Insoluble	Insoluble	-	4 - 7

El porcentaje de cenizas en la muestra está por debajo del valor máximo exigido en la norma; las pruebas de solubilidad muestran que la gelatina cumplió las condiciones generales para su uso en la industria alimentaria. Los valores de pH se encuentran dentro del rango requerido para gelatina, mientras que la viscosidad estuvo por encima de los valores reportados en la literatura, esto se puede explicar porque las pruebas se realizaron a 30°C, temperatura menor a la recomendada.

3.1.3. Fruta

3.1.3.1. Análisis Organolépticos: Las frutas recibidas se clasificaron por inspección de sus propiedades organolépticas y sólo se procesaron las que cumplieron con los requisitos mínimos de calidad, expuestos previamente en el numeral 2.1.3.1. Las frutas sanas y frescas se procesaron para producir el relleno de los quesos y para proporcionar el sabor en la gelatina-yogurt.

3.1.3.2. Análisis Fisicoquímicos: En la tabla 13 se presentan los resultados de las pruebas de pH, acidez titulable y sólidos solubles realizadas a la fruta útil.

Tabla 13. Análisis fisicoquímicos

Prueba	pH				Acidez Titulable como ácido cítrico %m/m				Sólidos solubles a 20°C (°Brix)			
	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*
1	3,13	4,01	4,10	3,18	1,53	0,82	0,53	0,50	7,2	7,8	10,0	12,6
2	3,07	4,03	4,04	3,13	1,57	0,82	0,54	0,58	7,0	8,0	11,4	12,8
3	2,97	3,82	3,91	3,05	1,84	0,83	0,58	0,76	6,6	8,6	12,2	13,8
4	3,02	4,08	4,02	3,09	1,83	0,79	0,54	0,75	6,8	7,4	11,8	13,6
Norma	-	-	-	-	Mín. 0,8	Mín. 0,65	Mín. 0,5	Mín. 0,3	Mín. 6,5	Mín. 7,0	Mín. 8,0	Mín. 11,5

*1: Mora; 2: Fresa; 3: Guayaba; 4: Melocotón.

Los valores obtenidos fueron superiores al mínimo establecido por la Resolución 7992 de 1991 para pulpas, es decir, las frutas presentaron las propiedades adecuadas para su procesamiento; es probable que las variaciones observadas en cada propiedad se deban al estado de maduración de las frutas. Se presentan valores promedio de pruebas de diferentes muestras correspondientes a un lote de frutas de igual procedencia.

3.2. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Como se presentó con detalle en el capítulo 2, los experimentos se diseñaron teniendo en cuenta las variables cualitativas y cuantitativas, y sus niveles, involucradas en los procesos para cada producto. Para garantizar la aleatoriedad, los experimentos no se realizaron en el orden en que se muestran en las tablas sino con una distribución al azar. Se define el Queso doble crema deslactosado relleno como **Producto 1** y la gelatina-yogurt deslactosada como **Producto 2**.

En la tabla F1 Anexo F se observa que los experimentos programados para el Producto 1, nueve en total, son combinaciones entre los tres niveles de cada variable. Los valores correspondientes de la relación relleno/queso para cada nivel se calcularon por balances de masa, fijando previamente la elaboración del producto en una presentación de 500g, y teniendo en cuenta que según norma, Resolución 2310 de 1986, cuando en la elaboración de queso se utilicen ingredientes alimenticios diferentes a los lácteos, el queso debe ser el componente principal, en una cantidad mínima de 70%.

En la tabla F2 Anexo F se presenta la programación de experimentos, treinta y seis en total, para el Producto 2; los tres niveles de relación sin gelatina/yogurt se establecieron para evaluar específicamente la consistencia del producto; en el caso de la relación mermelada/ (sin gelatina + yogurt) se distribuyeron los niveles de acuerdo a la norma para derivados lácteos, que recomienda que cuando se adicione mermelada o concentrados de frutas, la cantidad añadida debe ser tal que el contenido neto de fruta en el producto final sea mínimo del 3%.

3.3. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

Por los motivos mencionados en el inicio de este capítulo, sólo se reportan resultados a título de ejemplo; para las pruebas fisicoquímicas se seleccionaron para informar en la Tabla 14, los experimentos No. 3 y No. 8 para el Producto 1 y para el Producto 2, los experimentos No.6, No.18 y No. 32, de un orden cronológico que no corresponde al de las Tablas F1 y F2 Anexo F. Los análisis se exponen en la sección F.2. Anexo F.

Tabla 14. Características Fisicoquímicas de muestras de los productos

Análisis	PRODUCTO 1		PRODUCTO 2		
	Exp.3	Exp.8	Exp.6	Exp.18	Exp.32
Humedad (% m/m)	50,2	52,8	84,9	81,5	78,9
Cenizas (% m/m)	1,6	1,3	1,3	1,4	1,1
Grasa* (% m/m)	41,3	43,2	1,5	1,7	1,8
Acidez (% m/m ácido láctico)	0,85	0,92	0,80	0,75	0,77
pH	5,15	4,93	4,26	4,47	4,45

*Materia grasa en extracto seco Producto 1

En el caso de los experimentos para el producto 1, los valores de materia grasa en extracto seco y humedad, características exigidas para queso fresco, semiduro, semigraso, en la Resolución 1804 de 1989 del Ministerio de Salud, estuvieron entre los rangos establecidos, para unos más que otros, aún con la adición de relleno de frutas, debido muy probablemente al adecuado manejo del proceso y de las variables. Las características del producto 2 fueron comparadas por analogía con la normatividad existente para yogurt y postres de leche, pues no existe reglamentación para este tipo de producto. Se observan variaciones pequeñas entre los valores de

las características evaluadas en los experimentos mostrados en la tabla 14 debido a que los niveles escogidos para las variables de entrada fueron cercanos entre si.

En los dos productos, se observó que el tipo de fruta no afectó las características fisicoquímicas, comportándose dentro de los rangos exigidos. Por este motivo, se procedió a evaluarlos sensorialmente para seleccionar la fruta que se escogería para el producto final.

3.4. RESULTADOS EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realizaron dos procedimientos de evaluación sensorial independientes, el primero de ellos llevado a cabo por la empresa de forma rigurosa, en el que no fueron incluidas las autoras del proyecto ni como jueces ni como observadores, y del cual no se tuvo acceso a los resultados. El segundo procedimiento, fue planificado y efectuado por las autoras, y es el que se explica y expone a continuación.

Los productos desarrollados se sometieron a evaluación sensorial con el fin de hacer un análisis descriptivo, verificación de aceptación, nivel de preferencia y control de calidad de los productos terminados. Se examinaron características tales como color, consistencia, textura, sabor y olor, siendo estas características las de mayor influencia en el consumidor que las reglamentaciones sanitarias

Las pruebas sensoriales fueron realizadas por 15 jueces no entrenados, que valoraron los atributos propuestos para cada producto mediante cuestionarios formulados por las autoras del proyecto que se presentan en la sección F.5. anexo F. La información obtenida fue de tipo afectiva donde los jueces respondieron pruebas expresando sus gustos u opiniones acerca de los productos, y de tipo analítica donde reconocieron diferencias mediante escalas hedónicas y escalas no estructuradas. El número de jueces que conformó el panel de evaluación fue menor al recomendado por la literatura, treinta, para jueces no entrenados tipo consumidor [1] por falta de presupuesto para la elaboración de un mayor número de muestras de productos y

debido a que el objetivo fue realizar una prueba informal donde se ilustraran este tipo de ensayos.

Primero se sometieron a evaluación sensorial de preferencia muestras del producto 1 con igual relación queso/relleno, con el fin de determinar específicamente el tipo de fruta preferida del relleno. Como se puede observar en el gráfico F1 Anexo F, el sabor preferido por los jueces fue “mora”, ya que obtuvo mayor votación tanto en la prueba 1 (73,33%), como en la 3 (53,33%) y en la prueba entre las tres muestras (53,33%).

Se realizó una segunda evaluación de preferencia a tres muestras con el relleno escogido en la prueba anterior, pero con diferente relación relleno/queso, la cual arrojó los siguientes resultados: los consumidores prefirieron un queso con el valor intermedio de relleno como lo muestran las barras del gráfico F2 Anexo F en la prueba 1, 2 y 4 con porcentajes de 60%, 86,67 y 46,67% respectivamente.

Se sometieron a evaluación sensorial de preferencia muestras del producto 2, con el fin de determinar específicamente el tipo de fruta preferida. Este procedimiento arrojó los siguientes resultados: El sabor preferido por los evaluadores fue “mora”, como se puede observar en las pruebas 1, 2 y 4, gráfico F3 Anexo F, donde obtuvo porcentajes de 60, 53,33 y 46,67 respectivamente.

A continuación se realizó una segunda evaluación de preferencia a tres muestras con diferente relación mermelada/ (sin gelatina+yogurt), la cual arrojó los siguientes resultados: los evaluadores prefirieron la muestra con mayor relación mermelada/ (sin gelatina+yogurt), que obtuvo valores de 73,33, 86,67 y 66,67% respectivamente en las pruebas 1, 3 y 4, gráfico F4 Anexo F.

3.5. PRODUCTOS FINALES

En la tabla 15 se presentan las características fisicoquímicas o tabla nutricional de los productos finales, información exigida por la norma para la etiqueta. No se exponen las formulaciones finales exactas para evitar posibles réplicas de los productos desarrollados.

Tabla 15. Características Fisicoquímicas. Productos finales

Análisis	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2
Humedad (% m/m)	48,7	79,1
Cenizas (% m/m)	1,8	1,1
Grasa* (% m/m)	39,1	1,2
Acidez (% m/m ácido láctico)	0,89	0,56
Proteína (% m/m)	20,9	2,4
Carbohidratos (% m/m)	8,5	16,2
Valor calórico (Kcal/100 g)	307	76

*Materia grasa en extracto seco Producto 1

Para los quesos en general el porcentaje de carbohidratos es menor al 5%, sin embargo en el producto 1 este porcentaje es superior debido al aporte de carbohidratos del relleno; con respecto al valor calórico, el aporte del relleno no es significativo comparado con el del queso. Con relación al producto 2 cabe señalar que el contenido graso se debe únicamente al aporte del yogurt, que contribuye al aumento del valor calórico comparado con un postre con gelatina no lácteo; el valor proteico es aportado casi exclusivamente por la gelatina.

Como se explicó en el numeral 3.4, los productos finales fueron sometidos a evaluación sensorial; los resultados se exponen a continuación: en el gráfico F5 Anexo F se observa que el 47% de los jueces considera que le gusta el color del queso, siendo su calificación total de 1,3 en el rango -2 a 2, según la escala hedónica de cinco puntos [1]. Con respecto a la intensidad de color del relleno, se evaluó, con escala no-estructurada de 15 cm [1], la coincidencia de los jueces con la mitad de la escala. Se observa en el gráfico F6 Anexo F que los valores individuales fluctuaron entre 7 - 9,5 y la calificación promedio fue de 7,72, valores considerados como aceptables por estar cercanos al esperado.

En el análisis de perfil de olor, gráfico F7 Anexo F, predominó el olor “a leche” obteniendo calificación promedio de 4,27 y en segundo lugar, con un promedio de 2,87, el olor “a caramelo” por influencia del relleno. Los olores “a rancio” y “a establo”, considerados los menos deseados, no fueron identificados en la prueba. En el perfil de sabor, gráfico F8 Anexo F, se identificaron principalmente los sabores “dulce” y “salado”, que obtuvieron calificaciones promedio de 2,8 y 1,87, respectivamente. En “otros” algunos jueces incluyeron sabores “a leche” y “a queso”.

Se evaluaron atributos de textura mediante escalas de intervalo [1] de cuatro puntos como se presenta en la tabla F3 Anexo F; la porosidad fue calificada por la mayoría como “sin poros” y obtuvo un puntaje promedio de 3,7; la dureza fue calificada por la mayoría como “ligeramente duro” y obtuvo un puntaje promedio de 3,9; la flexibilidad, como “moderadamente flexible” con un puntaje promedio de 3,4; la humedad, como “moderadamente húmedo” con 3,8; la granulosidad, como “liso” con 4,0. Esto se aprecia en el gráfico F9 Anexo F.

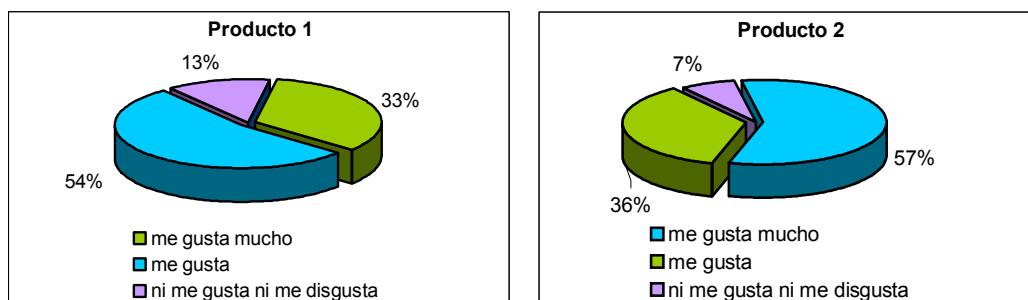
El color del producto 2 se evaluó mediante una escala de intervalo de cinco puntos; En el gráfico F10 Anexo F se observa que el 66,7% de los jueces consideró que el color de la muestra era “ligeramente oscuro” y el 26,7% “claro”. La calificación total de la muestra fue de 4,6 según la escala mostrada en la tabla F4 Anexo F.

En el análisis de perfil de olor, gráfico F11 Anexo F, predominó el olor “a cítricos” obteniendo calificación promedio de 3,6 y en segundo lugar, con un promedio de 3,3, el olor “a leche”. En el perfil de sabor, gráfico F12 Anexo F, se identificaron principalmente los sabores “ácido” y “dulce”, que obtuvieron calificaciones promedio de 3,6 y 3,5, respectivamente. En “otros” algunos jueces incluyeron olor y sabor “a yogurt” y no identificaron olores o sabores indeseados.

Las escalas utilizadas para evaluar atributos de consistencia se presentan en la tabla F5 Anexo F; se observa en el gráfico F13 Anexo F que la dureza fue calificada por la mayoría como “moderadamente firme” con un puntaje promedio de 3,6; la

elasticidad fue calificada por la mayoría como “moderadamente elástico” y obtuvo un puntaje promedio de 3,3; la porosidad, como “sin poros” con un puntaje promedio de 4,0; la granulosis, como “liso” con 3,2.

Gráfico 4. Grado de satisfacción



En el gráfico 4 se observa que el 54% de los jueces respondió “me gusta” a la prueba de satisfacción del producto 1. Para el producto 2, la respuesta de mayor porcentaje fue “me gusta mucho”, con 57%. El producto 1 obtuvo una calificación de 1,2 y el producto 2 de 1,4, en el rango -2 a 2 según la escala hedónica. Ningún juez respondió “me disgusta” ni “me disgusta mucho” en esta evaluación.

La vida útil de los productos finales se determinó mediante seguimientos microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos; los resultados microbiológicos se reportan a continuación en la tabla 16, como resumen de los reportes de laboratorio presentados en el anexo F.4.

Tabla 16. Seguimiento microbiológico

Análisis*	PRODUCTO 1				PRODUCTO 2			
	Tiempo de almacenamiento (días)				Tiempo de almacenamiento (días)			
	7	15	21	Límite	7	15	21	Límite
CT (mic/g)	43	-	-	No hay	<3	-	-	93
CF (mic/g)	<3	-	-	<100	<3	-	-	<3
ML (ufc/g)	200	200	>2000	500	380	>2000	>20000	500
SC+ (mic/g)	<100	100	200	200	<100	<100	<100	200
S (25 g)	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	-	-	-	-
BM (ufc/g)	-	-	-	-	300	-	-	10000
ESR	-	-	-	-	<100	-	-	1000
BC	-	-	-	-	<100	-	-	500

*Coliformes Totales y Fecales (CT-CF), Mohos - Levaduras (ML), Stafilococo coagulasa positiva (SC+), Salmonella (S), Bacterias Mesofílicas (BM), Esporas Sulfito Reductor (ESR), Bacillus Cereus (BC).

El tiempo tuvo un efecto significativo sobre las propiedades fisicoquímicas y los parámetros texturales de los productos.

El Producto 1 incrementó su dureza y adhesividad con el tiempo y la resortabilidad⁸ disminuyó, principalmente por la disminución en el contenido de humedad. El día 7 y 15 las muestras fueron evaluadas como microbiológicamente satisfactorias y aptas para el consumo, sin embargo, el día 15 la muestra presentó ligera resequedad en su superficie y un leve cambio en el sabor, siendo este más ácido. El día 21, la muestra fue rechazada por elevada presencia de mohos, resequedad en la superficie, cambio en color y olor desagradable. Por lo tanto el período de vida útil de este producto se estableció en 21 días, el cual fue superior al reportado en la norma para Queso fresco en empaque hermético refrigerado [17]. La acidez aumentó de 0,97% a 1,84% durante este período. Se recomienda que se comercialice durante los primeros 15 días, sin que esto signifique que no se pueda comercializar hasta el día 21, dado que aún entonces cumple las normas.

El Producto 2 presentó cambios progresivos en su apariencia, especialmente en el color, con presencia de islas más claras y aumento de la sensación ácida con el tiempo. En el día 7 la muestra fue evaluada como microbiológicamente satisfactoria y apta para el consumo. El día 15 la muestra fue rechazada por elevado recuento de levaduras, pérdida parcial de color y por presentar superficie mucoide. El Producto 2 tuvo un período de vida útil de 15 días, el cual es igual al reportado en la norma para Postres de leche y flanes pasteurizados en envase no hermético refrigerados [17]. La acidez varió de 0,58% a 1,72% durante este período.

El período de vida útil podría ser superior con la adición de una mayor cantidad de conservantes; sin embargo, en este trabajo de grado se utilizaron sólo las cantidades necesarias para lograr estar dentro de la norma y obtener productos más saludables.

⁸ Capacidad de recuperar su forma original una vez que ha sido comprimido.

4. CONCLUSIONES

➤ Se desarrollaron dos productos alimenticios nuevos que contribuyen a la diversificación de la canasta de deslactosados en el mercado, además de que corresponden a la categoría de productos sanos de mayor dinamismo de crecimiento en la demanda de la población colombiana.

➤ Los productos desarrollados cumplen con las normas vigentes, en términos de las características físicas, químicas y microbiológicas, con base en una fórmula y un proceso de manufactura que permiten además adecuadas características organolépticas.

➤ El Producto 1 es un queso doble crema deslactosado de consistencia semidura, sin poros u ojos, de color blanquecino o ligeramente crema, de sabor levemente ácido, olor suave característico, sin corteza, relleno de mermelada de mora en una relación 0,14 Relleno / Queso. El Producto 2 es un postre lácteo elaborado con yogurt y gelatina, de consistencia firme, sin poros, de color claro y característico de la fruta, olor lácteo y sabor levemente ácido, con relación mermelada/ (sin gelatina + yogurt) de 0,2 y sin gelatina / yogurt de 0,3.

➤ En un ambiente técnico – industrial donde los rendimientos típicos son del orden de 9 Kg/L de leche, el queso obtenido tiene rendimientos entre 10 - 11,5 Kg, rendimiento derivado de controlar factores tales como la pasteurización adecuada, la adición uniforme de cuajo en todo el volumen de leche y el contenido de humedad, y corregir otros como el corte prematuro de la cuajada.

➤ El seguimiento fisicoquímico, organoléptico y microbiológico, establecido para este tipo de alimentos, permite comprobar que los productos finales cumplen con el período de vida útil o duración sanitaria. Esto se logró con la ejecución cuidadosa de

cada etapa de los procesos y el control de las condiciones de higiene y sanidad en áreas, equipos, materiales y personal, de forma que no se afecten los distintos lotes elaborados y se controle la contaminación de los productos.

➤ La evaluación sensorial se utilizó para identificar y lograr los ajustes necesarios relativos a la mayor aceptación del producto, como el afinamiento del manejo de la materia prima y la formulación preferida, con repercusiones en propiedades como la acidez. Los jueces consumidores evaluaron como favorables, características organolépticas individuales de los productos finales como sabor, olor, textura y consistencia y manifestaron una reacción subjetiva global favorable a los productos calificándolos como altamente satisfactorios.

➤ Con los procesos desarrollados se puede garantizar el aseguramiento y estandarización de la calidad de los productos, aún con materias primas ligeramente diferentes, como es el caso de las características de la leche y de las pulpas de frutas que presentan algunas variaciones naturales por ser un material biológico.

➤ La información reportada en este estudio, ofrece las bases necesarias para el escalamiento hasta tamaños diversos, incluidos los correspondientes a satisfacción de mercados locales y regionales.

5. RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de un proyecto de grado experimental se recomienda realizar inicialmente una planeación muy rigurosa de cada etapa del trabajo, que ayude a identificar los recursos necesarios para la ejecución y los realmente disponibles, buscando con esto evitar, en lo posible, cuellos de botella y demoras exageradas.
- Se recomienda la ejecución de un análisis organoléptico riguroso que incluya pruebas discriminativas, cuantitativas o descriptivas con un equipo de jueces entrenados, capaces de reconocer diferencias, intensidades y calidades de muestras, y el refuerzo de los resultados obtenidos mediante el empleo de instrumentos de medidas físicas (viscosímetros, penetrómetros, etc.) exigidos en una evaluación analítica.
- Investigar las posibilidades de explotación del lactosuero con vistas a lograr un óptimo aprovechamiento de las materias primas de este proceso y por ende disminución del costo de producción.
- Se recomienda a la Escuela de Ingeniería Química respaldar con mayor interés trabajos experimentales que impliquen la incursión de la ingeniería química en áreas no intensamente atendidas en la actualidad y que son estratégicas y representan otra visión y otro campo de aplicación, como el área de alimentos. Este respaldo podría estar encaminado principalmente a la implementación de laboratorios, adquisición de equipos e insumos, pero también a la búsqueda y adecuada gestión de alianzas con otras escuelas o empresas que pueden aportar infraestructura, experiencia y complementar el trabajo investigativo. Así mismo se requiere preparar a los estudiantes para la negociación de la confidencialidad y reserva de información, en especial en cuanto a cuando aceptar o no sacrificios en tal sentido.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ANZALDÚA-MORALES, Antonio. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Zaragoza: Acribia, 1994.
- [2] CÁMARA DE COMERCIO. Perfil Mercado Industrial de Alimentos. Informe de Coyuntura Económica Regional (ICER). Bucaramanga, 2004.
- [3] CIAGRO. Producción y Comercialización de Productos Deslactosados. Centro de Investigaciones Agroindustriales, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2003.
- [4] COLLAZOS, Ana Karina. Estudio Técnico y Económico para la Producción y Comercialización de Productos Deslactosados en Santander. Escuela de Ingeniería Química. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2005.
- [5] FENNEMA, Owen R. Introducción a la Ciencia de los Alimentos. Madrid: Reverté, 1982. p. 350.
- [6] FOX, P.F. Food Enzymology. Volume 1. London: Elsevier Applied Science, 1991. p. 246-249.
- [7] IICA. Acuerdo de Competitividad de la Cadena Láctea Colombiana. Instituto Interamericano de Cooperación para Agricultura. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, 1999. p.14-15,50.
- [8] ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 1263. Guayaba. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Bogotá, 1970. 3 páginas.

- [9] ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 4103. Frutas Frescas. Fresas Variedad Chandler. Especificaciones. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Bogotá, 1997. 13 páginas.
- [10] ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 4106. Frutas Frescas. Mora de Castilla. Especificaciones. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Bogotá, 1997. 13 páginas.
- [11] INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. Transformación y Conservación de Frutas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2005.
- [12] MEILGAARD, Morter; CIVILLE, Gail y CARR, B. Thomas. Sensory Evaluation Techniques. 3º ed. London: CRC, 1999. 375 páginas.
- [13] MEYER, Marco R. Control de Calidad de Productos Agropecuarios. México: Trillas, 1982. 102 páginas.
- [14] MILLER, Denis. Química de alimentos, Manual de Laboratorio. México: Limusa, 2001. p. 53.
- [15] MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Proyecto de Reglamento Sobre Leche para Consumo Humano. República de Colombia, 2003.
- [16] MINISTERIO DE SALUD. Resolución 1804 de 1989. Modifica Resolución 2310 de 1986. Queso y Helados. República de Colombia.
- [17] MINISTERIO DE SALUD. Resolución 2310 de 1986. Procesamiento, Composición, Requisitos, Transporte y Comercialización de los Derivados Lácteos. República de Colombia.

[18] MINISTERIO DE SALUD. Resolución 4125 de 1991. Conservantes Utilizados en Alimentos. República de Colombia.

[19] MINISTERIO DE SALUD. Resolución 7992 de 1991. Elaboración, Conservación y Comercialización de Jugos, Concentrados, Néctares, Pulpas, Pulpas Azucaradas y Refrescos. República de Colombia.

[20] MINISTERIO DE SALUD. Resolución 10593 de 1985. Colorantes en Alimentos para Consumo Humano. República de Colombia.

[21] MINISTERIO DE SALUD. Resolución 11961 de 1989. Modifica Resolución 2310 de 1986. Leche Fermentada. República de Colombia.

[22] MINISTERIO DE SALUD. Resolución 15789 de 1984. Características Organolépticas, Fisicoquímicas y Microbiológicas de las Mermeladas y Jaleas de Frutas. República de Colombia.

[23] MUÑOZ, Elminia y FISHER, Edward. Principios Fundamentales de la Tecnología Quesera. Guayaquil: Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador, 1976. 107 páginas.

[24] OTERO, Víctor y PEREA, J. Aide. Guía de Laboratorio de Análisis y Tecnología de Alimentos. Departamento de Química. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 1987. p. 36-39.

[25] ORTIZ, María Gladys y DELGADO, Esperanza. Factibilidad para Creación de una Empresa Productora y Comercializadora de Queso Doble Crema en el Municipio de San Gil. Gestión Empresarial. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2002. p. 40-78.

[26] SIERRA, Fernando. Intolerancia a la Lactosa, un Problema Mayor. Sección Salud, El tiempo. Junio de 2002.

[27] SPREER, Edgar. Lactología Industrial. Zaragoza: Acribia, 1975.

ANEXO A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento en el consumo de lácteos y sus derivados en los últimos años ha impulsado la obtención de productos deslactosados que responden principalmente a las necesidades específicas de un sector de la población cuyo organismo no es tolerante a la lactosa. Estos productos especializados contribuyen a reducir los trastornos intestinales, proporcionando una solución efectiva sin necesidad de suspender los productos lácteos en la dieta, lo que llevaría a deficiencia de proteínas, vitaminas y minerales, especialmente calcio, y a la aparición de enfermedades como osteoporosis e hipertensión.

A.1. INTOLERANCIA A LA LACTOSA

La intolerancia a la lactosa es la incapacidad para digerir la lactosa y es causada por una deficiencia de la enzima lactasa. Las personas normales absorben el 92% de la lactosa de la leche; aquellos con intolerancia absorben sólo de 25 - 58%. En la leche de vaca, la lactosa se encuentra a un nivel de 5%, junto con pequeñas cantidades de glucosa (7,4mg/100ml), galactosa (2mg/100ml), sacarosa y aminoazúcares derivados de la hexosamina. Las leches evaporadas y concentradas contienen el doble (9,7%); la leche humana 6,5% y leches de cabra y oveja 4,5%.

La lactosa al ser consumida se digiere en el yeyuno y la porción superior del íleon del intestino delgado por la lactasa, que cataliza su hidrólisis convirtiéndola en glucosa y galactosa, dos azúcares sencillos que entran desde la pared intestinal al torrente sanguíneo para ser utilizados en los procesos metabólicos. Cuando la lactosa no se digiere total o parcialmente en la membrana de los enterocitos de la mucosa intestinal, permanece en el tubo digestivo hasta llegar al intestino grueso y allí extrae agua de la pared intestinal, es fermentada por las bacterias, produciéndose los síntomas característicos de la intolerancia. Este problema ha presentado un reto a

los científicos dedicados al estudio de los alimentos para encontrar formas de reducir el contenido de lactosa en los productos lácteos. Durante siglos se ha utilizado la fermentación como método de conservación de la leche y, probablemente por coincidencia, de reducción de lactosa, aunque sólo alrededor del 20%.

A.2. SÍNTOMAS DE INTOLERANCIA A LA LACTOSA

El grado de intolerancia y las características particulares, pueden variar los síntomas en cada persona:

- Sensación de saciedad
- Eructos
- Hinchazón
- Flatulencia
- Pérdida de peso
- Desnutrición
- Distensión abdominal
- Diarrea
- Heces flotantes
- Heces con olor fétido
- Calambres abdominales

Industrialmente, la lactosa también presenta problemas; en este caso, en la elaboración de productos lácteos como arequipe, manjar blanco y leche condensada, tiende a formar arenosidades y cristales [6].

A.3. CAUSAS Y FACTORES DE RIESGO

La intolerancia a la lactosa fue descubierta en 1963 [26]. Las diferentes razones por las que se produce son:

➤ Causas genéticas o heredadas en cuyo caso la producción de lactasa se ve afectada total o parcialmente durante toda la vida, por esta razón los niños también pueden tenerla. La deficiencia de lactasa en la población mayor a los 6 años, esta presente en un 70% y se debe a factores hereditarios de tipo recesivo, es decir, que ambos padres proporcionan el tipo de gen que hace que esto suceda.

➤ Disminución gradual en la producción de lactasa a medida que aumenta la edad, lo cual tiene variaciones raciales importantes. La presencia de una lactasa digestiva sólo tiene sentido si se ingiere leche. En condiciones naturales todos los mamíferos ingieren leche, pero únicamente durante un período corto al inicio de la vida, la lactancia, después del cual jamás vuelven a hacerlo; es pues de lo más congruente que la actividad de β -galactosidasa esté "programada" para disminuir después de esa primera etapa de la vida extrauterina, pero en diferente grado y de acuerdo con factores hereditarios.

➤ Presencia de un daño de la mucosa intestinal causada por diferentes procesos como malnutrición proteico-calórica, infecciones intestinales, uso de algunos medicamentos, radiación intestinal, colitis ulcerativa, gastroenteritis, ayuno o también manifestarse luego de una cirugía gastroduodenal. En estos casos la intolerancia a la lactosa puede desaparecer cuando la enfermedad es tratada.

➤ Variaciones raciales importantes. En poblaciones con origen indígena se ha detectado deficiencia en casi el 80% de los adultos. En poblaciones mestizas y que ingerían el equivalente a un vaso de leche se encontró deficiencia en 50% de los adultos.

A.4. INTOLERANCIA A LA LACTOSA EN EL MUNDO Y EN COLOMBIA

Las personas pertenecientes a culturas en las que el consumo de leche y productos lácteos se presentó primero (norte y occidente de Europa) tienen menos probabilidades de sufrir intolerancia a la lactosa que las pertenecientes a pueblos en donde el consumo de productos lácteos comenzó más recientemente (poblaciones asiáticas, africanas, afroamericanas, nativos americanos). Los pueblos orientales y americanos, en promedio no presentan tanta deficiencia de lactasa como la raza negra, pero sí más que la blanca [6].

En Estados Unidos entre 30 y 50 millones de personas no toleran la lactosa; se estima que el 90% de los norteamericanos de origen asiático, el 75% de los norteamericanos de raza negra e india nativa, los judíos y latinos que viven en ese país y el 75% de los adultos del mundo no produce cantidades suficientes de lactasa y, por tanto, pueden sufrir los síntomas. En México el 35% de la población de todas las edades presenta síntomas de intolerancia. En poblaciones con origen predominantemente indígena se ha detectado deficiencia en casi 80% de los adultos; en poblaciones mestizas se encontró deficiencia en 50% de los adultos.

La intolerancia a la lactosa afecta a tres cuartas partes de la población mundial. Los deslactosados se encuentran enfocados hacia un mercado de personas mayores de 30 años, ya que a esta edad la lactasa presente en el organismo empieza a perderse más rápidamente que en la niñez, por lo cual en la población adulta aumenta naturalmente la demanda de estos productos. Colombia no es ajena a esta situación pues se calcula que el 25% de la población la padece⁹, siendo este porcentaje mayor en la población adulta, y es una de las razones por las cuales el consumo per cápita actual (129 litros de leche/año/persona) se encuentre por debajo del latinoamericano (160) y del recomendado por la OMS (170).

A.5. TRATAMIENTO A LA INTOLERANCIA

Actualmente es muy fácil controlar la intolerancia a la lactosa. Los síntomas se alivian generalmente con la suspensión de los lácteos en la dieta, por tanto una parte del tratamiento sería sustituir los déficits, especialmente de calcio, incorporando en la alimentación otras fuentes de este mineral cuya deficiencia tiene incidencia directa en la aparición de enfermedades como osteoporosis e hipertensión. La eliminación de lácteos de la dieta también puede causar deficiencia de riboflavina y proteínas.

⁹ Asociación Colombiana de Gastroenterología, 2002.

El método más reciente es el consumo de leche y lácteos deslactosados. Varias casas comerciales distribuyen la lactasa, dando a conocer sus características y el grado de deslactosamiento de la leche según la temperatura, concentración y tiempo; a ciertas condiciones de trabajo se alcanza un deslactosamiento alrededor del 80%. La enzima se adiciona en forma de polvo o gotas, pero también se puede ingerir en cápsulas o en forma de tabletas masticables un tiempo antes de consumir un producto lácteo.

ANEXO B. ANÁLISIS PRELIMINAR DEL MERCADO DE LECHE

B.1. MERCADO MUNDIAL

B.1.1. Mercado mundial medido desde la variable producción

La leche es uno de los principales productos alimentarios empleado a nivel mundial, generando por tanto un mercado dinámico de variación incremental con relación al aumento de la población en el planeta. Según estimaciones de la FAO¹⁰, en 2001 la producción mundial fue de aprox. 494.000 millones de litros (ML), 499.000 ML en 2002, lo que representa el 84% de los 598.000 ML que totalizan las leches producidas por todas las especies (incluyendo de búfalas, ovejas, cabras y camellas).

En la última década la producción mundial presentó una tasa de crecimiento de 1,2% anual. Para los países con los mayores niveles de producción, Estados Unidos, India y Rusia, fue de 1,32%, 4,30% y -1,68%, respectivamente. Colombia, con una participación de 1,18% de la producción mundial y tasa de crecimiento de 1,77%, ocupó el puesto 22 superando a Ecuador, Chile, Uruguay, Venezuela y Perú con tasas de 3,04%, 1,57%, 1,88%, -0,86%, y 2,14%¹¹.

Para el período 2001-2007, la OCDE¹² proyectó un alza en la producción de 12% a un ritmo sostenido de 1,2% promedio anual, principalmente en países en desarrollo que no integran la organización (se estima que en 2007 los países extra-OCDE concentrarán 51% de la producción) y que en conjunto presentan un crecimiento de 18% en dicho lapso; las mayores tasas se darían en China, India, Brasil y Argentina. Los países miembros de OCDE se presentan en la tabla B1.

¹⁰ Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO.

¹¹ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia.

¹² Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos OCDE.

Tabla B1. Países miembros OCDE

Europa			América del Norte	Pacífico
Alemania	Hungría	Portugal	Canadá	Australia
Austria	Irlanda	Reino Unido	Estados Unidos	Japón
Bélgica	Islandia	República Checa	México	Nueva Zelanda
Dinamarca	Italia	República Eslovaca		República de Corea
España	Luxemburgo	Suecia		
Finlandia	Noruega	Suiza		
Francia	Países Bajos	Turquía		
Grecia	Polonia			

Fuente: OCDE

Para Australia y Nueva Zelanda, los mayores exportadores de lácteos, la OCDE proyecta un alza de la producción entre 15 - 30% hacia 2007, aunque a tasas inferiores que en los años 90, beneficiados por su cercanía geográfica con el creciente mercado del Sudeste Asiático. Para Estados Unidos se habla de una expansión de 9%, impulsada por aumentos en la productividad, asociada a mejoras en la administración, al potencial genético y la provisión de granos más baratos.

B.1.2. Mercado mundial medido desde la variable consumo

En el período 1994-2003 Estados Unidos fue el mayor consumidor de leche en el mundo aumentando su consumo a una tasa de crecimiento de 1,32%, seguido por India a 4,52%, Alemania 0,21%, Brasil 3,52%, China 11,74% y Nueva Zelanda 4,73%. Entre tanto, Rusia con una tasa de crecimiento de -2,39%, Francia -0,18%, Reino Unido -0,03% y Ucrania -3,18%, presentaron disminución en el consumo. En Sur América, Bolivia con una tasa de crecimiento de 4,64%, Perú 4,41%, Ecuador 3,34% y Uruguay 2,60% tuvieron tasas de incremento significativas en este período¹³.

Como perspectivas entre 2001 y 2007, según datos de la OCDE, en los países extra-OCDE se esperan interesantes aumentos de la demanda, especialmente en Asia, América Latina y el Medio Oriente; se prevé que los principales impulsores serían el aumento de la población, la mejora en las condiciones económicas, el proceso de urbanización y los cambios en las costumbres alimentarias, con una tendencia hacia la occidentalización de la dieta. A nivel mundial, se estima que el consumo de leche

¹³ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia.

fluida exhibirá un modesto crecimiento en el mediano plazo y que la mayoría del aumento en producción sería destinado a la elaboración de productos lácteos.

El crecimiento poblacional en el mundo alcanzó 1,4% anual, tasa mayor a la de la producción de leche (1,2%); la disponibilidad bajó y el consumo per cápita cayó a un ritmo de 0,5% por año entre 1994-2003 y pasó de 86,5 a 82,8 Kg/Hab. En los países desarrollados promedia los 204,1 Kg/Hab y en las naciones en desarrollo solo alcanza los 46,7 Kg/Hab. No es el caso de algunos países de América, como Uruguay donde el consumo per capita aumentó en este período de 355,33 a 418,06 Kg/Hab, Estados Unidos 261,91 - 262,68 Kg/Hab, Ecuador 162,50 - 188,92 Kg/Hab, Chile 125,01 - 137,30 Kg/Hab y Colombia 126,10 - 133,84 Kg/Hab¹⁴.

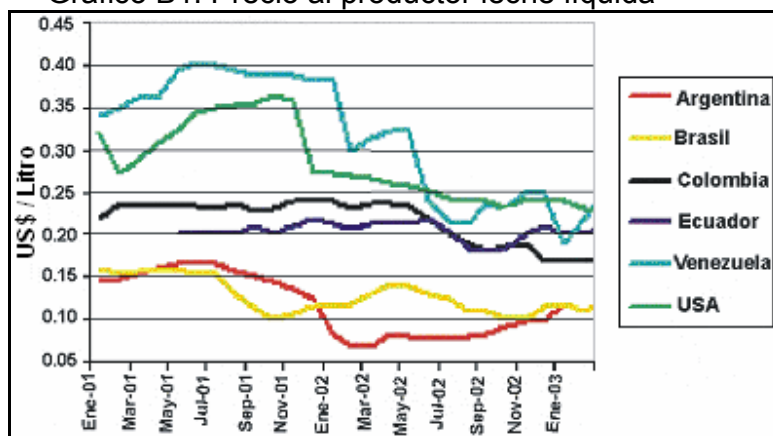
B.1.3. Mercado mundial medido desde la variable precio

En países como Argentina, Brasil, Venezuela y Estados Unidos en el período 2001-2003, los precios al productor presentan marcadas fluctuaciones con comportamiento decreciente; debido a esto se adoptaron sistemas de control voluntario a la cantidad de producción, para de esta manera frenar la disminución de los precios. En Colombia disminuyeron los precios como reflejo del aumento de oferta de leche en el mercado, debido a la sobreproducción y la devaluación del peso frente al dólar. El comportamiento de los precios al productor de leche líquida (enero 2001 - enero 2003) para estos países se observa en el gráfico B1.

En el período enero 2003 - julio 2004 Estados Unidos presentó el mayor incremento de precios, alcanzando un aumento aproximado de 100%. El alza record en los precios de referencia fue fruto de una combinación de factores tales como políticas de sostenimiento de precios (incremento en el precio mínimo de US\$ 0,50/L), reducción del hato lechero (caída de 1,5% en el número de vacas y de 0,7% en la producción) y fomento a las exportaciones.

¹⁴ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia.

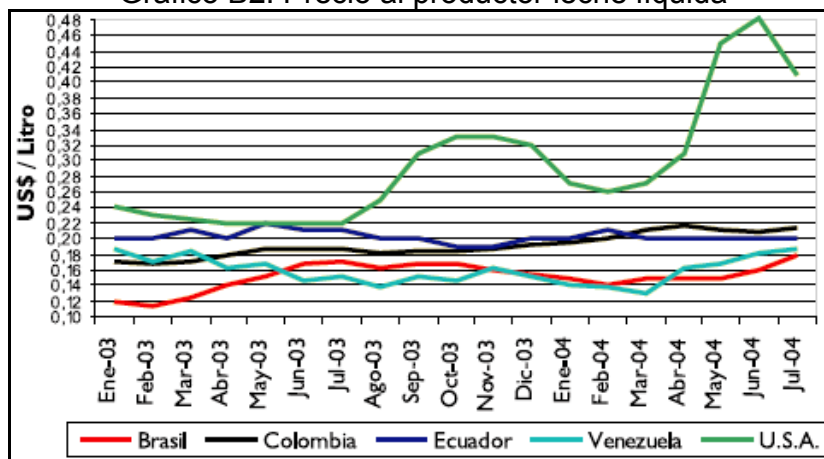
Gráfico B1. Precio al productor leche líquida



Fuente: Sistema de Información Ganadera SIGA - Oficina de Planeación - FEDEGÁN

Brasil experimentó un importante incremento de 50%, debido al impacto significativo del alza en la mano de obra y agravado por la reevaluación del real. En Ecuador y Venezuela a pesar de las fluctuaciones sufridas los precios finales retornaron a los iniciales para el período considerado (0,20 US\$/L y 0,185 US\$/L). Lo anterior se observa en el gráfico B2.

Gráfico B2. Precio al productor leche líquida



Fuente: Sistema de Información Ganadera SIGA - Oficina de Planeación - FEDEGÁN

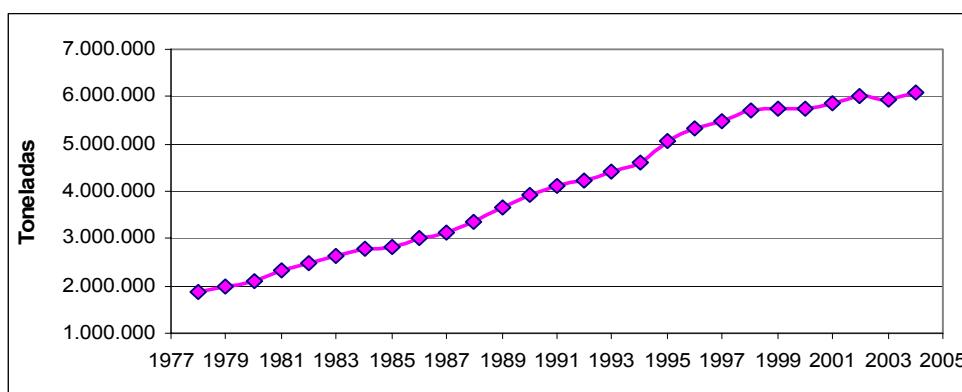
B.2. MERCADO NACIONAL

B.2.1. Mercado nacional medido desde la variable producción

La producción de leche en Colombia se comporta de manera cíclica; en el primer semestre del año hay contracciones y en el segundo hay excedentes de producción. Esto obedece a factores climáticos, períodos de lluvias o sequías que determinan la disponibilidad de pastos y por tanto la cantidad de leche producida. Dentro del sector agropecuario la producción ha venido aumentando su participación de 5,6% en 1975 a 9,9% a mediados de los años 90.

En 1950 la producción era de 728,5 millones de litros (ML), en 1980 de 2.098 ML, en 1990 de 3.916 ML y en el 2000 de 5.255 ML por año. La tasa promedio de crecimiento anual fue de 5,4% entre 1950 - 1980; 6,4% entre 1980 - 1990 y 4,6% para 1990 - 2000¹⁵. Estas tasas de crecimiento son superiores a las del aumento de la población y las del PIB de la economía colombiana para los mismos períodos. En el gráfico B3 se presenta la producción nacional de leche entre 1978 - 2004.

Gráfico B3. Producción nacional de leche



Fuente: FAO, DANE y Min. Agricultura - Fedegán Of. Planeación
Cálculos Observatorio Agrociencias Colombia

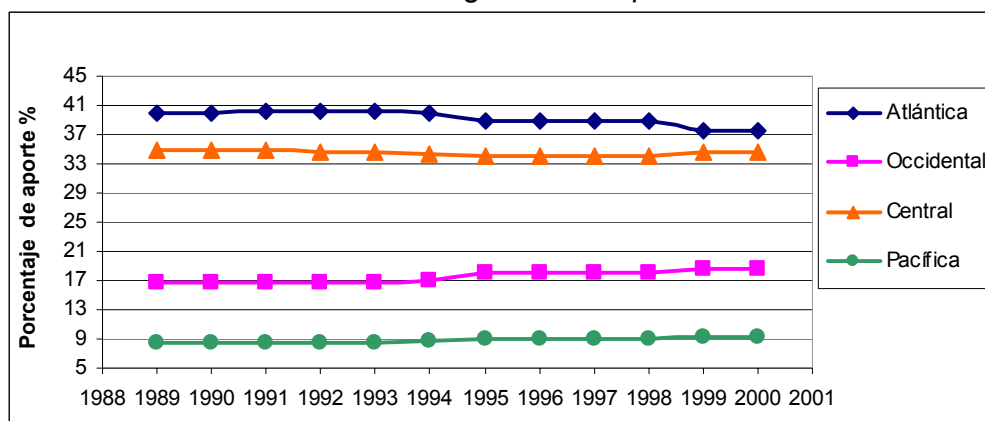
Puede afirmarse que Colombia se encuentra en el umbral de la autosuficiencia en este producto, por cuanto las condiciones de abastecimiento cada vez están más garantizadas y con mayor estabilidad a lo largo del año, e incluso se empieza a evidenciar la generación de excedentes, de carácter más estructural o permanente,

¹⁵ FEDEGAN y Ministerio de Agricultura.

combinados con los ya tradicionales aumentos estacionales que caracterizan la producción a lo largo del año.

De acuerdo con el criterio de ANALAC, CEGA, FEDEGAN y el DNP¹⁶, la producción lechera en Colombia tiene su asiento en las regiones Atlántica¹⁷, Occidental¹⁸, Central¹⁹ y Pacífica²⁰. El aporte que hacen las regiones a la producción nacional de leche se presenta en el gráfico B4.

Gráfico B4. Distribución regional de la producción de leche



Fuente: ANALAC

La región que más leche aporta a la oferta nacional es la región Costa con un promedio de oferta entre 1991 - 2000 del orden de 39,22%; sigue la región Central con una participación promedio de 34,45%.

B.2.2. Mercado nacional medido desde la variable consumo

Se calcula que el nivel de autoabastecimiento de leche en Colombia es cercano al 98,5%; esto indica que generalmente el consumo total es bastante similar a la cifra

¹⁶ Asociación Nacional de Productores de Leche ANALAC; Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas CEGA; Departamento Nacional de Planeación DNP.

¹⁷ Conformada en orden de importancia productiva, por los departamentos de Cesar, Magdalena, Córdoba, Atlántico, Guajira, Sucre y Bolívar.

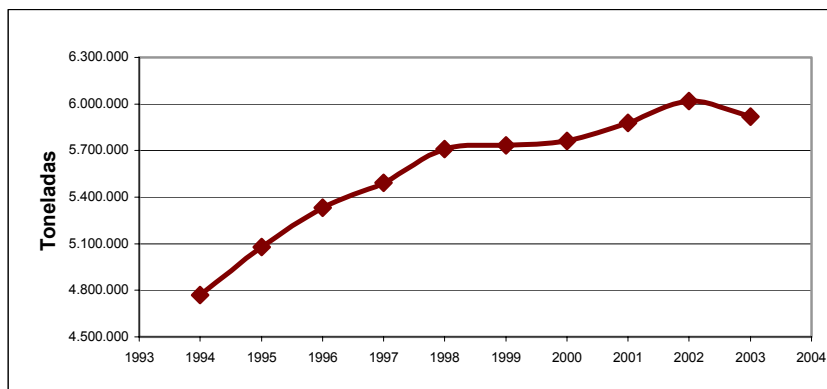
¹⁸ Departamentos de Antioquia, Caquetá, Huila, Quindio, Caldas y Risaralda.

¹⁹ Departamentos de Cundinamarca (Sabana de Bogotá), Boyacá, Meta y Santanderes.

²⁰ Departamentos de Valle del Cauca, Nariño, Cauca y Alto Putumayo.

de producción doméstica total. En el gráfico B5 se observa que el incremento del consumo aparente fue de 4.769,1 ML en 1994 a 5.918,5 ML en 2003.

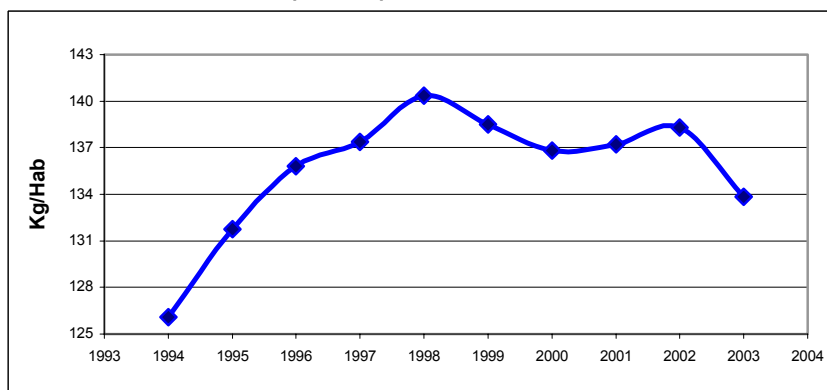
Gráfico B5. Consumo aparente nacional leche entera de vaca



Fuente: FAO Cálculos Observatorio Agrociudades Colombia

El consumo per cápita en Colombia es superior al de países como Venezuela, Perú, Brasil y México. Pasó de 59,9 a 136,8 Kg/Hab entre 1950 - 2000, y se estima que actualmente es de 143 Kg/Hab (gráfico B6), cifra que excede el promedio mundial de 78,8 Kg/Hab pero es menor al consumo promedio de los países desarrollados.

Gráfico B6. Consumo per cápita nacional leche entera de vaca



Fuente: FAO Cálculos Observatorio Agrociudades Colombia

A nivel de grandes ciudades, Medellín presenta mayor consumo per cápita (189 L/año en 1994), Bogotá está en segundo lugar con 134 L/año para igual período y en tercer lugar Barranquilla con 109,3 L/año. Esto se observa en la tabla B2.

Tabla B2. Consumo per cápita en algunas ciudades colombianas (L/año).

Región	Año		
	1984	1990	1994
Medellín	133,3	166,2	189,7
Bogotá	123,8	133,3	134,5
Barranquilla	66,9	100,9	109,3
Cali	79,4	95,57	103,8
Eje Cafetero	111,1	129,33	-

Fuente: CEGA

B.2.3. Mercado nacional medido desde la variable precio

Los precios del producto reaccionan en correlación inversa a los cambios en la oferta. La evolución del precio de leche al productor en el 2000 se presenta en la tabla B3.

Tabla B3. Precio litro de leche al productor. Año 2000 (Pesos colombianos)

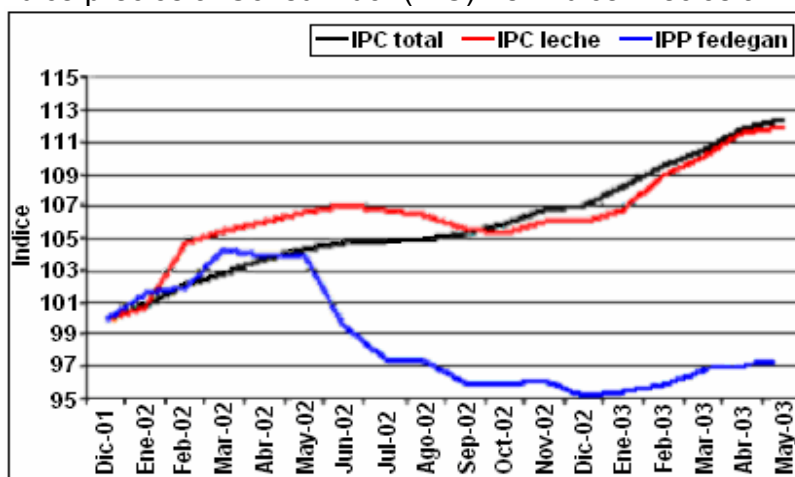
Zonas	1er Trimestre	2do Trimestre	3r Trimestre	4to Trimestre
Costa Atlántica	414,40	410,76	423,88	458,25
Cundinamarca	477,83	476,11	479,34	483,14
Antioquia	442,13	445,46	453,82	465,15
Nariño	387,56	387,54	380,91	386,91
Resto del país	419,35	407,12	421,29	431,59
TOTAL PAIS	442,41	436,98	444,17	458,02

Fuente: Fondo Nacional del Ganado.

Asumiendo que el promedio de precios al productor por un litro de leche estaba en 450,22 pesos colombianos en el año 2000, que equivale a 21,98 centavos de dólar, se puede estimar el costo promedio de un litro de leche para ese mismo año en una cifra cercana a 16,48 centavos de dólar, asumiendo que el margen de ganancias de un productor sea en promedio de 25% (la tasa de cambio promedio para el año 2000 fue US\$ 1 = 2.048,5 pesos colombianos).

A partir de la caída en el precio pagado al productor desde el segundo trimestre de 2002, el Ministerio de Agricultura implementó un incremento de 5,94% en el precio cuota y excedente concertado en el seno del Consejo Nacional Lácteo, y prórroga de la licencia previa para las importaciones. Esto conllevó a una leve alza en el precio pagado al productor en el primer trimestre de 2003, que fue menor a la esperada. Dicha alza fue transferida en forma directa al consumidor, conservándose e inclusive incrementándose los márgenes de comercialización. La evolución de los IPC e IPP se muestra en el gráfico B7.

Gráfico B7. Índice precios al Consumidor (IPC) Vs. Índice Precios al Productor (IPP)



Fuente: Sistema de Información Ganadera SIGA, Oficina de Planeación FEDEGAN

B.3. MERCADO REGIONAL

B.3.1. Mercado regional medido desde la variable producción

La ganadería en Colombia y en el departamento de Santander ha presentado una significativa participación en el PIB del sector agropecuario tanto por la producción de leche como de carne. En Santander el 65% de la población ganadera está involucrada en la producción de leche para el mercado; un porcentaje mayor se destina al proceso agroindustrial, transformación en derivados lácteos, actividad que involucra una agregación de valor al producto primario. Entre los municipios con más producción de leche se encuentra Cimitarra con 114.525 L/día, Puerto Wilches 44.019 L/día, Rionegro 85.308 L/día y San Vicente con 64.000 L/día, para una producción promedio diaria en el departamento de 1.038.427 litros²¹.

En la producción de leche pasteurizada en el departamento de Santander se destacan empresas nacionales como Alpina y Colanta con productos de alta calidad y valor nutricional, y otras empresas propias de la región tales como Freskaleche, Lechesan, Rikalac, Delileche, Pipes.

²¹ Estadística del sector agropecuario. Santander II semestre 2001.

B.3.2. Mercado regional medido desde la variable consumo

En Bucaramanga se ha reflejado la tendencia de incremento a nivel nacional en el consumo de leche, ya sea por aumento de la población o por el cambio en los hábitos alimenticios de los consumidores. En la tabla B4 se presenta el consumo de leche entre 1979 y 1991.

Tabla B4. Consumo de leche en Bucaramanga (1979-1991)

Año	Consumo (L)	Año	Consumo (L)
1979	1.386	1986	20.324
1980	680	1987	22.183
1981	1.368	1988	28.819
1982	1.706	1989	111.754
1983	-*	1990	75.053
1984	-	1991	85.479
1985	-		-

*Datos no disponibles

A pesar del incremento en el consumo de leche, el consumo diario no alcanzó la cantidad recomendada para la población adulta durante 2002 - 2003. Sólo se registró una cifra cercana a la recomendada en los hombres mayores de 40 años. Esto se puede apreciar en la tabla B5.

Tabla B5. Frecuencia media de consumo diario de lácteos según sexo. Bucaramanga 2002-2003

Intervalo de edad	Recomendación	Hombres (IC: 95%)	Mujeres (IC: 95%)	Valor p
20 a 39 años	2 – 2,5	1,5 (1,4, 1,7)	1,5 (1,4, 1,6)	0,351
40 a 60 años	2 – 2,5	1,7 (1,5, 1,8)	1,5 (1,4, 1,6)	0,086

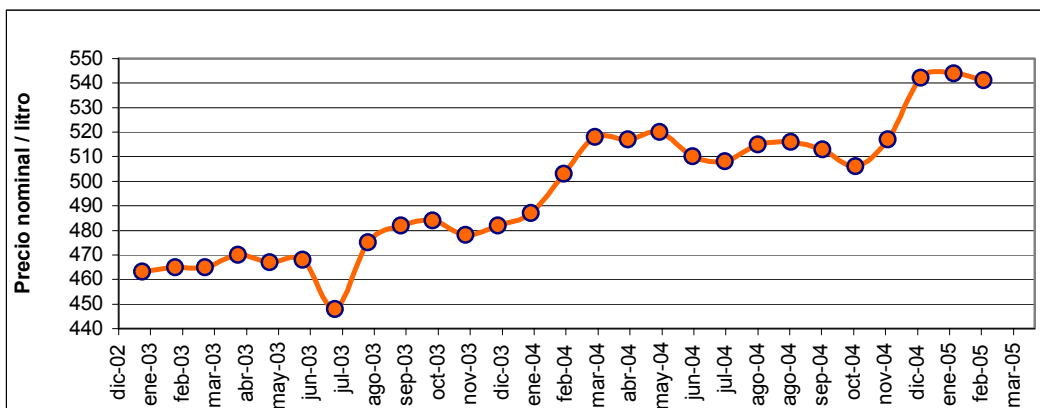
Fuente: Colombia Médica Vol. 36 N° 2, 2005 (Abril - Junio). Calidad de la dieta de la población adulta en Bucaramanga y su patrón alimentario.

B.3.3. Mercado regional medido desde la variable precio

Las dificultades actuales de la industria láctea en el país, debido entre otras circunstancias al constante incremento en los costos de electricidad, combustible líquido y gas, afectan también la producción y obligan a ajustar aún más los costos internos.

La especialización del negocio con empresas preocupadas por la calidad, con establos sanos, producciones sistematizadas, además de un clima adecuado, ha llevado a que la producción aumente y que los precios en general presenten estabilidad a partir de marzo de 2004²².

Gráfico B8. Precio de la leche al productor en Santander



Fuente: FEDEGAN – Coordinación de Recaudos – Cálculos Oficina de Planeación.

En el gráfico B8 se observa el incremento del precio al productor en Santander desde enero de 2003 con un precio nominal de \$460/L, hasta febrero de 2005 donde alcanzó \$540/L.

²² La República. Agosto 5 de 2004.

ANEXO C. ANÁLISIS PRELIMINAR DEL MERCADO DE DERIVADOS LÁCTEOS

La leche y los productos lácteos constituyen una fuente abundante y cómoda de nutrientes para la población de muchos países, y es precisamente por las características de la leche fresca que el comercio mundial de productos lácteos se realiza en términos de los derivados de la leche, con un volumen considerable.

C.1. MERCADO MUNDIAL

C.1.1. Mercado mundial medido desde la variable producción

Aunque el comercio mundial de lácteos es marginal respecto a la producción total, tiene buenas perspectivas debido a la tendencia creciente de la demanda en diferentes países. Los productos que más se comercializan son la leche entera en polvo, producto líder por su facilidad de transporte, almacenamiento y duración, y en menor proporción leche descremada en polvo, mantequilla, quesos y yogurt [7].

➡ Leche en polvo entera: Nueva Zelanda es el primer productor con 557.000 ton en 2004 y una participación en el mercado de 20,61%. Brasil se encuentra en segundo lugar con 420.000 ton y 15,54% de participación. Colombia ocupa el lugar 16 a nivel mundial, siendo superado en América del Sur por Chile que se encuentra en el puesto 12²³.

➡ Leche en polvo descremada: Los países de la Unión Europea y Estados Unidos produjeron cerca del 50% del volumen total mundial durante el período 2001 - 2003, participación que se mantuvo a pesar del crecimiento en la producción total. En la tabla C1 se presentan los principales productores de esta categoría.

²³ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia.

Tabla C1. Producción mundial de leche descremada en polvo (2001 - 2003)

Región	2001		2002		2003	
	Volumen (Miles de toneladas)	Part. %	Volumen (Miles de toneladas)	Part. %	Volumen (Miles de toneladas)	Part. %
Unión Europea	953	28,93	1.107	31,17	1.090	31,12
Estados Unidos	641	19,46	712	20,05	670	19,13
Nueva Zelanda	227	6,89	255	7,18	325	9,28
Australia	265	8,04	261	7,35	215	6,14
Mundo	3.294	100	3.551	100	3.503	100

Fuente: Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture USDA.
Cálculos: Corporación Colombia Internacional

➤ Mantequilla: En el período 1995 - 2004 Estados Unidos lideró con una participación de 11,19%, presentando en 2002 la cifra más alta, 614.685 ton. En segundo lugar Nueva Zelanda con una participación de 10,08% y 473.000 ton en 2004. Colombia ocupa el lugar 32 a nivel mundial, y el líder latinoamericano es Brasil que se ubica en el puesto 18²⁴.

➤ Quesos: Lidera Estados Unidos entre 1995 - 2004 con una ventaja considerable respecto al siguiente, Alemania. El primero ha llegado a producir 4.357.000 ton con una participación de 24,44% y el segundo 1.851.960 ton con 10,39%. Colombia está en el puesto 40 a nivel mundial y Argentina en el 11 como líder en Sur América con una participación de 2,02%²⁵.

C.1.2. Mercado mundial medido desde la variable consumo

Para el período 2001 - 2007, la OCDE proyecta los porcentajes de aumento de la demanda total de derivados lácteos presentados en la Tabla C2.

Tabla C2. Demanda total de derivados lácteos

Región / Producto	Quesos	Leche en polvo entera	Leche en polvo descremada	Mantequilla
OCDE	+10%	+5,1%	-2,6%	+1%
Extra OCDE	+25,6%	+22,8%	+12,8%	+25%

Fuente: European Commission, junio 2002. Prospects for agricultural markets 2002-2009.

²⁴ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia.

²⁵ Ibid.

➤ Quesos: Este mercado será el más dinámico en los años venideros. Se estima que aprox. el 60% del incremento en la demanda provendrá de los países miembros de la OCDE y posiblemente será abastecida por el crecimiento de su producción doméstica. El alza que se prevé en el consumo de la región asiática será mayormente cubierta por importaciones, especialmente en Japón, China y Corea, donde no se prevén aumentos en el suministro interno. Los principales proveedores serán seguramente Australia y Nueva Zelanda, y en menor medida la Unión Europea. Finalmente, la expansión de la demanda en Latinoamérica será cubierta tanto por la producción doméstica de cada país como por crecientes suministros desde Argentina.

➤ Leches en polvo: La OCDE y FAPRI²⁶ coinciden en afirmar que el mayor incremento de la demanda se producirá en leche entera, utilizada cada vez más para su reconstitución en leche fluida. Se prevé que esta demanda, principalmente de Latinoamérica, Norte de África y Asia, superará el potencial crecimiento de la producción interna, generando una expansión del comercio entre los miembros de la OCDE y el resto del mundo de aprox. 23% entre 2001 - 2007. Nueva Zelanda y Australia capturarán gran parte de ese intercambio adicional, en detrimento de la UE.

➤ Mantequilla: Más del 80% del crecimiento de la demanda tendrá lugar en los países de la OCDE. Los principales beneficiados como proveedores serán la UE, Nueva Zelanda y en menor medida Australia. Quizá el hecho más destacable sea que las perspectivas dependerán en buena parte de la evolución que experimente el mercado en Rusia, dado su rol protagónico en la demanda de importación a nivel mundial²⁷.

C.1.3. Mercado mundial medido desde la variable precio

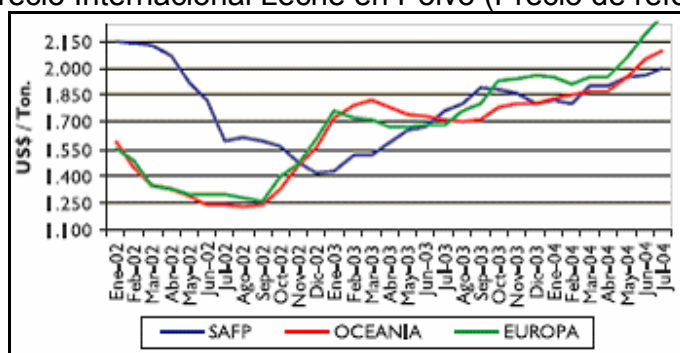
Los precios internacionales de los derivados lácteos han aumentado a partir de septiembre de 2002, luego de haberse retraído drásticamente desde mediados de

²⁶ Instituto de Investigación de Política Agrícola y Alimentaria, FAPRI (por sus siglas en inglés).

²⁷ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrociudades Colombia.

2001. Entre agosto de 2002 y febrero de 2003 el índice de precios que calcula la FAO para los lácteos pasó de 78 a 108; esto representa una recuperación del 39%. Los precios aumentaron 48% para leche descremada en polvo, 45% en leche entera en polvo, 22% para mantequilla y 17% en queso, debido principalmente al pobre crecimiento de la producción en Oceanía y Sur América, lo que determinó una reducción de los volúmenes exportables. En el gráfico C1 se muestran los precios internacionales de la leche en polvo en el período enero 2002 - julio 2004.

Gráfico C1. Precio Internacional Leche en Polvo (Precio de referencia SAFF²⁸)



Fuente: Sistema de Información Ganadera SIGA, Oficina de Planeación FEDEGÁN

Durante 2004 los precios de los lácteos estuvieron por encima del promedio habitual. Esto se atribuye al incremento de la demanda de los países asiáticos, al limitado crecimiento de la oferta y a la reducción de los subsidios a la producción. Para el mediano plazo, tanto OCDE como FAPRI coinciden en sostener que las perspectivas de un mayor crecimiento económico y la consecuente tonificación de la demanda de productos lácteos generarán un sostenido aumento de los precios internacionales. Sin embargo, advierten que la rápida expansión de la oferta en las regiones que producen leche a bajos costos, como Oceanía y América Latina, amortiguará dichas alzas.

Para el queso y la mantequilla se estiman incrementos entre 1 - 3% anual, impulsados por la creciente demanda mundial. En contraste, se prevé que las alzas

²⁸ Sistema Andino de Franjas de Precios SAFF.

serán más moderadas en las leches en polvo, especialmente en la descremada, que enfrentará la competencia de la leche entera y del suero en polvo.

C.2. MERCADO NACIONAL

C.2.1. Mercado Nacional medido desde la variable producción

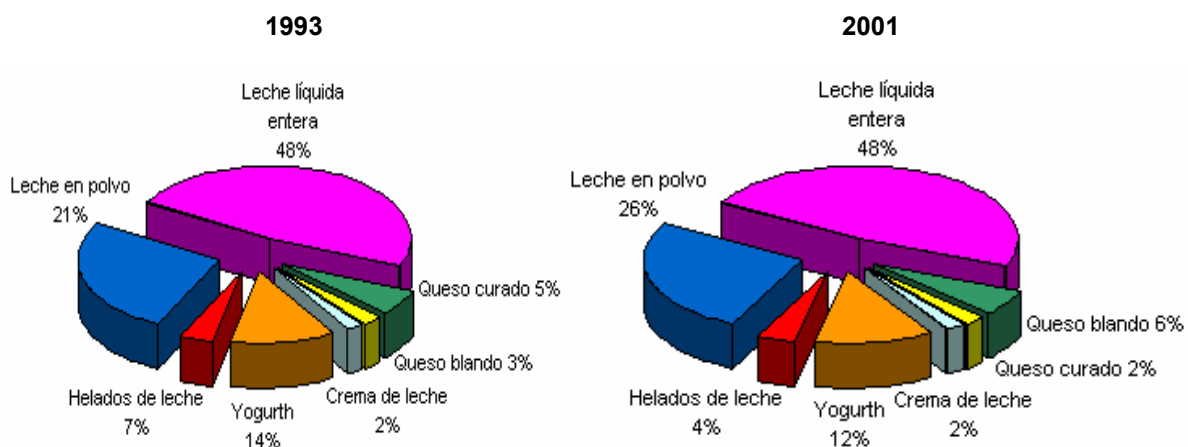
La producción industrial de lácteos se originó en la elaboración artesanal de quesos y mantequilla. A mediados de los años 50, se inicia el desarrollo de productos como leche en polvo, yogurt y kumis, que se caracterizó por un sistema de innovación lento en materia de procesos y productos, debido a la falta de competencia externa y a los controles de precios que existieron hasta 1989. En la década de los 90 la producción de derivados fue el subsector que mayor dinamismo y expansión mostró debido a una reactivación del desarrollo tecnológico de las empresas de lácteos, inducido por la necesidad de incorporar valor agregado a los productos. Esta expansión tiene también su explicación en factores de demanda como las altas tasas de crecimiento urbano, la consolidación de una clase media ciudadina y en general los factores constitutivos del desarrollo del país en las últimas décadas.

La evolución de este mercado ha llevado a la consolidación de varias empresas en el país como Colanta, Alpina, Nestlé, Lechesan, Parmalat, Proleche, Cicolac, Colácteos y Alquería. En el año 2000, Colanta, ubicada en Antioquia, alcanzó una participación de 27,62% en el mercado nacional; Proleche-Parmalat, que opera en las regiones atlántica y central, 8,89%; Nestlé-Cicolac, que opera principalmente en Cesar y Valle del Cauca, 8,41%; Alpina, que opera principalmente en Cundinamarca, 6,03%; La Alquería, opera en el mismo departamento, y su participación en el mercado nacional fue de 3,97% para dicho año²⁹.

²⁹ Asociación de Procesadores de la Leche ASOLECHE.

La producción de la industria láctea durante 1993 - 2001 pasó de 1,7 a 2,1 billones de pesos, un incremento de 26,1 a 3,4% anual. La leche en polvo entera aumentó su participación dentro del total producido por la industria en un poco más de 5% y junto con la leche pasteurizada y ultrapasteurizada (UTH) representaban en el año 2001 cerca del 70% del mercado total de lácteos; otros productos con importante crecimiento son los postres y otros preparados a base de leche. El gráfico C2 presenta un paralelo entre 1993 - 2001 de la distribución del valor de la producción de productos lácteos en Colombia.

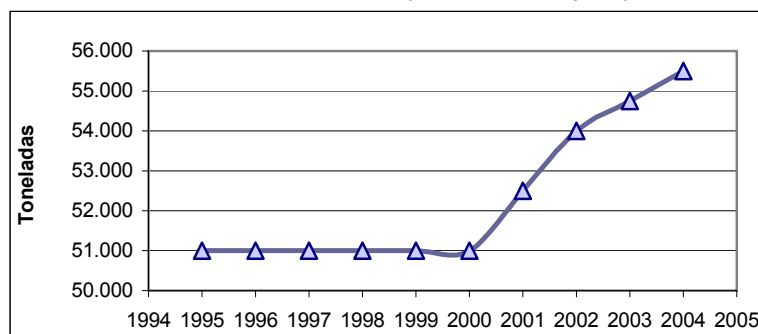
Gráfico C2. Distribución del valor de la producción de lácteos en Colombia



Fuente: Encuesta anual manufacturera EAM. Cálculos Observatorio Agrocalendas.

En el caso de los quesos, luego de la diversificación de la oferta de productos en este segmento del mercado en los primeros años de la apertura económica, las preferencias de los consumidores colombianos se decantaron por productos “frescos”, y por tanto, se incrementó la producción de queso blando de 2,5% a 5,8%. La producción de quesos en el país se mantuvo alrededor de 51.000 ton entre 1995 - 2000, y luego experimentó un crecimiento hasta producir más de 55.000 ton en 2004. En el gráfico C3 se presenta el histórico de la producción nacional de quesos.

Gráfico C3. Producción Quesos (Todos los tipos) en Colombia

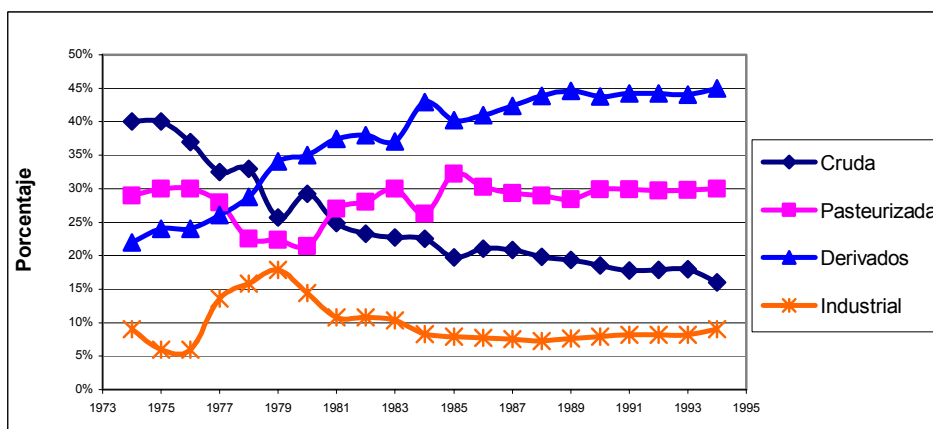


Fuente: FAO Cálculos Observatorio Agrocadenas Colombia

C.2.2. Mercado Nacional medido desde la variable consumo

El consumo de lácteos con alto valor agregado como yogurt, kumis, leche larga vida o UHT, bebidas saborizadas y algunas variedades de quesos se ha incrementado en las últimas décadas. A mediados de los años 70 se consumía 40% del total de la producción de lácteos en forma de leche cruda, 29,5% en leche pasteurizada y 23% en derivados con alto valor agregado. A mediados de los años 90 el consumo de leche cruda fue sólo de 16%, 30% en leche pasteurizada y 45% en derivados. Esto se observa en el gráfico C4 para un período comprendido entre 1974 - 1994.

Gráfico C4. Consumo de lácteos



Fuente: ANALAC, Nestlé y Minagricultura

En la tabla C3 se observa que entre 1993 - 2002 productos como crema de leche y quesos, presentaron crecimiento en consumo per cápita en más de 3% por año y las

leches ácidas en 1,60%; el consumo de queso pasó de 360 a 510 g/Hab. Esto gracias a la mayor variedad de productos que satisface preferencias y necesidades.

Tabla C3. Consumo per cápita de los principales bienes derivados (Kg / Hab)

Año	Crema de Leche	Quesos y Afines	Helados de Leche	Leches Ácidas*	Leche Condensada	Mantequilla	Leche Líquida*
1993	0,12	0,36	0,65	2,07	0,11	0,10	24,00
1994	0,13	0,44	0,88	2,09	0,11	0,15	27,00
1995	0,22	0,45	0,64	2,44	0,12	0,15	30,00
1996	0,28	0,46	0,60	2,96	0,15	0,15	30,00
1997	0,17	0,58	0,56	2,68	0,11	0,16	30,00
1998	0,19	0,55	0,58	2,81	0,13	0,14	31,00
1999	0,19	0,60	0,40	2,55	0,11	0,12	29,00
2000	0,18	0,53	0,38	2,40	0,11	0,11	30,00
2001	0,20	0,58	0,41	2,75	0,15	0,13	28,00
2002	-	0,51	0,52	2,34	-	-	-
Tasa de Crecimiento	3,50%	4,00%	-6,70%	1,60%	1,30%	-0,70%	1,50%

Fuente: EAM, 2002. Cálculos Observatorio Agrocadenas.

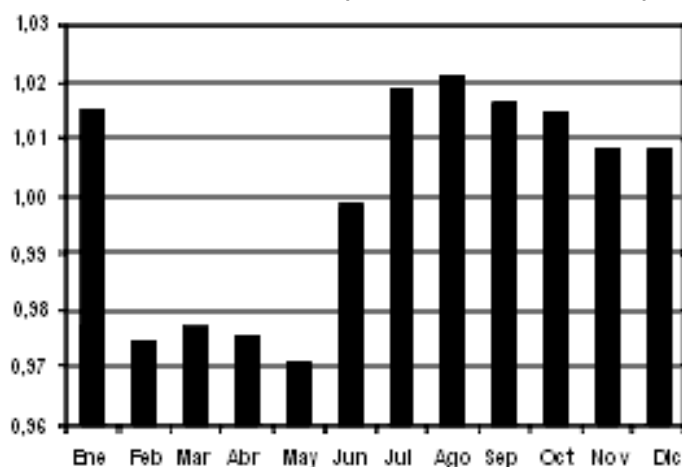
* Leches Ácidas y Leche líquida se encuentra en litros por habitante.

C.2.3. Mercado nacional medido desde la variable precio

La producción de leche en el país se tipifica por contar con precios estacionales, que se distribuyen dependiendo del régimen de lluvias y sequía que afecta la disponibilidad de pastos y por tanto la leche producida.

Para el producto más dinámico, leche en polvo, los precios más bajos se presentan entre febrero y mayo por sobreoferta de leche y a partir de junio se mantiene elevado con respecto a la media (gráfico C5). Este comportamiento genera inestabilidad en los precios y en los ingresos a los productores, pues afecta los flujos de efectivo de la empresa ganadera y no permite una buena planeación de la capacidad de procesamiento de la industria.

Gráfico C5. Índice de estacionalidad del precio de la leche en polvo (1998 - 2004)



Fuente: Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario SIPSA.
Cálculos Observatorio Agrocadenas

C.3. MERCADO REGIONAL

C.3.1. Mercado regional medido desde la variable producción

En Santander, en el 2003, los establecimientos dedicados a la elaboración de lácteos fueron 67³⁰, ocupando el sexto lugar a nivel nacional con una participación de 6,28%. La mayor parte de las empresas del sector se dedican a la producción de quesos con 184.000 unidades 400g/mes. Las demás empresas son pasteurizadoras y productoras de helados, arequipe, mantequilla, kumis y yogurt [2]. La distribución de estas empresas en Bucaramanga y su área metropolitana se presenta en la tabla C4.

Tabla C4. Distribución de las empresas de lácteos

Producción	Participación (%)
Queso	44%
Helados	28%
Leche Pasteurizada	11%
Yogurt y Kumis	11%
Cuajada	6%
TOTAL	100

Fuente: Perfil mercado industrial de alimentos. ICER.

³⁰ Observatorio Agrocadenas con base en la información de Confecamaras, Supersociedades y Supersolidaria.

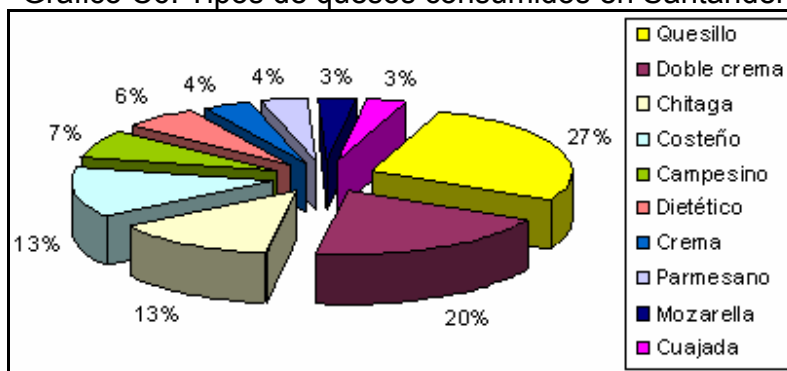
El sector de lácteos en Santander tiene proyección por el consumo ascendente de la variedad de productos lácteos, en todos los estratos sociales y por la posibilidad de innovar en el desarrollo de productos, siendo necesario actualizar la tecnología en formulaciones para garantizar rendimiento y mejora de la vida útil.

C.3.2. Mercado regional medido desde la variable consumo

El consumo de leche y sus derivados, principalmente el queso, ha presentado un incremento significativo en los últimos 5 años debido en parte a la conciencia en los consumidores de su importancia en la dieta diaria gracias a campañas educativas de entidades como la Secretaria de Salud y al impulso en mercadeo y publicidad de empresas privadas reconocidas como Alpina, Colanta, Yoplait y Parmalat.

Los quesos que presentan mayor consumo son el quesillo, 27%, doble crema, 20%, chitagá y costeño, con 13%, sobre el total producido (gráfico C6). En Bucaramanga los supermercados registran ventas de quesos aproximadas de 110.274 lb/mes, dando esto un promedio semanal de consumo per cápita de media libra.

Gráfico C6. Tipos de quesos consumidos en Santander

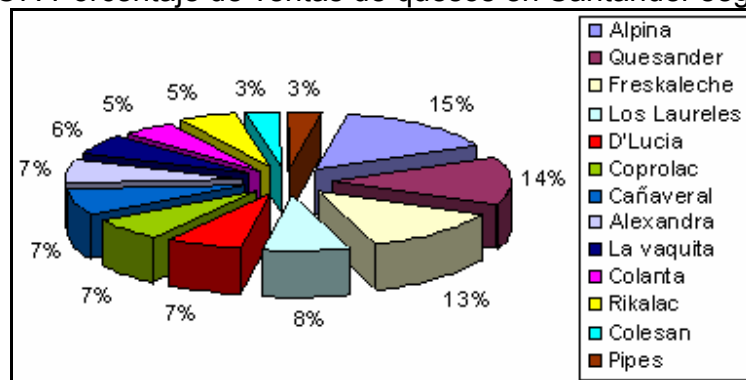


Fuente: Perfil mercado industrial de alimentos. ICER. Cámara de Comercio. Bucaramanga.

La oferta de derivados como queso en Bucaramanga está determinada para el cubrimiento del 92% de la demanda actual. Empresas como Alpina, Quesander y Freskaleche controlan 42% de las ventas de quesos en los supermercados, ya sea por tradición, procesos mejorados y excelente labor de mercadeo o por una alta

cobertura geográfica. En el gráfico C7, se presentan los porcentajes de ventas de queso en Santander según la preferencia en marcas de los consumidores.

Gráfico C7. Porcentaje de ventas de quesos en Santander según marca



Fuente: Perfil mercado industrial de alimentos. ICER.

C.3.3. Mercado regional medido desde la variable precio

Las fuerzas de oferta y demanda fijan los precios de la mayoría de los productos. Sin embargo, para el establecimiento del precio de venta se hace necesario conocer los costos de producción, los costos fijos y los demás costos variables, además, el nivel de inflación proyectado, los precios de la competencia y la utilidad promedio esperada. Las tablas C5 y C6 muestran los precios promedio asignados para diferentes variedades de queso en Bucaramanga actualmente. El queso parmesano es el de mayor precio, \$8.000/250g, seguido por el mozzarella y campesino. El precio promedio de venta del queso doble crema es \$2.400/250g. En cuanto a marcas, el queso doble crema de mayor precio es el de Alpina, \$2.800/250g y los de menor precio son los de empresas productoras a pequeña escala.

Tabla C5. Precios del queso doble crema / 350 g

Marca	Precio (pesos)
Alpina	3.900
Yoplait	3.800
Pipe's	3.450
Freskaleche	3.400
Otros	3.250

Fuente: Perfil mercado industrial de alimentos. ICER.

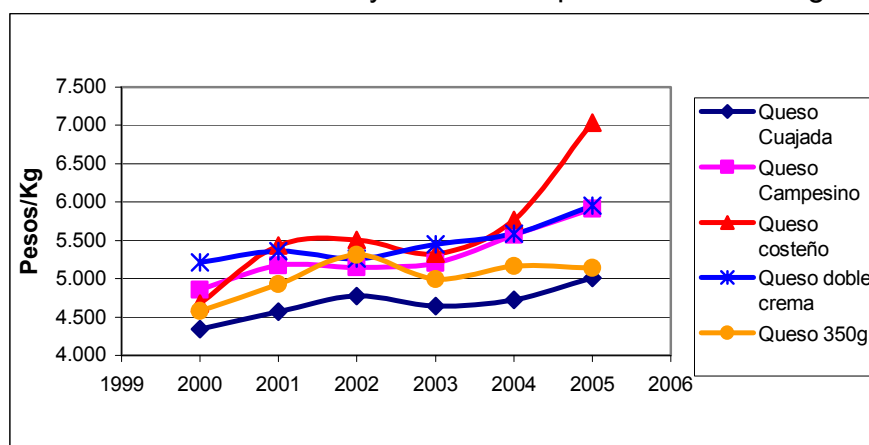
Tabla C6. Precio promedio de venta de diferentes tipos de quesos. Bucaramanga

Tipo de Queso	Peso (g)	Precio de venta prom (\$)
Chitagá	500	4.700
Doble crema	500	4.800
Quesillo	400	3.800
Costeño	400	3.600
Cuajada	500	3.500
Campesino	250	2.700
Dietético	500	5.100
Mozarella	250	2.700
Crema	250	2.400
Parmesano	250	8.000

Fuente: Perfil mercado industrial de alimentos. ICER.

En el gráfico C8 se presenta la tendencia de los precios mayoritarios de algunos tipos de quesos en Bucaramanga entre el segundo semestre de 2000 a enero de 2005; el precio del queso costeño fue el único que presentó en este período incrementos considerables pasando de \$4.500/Kg en 2000 a \$7.000/Kg al finalizar el período.

Gráfico C8. Precios mayoritarios de queso. Bucaramanga



Fuente: Corporación Colombia Internacional - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Cálculos Observatorio Agrocadenas Colombia

ANEXO D. DESARROLLO EXPERIMENTAL

D.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

D.1.1. Leche

D.1.1.1. Adecuación y preparación de muestras

➤ **Recepción de la leche:** Se llevó a cabo la determinación, por inspección, de la calidad del producto natural para eliminar la leche fermentada, alterada u ostensiblemente modificada. Se comprobó que la temperatura de la leche no fuera superior a 10°C para no favorecer el desarrollo microbiano. También se realizó determinación de impurezas visibles de la leche pasándola por filtros de diferente diámetro, para garantizar una mejor limpieza. Se clasificó la leche por el contenido de impurezas en tres categorías: limpia, ligeramente impura y muy impura.

➤ **Preparación de la muestra para análisis:** Se llevó la muestra de leche a aprox. 20°C y se mezcló por trasvase en otro recipiente limpio, repitiendo hasta asegurar una muestra homogénea. Si había presencia de grumos de crema se dispersaban calentando la leche en baño de agua hasta 38°C, mezclando hasta homogeneidad. Luego se llevaba nuevamente a 20°C antes de medir un volumen para analizar.

D.1.1.2. Características organolépticas: La leche fresca obtenida en circunstancias normales debe ser de color blanco intenso y completamente opaca. Su color se atribuye a reflexión de la luz por las partículas del complejo caseinato-fosfato-cálcico en suspensión coloidal y por los glóbulos de grasa en emulsión. La leche parcial o totalmente descremada o adulterada con agua, presenta color blanco con tinte azulado. Debe tener olor débil característico por la presencia de compuestos volátiles orgánicos de bajo peso molecular como ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de

sulfato de metilo. El sabor natural de la leche no es ácido ni amargo, es suave, pastoso y ligeramente dulce por su contenido de lactosa.

D.1.1.3. Determinación de la composición

Tabla D1. Composición media de la leche normal de vaca

Constituyentes	Descripción	%m/m
Extracto seco total		12,50
Extracto seco no graso		9,00
Agua		87,50
Materia grasa		3,50
Proteínas	Principalmente caseína y en menor importancia lactoalbúmina y lactoglobulina.	3,50
Lactosa	Azúcar de la leche.	4,70
Sales minerales	<u>Macroelementos (g/Kg leche):</u> Fosfatos (2.1), citratos (2), potasio (1.5) y calcio (1.2). <u>Oligoelementos (mg/Kg leche):</u> Cobre (0.25), hierro (0.65), zinc (0.42), cobalto (0.25), estaño (0.11). <u>Otros:</u> Contiene vestigios de yodo, azufre, manganeso, aluminio, boro, silicio y estroncio.	0,80
Contiene además enzimas, vitaminas liposolubles, ácidos libres carotenoides, y gases disueltos.	<u>Enzimas:</u> Peroxidasa, catalasa, xantinoxidasa (Enzima de Schardinger), fosfatasa, fosfatasa alcalina, fosfatasa ácida, lipasa, reductasa. <u>Ácidos orgánicos:</u> Se encuentra originalmente ácido cítrico (alrededor de 2.45 g/kg de leche). El ácido láctico, el butírico y los demás presentes son productos metabólicos que se originan en la fermentación de la lactosa, debida a microorganismos. <u>Gases:</u> Poco después del ordeño, contiene 5-10 %v de CO ₂ , 2-3 %v de N ₂ y 0,5-1 %v de O ₂ . La espuma formada en el ordeño manual demuestra que aprox. la mitad de los gases se desprenden. Durante el almacenamiento posterior sigue disminuyendo el contenido gaseoso.	

Fuente: SPREER, Edgar. Lactología Industrial. Zaragoza: Acribia, 1975.

➤ **Materia Grasa:** Juega un papel muy importante en la calidad del producto final, especialmente al referirse a palatividad, suavidad y untabilidad. Se determinó por el método Gerber, cuyo principio comprende la separación de la grasa de su fase acuosa mediante la centrifugación, luego de haber añadido ácido sulfúrico a la leche. Con este ensayo se comprueban aguamientos y descremados fraudulentos. En este método, al mezclarse la grasa con ácido sulfúrico en determinadas proporciones, el ácido precipita y disuelve las proteínas y demás constituyentes de la leche excepto la grasa. Al mismo tiempo, digiere la membrana del glóbulo de grasa y eleva la temperatura de la muestra, disminuyendo la tensión interfacial (grasa - fase acuosa ácida) y la viscosidad. En estas condiciones la grasa funde, se aglomera y tiende a separarse favorecida por la diferencia de su densidad (0,93) y la de la mezcla ácida

(1,43). El método utiliza alcohol isoamílico que ayuda a disminuir la tensión interfacial favoreciendo la ruptura de la emulsión, la separación de la grasa, además de prevenir la sulfonación y carbonización de la misma. Con el objeto de estandarizar el contenido graso, se puede considerar la adición de leche descremada o suero de leche si es muy alto, o en el caso contrario, crema de buena calidad.

➔ **Extracto seco total (Sólidos totales):** El porcentaje promedio normal de sólidos totales está representado por grasa en emulsión, proteínas en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución. Para efectuar esta prueba se colocaron 10 ml de leche sobre una cápsula de porcelana previamente tarada y pesada, y se puso en baño maría a 80°C hasta reducir el volumen a la mitad. Luego se llevó a la estufa a 110°C, durante una hora o hasta peso constante.

➔ **Extracto seco no graso:** Se obtuvo por diferencia entre el valor de extracto seco total y el valor de materia grasa. Su disminución es otro índice de adulteración por aguado o por descremado.

➔ **Determinación de Cenizas, Calcinación:** Se continuó el procedimiento de extracto seco total llevando las cápsulas a la mufla a no más de 550°C, incinerando hasta obtener cenizas libres de carbón. Al enfriarse se pesaron y se calculó el porcentaje de cenizas totales por diferencia de peso.

D.1.1.4. Análisis fisicoquímicos

Tabla D2. Rangos de valores de propiedades fisicoquímicas en la leche

Propiedad Fisicoquímica	Rango normal	T °C
Densidad	1.030 – 1.033 g/ml [15]	15
pH	6.5 – 6.8	-
Índice de refracción	1.3474 – 1.3506	20
Viscosidad	1.4 – 1.9 cP	26
Acidez titulable	0,13 – 0,18 %m/v Ác. Láctico [15]	-

Fuente: SPREER, Edgar. Lactología Industrial. Zaragoza: Acribia, 1975.

➔ **Densidad:** Con su medición se descubre la adulteración más simple, el

aguamiento. En ocasiones se incorporan sustancias como el almidón, para compensar la disminución de la densidad, pero este se puede detectar con yodo, que lo colorea de azul. Se sumergió un lactodensímetro y se dejó estabilizar en una muestra de 200 ml, tomando la lectura a nivel de la superficie. Se hicieron las debidas correcciones por cada grado de temperatura mayor o menor.

➤ Determinación de pH: Valores por encima del rango generalmente se observan en leches mastíticas, mientras que valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana. Se determinó con pH metro en muestras de 25 ml.

➤ Índice de refracción: Es inversamente proporcional al agua adicionada. Por este método se detecta adulteración cuando el porcentaje de agua es mayor de 10 o 15%. Se determinó con refractómetro.

➤ Viscosidad: Como consecuencia del rozamiento de la grasa emulsionada y de las proteínas suspendidas, la viscosidad de la leche viene a ser el doble que la del agua y aumenta al coagularse las proteínas o elevarse el contenido graso. Si el valor de la viscosidad para leche no está en el rango, es posible que haya sido alterada por el desarrollo de ciertos microorganismos capaces de producir polisacáridos que, por la acción de ligar agua, aumentan la viscosidad (leche mastítica, leche hilante). Se determinó mediante un viscosímetro Brookfield a temperatura ambiente (26°C).

➤ Acidez: El valor de la acidez titulable en la leche es debido a su contenido de anhídrido carbónico, proteínas y algunos iones como fosfato, citrato, etc. Esta determinación representa valiosa información sobre la calidad sanitaria del producto, pues normalmente la leche no contiene ácido láctico; sin embargo, por acción bacteriana la lactosa sufre un proceso de fermentación que forma este y otros componentes que aumentan la acidez. Para realizar esta prueba se agregaron 2 gotas de fenoftaleína a 9 ml de leche y se tituló con NaOH 0,1N. Los resultados se expresan como % m/v de ácido láctico (1 ml de NaOH 0,1N = 0,009 g de ácido láctico).

➤ Prueba de alcohol: A medida que se producen ácidos, se modifican las estructuras proteicas y la leche se coagula cuando se mezcla con alcohol o se somete a ebullición. Una leche positiva a esta prueba, tiene mal olor y sabor, se corta a ebullición y contiene millones de bacterias; indica también poca estabilidad de la leche al calor y por tanto no será apta para ser sometida a tratamiento térmico como pasteurización o esterilización. En un tubo de ensayo se vertieron 5 ml de leche y 5 ml de etanol 68 - 72% (a esta concentración produce floculación o coagulación cuando la acidez es alta) y se mezclaron invirtiendo el tubo. Luego se observó a contraluz e inclinando el tubo en varias direcciones el comportamiento de la mezcla. La temperatura de trabajo debe ser de 20 °C aproximadamente.

➤ Análisis de Preservativos:

Formaldehído: En un tubo de ensayo se adicionaron 5 ml de leche, 5 ml de ácido clorhídrico concentrado y 2 gotas de cloruro férrico al 5%. Se calentó hasta ebullición. La aparición de un color violeta es prueba positiva.

Peróxidos: En un tubo de ensayo se mezclaron 5 ml de leche, 5 ml de ácido clorhídrico concentrado y 2 gotas de formol. Se calentó a 60°C en baño maría. La producción de una coloración violeta-azul, es prueba positiva.

➤ Determinación de la aptitud de la leche para quesería: Se realizó la prueba de lactofermentación que informa sobre la capacidad de la leche para transformarla en queso y evalúa la presencia de antibióticos [27]. La leche cruda se incubó en tubos de ensayo por 24h a 37°C. Después se observaron las modificaciones que experimentó, como producción de gas, espuma, escisión de las proteínas; la ausencia de cambio alguno denota la presencia de sustancias que inhiben el desarrollo microbiano. La leche se puede clasificar en tres tipos por el olor y el aspecto:

Tipo I: Leche de condiciones óptimas para quesería (olor puro a ácido láctico, coagulación gelatinosa uniforme; desprendimiento nulo o escaso de suero; sin producción de gas o sólo en cantidad reducida).

Tipo II: Leche de aptitud condicionada para quesería (olor ligeramente defectuoso; por ejemplo a establo en una medida no acentuada; coágulo contraído en grandes copos, fragmentado por los gases o esponjoso, desprendimiento de suero viscoso).

Tipo III: Leche no apta para quesería (olores defectuosos; por ejemplo, a pienso, a establo, a fermentos; coágulo muy fragmentado por los gases o desplazado hacia arriba, en parte deshecho, desprendimiento intenso de suero blanquecino y turbio).

D.1.2. Gelatina

D.1.2.1. Determinación de la composición: En general la gelatina contiene aproximadamente 84 - 90% proteína, 1 - 2% sales minerales y agua.

➡ Determinación de las cenizas, Calcinación: Se determinó a partir de una muestra de 2 - 3 g puesta en una cápsula de porcelana, incinerando al mechero y aumentando gradualmente el calor, hasta que no existió presencia de humos. Luego se colocó en la mufla a 525°C hasta obtener cenizas blancas o ligeramente grises.

D.1.2.2. Análisis Organolépticos

➡ Transparencia y color: Se examinó una solución al 9% de gelatina en agua destilada a 40°C. La gelatina debe ser incolora o de tonalidad ambarina. A medida que el tamaño de partícula disminuye el producto se torna más claro.

➡ Sabor y Olor: Se determinó con una solución de gelatina en agua destilada a una concentración del 1%. Debe tener sabor y olor característico.

D.1.2.3. Análisis Físicoquímicos

➡ Solubilidad: La gelatina es insoluble en agua fría; cuando es añadida, las partículas se hinchan absorbiendo varias veces su peso en agua y una vez hidratadas entran fácilmente en solución al incrementar la temperatura. Debe

presentar solubilidad al 3% en agua destilada a 15°C y se presentará como coloide claro o translúcido; debe ser soluble en ácido acético (aprox. 5 N) y en una mezcla de agua caliente y glicerina, e insoluble en alcohol, cloroformo, éter, sus mezclas y en aceites volátiles. Se realizaron las pruebas de solubilidad antes mencionadas.

➤ Viscosidad: Se determinó mediante un viscosímetro Brookfield. Generalmente varía entre 2,5 y 6,0 cP a 60°C, medida a una concentración de 6,66%. Una solución de gelatina sufre una pérdida en su fuerza de gelificación y en su viscosidad cuando se expone a altas temperaturas por períodos de tiempo prolongados. Esta situación se incrementa bajo condiciones de pH bajos, tal como ocurre en formulaciones que tienen ácidos orgánicos o jugos de frutas. Esta pérdida es el resultado de la hidrólisis ácida de las moléculas de gelatina y es función de la temperatura y del pH.

➤ Determinación de pH: Se determinó en soluciones de gelatina al 2% a 20°C utilizando un pH metro. Para esta concentración el rango de pH debe ser de 4 a 7.

D.1.3. Fruta

D.1.3.1. Descripción y análisis organolépticos: Las características mínimas de calidad son: forma y color propio de la variedad, siendo este último homogéneo y acorde al estado de madurez; aspecto fresco y consistencia firme; deben ser sanas, no afectadas por podredumbre, libres de ataque de insectos (o con ligeras cicatrices superficiales), libres de enfermedades; exentas de olores, sabores o materias extrañas visibles; prácticamente libres de magulladuras o con algunas leves [8, 9,10].

D.1.3.2. Análisis Físicoquímicos

➤ Determinación de pH: Se determinó en extractos acuosos filtrados de frutos utilizando un pH metro.

➤ Determinación de acidez titulable: Se titularon 5 ml de cada extracto en solución

con 50 ml de agua con NaOH 0,1 N en presencia de fenolftaleína o hasta un pH de 8,2 (punto de neutralidad).

➔ Sólidos solubles: Se midió este porcentaje con la ayuda de un refractómetro; el valor depende de la variedad y del grado de maduración y conservación de la fruta.

D.1.4. Enzima Lactasa

➔ Información técnica

Tabla D3. Dosificaciones estimadas de MAXILACT

Dosificación de MAXILACT 2000 (ml/L)	Tiempo de reacción (horas)	Temperaturas de reacción (°C)	Grado de Hidrólisis (%)
0,3-0,5	10	5	20
0,1-0,2	24	5	20
0,5-0,9	1	30	20
0,1-0,2	4	30	*20
*0,2-0,4	*1	*40	20
0,05-0,1	4	40	20
1,0-1,6	10	5	50
0,5-0,7	24	5	50
2,1-3,1	1	30	50
0,5-0,8	4	30	50
0,9-1,4	1	40	50
0,2-0,4	4	40	50
3,5-5,4	10	5	80
1,5-2,2	24	5	80
6,9-10,4	1	30	80
1,7-2,6	4	30	80
2,9-4,4	1	40	80
0,7-1,1	4	40	80

Fuente: Ficha Técnica Laboratorio Interenzimas. MAXILACT Lactasa de levadura láctea.

Tabla D4. Especificaciones técnicas MAXILACT L 2000

Actividad	2000 Neutral Lactase Units (NLU) / g que equivalen a 3000 Lactase Activity Units (LAU) / ml
Características físicas	Líquido de color ámbar claro, opaco y viscoso
Densidad	1,20 g/ml
Inhibidores	Zinc, Calcio en altas concentraciones, Cobre y Sodio
Activadores	Magnesio, Potasio y fosfatos

Fuente: Ficha Técnica Laboratorio Interenzimas. MAXILACT Lactasa de levadura láctea.

D.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS Y PRODUCTOS SELECCIONADOS

D.2.1. Etapas del Proceso de elaboración de Queso doble crema deslactosado relleno.

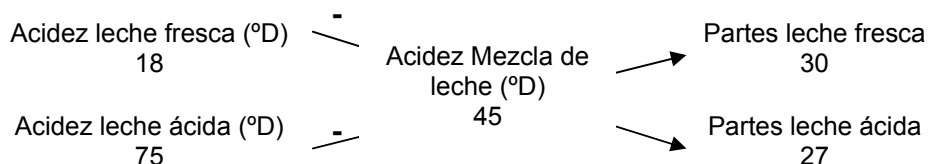
D.2.1.1. Pasteurización

Tabla D5. Sistemas de calentamiento e higienización de la leche

Sistema de calentamiento	Temperatura (°C)	Duración del calentamiento	Efecto germicida (%)	
Pasteurización baja o lenta	62-65 68-72	30 min 8-40 seg	95 99	Sistemas de Pasteurización
Pasteurización rápida	71-74	40-45 seg	99,5	
Pasteurización alta	85	8-15 seg	99,9	
Ultrapasteurización	135-150	2-8 seg	99,9-100	Sistemas de Esterilización
Esterilización	110-115	20-25 min	100	

Fuente: SPREER, Edgar. Lactología Industrial. Zaragoza: Acribia, 1975.

D.2.1.2. Estandarización de la acidez: Para adecuar la acidez que el proceso exige, es necesario tener en consideración que la leche fresca posee un leve carácter ácido que aumenta progresivamente al transcurrir las horas. Este incremento será de mayor magnitud y rapidez si las condiciones higiénicas y la temperatura no son adecuadas en el manejo de la leche. A continuación se muestra la fórmula de Pearson con valores escritos como ejemplo, para calcular la cantidad de leche fresca y ácida a mezclar.



D.2.1.3. Coagulación

➡ Coagulación enzimática: Está determinada por la relación existente entre la dosis de cuajo (relacionada a su vez con la fuerza o poder coagulante de éste), la temperatura y la acidez; la velocidad de coagulación de la leche es directamente proporcional al pH cuando es inferior a 7. Es un proceso irreversible y la temperatura óptima para que se lleve a cabo es de 41 °C. La temperatura influye sobre el tiempo de coagulación (desde la adición del cuajo hasta la formación del coágulo) y sobre la

capacidad de hidratación, la contracción de la cuajada y la acidificación. Se presentan dos fases: En la *fase enzimática*, entre 5 - 55°C, la enzima separa la caseína en un 95% de paracaseína y un 5% de proteína de suero; en la *fase de coagulación*, por encima de 20 °C, la paracaseína, el calcio y el fosfato se transforman en paracaseinato cálcico y fosfático. Este complejo se precipita, provocando la consistencia gelatinosa de la leche cuajada.

➔ **Coagulación ácida:** Se utiliza principalmente en la elaboración de algunos quesos frescos y pequeños, pues proporciona quesos de pasta muy plástica pero sin cohesión. La acidificación de la leche puede efectuarse añadiendo ácido (cítrico o acético) y por medio de la fermentación láctica (coagulación láctica). Es un proceso reversible, porque acidificando aún más o añadiendo álcali a la masa coagulada, la caseína vuelve a solubilizarse.

Adición de ácido: Disminuyendo el pH hasta el punto isoeléctrico, el complejo formado por caseína, calcio y fósforo se transforma en caseína ácida, que es insoluble, y en sales cálcicas y fosfáticas. En el caso de la caseína, este punto se encuentra entre un pH de 4,5 – 4,7.

Fermentación láctica: Por acción del ácido láctico.

➔ **Coagulación por otras enzimas:** Agregando pepsina o cuajo producido por cierta clase de mohos. El cuajo de origen microbiológico tiene una fuerza proteolítica más elevada que el cuajo de origen animal. Estas enzimas producen quesos maduros con una consistencia algo más blanda. Además, pueden proporcionar un sabor amargo al queso añejo.

D.2.1.4. Desuerado

➔ **Desuerado para coagulación ácida:** Se puede efectuar en bolsas de tela fina que se cuelgan para que el suero escurra por 15 - 24 h o aplicando una presión equivalente a 1 - 2 veces el peso de la cuajada por 15 - 30 min, acumulándola contra

las paredes del recipiente. La temperatura en el local del desuerado no debe pasar los 22°C para que el producto elaborado tenga una consistencia untuosa.

D.2.1.5. Salado

- Adición de sal a la leche: Principalmente en quesos de pasta dura y firme, para acostumar los gérmenes queseros a la sal y conseguir su distribución uniforme.
- Salado de la cuajada escurrida: Empleado en algunos tipos de quesos de pasta dura y firme, como el Cheddar. Se añade sal en forma seca o en forma de salmuera.
- Salado de los quesos en salmuera: Este salado garantiza la distribución uniforme de la sal en el queso. Durante la permanencia del queso en la salmuera se produce un intercambio entre el suero y la sal. El suero arrastra consigo proteínas, sales y ácido, restándole acidez al queso. Las proteínas sedimentan en el fondo del recipiente y forman con las sales precipitadas, el barro. Por este desuerado adicional, el queso pierde de 4 hasta 10% de peso.

D.2.1.6. Prensado: Sirve para separar un poco más de suero, compactar la masa uniéndolo al grano e imprimir al queso el formato deseado. Se realiza en prensas manuales o neumáticas aplicando inicialmente baja presión y aumentando hasta doblar en intensidad. La presión puede ir de 4 a 40 veces el peso del queso, dependiendo de su consistencia, humedad y tamaño, y durante un tiempo de 20 - 30 min en quesos semiblandos hasta 24 - 48 h en quesos duros. No es durante el prensado que se elimina la mayor cantidad de agua, solo aprox. 7% del total expulsado. Se extrae parte de la humedad intersticial, pues la humedad unida a la proteína no puede ser separada por la presión. Esto indica que si el queso llega demasiado húmedo, no es posible corregir el defecto durante este proceso.

Figura D1. Diagrama de bloques Proceso de elaboración de queso doble crema deslactosado relleno.

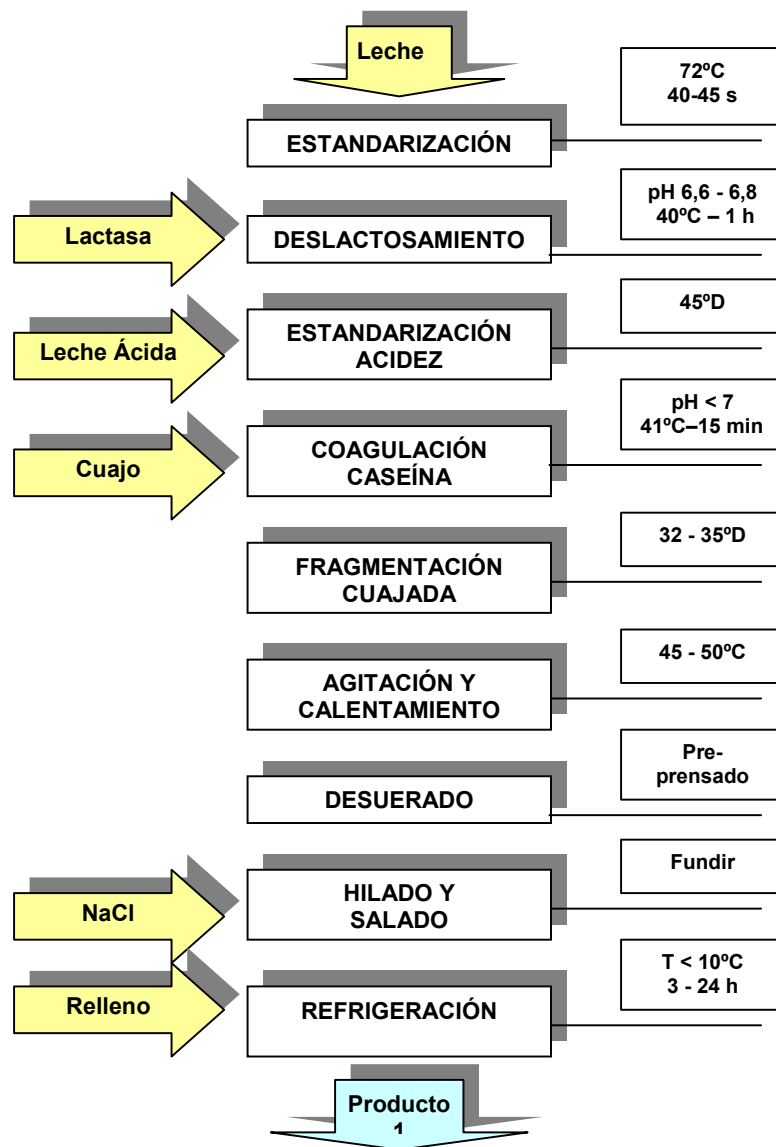


Figura D2. Proceso de elaboración de queso doble crema deslactosado relleno.

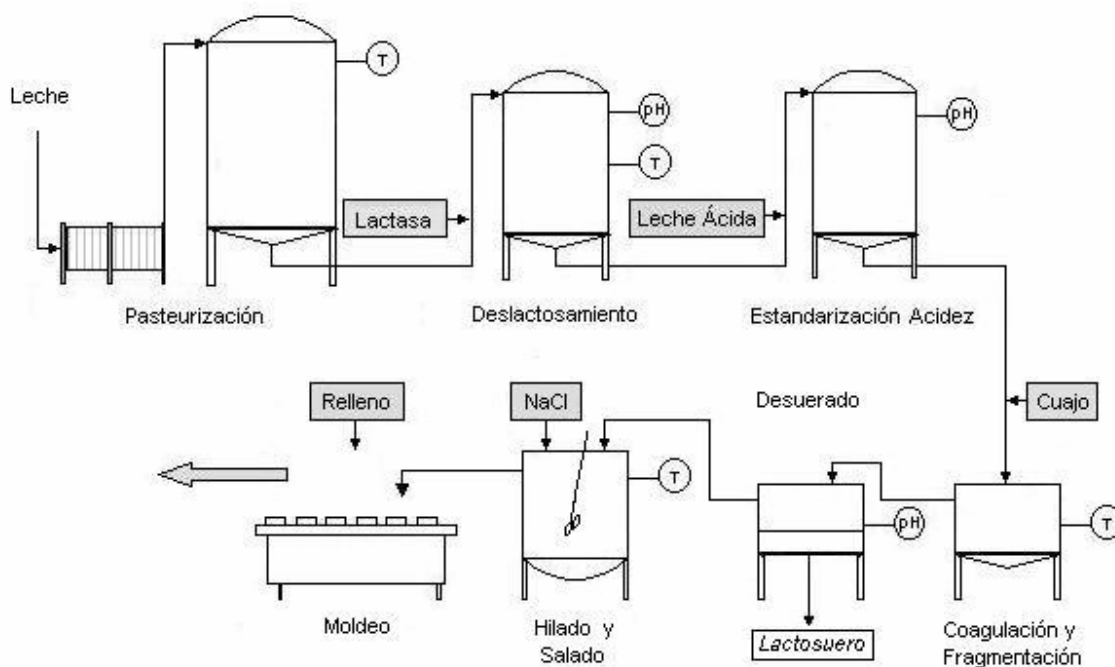
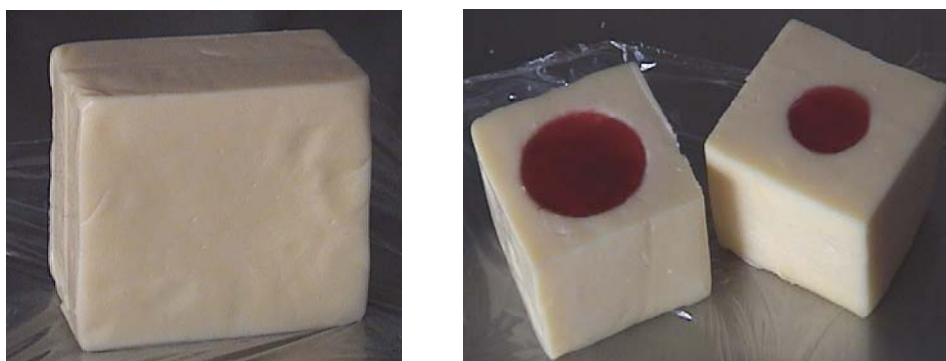


Figura D3. Muestras de Queso doble crema deslactosado relleno



D.2.2. Etapas del Proceso de elaboración de Gelatina-yogurt deslactosada.

Tabla D6. Colorantes utilizados

Fruta	Colorante	Fabricante
Mora	Rojo No. 40-Azul No.1	Hansen. Centro Agrolechero
Fresa	Rojo No. 40	Hansen. Centro Agrolechero
Melocotón	Amarillo No. 6	Hansen. Centro Agrolechero

Figura D4. Diagrama de bloques Proceso de elaboración de gelatina-yogurt deslactosada

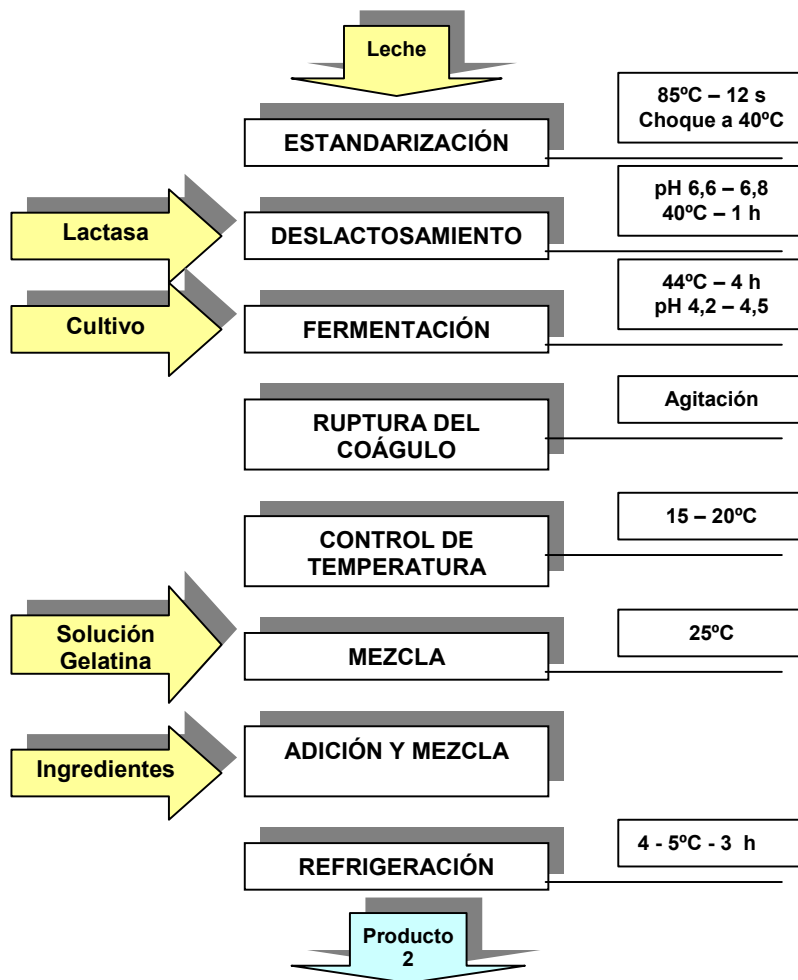


Figura D5. Proceso de elaboración de gelatina-yogurt deslactosada.

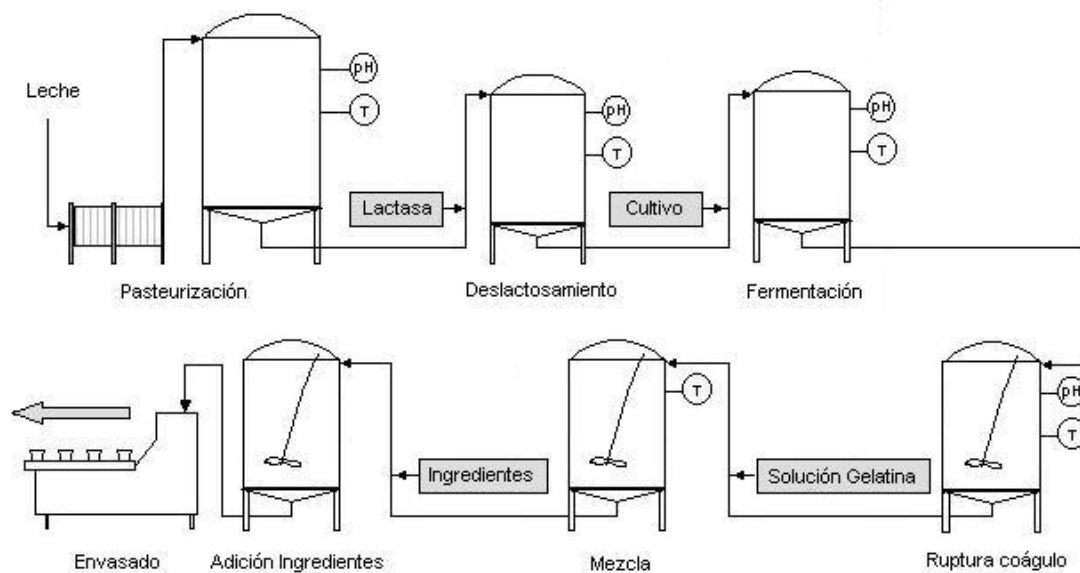


Figura D6. Muestras de Gelatina-yogurt deslactosada



ANEXO E. MERMELADA: GENERALIDADES Y ELABORACIÓN

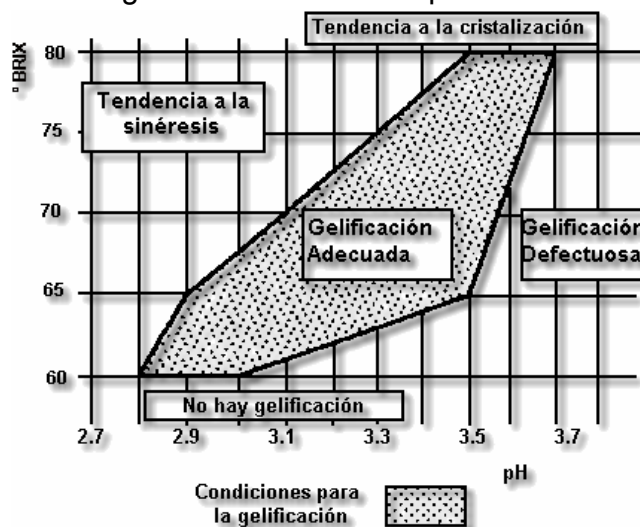
E.1. GENERALIDADES

La mermelada es una conserva de fruta con azúcar, generalmente en proporción 1:1 en peso, aunque puede variar en función del tipo de mermelada, del punto de maduración de la fruta, etc. Las principales materias primas para su elaboración son:

➤ Fruta: En Colombia la Resolución No.15789 de 1984 del Ministerio de Salud establece rangos de 20 - 40% en masa para cierto grupo de frutas en la preparación de mermeladas. El producto debe elaborarse con frutas frescas, sanas y libres de residuos de plaguicidas o de otras sustancias eventualmente nocivas, o con pulpas concentradas, frutas elaboradas o conservadas siempre y cuando reúnan las condiciones mencionadas.

➤ Azúcar: Los azúcares o edulcorantes calóricos proporcionan sabor dulce y volumen; contribuyen a la calidad del producto y actúan como preservativo en alimentos como mermeladas y gelatinas. Los más usados son sacarosa, glucosa, jarabe invertido y mieles. En algunos casos, como en alimentos dietéticos, se emplean edulcorantes químicamente procesados que no aportan calorías. El contenido en azúcar está expresado en porcentaje de sólidos solubles (% sacarosa) o °Bx. Es recomendable que el producto tenga un mínimo de 65 - 68 °Bx para asegurar su conservación. El edulcorante empleado contribuye de forma definitiva para que se produzca la gelificación final luego de la cocción y concentración hasta un nivel determinado de °Bx. Si este nivel se sobrepasa o no se alcanza es difícil lograr una adecuada gelificación; las condiciones apropiadas se muestran en la figura E1.

Figura E1. Condiciones para Gelificación



Fuente: ICTA³¹

➤ **Pectina:** Es un hidrocoloide que en solución acuosa presenta propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes. Se caracteriza porque en contacto con agua forma un retículo en el que ésta queda atrapada produciendo la gelificación. Es insoluble en alcoholes y disolventes orgánicos corrientes y parcialmente soluble en jarabes ricos en azúcares. Su uso está muy extendido en la industria transformadora de frutas debido a su propiedad funcional de gelificación en medio ácido azucarado. En Colombia las normas vigentes establecen la adición de un máximo de 1% para compensar la deficiencia de pectina, si la hubiera, en el contenido natural de la fruta. Para conocer cualitativamente si el contenido de pectina es suficiente, se toma una muestra de la fruta (durante la fase de ebullición) en un tubo de ensayo, se deja enfriar y se añade alcohol. Si la pectina es suficiente, se formará un coágulo.

➤ **Ácido:** La acidez activa necesaria para obtener la gelificación se consigue añadiendo ácido y su dosificación depende de la variabilidad de las características de la fruta. El ácido debe ser introducido al final de la cocción para crear las condiciones necesarias para iniciar la gelificación; una adición anticipada provocaría fenómenos de pre-gelificación. Los ácidos más usados son el cítrico, el tartárico y

³¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia. 2005.

más raramente el láctico y el fosfórico. El ácido cítrico es considerado más satisfactorio por su agradable sabor (usado en solución al 30% p/v); el ácido tartárico es más fuerte, más rápido y tiene un sabor menos ácido.

➡ Sorbato de potasio: Polvo o granulado color blanco, inodoro. Es un conservante muy efectivo usado en alimentos que inhibe alteraciones microbianas causadas por hongos y bacterias. No debe ser utilizado en productos en cuya elaboración entre en juego la fermentación, ya que inhibe la acción de las levaduras.

➡ Benzoato de sodio: Es un conservante bactericida y fungicida ampliamente utilizado, en la mayoría de los casos en combinación con otros conservantes, en todo tipo de alimentos, principalmente en bebidas carbónicas, ensaladas de fruta, jugos, mermeladas, jaleas, margarinas, caramelos, salsas. Es inofensivo y barato. Es efectivo solamente en medio ligeramente ácido.

E.2. ELABORACIÓN

Además del procedimiento que se sigue para la elaboración de mermelada y de la calidad de materias primas usadas, existen factores y condiciones fundamentales que contribuyen para obtener un producto que cumpla con las exigencias de calidad necesarias. Estos factores son:

➡ Sólidos solubles: En Colombia las normas establecen un contenido mínimo de sólidos solubles de 60%. El rendimiento teórico de una formulación está calculado sobre el total de la materia sólida de los componentes, cuyos valores no sufren variaciones con la cocción. Los valores aproximados de los sólidos solubles de las principales materias primas se muestran en la tabla E1.

En el caso de la fruta, el valor de los sólidos solubles depende de la variedad y del grado de maduración y de conservación de la fruta. En lo relacionado con la concentración de azúcar, aumenta con la cocción no solo por la eliminación del agua

Tabla E1. Sólidos solubles de materias primas

Materia Prima	%
Sacarosa	100
Ácido seco	100
Pectina seca	100
Fruta	5 - 30

Fuente: ICTA

sino también por la inversión de la sacarosa. En un producto con un valor teórico del 65% de sólidos solubles y con 30% de sacarosa invertido, el incremento de las sustancias sólidas es de cerca del 1% del peso del producto terminado, resultando así un valor real de sólidos solubles del 66%.

➤ **Porcentaje óptimo de azúcar invertido:** La cantidad de azúcar invertido en el producto final debe ser siempre menor a la de sacarosa presente. Para el valor de 65°Bx el óptimo de inversión esta comprendido entre el 20 - 25% del peso total del producto terminado (30 - 40% de los azúcares totales). Usando pulpas ácidas la inversión debe ser frenada agregando una sal tampón o buffer, mientras que con pulpas no ácidas debe ser activada con un ácido orgánico. La inversión de la sacarosa depende de la duración de la cocción y de la temperatura, además de la acidez natural de la fruta.

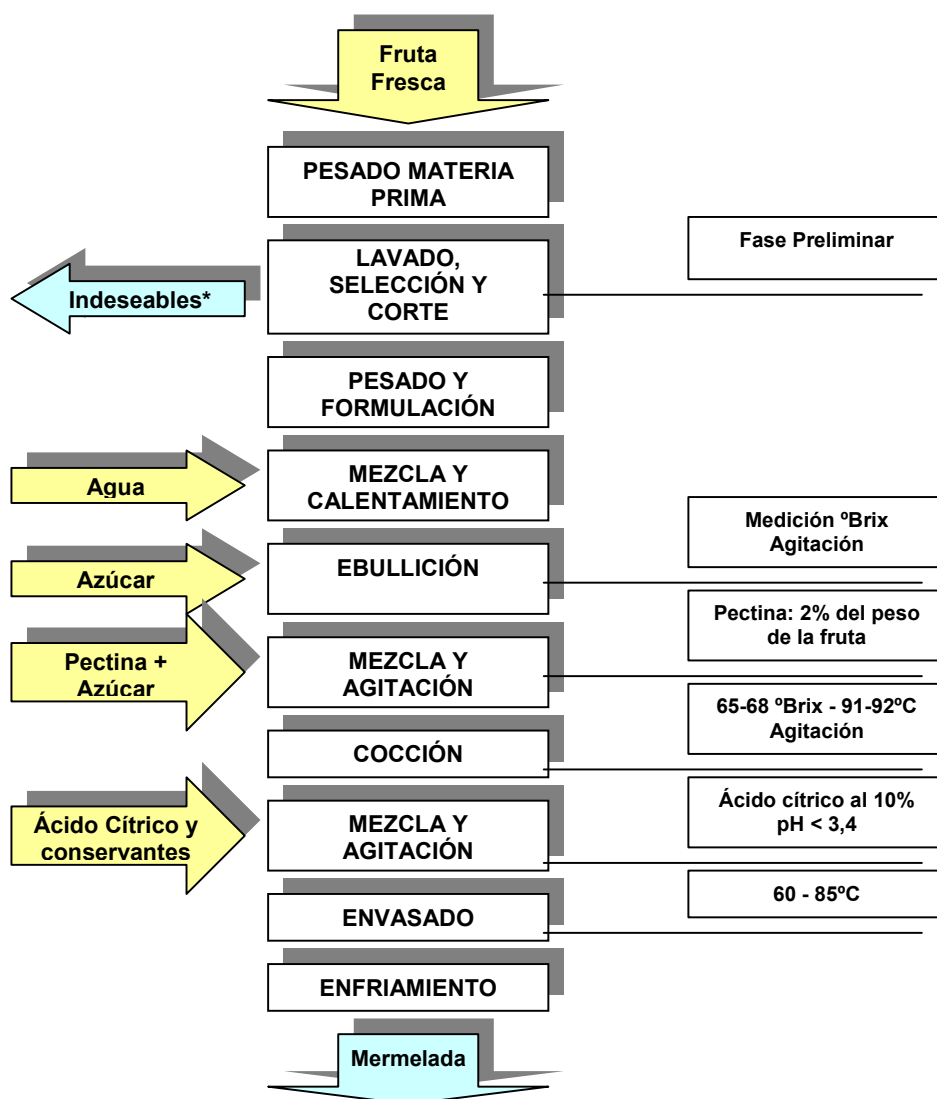
➤ **Acidez total y pH de la mermelada:** La normal gelificación se obtiene ajustando el pH de la fruta (pulpa o jugo) entre los límites ya indicados en la figura E1. La acidez total de la mermelada debe ser mantenida lo más constante posible; puede variar entre 3 - 8% con un óptimo de 5%. La acidez alta rompe la estructura del gel y causa sinéresis, y una muy baja no le permite a la pectina desarrollar su acción, gelificación.

Para la elaboración de la mermelada se procede como se indica en la figura E2.

➤ **Fase Preliminar:** Se pesó la cantidad de fruta a procesar; se lavó y seleccionó separando las semillas, cáscaras, pedúnculos y demás partes indeseables. Se cortó en trozos pequeños y se pesó nuevamente.

- Ebullición: Se colocó la fruta en la marmita y se añadió una cantidad de agua igual a la mitad de su peso. Se dejó hervir.
- Adición de azúcar: Se pesó una cantidad de azúcar igual al peso de fruta obtenida y se dividió en dos porciones: la primera se añadió a la fruta en ebullición, la segunda se reservó para añadirla junto con la pectina.
- Adición de pectina: Se mezcló la porción de azúcar remanente con una cantidad de pectina igual al 2% del peso de la fruta, cuando la pectina en la fruta no fue suficiente y se añadió lentamente a la mezcla en ebullición con agitación constante.
- Cocción: Durante la cocción, los ingredientes agregados son transformados en el producto final. En esta etapa se ablanda la fruta para que pueda absorber el azúcar y se eliminan por evaporación eventuales trazas de productos químicos usados para la conservación de la pulpa y el agua necesaria para alcanzar los °Bx preestablecidos; ocurre la asociación íntima de los componentes y la transformación de parte de la sacarosa en azúcar invertido. La cocción debe ser efectuada en el menor tiempo posible, para no comprometer el éxito de la elaboración pues se evita la hidrólisis de la pectina y la consistencia pastosa no gelificada del producto. Se dejó en ebullición la mezcla hasta obtener el punto final a 91 - 92 °C.
- Adición de la solución de ácido: El ácido cítrico previsto para llevar al pH adecuado, se agregó al final de la cocción.
- Envasado de la mermelada: Esta operación se debe llevar a cabo a temperatura superior a la temperatura crítica de gelificación. Una pectina de velocidad lenta de gelificación lo hace cerca de los 60 °C, la de velocidad intermedia a 75 °C y la de rápida a 85 °C. El excesivo enfriamiento antes del envasado provoca pre-gelificación y consiguiente rotura del gel, causando dificultades. Se envasa en frascos previamente esterilizados.
- Enfriamiento: Después de envasada, la mermelada se enfría naturalmente para luego ser etiquetada y almacenada.

Figura E2. Fases para la elaboración de la mermelada



* Semillas, cáscaras, pedúnculos, frutas descompuestas

ANEXO F. RESULTADOS

F.1. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Tabla F1. Experimentos programados. Producto 1

	Tipo de Fruta			Relación Relleno / Queso		
	Mora	Fresa	Guayaba	0,06	0,14	0,26
1	x			x		
2	x				x	
3	x					x
4		x		x		
5		x			x	
6		x				x
7			x	x		
8			x		x	
9			x			x

Tabla F2. Experimentos programados. Producto 2

	Sabor			Relación sin gelatina / yogurt			Relación mermelada / (sin gelatina+yogurt)			
	Mora	Fresa	Melocotón	0,3	0,5	0,7	0	0,1	0,15	0,2
1	x			x			x			
2	x			x				x		
3	x			x					x	
4	x			x						x
5	x				x		x			
6	x				x			x		
7	x				x				x	
8	x				x					x
9	x					x	x			
10	x					x		x		
11	x					x			x	
12	x					x				x
13		x		x			x			
14		x		x				x		
15		x		x					x	
16		x		x						x
17		x			x		x			
18		x			x			x		
19		x			x				x	
20		x			x					x
21		x				x	x			
22		x				x		x		
23		x				x			x	
24		x				x				x
25			x	x			x			
26			x	x				x		

	Sabor			Relación sln gelatina / yogurt			Relación mermelada / (sln gelatina+yogurt)			
	Mora	Fresa	Melocotón	0,3	0,5	0,7	0	0,1	0,15	0,2
27			x	x					x	
28			x	x						x
29			x		x		x			
30			x		x			x		
31			x		x				x	
32			x		x					x
33			x			x	x			
34			x			x		x		
35			x			x			x	
36			x			x				x

F.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE PRODUCTOS ELABORADOS

➤ Determinación de humedad por secado (Estufa): Se cortó la muestra en finos trozos y se desecaron las cápsulas en estufa a $99\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 2h. En la cápsula previamente tarada, se pesó una muestra representativa de 10 g, tomada 1 cm por debajo de la corteza del producto y se colocó en la estufa a $99\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 7h.

➤ Determinación de cenizas (Mufla): Se pesaron 10 gr de muestra en una cápsula previamente tarada; se calcinó, sobre una llama baja, evitando la formación excesiva de hollín, hasta carbonizar. Se llevó a la mufla a $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 3 horas, asegurándose que la ceniza fuera blanca o parda.

➤ Determinación de acidez (Titulación): Se tomaron 10g de muestra finamente molidos y se colocaron en un frasco volumétrico de 100 ml. Se aforó con agua destilada a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ agitando vigorosamente. Luego se filtró la solución y se tomaron 25 ml de filtrado, que corresponden a 2,5 g de la muestra, y se titularon con NaOH en presencia de indicador.

➤ Determinación de grasa y proteínas: Estos análisis fueron desarrollados por la empresa; la materia grasa se determinó mediante el método volumétrico Gerber y las proteínas, por el procedimiento de Kjeldahl [13].

F.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS ELABORADOS

Gráfico F1. Evaluación de preferencia. Producto 1. Tipo de fruta para relleno

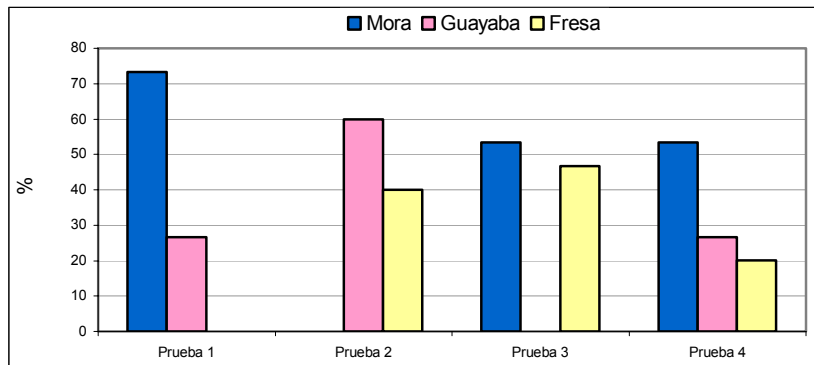


Gráfico F2. Evaluación de preferencia. Producto 1. Relación Relleno/Queso

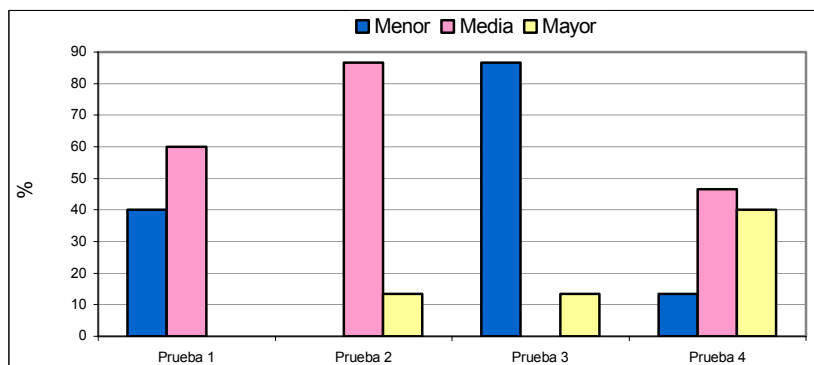


Gráfico F3. Evaluación de preferencia. Producto 2. Tipo de fruta

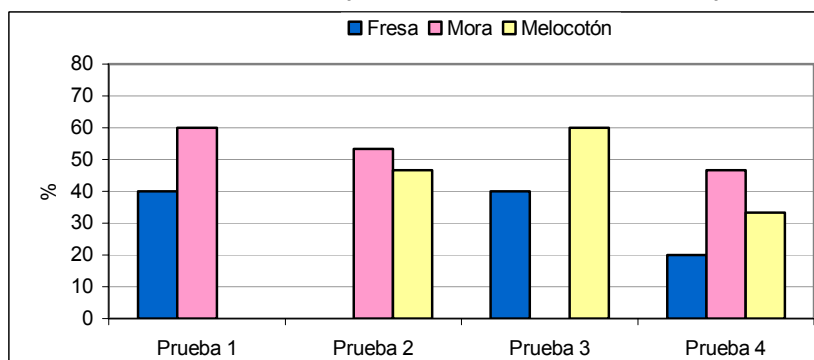
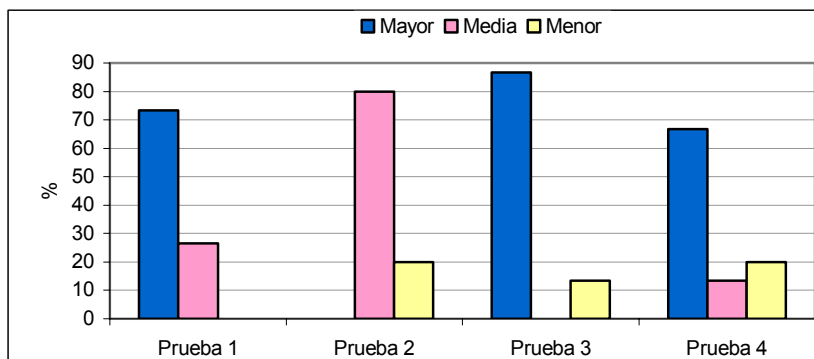


Gráfico F4. Evaluación de preferencia. Producto 2.
Relación mermelada / (sin gelatina+yogurt)



Evaluación de color. Producto 1.

Gráfico F5. Queso

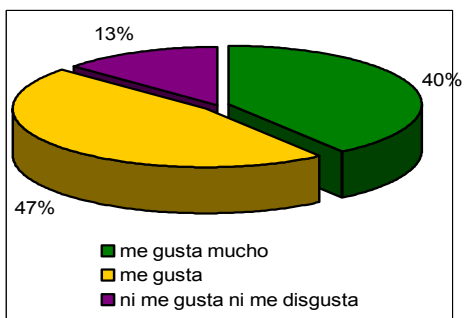


Gráfico F6. Relleno

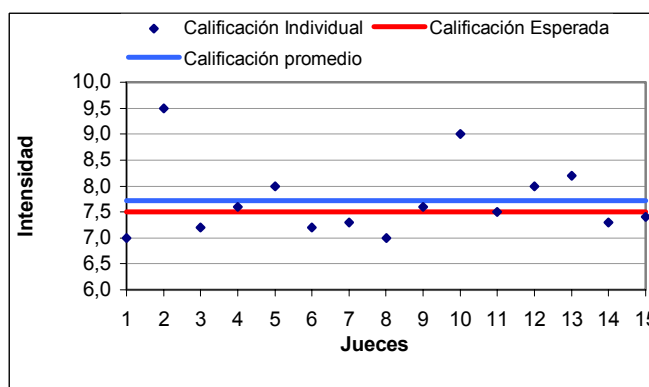


Gráfico F7. Perfil de Olor. Producto 1

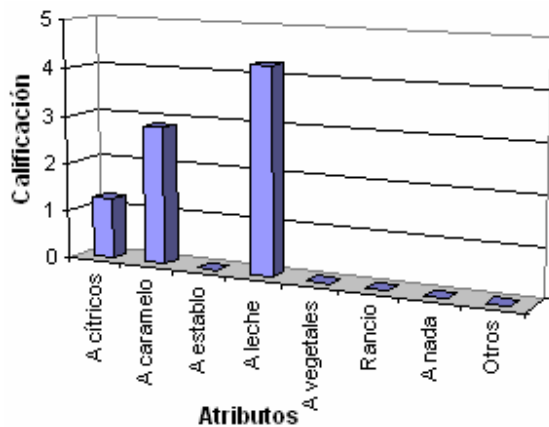


Gráfico F8. Perfil de Sabor. Producto 1

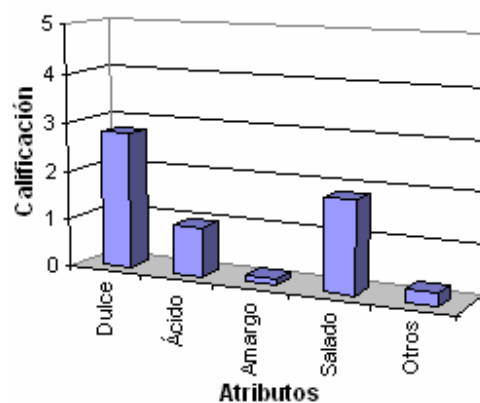


Tabla F3. Puntaje de los atributos de textura. Producto 1.

Puntos	Porosidad	Dureza	Flexibilidad	Humedad	Granulosidad
1	Muy poroso	Muy Duro	Ligeramente flexible	Muy húmedo	Granuloso
2	Moderadamente poroso	Bastante Duro	Muy flexible	Bastante húmedo	Ligeramente granuloso
3	Ligeramente poroso	Blando	Moderadamente flexible	Ligeramente húmedo	Moderadamente suave
4	Sin poros	Ligeramente Duro	Bastante flexible	Moderadamente húmedo	Liso

Nota: Puntaje esperado 4

Gráfico F9. Evaluación de textura. Producto 1

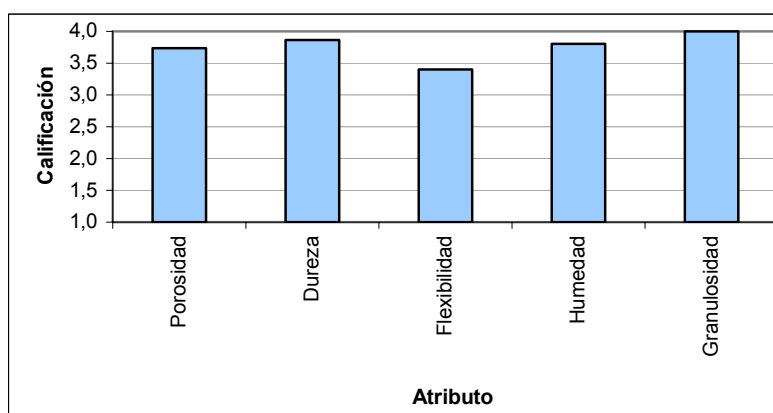


Gráfico F10. Evaluación de Color. Producto 2

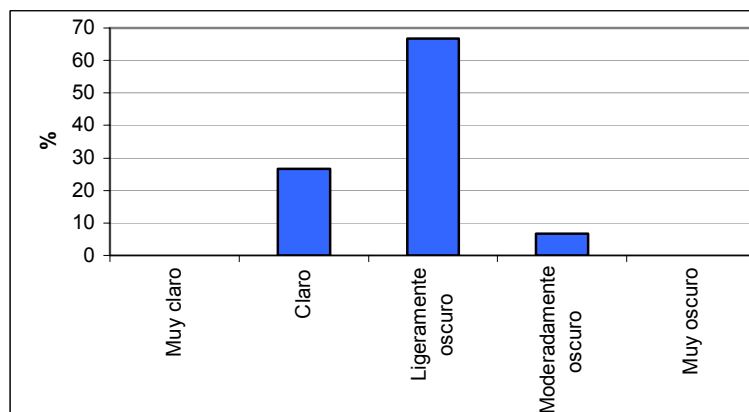


Tabla F4. Calificación del color. Producto 2.

Puntos	Color
1	Muy oscuro
2	Muy claro
3	Moderadamente oscuro
4	Claro
5	Ligeramente oscuro

Nota: Puntaje esperado 5

Gráfico F11. Perfil de Olor. Producto 2

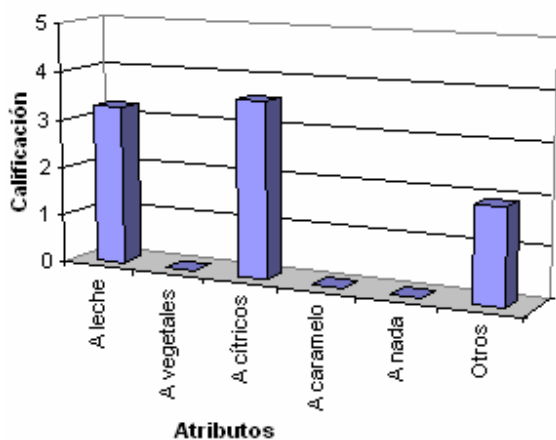


Gráfico F12. Perfil de Sabor. Producto 2

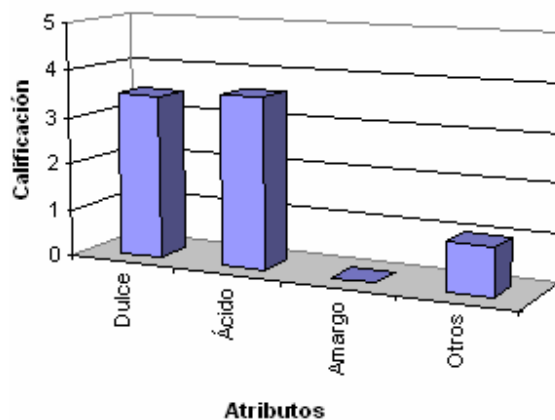
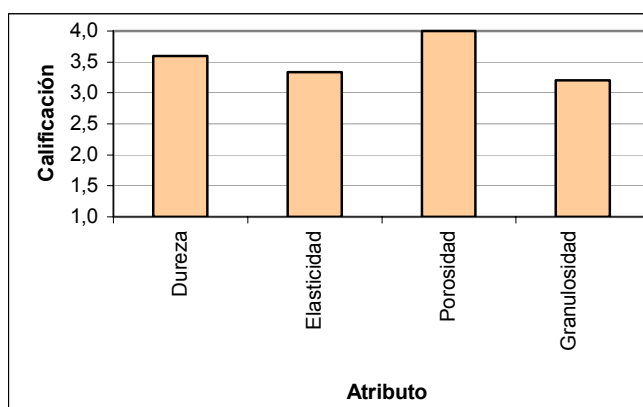


Tabla F5. Puntaje de los atributos de consistencia. Producto 2.

Puntos	Dureza	Elasticidad	Porosidad	Granulosidad
1	Muy firme	Muy elástico	Muy poroso	Granuloso
2	Muy blando	Bastante elástico	Moderadamente poroso	Ligeramente granuloso
3	Blando	Ligeramente elástico	Ligeramente poroso	Liso
4	Moderadamente firme	Moderadamente elástico	Sin poros	Moderadamente suave

Gráfico F13. Evaluación de consistencia. Producto 2



F.4. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS



**LABORATORIO
BACTERIOLOGICO
DE ALIMENTOS**
Dra Yadira Campillo Orozco
Aprobación M.S.P. Res. 01320 de 1986

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 14098
Muestra QUESO
Solicitante FLORALBA FERRER Y MÓNICA
BECERRA
Fecha de llegada 26 de abril de 2006
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al Laboratorio
Observaciones

ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	*LIMITE
Número más Probable de Coliformes Totales	43	mic/gr	No hay
Número más Probable de Coliformes Fecales	Menos de 3	mic/gr	Menos de 100
Recuento de <i>Stafilococo coagulasa positiva</i>	Menos de 100	mic/gr	200 mic/gr
Recuento de Mohos	200	ufc/gr	500
<i>Salmonella</i>	Negativa	25 grs	Negativa

*Limite Permitido por las Autoridades Sanitarias para "Queso fresco"

Conclusiones y Observaciones

MUESTRA MICROBIOLÓGICAMENTE SATISFACTORIA Y APTA PARA EL CONSUMO.

LABORATORIO BACTERIOLOGICO
de ALIMENTOS


Dra. Yadira Campillo Orozco
Bacterióloga



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 14113 (*Análisis N° 2: Realizado el 2 de mayo/06 a la muestra 14098 que se mantuvo en refrigeración*)
Muestra QUESO
Solicitante FLORALBA FERRER Y MÓNICA BECERRA
Fecha de llegada 26 de abril de 2006
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al Laboratorio
Observaciones El queso empieza a presentar ligera resequeidad en su superficie.

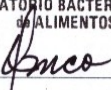
ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

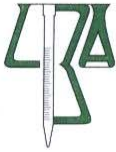
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	*LIMITE
<i>Recuento de <i>Stafilococo coagulasa positiva</i></i>	100	mic/gr	200 mic/gr
<i>Recuento de Mohos</i>	200	ufc/gr	500
<i>Salmonella</i>	Negativa	25 grs	Negativa

**Limite Permitido por las Autoridades Sanitarias para "Queso fresco"*

Conclusiones y Observaciones

MUESTRA MICROBIOLÓGICAMENTE SATISFACTORIA Y APTA PARA EL CONSUMO.

LABORATORIO BACTERIOLOGICO
DE ALIMENTOS

Dra. Yadira Campillo Orozco
Bacterióloga



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 14154 (Análisis N° 3: Realizado el 9 de mayo/06 a la muestra 14098 que se mantuvo en refrigeración)
Muestra QUESO
Solicitante FLORALBA FERRER / MONICA BECERRA
Fecha de llegada 26 de abril de 2006
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al Laboratorio
Observaciones El queso presenta resequedad en la superficie y cambio en su color y desagradable olor.

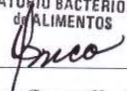
ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	*LIMITE
Recuento de <i>Stafilococo coagulasa positiva</i>	200	mic/gr	200 mic/gr
Recuento de Mohos	> 2000	ufc/gr	500
<i>Salmonella</i>	Negativa	25 grs	Negativa

*Limite Permitido por las Autoridades Sanitarias para "Queso fresco"

Conclusiones y Observaciones

MUESTRA MICROBIOLOGICAMENTE RECHAZABLE POR ELEVADA PRESENCIA DE MOHOS E IMPORTANTES CAMBIOS ORGANOLÉPTICOS.

LABORATORIO BACTERIOLOGICO
de ALIMENTOS

Dra. Yadira Campillo Orozco
Bacterióloga



**LABORATORIO
BACTERIOLOGICO
DE ALIMENTOS**
Dra Yadira Campillo Orozco
Aprobación M.S.P. Res. 01320 de 1986

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 14099
Muestra POSTRE DE GELATINA- YOGURTH
Solicitante FLORALBA FERRER Y MÓNICA BECERRA
Fecha de llegada 26 de abril de 2006
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al Laboratorio
Observaciones

ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	*LIMITE	MÉTODO
Bacterias Mesofílicas	300	ufc/gr	10000	PLACA PROFUNDA
Coliformes Totales	Menos de 3	mic/gr	93	NUMERO MÁS PROBABLE
Coliformes Fecales	Menos de 3	mic/gr	< 3	NUMERO MÁS PROBABLE
Mohos y Levaduras	380	ufc/gr	500	PLACA PROFUNDA
Stafilococo coag. positiva	Menos de 100	mic/gr	200	SIEMBRA SUPERFICIE
Esporas Sulfito Reductor	Menos de 100	Ufc/gr	1000	ANAEROBIOSIS EN TUBO
Bacillus Cereus	Menos de 100	Ufc/gr	500	SIEMBRA SUPERFICIE

*Limite Permitido por el INVIMA para: "Postre de leche pasteurizada (Natas, Natilla, arroz de leche)"

Conclusiones y Observaciones:

MUESTRA MICROBIOLÓGICAMENTE SATISFACTORIA Y APTA PARA EL CONSUMO HUMANO.

LABORATORIO BACTERIOLOGICO
de ALIMENTOS

Dra. Yadira Campillo Orozco
Bacterióloga



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 14114 (*Análisis N° 2: Realizado el 2 de mayo/06 a la muestra 14099 que se mantuvo en refrigeración*)
Muestra Solicitante POSTRE DE GELATINA- YOGURTH FLORALBA FERRER Y MÓNICA BECERRA
Fecha de Llegada 26 de abril de 2006
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al Laboratorio
Observaciones En la muestra se observan islas con cambio de color.

ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	*LIMITE	MÉTODO
Mohos y Levaduras	Mas de 2000	ufc/gr	500	PLACA PROFUNDA
Stafilococo coag. positiva	Menos de 100	mic/gr	200	SIEMBRA SUPERFICIE

*Limite Permitido por el INVIMA para: "Postre de leche pasteurizada (Natas, Natilla, arroz de leche)"

Conclusiones y Observaciones:

MUESTRA MICROBIOLÓGICAMENTE RECHAZABLE POR PRESENTAR ELEVADO RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS.

LABORATORIO BACTERIOLOGICO
de ALIMENTOS

Dra. Yadira Campillo Orozco
Directora Técnica



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No 14155 (Análisis N° 3: Realizado el 9 de mayo/06 a la muestra 14099 que se mantuvo en refrigeración)
Muestra Solicitante POSTRE DE GELATINA- YOGURTH FLORALBA FERRER Y MÓNICA BECERRA
Fecha de llegada 26 de abril de 2006
Objeto del Análisis Conocer la calidad microbiológica
Lugar de Recolección Muestra traída al Laboratorio
Observaciones Se observa pérdida parcial de su color inicial con islas más claras, superficie mucoide y abombamiento del empaque que contenía la muestra.

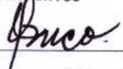
ANALISIS Y RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	*LIMITE	MÉTODO
Levaduras	Mas de 20000	ufc/gr	500	PLACA PROFUNDA
Stafilococo coag. positiva	Menos de 100	mic/gr	200	SIEMBRA SUPERFICIE

*Limite Permitido por el INVIMA para: "Postre de leche pasteurizada (Natas, Natilla, arroz de leche)"

Conclusiones y Observaciones:

MUESTRA MICROBIOLÓGICAMENTE RECHAZABLE POR ELEVADO RECUENTO DE LEVADURAS.

LABORATORIO BACTERIOLOGICO
de ALIMENTOS

Dra. Yadira Campillo Orozco
Bacterióloga

F.5. CUESTIONARIOS FORMULADOS PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

F.5.1. Producto 1

➤ Evaluación de preferencia

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Queso doble crema deslactosado relleno

Pruebe por favor las muestras 759 y 234 que tiene ante usted. Diga cual de las dos prefiere.

Muestra: _____

Comentarios:

A continuación por favor pruebe las muestras 759 y 681. Diga cual de las dos prefiere.

Muestra: _____

Comentarios:

Ahora pruebe por favor las muestras 234 y 681. Diga cual de las dos prefiere.

Muestra: _____

Comentarios:

De las tres muestras probadas, ¿cual prefiere?

Muestra: _____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

➤ Evaluación de Color

Nombre _____ Fecha _____

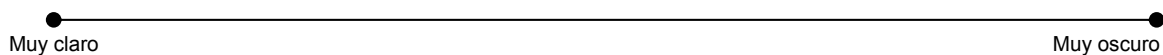
Producto: Queso doble crema deslactosado relleno

Observe la muestra que tiene ante usted y califique el color del queso de acuerdo a la escala presentada a continuación:

Escala	Muestra
	275
Me gusta mucho	_____
Me gusta	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____
Me disgusta	_____
Me disgusta mucho	_____

Observe el color del relleno de la muestra y evalúe su intensidad con una línea vertical sobre la escala propuesta.

Muestra: _____



Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS

➤ Evaluación de perfiles de sabor y olor

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Queso doble crema deslactosado relleno

Huela la muestra del producto que se le presenta e indique el grado de intensidad de cada propiedad sugerida con un número de 0 a 5 (0= Mínimo, 5= Máximo).

Luego pruébela e indique el grado de intensidad de cada propiedad de sabor sugerida con un número de 0 a 5 (0= Mínimo, 5= Máximo).

	Muestra 275
Olor	
A leche	_____
A caramelo	_____
A cítricos	_____
A establo	_____
A vegetales	_____
Rancio	_____
A nada	_____
Otros	_____
Sabor	
Dulce	_____
Ácido	_____
Amargo	_____
Salado	_____
Otros	_____

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS

➤ Evaluación de perfil de textura

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Queso doble crema deslactosado relleno

Observe y pruebe la muestra que se le presenta e indique, marcando con una X, el grado de la variable correspondiente.

- Porosidad: Cantidad de poros (ojos) presentes en la muestra.

Escala de Porosidad		Muestra 315
1.	Sin poros	_____
2.	Ligeramente poroso	_____
3.	Moderadamente poroso	_____
4.	Muy poroso	_____

- Dureza: Fuerza requerida para comprimir una sustancia entre los dientes.

Escala de Dureza		Muestra 315
1.	Blando	_____
2.	Ligeramente duro	_____
3.	Bastante duro	_____
4.	Muy duro	_____

- Flexibilidad: Encorvamiento transitorio que experimenta un sólido por la acción de una fuerza que lo deforma elásticamente.

Escala de Flexibilidad		Muestra 315
1.	Ligeramente flexible	_____
2.	Moderadamente flexible	_____
3.	Bastante flexible	_____
4.	Muy flexible	_____

- Humedad

Escala de Humedad		Muestra 315
1.	Ligeramente húmedo	_____
2.	Moderadamente húmedo	_____
3.	Bastante húmedo	_____
4.	Muy húmedo	_____

- Granulosidad

Escala de Granulosidad		Muestra 315
1.	Granuloso	_____
2.	Ligeramente granuloso	_____
3.	Moderadamente suave	_____
4.	Liso	_____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

➤ Evaluación del grado de satisfacción

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Queso deslactosado relleno

Pruebe la muestra e indique, según la escala, su opinión sobre ellas. Marque con una X el renglón que corresponda a la calificación para la muestra.

Escala	Muestras
Me gusta mucho	622
Me gusta	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____
Me disgusta	_____
Me disgusta mucho	_____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

F.5.2. Producto 2

➤ Evaluación de preferencia

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Gelatina de yogurt deslactosada

Pruebe por favor las muestras 622 y 350 que tiene ante usted. Diga cual de las dos prefiere.

Muestra: _____

Comentarios:

A continuación por favor pruebe las muestras 622 y 383. Diga cual de las dos prefiere.

Muestra: _____

Comentarios:

Ahora pruebe por favor las muestras 350 y 383. Diga cual de las dos prefiere.

Muestra: _____

Comentarios:

De las tres muestras probadas, ¿cual prefiere?

Muestra: _____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

➤ Evaluación de Color

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Gelatina de yogurt deslactosada

Observe la muestra que tiene ante usted y califique el color de acuerdo a la escala presentada:

Escala de Color		Muestra 687
1.	Muy claro	_____
2.	Moderadamente claro	_____
3.	Ligeramente oscuro	_____
4.	Moderadamente oscuro	_____
5.	Muy oscuro	_____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

➤ Evaluación de perfiles de sabor y olor

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Gelatina de yogurt deslactosada

Huela las muestras del producto que se le presentan e indique el grado de intensidad de cada propiedad sugerida con un número de 0 a 5. (0= Mínimo, 5= Máximo).

Luego pruébelas e indique el grado de intensidad de cada propiedad de sabor con un número de 0 a 5.

	Muestras 275
Olor	
A leche	_____
A vegetales	_____
A cítricos	_____
A caramelo	_____
A nada	_____
Otros	_____
Sabor	
Dulce	_____
Ácido	_____
Amargo	_____
Otros	_____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

➤ Perfil de consistencia

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Gelatina de yogurt deslactosada

Observe y pruebe la muestra e indique, marcando con una X, el grado de la variable correspondiente.

- Dureza: Fuerza requerida, en este caso, para comprimir la muestra entre la lengua y el paladar.

Escala de Dureza		Muestra 275
1.	Muy blando	_____
2.	Moderadamente blando	_____
3.	Ligeramente firme	_____
4.	Muy firme	_____

- Elasticidad: Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez que ha sido comprimido.

Escala de Elasticidad		Muestra 275
1.	Ligeramente elástico	_____
2.	Moderadamente elástico	_____
3.	Bastante elástico	_____
4.	Muy elástico	_____

- Porosidad: Aspecto externo del producto.

Escala de Porosidad		Muestra 275
1.	Sin Poros	_____
2.	Moderadamente poroso	_____
3.	Bastante poroso	_____
4.	Muy poroso	_____

- Granulosidad

Escala de Granulosidad		Muestra 275
1.	Granuloso	_____
2.	Ligeramente granuloso	_____
3.	Moderadamente suave	_____
4.	Liso	_____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

➤ Evaluación del grado de satisfacción

Nombre _____ Fecha _____

Producto: Gelatina de yogurt deslactosada

Pruebe la muestra e indique, según la escala, su opinión sobre ella. Marque con una X el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

Escala	Muestras 622
Me gusta mucho	_____
Me gusta	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____
Me disgusta	_____
Me disgusta mucho	_____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS