



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

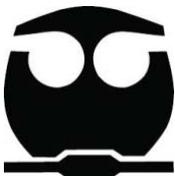
**DESARROLLO DE UN DULCE TIPO CAJETA A PARTIR
DE LACTOSUERO BOVINO Y CAPRINO CON
PROTEÍNA DE SOYA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

BERENICE FERRÁEZ FERNÁNDEZ



MEXICO, D.F.

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE:	Profesor: María Elena Cañizo Suárez
VOCAL:	Profesor: Agustín Reyó Herrera
SECRETARIO:	Profesor: Aurora Hilda Ramírez Pérez
1º SUPLENTE:	Profesor: Rodolfo Fonseca Larios
2º SUPLENTE:	Profesor: Juan Carlos Ramírez Orejel

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica. UNAM, C.U.

ASESOR DEL TEMA:

MPA Dra. Aurora Hilda Ramírez Pérez

SUPERVISOR TÉCNICO:

M. en C. Juan Carlos Ramírez Orejel

SUSTENTANTE:

Berenice Ferráez Fernández

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática	1
1.2 Justificación del estudio	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	
1.3.2. Objetivos específicos	
1.4 Hipótesis del trabajo	4
1.4.1 Hipótesis general	
1.4.2 Hipótesis específicas	

CAPÍTULO II. ANTECEDENTES

2.1 Propiedades y características generales del lactosuero de vaca y cabra	5
2.1.1 Proteínas del suero de leche	
2.1.2 Carbohidratos en el suero de leche	
2.1.3 Grasa en el suero de leche	
2.2 Cajeta como dulce tradicional de México	8
2.3 Diversidad de productos y propuestas actuales de cajetas o dulces de leche	9
2.4 Elaboración de cajeta	11
2.4.1 Funcionalidad de ingredientes	
2.5 Propiedades fisicoquímicas y características generales de la cajeta	12
2.5.1 Reacciones de oscurecimiento en alimentos	
2.5.1.1 Reacciones de Maillard	
2.5.1.2 Reacciones de Caramelización	

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diagrama general de trabajo	17
3.2 Condiciones utilizadas en la elaboración de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra	19
3.3 Métodos utilizados para el análisis fisicoquímico de lactosueros, leches enteras, cajetas y dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra	

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Análisis fisicoquímicos de materias primas y comparación entre lactosuero y leche entera de vaca y cabra	21
4.1.1	Análisis fisicoquímicos de leche entera y lactosuero de vaca	
4.1.2	Análisis fisicoquímicos de leche entera y lactosuero de cabra	
4.2	Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de leche entera y lactosuero de vaca y cabra	24
4.2.1	Análisis fisicoquímicos de cajetas y dulces tipo cajeta elaborados con leche entera y lactosuero de vaca	
4.2.2	Análisis fisicoquímicos de cajetas y dulces tipo cajeta elaborados con leche entera y lactosuero de cabra	
4.3	Dulces tipo cajeta elaborados con lactosuero de vaca y cabra con la adición de proteína de soya	29
4.3.1	Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con adición de proteína de soya	
4.3.1.1	Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con adición de proteína de soya	
4.4	Dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya	32
4.4.1	Formulación general para la elaboración de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya	
4.4.1.1	Análisis fisicoquímico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya	
4.5	Dulces tipo cajeta elaborados con lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana	34
4.5.1	Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana	
4.5.1.1	Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana	
4.6	Dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	36
4.6.1	Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	

4.6.1.1	Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	
4.7	Dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica	39
4.7.1	Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica	
4.7.1.1	Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica	
CAPÍTULO V. ANÁLISIS SENSORIAL		
5.1	Evaluación sensorial de dulces tipo cajeta con consumidores	41
5.1.1	Nivel de agrado	
5.1.2	Pruebas de aceptación	
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
6.1	Conclusiones	46
6.2	Recomendaciones	47
ANEXO I. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS		
1.1	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca	48
1.2	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra	
1.3	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya	49
1.4	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya	
1.5	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero	

de vaca con proteína de soya, almidón y goma xantana	50
1.6 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana	51
1.7 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta laborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y carragenina	
1.8 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	52
1.9 Análisis estadístico de la evaluación sensorial de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	
1.10 Tablas de contingencia	53
ANEXO II. LEGISLACIÓN Y ASUNTOS REGULATORIOS EN CAJETA	
2.1 Norma oficial mexicana NOM-185-SSA1-2002, productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.	55
2.2 NMX-F-480-1985. Alimentos para uso humano. Alimentos regionales. Cajeta de leche. Foods for humans. Regional foods. Milk cajeta. Normas mexicanas. Dirección general de normas	56
2.3 Aviso de consulta pública del proyecto de norma mexicana PROY-NMX-F-743-COFOCALEC-2011, sistema producto leche-alimentos-lacteos-alimento regional-cajeta-denominacion, especificaciones y metodos de prueba (cancelara a la NMX-F-480-1985)	57
2.4 NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.	58

ANEXO III. ACERVO FOTOGRÁFICO

ANEXO IV. ENCUESTAS REALIZADAS DE LOS DULCES TIPO CAJETA

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Nombre	Página
Tabla 1	Composición fisicoquímica del lactosuero dulce y ácido	6
Tabla 2	Métodos utilizados para el análisis fisicoquímicos de lactosueros, leches enteras, cajetas y dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra	19
Tabla 3	Especificaciones fisicoquímicas del suero de leche líquido pasteurizado	21
Tabla 4	Análisis fisicoquímicos de leche entera y lactosuero de vaca	22
Tabla 5	Análisis fisicoquímicos de leche entera y lactosuero de cabra	23
Tabla 6	Análisis fisicoquímicos de cajetas y dulces tipo cajeta elaborados con leche entera y lactosuero de vaca	25
Tabla 7	Análisis fisicoquímicos de cajetas y dulces tipo cajeta elaborados con leche entera y lactosuero de cabra	26
Tabla 8	Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya	31
Tabla 9	Análisis fisicoquímico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya	33

Tabla 10	Análisis fisicoquímico de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana	35
Tabla 11	Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	38
Tabla 12	Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica	40
Tabla A 1	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de vaca	48
Tabla A 2	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de cabra	48
Tabla A 3	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de vaca con proteína de soya	49
Tabla A 4	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya	50

Tabla A 5	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y goma xantana	50
Tabla A 6	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana	51
Tabla A 7	Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y carragenina	51
Tabla A 8	Análisis estadísticos de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	52
Tabla A 9	Análisis estadísticos de la evaluación sensorial de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	52
Tabla A 10	Tabla de contingencia de valores reales. ¿Consumirían el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?	53
Tabla A 10.1	Tabla de contingencia de valores teóricos. ¿Consumirían el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?	53

Tabla A 11	Tabla de contingencia de valores reales. ¿Cuánto pagaría por el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?	54
Tabla A 11.1	Tabla de contingencia de valores teóricos. ¿Cuánto pagaría por el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?	54
Tabla A 12	Especificaciones de cajetas elaboradas con leche entera	56
Tabla A 13	Denominación del producto cajeta	57
Tabla A 14	Especificaciones fisicoquímicas de cajeta	57
Tabla A 15	Especificaciones fisicoquímicas de cajeta de uso industrial	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Nombre	Página
Figura 2.5.1 a	Reacciones de degradación e isomerización de azúcares	15
Figura 3.1	Diagrama general de trabajo	18
Figura 5.1	Distribución porcentual por género de los participantes del análisis sensorial de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra	42
Figura 5.2	Atributos de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra	43
Figura 5.3	Aceptación o rechazo de las muestras de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra	43
Figura 5.4	Intervalos de precios que el consumidor estaría dispuesto a pagar por una presentación de 370 g de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca o cabra	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Nombre	Página
Cuadro I	Formulación para la elaboración de dulces tipo cajeta de vaca y cabra	25
Cuadro II	Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya	30
Cuadro III	Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya	32
Cuadro IV	Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana	35
Cuadro V	Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	37
Cuadro VI	Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica	39

RESUMEN

El lactosuero es considerado como un desecho de la industria quesera y en consecuencia ha sido vertido en los ríos aledaños a las industrias causando graves daños al medio ambiente. Por ello se siguen buscando tecnologías para aprovecharlo debido a que representa un producto de alto valor nutritivo por su contenido de proteínas hidrosolubles y de lactosa.

El objetivo de este trabajo fue elaborar un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y lactosuero de cabra, supliendo la proteína perdida en la cuajada de queso por proteína de soya e incluyendo el uso de algunos aditivos para obtener e igualar las características sensoriales adecuadas a las de una cajeta elaborada con leche entera. Para la realización de este dulce tipo cajeta se recolectó lactosuero dulce de vaca y cabra en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal, CEPIPSA, Topilejo, D.F. Las muestras se trasladaron al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia donde se realizó una homogeneización de las mismas antes del trabajo experimental y se analizaron fisicoquímicamente para conocer su composición obteniendo parámetros de pH, acidez, humedad, sólidos totales, cenizas, proteína, lípidos y carbohidratos. Se prosiguió con la elaboración de dulces tipo cajeta a base de lactosuero, adicionando proteína de soya y diferentes aditivos como almidón, goma xantana y carragenina a diferentes concentraciones. Una vez obtenido el producto con las mejores características sensoriales se realizó un análisis fisicoquímico y se compararon los parámetros con los de una cajeta elaborada con leche entera.

Posteriormente se realizó un análisis estadístico de los resultados mostrados donde se pudo definir que no hubo diferencia significativa en pH, humedad, sólidos totales, cenizas, proteína y lípidos entre el dulce tipo cajeta elaborado con lactosuero de vaca y la cajeta elaborada a partir de leche entera. Los parámetros que presentaron diferencia fueron carbohidratos e hidroximetilfurfuraldehído (HMF). Por otro lado, los dulces tipo cajeta de la formulación final con lactosuero y

los elaborados con leche entera de cabra hechos en el laboratorio no mostraron diferencia significativa en los siguientes componentes: pH, sólidos totales, cenizas, proteína y carbohidratos pero sí en humedad, lípidos y HMF. Se realizó un análisis sensorial a través de métodos afectivos con un panel de 100 consumidores para conocer el nivel de agrado del producto final, mostrando un 60% de aceptación para el dulce elaborado a base de lactosuero de vaca y un 70% de aceptación para el dulce base de lactosuero de cabra.

Se concluye que el lactosuero puede utilizarse como un ingrediente principal para la elaboración de un dulce tipo cajeta, clasificando a estos productos como reducidos en grasa según la NOM-086-SSA1-1994, con una buena aceptación por parte de los consumidores y resultando una buena alternativa para ayudar a disminuir el impacto ambiental que tiene el lactosuero de vaca y cabra.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática

La industria láctea genera importantes recursos económicos en el mundo y en México es la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos (Secretaría de Economía, 2012).

La contaminación generada por las industrias puede ser atmosférica, por residuos sólidos, líquidos y tóxicos. Específicamente en la industria láctea, la generación de sólidos es muy pequeña; pero no pasa lo mismo con los efluentes líquidos, ya que genera cantidades significativas de leche diluida, leche separada, crema y suero, incluyendo grasas, sólidos suspendidos y proteínas solubles, convirtiéndose en un foco contaminante para el medio ambiente.

El lactosuero o suero de leche como subproducto de la industria quesera, es una fuente importante de contaminación, ya que representa cerca del 90% del volumen de la leche procesada. Se estima que a partir de 10 de litros de leche de vaca se pueden producir de 1 a 1.5 kg de queso y un promedio de 8 a 9 litros de suero y que éste contiene aproximadamente el 55% de los nutrientes de la leche original (Liu *et al.*, 2005); entre los más abundantes están la lactosa (4.5-5% p/v), proteínas solubles (0.6- 0.8% p/v), lípidos (0.4-0.5% p/v) y sales minerales (0.5%) (Muñi *et al.*, 2007), lo que representa un subproducto de alto valor nutritivo.

Los países productores más importantes en la producción de queso y por ende de lactosuero son Estados Unidos, Francia, Alemania e Italia. La producción mundial anual de suero lácteo se estima en 145 millones de toneladas aproximadamente.

En México el suero producido es de 1 millón de toneladas, que contienen cerca de 50 mil y 5 mil Ton de lactosa y de proteína verdadera respectivamente (Carrillo, 2002). A pesar de esta riqueza nutrimental potencialmente utilizable, el 47% de lactosuero es descargado al drenaje, ríos, lagos, suelos y otros centros de aguas residuales causando un fuerte problema de contaminación. En el caso de los

suelos, hay una disminución en el rendimiento de cultivos agrícolas; además, cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto (Aider *et al.*, 2009).

1.2 Justificación del estudio

Debido al valor nutrimental del lactosuero, distintas tecnologías se han aplicado en los últimos años para lograr que se utilice como materia prima y no sea considerado únicamente como desecho industrial altamente contaminante. Gran parte de estos proyectos apuntan al desarrollo de probióticos de uso humano y animal, producción de biomasa y de etanol, desarrollo de películas y recubrimientos comestibles, así como para alimentación de ganado, concentrado de proteínas, lactosa en polvo, entre otros.

No obstante, la existencia de diversos productos y aplicaciones que ofrece el lactosuero, se continúa desechando y formando parte de efluentes contaminantes de industrias lácteas provocando un incremento de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno).

En este proyecto se planteó utilizar el lactosuero para elaborar un dulce tipo cajeta. Se decidió trabajar con lactosuero dulce de vaca y cabra ya que presentan un pH y características sensoriales más cercanas a la leche; pero debido a la diferencia en el contenido de sólidos totales entre la leche entera (13-15%) y el lactosuero (6-8 %), la consistencia del producto se ve afectada, por lo que el uso de aditivos fue necesario para adquirir una consistencia similar a la de otras cajetas o dulces de leche elaborados a base de leche entera.

La razón por la cual se planteó elaborar dulces tipo cajeta a partir de leche y lactosuero de vaca y cabra, es porque la norma NMX-F-480-1985 establece que la cajeta puede ser elaborada con leche de ambas especies y sus mezclas.

Cabe señalar que este proyecto es valioso para los fabricantes de cajeta y también para industrias lácteas ya que la elaboración de este dulce tipo cajeta a partir de “residuos” es una alternativa económica importante en el uso del lactosuero y ayuda a reducir la contaminación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra adicionado de proteína de soya para lograr un producto con características fisicoquímicas y sensoriales semejantes a las de una cajeta elaborada con leche entera.

1.3.2 Objetivos específicos

- Aprovechar los lactosueros (bovino y caprino) para contribuir a la disminución de los problemas de contaminación.
- Evaluar la composición de leche y lactosueros de vaca y cabra para conocer las diferencias que existen en el contenido de proteína y lactosa.
- Elaborar dulces tipo cajeta a partir de lactosueros (con proteína de soya) y leche de vaca y cabra con composición fisicoquímica similar.
- Proponer formulaciones utilizando lactosuero, proteína de soya y algunos aditivos para obtener un dulce tipo cajeta de composición similar a la de una cajeta elaborada con leche entera.
- Realizar una evaluación sensorial de los dulces tipo cajeta de vaca y cabra para evaluar el nivel de aceptación y agrado del producto por parte de los consumidores.

1.4 Hipótesis del Trabajo

1.4.1 Hipótesis general

El dulce tipo cajeta obtenido a partir de lactosuero de vaca y cabra, tendrá características sensoriales similares a las de una cajeta elaborada con leche entera.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Al aprovechar los lactosueros (vaca y cabra) se ayudará a disminuir la cantidad de éste desecho que produce alto impacto ambiental.
- Si se compara la composición de leche y lactosuero de vaca y cabra se conocerán mejor los parámetros a igualar utilizando sólo lactosuero como materia prima.
- La formulación con proteína de soya permitirá obtener un dulce tipo cajeta con una cantidad de proteína similar a la de una cajeta elaborada con leche entera.
- El uso de aditivos en la elaboración de dulces tipo cajeta, permitirá obtener un producto con características sensoriales similares a los productos hechos a base de leche entera disponibles en el mercado.
- La evaluación del nivel de aceptación y agrado del producto desarrollado con lactosuero de vaca y cabra nos permitirá conocer si este dulce tipo cajeta puede ser una alternativa en la que se utilice el lactosuero como un ingrediente en productos alimenticios.

II. ANTECEDENTES

2.1 Propiedades y características generales del lactosuero de vaca y cabra

El lactosuero es el líquido remanente que se obtiene por la coagulación de las proteínas presentes en la leche durante la elaboración del queso (Spreer, 1991). Constituye aproximadamente el 90% del volumen de la leche y contiene la mayor parte de sus componentes hidrosolubles: carbohidratos, minerales, vitaminas hidrosolubles y proteínas solubles.

Técnicamente se pueden distinguir dos tipos de suero de leche, de acuerdo con el proceso que se lleve a cabo en la elaboración de queso. Estos son suero ácido y suero dulce.

- a) *Suero ácido*: Proviene de la coagulación ácida o láctica de las micelas de caseína (CN) a nivel de su punto isoeléctrico (pH 4.6), lo que conlleva la desmineralización y pérdida de su estructura. Este suero contiene más del 80% de los minerales de la leche por lo que para la mayoría de sus aplicaciones debe neutralizarse. Su contenido de lactosa se reduce a causa de la fermentación láctica. Son ricos en calcio y fósforo y el pH es < 4.5 .

- b) *Suero dulce*: es el resultado de la acción proteolítica de enzimas coagulantes sobre las micelas de caseína (CN) de la leche, las cuales catalizan la ruptura del enlace peptídico de la K-CN entre los aminoácidos fenilalanina en la posición 105 y la metionina en la posición 106, provocando la precipitación de las CN para obtener el queso (Parzanese, 2013). Proviene de la coagulación enzimática (renina) y de la fabricación de quesos de pasta cocida. Es pobre en ácido láctico, calcio y fósforo, y presenta un pH > 6.0 .

De estos dos tipos de suero, el dulce posee mejores aptitudes para el procesamiento debido al pH que presenta.

En la tabla 1 se puede analizar la composición fisicoquímica del lactosuero dulce y lactosuero ácido, observándose que el dulce tiene mayor contenido de lactosa y proteína respecto al ácido.

Tabla 1. Composición fisicoquímica del lactosuero dulce y ácido (Panesar *et al.*, 2007)*.

Componente	Lactosuero dulce (g/L)	Lactosuero ácido (g/L)
Sólidos totales	63.0- 70.0	63.0- 70.0
Lactosa	46.0- 52.0	44.0- 46.0
Proteína	6.0- 10.0	6.0- 8.0
Calcio	0.4- 0.6	1.2- 1.6
Fosfatos	1.0- 3.0	2.0- 4.5
Lactato	2.0	6.4

* Valores presentados en base seca.

Las proteínas lácteas se agrupan en dos grandes conjuntos: las caseínas (80%) y las proteínas del suero (20%). El lactosuero tiene una proporción baja de proteínas, pero estas poseen una calidad nutritiva superior a la de las caseínas, ya que son fuente de aminoácidos esenciales de alto valor biológico, encontrándose que la leucina y lisina son las que se encuentran en mayor cantidad (Baro *et.al* 2001).

2.1.1 Proteínas del suero de leche

Las proteínas del suero son globulares, compactas y solubles en un intervalo amplio de pH. Estas proteínas constan por lo menos de ocho fracciones diferentes, entre la cuales se destacan la β -lactoglobulina y la α -lactoalbúmina. En general son sensibles a las altas temperaturas y son las primeras proteínas de la leche en desnaturalizarse y su calentamiento libera grupos sulfhidrilo que reducen el potencial de óxido-reducción, lo que inhibe parcialmente las reacciones de oxidación. Contienen la mayoría de los aminoácidos y presentan un mejor balance

de estos que las propias caseínas, por lo que su valor nutritivo es superior (Badui, 2013).

La β -lactoglobulina suma aproximadamente 45% del total de las proteínas del suero y existe como dímero. Los cambios de pH provocan que se convierta en dos monómeros mediante una reacción reversible. Se desnaturaliza a menos de 73°C. Sus grupos disulfuro le imparten características de estructura terciaria y el sulfhidrilo libre la hace muy reactiva; de hecho, es la fuente más importante de -SH de la leche. Esta proteína no se encuentra en la leche materna humana.

La α -lactoalbúmina presenta actividad biológica, ya que es parte constitutiva del sistema enzimático requerido para la síntesis de lactosa. Tiene un alto contenido de triptófano y se desnaturaliza a 63°C, pero vuelve a su estado natural con el enfriamiento.

2.1.2 Carbohidratos en el suero de leche

La lactosa es el disacárido encontrado en la leche, con bajo poder edulcorante, compuesto por glucosa y galactosa. Se considera su principal carbohidrato y algunos autores lo consideran el único; sin embargo, también se han identificado pequeñas cantidades de glucosa y galactosa libres, sacarosa, cerebrosidos, entre otros, que aunque están presentes en concentraciones muy bajas, pueden influir en la estabilidad de la leche, sobre todo cuando se somete a tratamientos térmicos intensos.

2.1.3 Grasa en el suero de leche

Aunque el lactosuero no presenta una cantidad significativa de grasa (0.4-0.6) %, en grandes cantidades puede afectar la permeabilidad del suelo cuando es desechado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento.

2.2 Cajeta como dulce tradicional de México

La cajeta se elabora principalmente en Latinoamérica: en Argentina es conocido como *dulce de leche*, en Colombia se le conoce como *arequipe* y en México se le llama *cajeta*. Ésta ha sido considerada desde hace muchos años como un producto tradicional, sumamente versátil al poder ser consumida sola o acompañada y en una gran variedad de platillos.

La elaboración de cajeta en México se remonta a la época colonial en la región del Bajío, en el estado de Guanajuato en la ciudad de Celaya. Esta zona tiene gran abundancia de recursos necesarios para elaborar este dulce, principalmente de ganado caprino. Celaya no sólo es el lugar de origen de este dulce mexicano sino que en la actualidad abastece una gran cantidad del producto a nivel nacional. En septiembre de 2010, la cajeta fue declarada "El postre del bicentenario Mexicano", después de un concurso de postres de distintos lugares del país, haciendo honor a su historia, tradición y origen.

La cajeta es un dulce elaborado con leche de cabra y/o vaca, sacarosa y glucosa y su nombre se deriva del cajete de madera de tejamanil de pino utilizado, en su origen, para envasar de forma artesanal el producto (PROY-NMX-2011). Aunque se sigue elaborando la receta tradicional, ya existen algunas variedades de ésta como la cajeta con leche quemada, cajeta envinada, con sabor vainilla, café, etc. en diferentes presentaciones y formas de envasado.

La ventaja de este tipo de productos es que presentan una vida de anaquel prolongada debido a la alta concentración de carbohidratos que presenta y se puede conservar a temperatura ambiente.

2.3 Diversidad de productos y propuestas actuales de cajetas o dulces de leche.

Las cajetas, también conocidas como dulces de leche, son muy populares y actualmente se sigue tratando de innovar añadiendo diferentes sabores y/o ingredientes que destaquen sus características sensoriales, alarguen su vida de anaquel, sean más equilibrados y al mismo tiempo que sigan siendo del agrado del consumidor.

Uno de los proyectos elaborados en la Universidad Autónoma de Querétaro es la *“Elaboración de una cajeta baja en carbohidratos y utilizando diferentes conservadores”* (Flores *et al.*, 2009). En ese trabajo se agregó miel de maíz y fructosa y se probaron diferentes conservadores como el ácido cítrico, sorbato de potasio y benzoato de sodio agregado en diferentes concentraciones. Posteriormente realizaron una evaluación sensorial del producto con 88 panelistas no entrenados, evaluando color, olor, sabor y consistencia dando como resultado que el benzoato de sodio fue el mejor conservador por mantener el pH estable, retardar el crecimiento microbiano y mantener las propiedades organolépticas de la cajeta, siendo la formulación más aceptada por los consumidores.

Un trabajo elaborado en el 2010 fue el *“Desarrollo de una cajeta sabor a café, baja en grasa y sin azúcar”*. El objetivo del proyecto fue desarrollar una cajeta baja en grasa (utilizando leche descremada), sin azúcar, ya que se agregaron edulcorantes y agregando saborizante a café. Con una vida de anaquel mínima de 12 meses. Se realizó un análisis químico proximal y posteriormente un análisis sensorial con 30 personas teniendo una aceptación del 83.3%.

Otro proyecto fue el *“Desarrollo de un dulce de leche de vaca con nuez y amaranto”* (Díaz, 2005), donde el objetivo era diversificar el uso del amaranto y mejorar el contenido nutricional y características sensoriales de los dulces típicos denominados *Glorias*®, hechos solamente con leche de vaca. Después de un

análisis fisicoquímico se comprobó que el amaranto brindó un aporte nutrimental mayor, tanto en cantidad de proteína, como en fibra dietética y minerales, comparando contra los dulces típicos *Glorias*® sin amaranto.

Por otro lado, se realizó la tesis de “*Caracterización fisicoquímica de un producto tipo cajeta elaborado a partir del suero dulce de quesería*” (Hernández, 2013), donde se realizaron 3 formulaciones de cajeta con sustitución de la leche por suero dulce de quesería en concentraciones de 100%, 75% y 50% de suero. A estas formulaciones se les realizó una caracterización fisicoquímica, se compararon con productos comerciales y se evaluó sensorialmente, siendo la del 50%, la formulación de mayor aceptación debido principalmente a su textura.

En el comercio se pueden encontrar variaciones como la *cajeta orgánica*, la cual generalmente cubre las expectativas de un mercado más específico. La palabra “orgánico”, más allá de referirse a la composición de un producto, tiene que ver con la forma en la fue generado. Los productos orgánicos se obtienen a través de sistemas productivos sustentables, es decir, procesos que se desarrollan en armonía con el medio ambiente procurando la máxima conservación del suelo y el agua, y la reducción de la contaminación (Bio Eco, 2015). En lugar de utilizar fertilizantes químicos se emplean abonos para nutrir cultivos, insecticidas que provienen de fuentes naturales y no se emplean antibióticos, aditivos y conservadores en la elaboración de los productos finales.

Hoy en día estos esfuerzos se concretan en el Consejo Nacional de Producción Orgánica (CNPO), organismo creado por el Gobierno Federal a través de la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).

En otros países, como Argentina, se han hecho formulaciones de dulces de leche con edulcorantes como el Stevia llamado “Dulsevia”, Este producto dice tener bajas calorías y ser apto para diabéticos, celíacos y tener 0% grasas trans por

porción (Énfasis Alimentación, 2013). De igual manera en Argentina se encuentra un dulce de leche “*saludable*”. La nueva fórmula fue desarrollada por científicos del Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (Cidca) de la Facultad de Ciencias Exactas. En la nueva fórmula hay disminución del contenido de lípidos totales y en el incremento del nivel de ácidos grasos insaturados. También menciona que se adicionaron antioxidantes naturales para maximizar los atributos de calidad como sabor, textura y seguridad sanitaria para que sean elaborados y comercializados por la industria alimentaria.

2.4 Elaboración de cajeta

La cajeta se obtiene mediante la reducción del contenido de agua por medio del proceso de evaporación, con adición de sacarosa, glucosa y bicarbonato de sodio. El calentamiento y el aumento de pH (por adición de bicarbonato de sodio) favorecen la reacción de Maillard, encargada de incrementar el color pardo en el producto.

La evaporación es una operación unitaria considerada de las más antiguas y ampliamente usada en la industria alimentaria ya que incrementa la estabilidad de diferentes productos como jugos, sopas o productos lácteos, y que prolonga la vida de anaquel. También reduce el volumen o peso de un producto líquido facilitando el transporte, aumenta la consistencia y/o proporciona cambios de sabor. (Vélez-Ruíz, *et al.* 2000).

Este producto se elabora tradicionalmente con calentamiento prolongado, se le ajusta el pH (entre 7.2 y 7.4) con bicarbonato de sodio para asegurar un medio alcalino en el que se lleven a cabo las reacciones de Maillard. Posteriormente se realiza un calentamiento con agitación lenta hasta alcanzar una temperatura de 60°C. En estas condiciones se agrega sacarosa mientras se continúa el calentamiento con agitación constante hasta la ebullición. Cuando se haya evaporado aproximadamente 1/3 del volumen inicial, se adiciona la glucosa y la

concentración se efectúa hasta alcanzar un porcentaje mínimo de sólidos totales de 65%. Se realiza comúnmente a presión atmosférica, en recipientes abiertos, hasta obtener un producto de consistencia viscosa de color café claro hasta pardo rojizo y de sabor dulce.

2.4.1. Funcionalidad de ingredientes

- *Leche*: Mismas especificaciones de leche para consumo humano (NOM-243-SSA1-2010): lactosa (4-5%), proteínas (3%) y grasa (3-4%) como principales componentes.
- *Sacarosa*: También conocida como azúcar de caña o azúcar para dar un sabor típico al dulce de leche. Debido a altas temperaturas (>60°C) ocurre una hidrólisis del disacárido y deshidratación de monosacáridos formando olores y colores característicos de la reacción de Maillard.
- *Glucosa*: Jarabe de glucosa o glucosa chiclosa es un derivado vegetal, fácilmente digerible. Su poder edulcorante es inferior al de la sacarosa y su utilización como sustituto se debe a que es económico, agrega brillo al producto y ayuda a disminuir la velocidad de cristalización. Presenta también poder reductor debido a su grupo aldehído libre.
- *Bicarbonato de sodio*: Ayuda a reducir la acidez de la leche dado que la misma va incrementando durante el proceso de elaboración como consecuencia de la evaporación de agua. Este exceso de acidez puede provocar desde una sinéresis, hasta un cambio de textura más arenosa. Por otro lado, una acidez excesiva también impide que el producto terminado adquiera su color característico, ya que las reacciones de Maillard se favorecen a pH básicos.

2.5 Propiedades fisicoquímicas y características generales de la cajeta

La cajeta es un producto de alta consistencia de olor, color y sabor característico, usado como postre. El desarrollo de estas características depende de las condiciones y las reacciones químicas que se lleven a cabo durante su elaboración.

Durante el proceso de evaporación, la leche sufre cambios en sus propiedades, entre ellos, el pH y acidez. El pH disminuye aproximadamente 0.3 unidades cuando se remueve la mitad del agua y 0.5 unidades cuando se remueve la tercera parte del agua del producto (Walstra et al., 2006). Otras propiedades modificadas de manera importante durante el proceso de evaporación son las propiedades reológicas, térmicas y la densidad. La alta concentración de sacarosa en este producto aumenta la presión osmótica por lo que la mayoría de los microorganismos son inactivados.

2.5.1 Reacciones de oscurecimiento en alimentos

El color de los alimentos se debe a diferentes pigmentos de origen animal, vegetal y a sus derivados provenientes de las reacciones químicas que se llevan a cabo. Actualmente las reacciones de oscurecimiento se dividen en dos categorías: oscurecimiento enzimático y no enzimático.

Las reacciones por oscurecimiento enzimático (también conocido como pardeamiento enzimático) tienen lugar en muchos productos vegetales como la manzana, plátano y papa, así como en jugos, concentrados, pulpas, productos deshidratados y congelados en los cuales no se han inactivado las enzimas previamente. Cuando el tejido vegetal es cortado, golpeado o aplastado, existe una disrupción a nivel celular y una exposición de los sustratos de tipo fenólico con el oxígeno del medio, siendo convertidos por vía enzimática en melaninas, los cuales son compuestos de color marrón. Las enzimas que catalizan estas reacciones reciben el término genérico de fenolasas y para que la reacción tenga

lugar se requiere la presencia de oxígeno molecular y cobre como grupo prostético (Badui, 2013).

Por otro lado el pardeamiento no enzimático es el resultado de reacciones originadas por las condensaciones entre compuestos carbonilos y aminados; o por la degradación de compuestos con dobles enlaces conjugados a grupo carbonilo. Estas reacciones también conducen a la formación de polímeros oscuros que algunos casos pueden ser deseables, pero en la mayoría de los casos conllevan a alteraciones organolépticas y pérdidas del valor nutritivo de los alimentos afectados. Algunos ejemplos son la leche en polvo, cajeta, entre otros.

Existen 4 rutas para el oscurecimiento no enzimático: las reacciones de Maillard, la caramelización, la oxidación del ácido ascórbico (vitamina C) y peroxidación de lípidos. Si bien la química de estas reacciones está relacionada con las reacciones de Maillard.

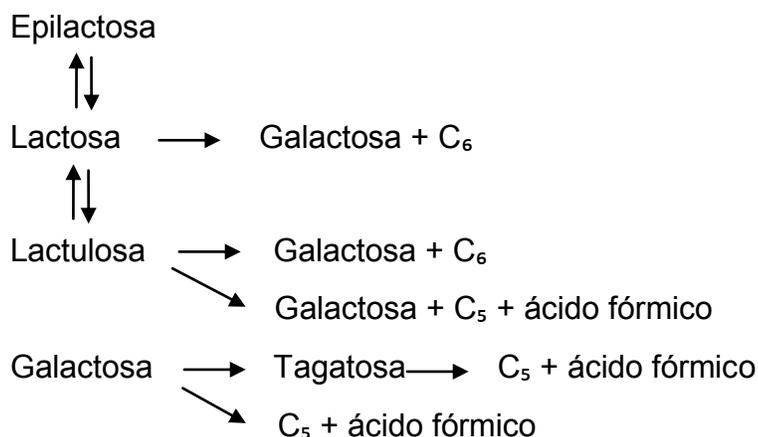
2.5.1.1 Reacciones de Maillard

Los tratamientos térmicos en alimentos ricos en azúcares como productos lácteos pueden conducir a reacciones de oscurecimiento no enzimático, conocidas como reacciones de Maillard, las cuales se dan por la interacción de azúcares reductores (principalmente D-glucosa) con grupos amino primarios (aminoácidos libres o grupos amino provenientes de una cadena de una proteína), los cuales impartirán los sabores, colores y aromas característicos al mismo, que para este producto, estos cambios son deseados (Damodaran *et al.*, 2008). Estas reacciones son dependientes del pH, temperatura, actividad del agua, tiempo y concentración (Nursten, 2005).

Algunos productos de importancia durante la elaboración de cajeta, es un intermediario en la formación de pigmentos durante la reacción de Maillard: el 5-(hidroximetil)-2-furfuraldehído (HMF), el cual se forma durante la deshidratación de hexosas, pero debido al calentamiento prolongado del producto, se llega hasta

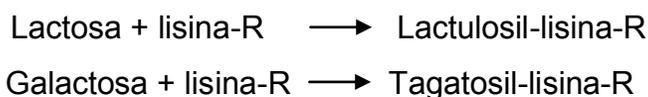
la formación de melanoidinas, los cuales son compuestos poliméricos formados por la reacción de los productos de Amadori, es decir, entre compuestos dicarbonílicos y aminoácidos que darán las propiedades y características de color, sabor y aroma (Miranda *et al.*, 2007).

Reacciones de Isomerización y degradación de azúcares

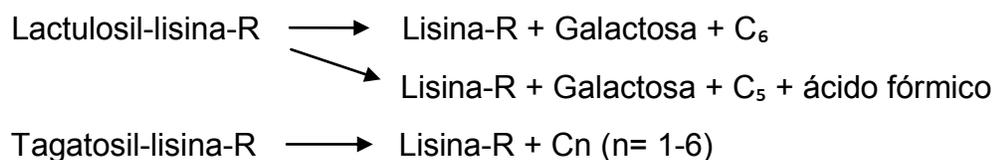


Reacciones de Maillard

Inicio



Intermediarios



Avanzado

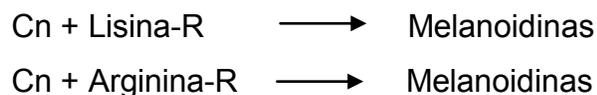


Figura 2.5.1 a. Reacciones de degradación e isomerización de azúcares (Walstra, 2006).

Se ha demostrado también que la cisteína y la arginina participan en reacciones de Maillard (Ledl y Schleicher, 1990). La cisteína también puede degradarse a

través de reacciones de Strecker para producir sulfuro de hidrógeno, amoníaco y acetaldehído. Los productos de estas reacciones, sirven como intermediarios para la formación de compuestos aromáticos, tales como tiazoles y disulfitos, que están asociados con las reacciones de Maillard (Mottram y Mottram, 2002).

Los indicadores de la reacción de Maillard más comúnmente utilizados son: evolución del color (absorbancia a 420 nm, evaluaciones colorimétricas) y determinaciones cualitativas y cuantitativas de reactivos, productos intermedios y finales como HMF y azúcares (Eichner y Ciner-Doruk, 1981).

El HMF es uno de los índices más utilizados en el estudio del pardeamiento no enzimático en jugos y derivados de frutas, etc. y es considerado como un indicador de la intensidad del tratamiento térmico a los que han sido sometido los productos (Rekha Singhal, 1997).

2.5.1.2 Reacciones de Caramelización

También conocidas como reacciones de pirólisis, las cuales ocurren cuando los azúcares reductores o no reductores se calientan por arriba de su punto de fusión. La reacción se efectúa tanto a pH ácido como alcalino y se acelera con ácidos carboxílicos y algunas sales. La deshidratación de los monosacáridos genera furfural y varios derivados insaturados, que se polimerizan consigo mismo o con otras sustancias semejantes para formar las melanoidinas.

De manera similar, cuando la lactosa se somete a temperaturas elevadas, empieza por perder el agua de hidratación para después entrar en diversas rutas de ciclización, polimerización, etc. El resultado es una mezcla de azúcares anhidros, oligosacáridos, sustancias coloridas y un gran número de compuestos de bajo peso molecular que imparten olores característicos a la leche y sus derivados (Badui, 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1 Diagrama general de trabajo

Para la realización de este proyecto se recolectó lactosuero dulce de vaca y cabra en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal, CEIPSA, Topilejo, Tlalpan, D.F. Posteriormente las muestras se trasladaron al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, FMVZ en donde se realizó una homogeneización de las mismas.

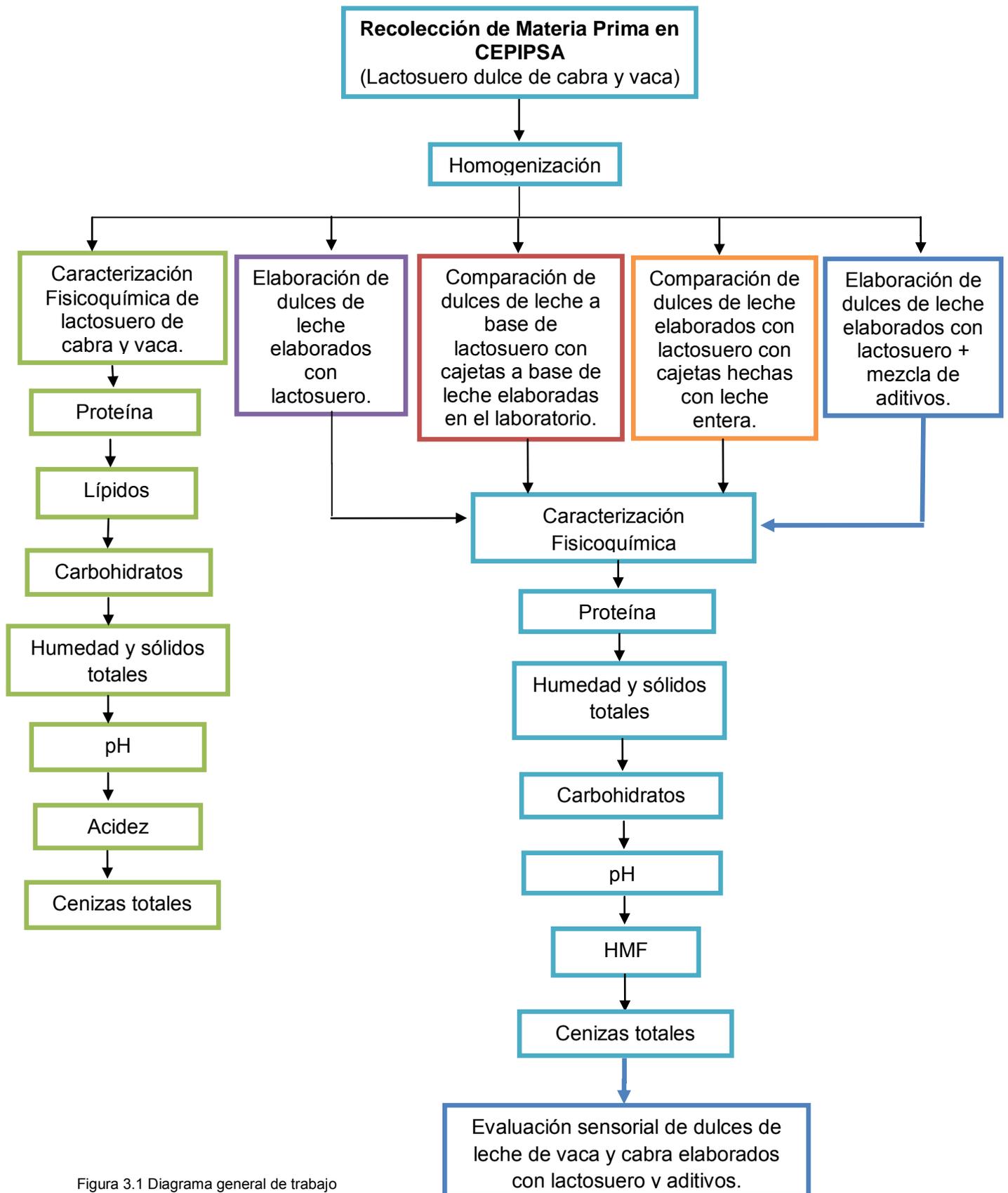


Figura 3.1 Diagrama general de trabajo

3.2 Condiciones utilizadas en la elaboración de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra

- a) Ajuste de pH (entre 7.2 y 7.4) con bicarbonato de sodio para asegurar un medio alcalino en el que se lleven a cabo las reacciones de Maillard.
- b) Calentamiento con agitación lenta hasta alcanzar 60°C y adición de sacarosa.
- c) Se continúa el calentamiento con agitación constante hasta ebullición cuando se haya evaporado aproximadamente 1/3 del volumen inicial, se adicionan la glucosa y la mezcla de aditivos previamente disueltos.
- d) Se continúa la evaporación con agitación constante hasta que el volumen original se reduzca a la tercera parte o hasta alcanzar 65 °Bx.

3.3 Métodos utilizados para el análisis fisicoquímico de lactosueros, leches enteras, cajetas y dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra.

En la Tabla 2 se muestran los métodos utilizados para el análisis de materia prima y producto terminado.

Tabla 2. Métodos utilizados para el análisis fisicoquímico de lactosueros, leches enteras, cajetas y dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra		
Determinación	Lactosuero, leche de vaca y leche de cabra	Cajetas y dulces tipo cajeta a base de leche entera y lactosuero de vaca y cabra
Muestreo	AOAC 970.26 Muestreo de Leche y Productos Lácteos Líquidos.	AOAC 968.12 Muestreo de Productos Lácteos.
Humedad	AOAC 925.23 Método I	AOAC 925.23 Método I
Sólidos Totales (°Bx)	AOAC 969.38 Método Refractométrico para Miel	AOAC 969.38 Método Refractométrico para Miel.
Acidez	AOAC 947.05 Método Volumétrico (Titulación)	N/A**

pH	Potenciómetro	AOAC 962.19 Acidez en Miel. Método Titrimétrico.
Cenizas totales	AOAC 945.46 Método Gravimétrico.	AOAC 920.181 Cenizas de Miel.***
Proteína cruda	AOAC 2001.11 Método de Kjeldahl.*	AOAC 962.18 Nitrógeno en Miel.***
Carbohidratos Reductores	Método Ácido Dinitrosalicílico (DNS). (Armstrong, <i>et. al.</i> 1982)	Método Ácido Dinitrosalicílico (DNS). (Armstrong, <i>et. al.</i> 1982).
HMF	N/A**	AOAC 980.23 Método Espectrofotométrico.
Lípidos	Método de Gerber	N/A**

*Cuando su determinación se hace por el método de Kjeldhal, también se incluye 5% de nitrógeno no proteínico, proveniente de compuestos como aminoácidos, amoniacos, adenina, guanina, ácidos orótico, hipúrico y úrico, urea, creatina, creatinina y otros. (Belitz, *et. al.*, 2004).

**N/A- No aplica

*** Se utilizó este método porque es un producto muy parecido fisicoquímicamente a la cajeta.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis fisicoquímicos de materias primas y comparación entre lactosuero y leche entera de vaca y cabra

La importancia en el análisis de los lactosueros radica en determinar su composición y conocer la cantidad de sus macro componentes debido a que el contenido de proteínas y carbohidratos son los componentes más importantes que influyen en las características sensoriales para la elaboración del dulce tipo cajeta.

Actualmente no existe una norma oficial vigente que establezca los valores promedio adecuados para el suero de leche de alguna especie, sin embargo hay un proyecto de norma mexicana por el Organismo Nacional de Normalización del COFOCALEC (ONN), llamada *PROY-NMX-F-721-COFOCALEC-2012. Sistema producto Leche- Alimentos- Lácteos- Suero de Leche (Líquido en Polvo)- Especificaciones y Métodos de Prueba*, la cual sirve también como guía para saber si el suero de leche que se utilizó está cerca o no de los valores límite.

Parámetro	Suero líquido dulce	Suero líquido ácido
Acidez expresada como ácido láctico (%)	0.07 a 0.12	> 0.12
Proteínas (%)	0.72 mín.	0.72 mín.
pH	6.40 a 6.70	< 6.40
Densidad (g/mL)	1.02 a 1.03	1.02 a 1.03
Grasa (%)	0.10 máx.	0.10 máx.
Lactosa (%)	4.70 mín.	4.70 máx.
Cenizas (%)	0.53 mín.	0.53 mín.
Punto Crioscópico °C (°H)	-0.50 (-0.52) a -0.56 (-0.58)	< -0.56 (-0.58)
Inhibidores	Negativo	Negativo
Bacterias mesófilas aerobias (UFC/mL)	10 000 máx.	10 000 máx.
Organismos coliformes (UFC/mL)	100 máx.	100 máx.

Nota: Este proyecto de norma, no especifica la especie de la que provino el lactosuero.

4.1.1 Análisis fisicoquímicos de leche entera y lactosuero de vaca

Se realizó un análisis fisicoquímico de leche entera de vaca y lactosuero y se compararon con valores reportados en la literatura (valores referencia):

Tabla 4. Análisis fisicoquímicos de leche entera y lactosuero de vaca				
Parámetros	Valores Teóricos leche de vaca ¹	Leche entera de vaca	Valores Teóricos lactosuero de vaca ²	Lactosuero de vaca
pH	6.60 ±0.02	6.73 ±0.00	6.24 ± 0.07	6.20±0.04
Acidez (%)	0.18 ±0.03	0.15 ±0.00	0.14 ± 0.02	0.09±0.00
Humedad (%)	87.84 ±0.83	87.90±0.00	93.12 ± 0.02	91.40±0.00
Sólidos Totales (°Bx)	11.63 ±0.45	11.00±0.00	6.88 ±0.01	6.00±0.00
Cenizas (%)	0.67 ±0.17	0.70 ±0.20	0.73 ±0.26	0.60±0.00
Proteína (%)	3.22 ±0.30	3.00 ±0.00	1.31 ± 0.29	1.07±0.00
Carbohidratos (%)	4.23 ±0.05	3.85 ±0.00*	4.56 ±0.09	4.90±0.00*
Lípidos (%)	2.73 ±0.34	3.30 ±0.00	0.43 ±0.26	0.30±0.00

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

1 Parkash y Jenness, et al. (1980).Debski y col., 1987; Sanz Sampelayo y col., 1988; Renner y col., 1989; NRC, 1991; USDA, 1991; Chadan y col., 1992; Boza y Sampelayo. 1959-1997.

2 Silva, 2014.

*Valores calculados por DNS.

En la tabla 4 se presenta el análisis fisicoquímico de la leche entera de vaca y lactosuero de vaca. Se aprecia que en el suero de vaca hay un menor contenido de proteína, ya que la mayor parte de ésta precipitó en la elaboración de queso. En cuanto a los lípidos también se aprecia una menor cantidad en el lactosuero y se debe a que durante la elaboración de algunos quesos se realiza un proceso de descremado en la leche. En cuanto a pH y cenizas se muestran valores dentro de los parámetros de referencia.

4.1.2 Análisis fisicoquímicos de leche entera y lactosuero de cabra

Se procedió con el análisis fisicoquímico de la leche de cabra y el lactosuero de cabra para después comparar estos valores con los reportados en la literatura (valores de referencia):

Tabla 5. Análisis fisicoquímicos de leche entera y lactosuero de cabra

Parámetros	Valores teóricos Leche de cabra ¹	Leche entera de cabra	Valores teóricos Lactosuero de cabra ²	Lactosuero de cabra
pH	6.56± 0.15	6.36 ± 0.00	6.26 ± 0.03	6.17 ± 0.00
Acidez (%)	0.16± 0.01	0.29 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.16 ± 0.00
Humedad (%)	88.37± 0.45	84.10 ± 0.00	93.23± 0.18	92.30 ± 0.37
Sólidos Totales (°Bx)	11.63± 0.45	11.00 ± 0.00	6.77± 0.18	6.00 ± 0.00
Cenizas (%)	0.83± 0.01	0.87 ± 0.01	0.71 ± 0.12	0.59 ± 0.02
Proteína (%)	3.26± 0.71	3.73 ± 0.12	1.40 ± 0.30	1.07 ± 0.04
Carbohidratos (%)	4.56± 0.09	1.39 ± 0.00*	4.98 ± 0.02	3.18± 0.00*
Lípidos (%)	3.38± 0.08	5.50±0.41	0.56 ± 0.30	1.00 ± 0.00

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

1.Parkash y Jenness, et al. (1980). Debski y col, 1987; Sanz Sampelayo y col., 1988; Renner y col., 1989; NRC, 1991; USDA, 1991; Chadán y col., 1992; Boza y Sampelayo. 1959-1997.

2.Silva (2014).

*valores calculados por DNS.

La Tabla 5 muestra valores similares a los publicados en la literatura a excepción de la cantidad de carbohidratos y grasa, tanto en la leche (con valores en la literatura de 3.38% de grasa y de 5.50% en el laboratorio), como en el lactosuero de cabra. Esta diferencia se debe a que la leche que se utilizó en el análisis fue leche entera que no había sido descremada y estandarizada. Así mismo el lactosuero provenía de una leche con las mismas condiciones.

A diferencia de la leche, el lactosuero de cabra muestra menor contenido de sólidos totales, lo cual se explica por la pérdida de proteína (principalmente caseína) en el proceso de elaboración de queso lo que provoca una disminución de los sólidos totales y un mayor contenido de humedad (>90%).

Si bien las seroproteínas no constituyen la fracción proteica más abundante, sí llegan a representar el 20% de las proteínas de la leche entera, siendo su principal componente la β -lactoglobulina con cerca del 10% y la α -lactoalbúmina con un 4% de toda la proteína láctea (Hinrichs et al., 2004), las cuales son consideradas como proteínas de alto valor biológico.

Ambos lactosueros, de vaca y cabra son muy similares en cuanto a su composición (Ver tablas 4 y 5); sin embargo, el lactosuero de cabra muestra mayor contenido de lípidos, lo que es de esperarse ya que éste se deriva de la leche de cabra, la cual muestra mayor contenido, no sólo de grasa, sino también de lactosa y proteína (Harper, 1992).

Los valores obtenidos de las formulaciones hechas en el laboratorio con los del proyecto de norma (Ver Tabla 3), en el lactosuero dulce de vaca, los resultados están dentro del intervalo para cenizas, acidez, proteína y lactosa; pero no en los valores de pH, ya que ambos sueros están ligeramente por debajo del valor de referencia (<6.4) y los valores de grasa están por arriba valor referenciado (>0.10%). Para el suero dulce de cabra la acidez resulta mayor a 0.12%, obteniéndose 0.16% y de lactosa 3.18% cuando el mínimo es de 4.7% (proyecto de norma).

Como se mencionó anteriormente, estas diferencias se deben a que se utilizó leche entera, la cual no sufrió ningún proceso de homogenización ni de estandarización en el contenido de lípidos. Otras razones por las que se presentaron estas diferencias están ligadas a la especie (vaca o cabra) y tiempo de lactancia, los cuales se ven reflejados directamente en la composición del producto obtenido.

4.2 Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de leche entera y lactosuero de vaca y cabra

Una vez analizada la composición de la materia prima se procedió a la elaboración de dulces tipo cajeta de vaca y cabra en el laboratorio utilizando la siguiente formulación:

Cuadro I. Formulación para la elaboración de dulces tipo cajeta de vaca y cabra	
INGREDIENTES	CANTIDAD
Leche o lactosuero de vaca o cabra.	1 L
Bicarbonato de sodio	El necesario para ajustar el pH entre 7.2 y 7.5
Sacarosa	100 g
Glucosa	200 g

Es importante notar que todos los dulces tipo cajeta fueron estandarizados hasta llegar a los 65°Bx o sólidos totales, para poder tener un parámetro fijo y hacer un mejor análisis del resto de las determinaciones.

4.2.1 Análisis fisicoquímicos de cajetas y dulces tipo cajeta elaborados con leche entera y lactosuero de vaca

En la Tabla 6 se observan los resultados del análisis fisicoquímico del dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca comparada con una cajeta comercial y con un dulce tipo cajeta hecho en el laboratorio con leche entera de vaca.

Tabla 6. Análisis fisicoquímicos de cajetas y dulces tipo cajeta elaborados con leche entera y lactosuero de vaca			
Parámetros	Cajeta comercial a base de leche entera de vaca	Cajeta a base de leche de vaca hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca
pH	6.29 ± 0.00	8.19 ± 0.00	8.68 ± 0.00
Humedad (%)	23.79 ± 0.35	24.34 ± 7.85	37.83 ± 0.23
Sólidos Totales (°Bx)	73.00 ± 0.00	65.00 ± 0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	1.72 ± 0.02	1.42 ± 0.00	1.77 ± 0.00
Proteína (%)	7.07 ± 0.33	4.91 ± 0.00	4.02 ± 0.37
Carbohidratos (%)	64.21 ± 0.00	57.33 ± 0.00*	57.87 ± 0.00*
Lípidos (%)	1.50 ± 0.00	1.34 ± 0.00	1.34 ± 0.00
HMF (ppm)	27.42 ± 0.23	19.80 ± 0.33	29.80 ± 0.35

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

*Carbohidratos calculados por diferencia.

* Imágenes de formulaciones en Anexo III. Imagen 1, 2 y 3 respectivamente.

En la Tabla 6 hay diferencias significativas entre el pH que se obtuvo en la cajeta con leche entera hecha en el laboratorio y en el dulce tipo cajeta hecho con

lactosuero. Esta diferencia se le atribuye a la adición de bicarbonato de sodio para alcanzar un pH básico y favorecer las reacciones de Maillard.

En cuanto a proteína también hubo una diferencia significativa, la cajeta comercial reflejó un contenido mayor (4.91%) respecto a la elaborada a base de lactosuero (4.02%), lo cual es un valor esperado porque el lactosuero contiene menos proteína (caseína) que la leche entera.

Ambas formulaciones hechas en el laboratorio, tanto con leche entera como con lactosuero, fueron elaboradas hasta alcanzar una cantidad de sólidos totales de 65°Bx para estandarizar parámetros, pero el rendimiento y características fisicoquímicas son diferentes por la cantidad de caseínas que contiene el lactosuero y leche entera. Los únicos parámetros que no mostraron diferencias significativas fueron la cantidad de carbohidratos y lípidos, lo que indicó la necesidad de modificar la formulación para aumentar la cantidad de proteína.

4.2.2 Análisis fisicoquímicos de cajetas y dulces tipo cajeta elaborados con leche entera y lactosuero de cabra

En la Tabla 7 se observan los resultados fisicoquímicos obtenidos de los dulces tipo cajeta hechos a partir de leche entera y lactosuero de cabra.

Tabla 7. Análisis fisicoquímicos de cajetas y dulces tipo cajeta elaborados con leche entera y lactosuero de cabra			
Parámetros	Cajeta comercial a base de leche de cabra	Cajeta a base de leche de cabra hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra
pH	6.22±0.00	8.48±0.00	8.92±0.00
Humedad (%)	12.91±0.77	34.30±0.35	29.43±0.37
Sólidos Totales (°Bx)	61.00±0.00	63.00±0.00	65.00±0.00
Cenizas (%)	1.71±0.01	1.76±0.12	2.22±0.00
Proteína (%)	6.50±0.33	5.33±0.00	2.36±0.51
Carbohidratos (%)	52.79±0.00	53.31±0.00*	57.76 ± 0.00*
Lípidos (%)	2.50±0.00	2.60 ± 0.00	2.66 ± 0.00
HMF (ppm)	31.86±7.62	32.24±3.37	35.60±2.49

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

*Carbohidratos calculados por diferencia.

* Imágenes de formulaciones en Anexo III. Imagen 4, 5 y 6 respectivamente.

En la tabla 7 se muestra como referencia una cajeta comercial a base de leche entera de cabra, la cual sirvió para comparar los valores obtenidos en la cajeta hecha en el laboratorio y en la elaborada a base de lactosuero.

La composición del dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra no mostró diferencia significativa (Ver Anexo I. Tabla A2) con respecto a la cajeta comercial en cuanto a sólidos totales, lípidos, cenizas y humedad sin embargo se observó diferencia en la cantidad de proteína con cajetas elaboradas a partir de leche (5-6%) y la elaborada a partir de lactosuero (2.36%). Esto se debió a que la materia prima (lactosuero) presentó una menor cantidad de proteína por la falta de caseína.

El pH del dulce tipo cajeta hecho en el laboratorio y el elaborado a base de lactosuero presentaron un pH mayor a la formulación con leche entera de cabra de marca comercial. Esta diferencia se atribuyó a la adición de bicarbonato de sodio a la materia prima para ajustar el pH básico y de esta manera favorecer las reacciones de Maillard en la elaboración de la cajeta. Esto también se reflejó en una mayor cantidad de cenizas en las formulaciones a base de suero (2.22%) y las elaboradas con leche entera (1.76%).

En cuanto al HMF (hidroximetilfurfuraldehído), aparte de haber una diferencia estadística significativa entre la formulación con leche entera hecha en el laboratorio y la formulación a base de lactosuero (Ver Anexo I. Tabla A2), sensorialmente también se apreció un cambio en el color de las diferentes formulaciones. Este es un parámetro que varió principalmente por la cantidad de bicarbonato adicionado y los productos químicos obtenidos en la reacción de Maillard como son las melanoidinas, las cuales proporcionaron color.

Estas reacciones son los fenómenos químicos más representativos e importantes que se llevan a cabo durante la elaboración de la cajeta y dan lugar a diferentes productos o compuestos dependiendo de la intensidad del tratamiento térmico, pH y temperaturas. Uno de los principales aminoácidos involucrados y afectados por

las reacciones de Maillard es la lisina, aminoácido esencial que gracias a su grupo amino reacciona con grupos carboxilos de azúcares reductores. Este tipo de reacciones genera productos como la lisinoalanina con el consiguiente bloqueo de la lisina y disminuye su disponibilidad o valor nutritivo.

El tratamiento térmico de la proteína de lactosuero en presencia de lactosa a temperaturas entre 75 y 121°C también causa una disminución de la disponibilidad de la lisina entre un 45 y 75 % (Desrosiers *et al.* 1989).

La cantidad de agua en los dulces tipo cajeta hechos con lactosuero (vaca y cabra) es muy importante, ya que ambos mostraron un porcentaje de humedad alto (>29%). Según la NOM-185-SSA1-2002 (Ver Anexo II) que incluye productos lácteos y dulces a base de leche como la cajeta y el proyecto de norma mexicana NMX-F-743-COFOCALEC-2011 (Ver Anexo II) de cajeta, menciona que estos productos son de humedad intermedia, es decir entre 12-20% por lo que un contenido mayor, coloca a estos dulces tipo cajeta a base de lactosuero en una categoría de alta humedad y en consecuencia productos perecederos, cuya estabilidad se afecta favoreciendo el crecimiento de microorganismos como hongos. El alto contenido de humedad también refleja la falta de sólidos.

Las formulaciones hechas a partir de lactosuero se elaboraron bajo las mismas condiciones que las de leche entera, pero la diferencia es que no mostraron las características sensoriales de una cajeta elaborada con leche entera, sino una baja consistencia debido a la baja cantidad de sólidos del lactosuero por la pérdida de proteína perdida en la elaboración del queso. Por ello se continuó con la siguiente etapa del proyecto con dos objetivos principales: 1. igualar la composición fisicoquímica de la materia prima (lactosuero) con la de una leche entera y 2. obtener un dulce tipo cajeta con las mismas características sensoriales y fisicoquímicas que las de una cajeta elaborada con leche entera.

4.3 Dulces tipo cajeta elaborados con lactosuero de vaca y cabra con adición de proteína de soya

Las proteínas de la soya son una mezcla heterogénea de globulinas (60%- 75% del total) y albúminas, éstas tienen la capacidad de formar geles a través de distintos mecanismos basados en el fenómeno de asociación–disociación de las proteínas, lo que a su vez está determinado por factores como la temperatura, la fuerza iónica y el tipo de sal.

Debido a su compleja estructura, algunas fracciones de globulinas y albúminas son muy sensibles a muchos agentes desnaturalizantes, como los pH extremos, las temperaturas altas, las concentraciones elevadas de disolventes y de sales, etc., de todos estos, el efecto del calor es el más importante. La consecuencia de esto es, en primera instancia, la reducción de la solubilidad de las proteínas, lo que puede llegar a inducir la gelificación. El calentamiento de las dispersiones de proteínas de soya en una concentración de 7% causa la rápida formación de geles.

En este proyecto se utilizó concentrado de proteína de soya, que se elabora mediante la extracción en fase alcohol-agua o por lixiviación en medio ácido de la harina desgrasada. El proceso remueve los carbohidratos solubles y el producto resultante contiene alrededor de 65- 70% de proteína (Luna, 2006).

Se decidió el uso de esta proteína debido a que es considerada un hidrocoloide. La utilidad e importancia de los hidrocoloides se fundamentan en sus propiedades funcionales como la estabilización, el espesamiento y la gelificación (Penna, 2002), las cuales son útiles para la obtención del dulce de leche como texturizante y ligador de agua por la construcción de una red tridimensional macroscópica de cadenas interconectadas, dentro de la cual se liga un sistema acuoso (JECFA, 2015), pero también es una fuente valiosa de proteínas vegetales de gran calidad y cuenta con aminoácidos esenciales para el ser humano (FAO/WHO, 1991).

4.3.1 Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con adición de proteína de soya

La cantidad de soya agregada se calculó de la siguiente manera:

$$\frac{3.26 \text{ g de prote na en leche} *}{11.63 \text{ g de Sólidos Totales} *} \times 100 = \mathbf{28.03 \text{ g de proteína en leche en base seca}}$$

$$\frac{1.4 \text{ g de prote na en lactosuero} *}{6.77 \text{ g de Sólidos Totales} *} \times 100$$

$$= \mathbf{20.6 \text{ g. de proteína en lactosuero en base seca}}$$

$$28.03 \text{ g prot. leche BS} - 20.6 \text{ g prot. LS en BS}$$

$$= \mathbf{7.43 \text{ g prot. en 100 mL de LS por agregar}}$$

* Los valores de proteína en leche, lactosuero y sólidos totales fueron tomados para ejemplificar los cálculos. Estos fueron tomados de la caracterización de la leche entera y lactosuero de cabra (Tabla 9).

** Se determinó en el laboratorio la cantidad de proteína presente en el concentrado de proteína de soya utilizado (77.77%).

Cuadro II. Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya	
INGREDIENTES	CANTIDAD
Lactosuero de vaca o cabra	1 L
Bicarbonato de sodio	El necesario para ajustar el pH entre 7.2 y 7.5
Sacarosa	100 g
Glucosa	200 g
Concentrado de proteína de soya	70 g

4.3.1.1 Análisis fisicoquímicos dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con adición de proteína de soya

En la Tabla 8 se puede observar la composición de los dulces tipo cajeta mencionados.

Tabla 8. Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya

Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya
pH	7.80 ± 0.00	8.50± 0.00
Humedad (%)	35.60 ± 0.01	31.70± 1.26
Sólidos Totales (°Bx)	65.00 ± 0.00	65.00± 0.00
Cenizas (%)	2.11 ± 0.02	2.46 ± 0.70
Proteína (%)	8.04 ± 0.08	8.57± 0.27
Carbohidratos (%)	54.35 ± 0.00*	53.72± 0.00*
Lípidos (%)	0.50 ± 0.00	0.25± 0.00
HMF (ppm)	61.10 ± 0.35	45.85± 0.71

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

*Carbohidratos calculados por diferencia.

* Imágenes de formulaciones en Anexo III. Imagen 7 y 8 respectivamente.

El resultado de estas formulaciones se distinguió bajo las siguientes características sensoriales: dulce de leche muy oscuro y espeso, sin fluidez.

En cuanto al análisis fisicoquímico se observa una diferencia significativa (Ver Anexo I. Tabla A3 y A4) entre el alto contenido de proteína de los dulces tipo cajeta de vaca y cabra a base de lactosuero (8.0-8.6%) y la cantidad de proteína que muestran las cajetas a base de leche entera (4.9-5.3%).

Otro dato que también mostró diferencia significativa fue la cantidad de HMF. Este parámetro ha sido propuesto como un indicador de la intensidad y tiempo de tratamiento térmico (Sithole *et al.*, 2005), lo que es un proceso propio para la elaboración de cajetas y se refleja por el fuerte color oscuro obtenido. También se debió a que la materia prima (lactosuero de vaca) presentaba un pH muy ácido (3.5), a diferencia del lactosuero de cabra (5.45) por lo que la adición de bicarbonato de sodio, aparte de ayudar a alcalinizar también favoreció la producción de compuestos coloridos y se reflejó en la cantidad de cenizas (2.11% en la formulación con lactosuero de vaca) que es mayor al de una cajeta elaborada a base de leche entera (1.70-1.73%). Estos valores fueron estadísticamente diferentes (Ver Anexo I. Tabla A3).

La proteína de soya agregada y el tratamiento térmico, jugaron un papel importante en la consistencia de este producto ya que en primer lugar hay pérdida de humedad por la evaporación de agua y la viscosidad aumentó, se desnaturalizaron proteínas lo que redujo la solubilidad del concentrado de proteína de soya haciendo más difícil su incorporación. Esta proteína también participó en la obtención de color de este dulce, ya que la lisina al reaccionar con el azúcar reductor formó el producto conocido como lactulosil-lisina (compuesto de Amadori), el cual es un producto mayoritario en las primeras etapas de las reacciones de Maillard.

Debido a que estas formulaciones a partir de lactosueros de vaca y cabra con proteína de soya mostraron diferencias estadísticas significativas en proteína, lípidos, HMF, cenizas y pH y carbohidratos respectivamente, se prosiguió con otras modificaciones en la formulación.

4.4 Dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya

Se realizó en el laboratorio un dulce tipo cajeta a base de leche de soya de marca comercial para conocer su composición y comparar con los resultados obtenidos anteriormente en el análisis fisicoquímico de un dulce tipo cajeta elaborado a partir de lactosuero con adición de proteína de soya.

4.4.1 Formulación general para la elaboración de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya

Cuadro III. Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya	
INGREDIENTES	CANTIDAD
Leche de soya	1 L
Sacarosa	100 g
Glucosa	200 g

Nota: Debido a que el pH inicial de la leche de soya era básico (7.52) no fue necesaria la adición de bicarbonato de sodio.

4.4.1.1 Análisis fisicoquímico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya

En la tabla siguiente se observa el análisis fisicoquímico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya y se colocaron también los valores con una formulación a partir de lactosuero de vaca con adición de proteína de soya para tener un punto de comparación.

Tabla 9. Análisis fisicoquímico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya		
Parámetros	Dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya
pH	7.81 ± 0.00	7.80 ± 0.00
Humedad (%)	30.00 ± 1.16	35.60 ± 0.01
Sólidos Totales (°Bx)	65.00 ± 0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	1.49 ± 0.00	2.11 ± 0.02
Proteína (%)	6.69 ± 0.27	8.04 ± 0.08
Carbohidratos (%)	56.25 ± 0.23	54.35 ± 0.00**
Lípidos (%)	0.57 ± 0.00*	0.50 ± 0.00
HMF (ppm)	20.73 ± 0.07	61.10 ± 0.35

Nota1: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar

Nota 2: No se colocó el análisis fisicoquímico de la formulación de lactosuero de cabra y adición de proteína de soya, ya que los valores fueron muy parecidos a los de la formulación con lactosuero de vaca y proteína de soya.

*Lípidos calculados por diferencia.

** Carbohidratos calculados por diferencia.

***Anexo III. Imagen de formulación para el dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya .Imagen 9.

En esta formulación con leche de soya, se obtuvo un mayor contenido de proteína (6.69%) en comparación con el dulce tipo cajeta hecho a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya adicionada (proteína de 4.5-5%) y esto se debe a que se empezó con una materia prima que contenía mayor cantidad de proteína (3.1%), a diferencia del lactosuero (1-1.4%) que básicamente solo contiene seroproteínas.

Debido a que no se obtuvieron las características sensoriales semejantes a las de una cajeta elaborada con leche entera y a que nuestro objetivo es el uso de lactosuero, se propuso seguir modificando la formulación, utilizando lactosuero y añadiendo almidón y goma xantana.

4.5 Dulces tipo cajeta elaborados con lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana

El almidón es un polisacárido formado por unidades de D-glucosa con enlaces O-glucosídicos, con un peso molecular elevado. Éste y sus productos de hidrólisis proveen del 70-80% de las calorías de la dieta (Damodaran *et al.*, 2008). Debido a que su estructura está altamente organizada y a su gran estabilidad por las múltiples interacciones que existen con sus dos polisacáridos constituyentes, los gránulos de almidón son insolubles en agua pero a medida que se incrementa la temperatura retienen más agua y el gránulo empieza a hincharse y a aumentar de volumen (Badui, 2013).

El almidón utilizado en esta formulación es un carbohidrato importante desde el punto de vista comercial. Además es uno de los hidrocoloides más utilizados en los alimentos, ya que confiere características como estabilidad y alta viscosidad cuando se usa a altas temperaturas (JECFA, 2015). Puede actuar como espesante y estabilizador y generalmente se obtiene a partir de cereales como el maíz.

Por otro lado la goma xantana (polisacárido) es una goma biosintética de color blanco o amarillo claro. Se obtiene por fermentación de glucosa extraída de maíz, trigo, lactosa o soya con bacterias de la familia xanthomonas y es considerada como un hidrocoloide que aporta características de viscosidad y textura (JECFA, 2015). Esta goma pseudoplástica es soluble en agua fría o caliente y forma soluciones muy estables en un rango de pH de 1-9. Se emplea en aderezos, salsas, productos lácteos, entre otros y su uso está permitido en USA (415), Europa (E415) y México (415).

4.5.1 Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana

Cuadro IV. Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana	
INGREDIENTES	CANTIDAD
Lactosuero de vaca o cabra	1 L
Bicarbonato de sodio	El necesario para ajustar el pH entre 7.2 y 7.5
Sacarosa	100 g
Glucosa	200 g
Concentrado de proteína de soya	15.00 g
Almidón	5.00 g
Goma Xantana	1.00 g

4.5.1.1 Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana

La Tabla 10 muestra la composición de dulces tipo cajeta con diferentes aditivos agregados para obtener una consistencia más parecida a la de una cajeta elaborada con leche entera.

Tabla 10. Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana		
Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y goma xantana	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana
pH	9.04±0.00	8.44 ± 0.00
Humedad (%)	25.83±1.26	27.28 ± 0.18
Sólidos Totales (°Bx)	65.00±0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	2.69± 0.02	2.41 ± 0.01
Proteína (%)	4.04± 0.27	4.32 ± 0.02
Carbohidratos (%)	56.77±0.00*	56.77± 0.00*
Lípidos (%)	1.50± 0.00	1.50 ± 0.00
HMF (ppm)	1.50± 0.00	1.50 ± 0.00

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

*Carbohidratos calculados por diferencia.

* Imágenes de formulaciones en Anexo III. Imagen 10 y 11 respectivamente.

El resultado de esta formulación se distinguió bajo las siguientes características sensoriales: un dulce de color oscuro y con bastante fluidez, pero sin la presencia de punto de hilo deseado.

En esta formulación se agregó proteína de soya en un 1.5% y goma xantana en un porcentaje de 0.1%. En cuanto a la cantidad de proteína final, se obtuvo un valor de 4.04% y 4.32% para las formulaciones hechas a partir de lactosuero de vaca y cabra respectivamente. Estadísticamente la formulación con lactosuero de vaca no mostró una diferencia significativa en la cantidad de proteína. Solamente mostró diferencia en pH, cenizas y lípidos los cuales son parámetros que pueden variar dependiendo la calidad de la materia prima utilizada.

El contenido de hidroximetil-furfural no mostró diferencia significativa en la formulación con lactosuero de vaca, pero pasó lo contrario con la de cabra. Esto se pudo deberse al tratamiento térmico que tuvieron, ya que aunque se realizó bajo las mismas condiciones, el proceso no está estandarizado en el laboratorio. Si recordamos el HMF es un compuesto intermediario de formación de pigmentos en las etapas más avanzadas en las reacciones de Maillard, por lo que se utiliza como indicador de daño térmico (Damodaran *et al.*, 2008).

Debido a que ésta formulación presentó mucha fluidez sin aumento en consistencia y no se obtuvo el punto de hilo característico de los dulces de leche, se prosiguió a cambiar la goma xantana por carragenina y se aumentó la cantidad de proteína de soya de 1.5% a 2.0% para obtener valores similares a los de los dulces de leche hechos con leche entera en el laboratorio.

4.6 Dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina.

Las carrageninas forman parte de un grupo de polisacáridos que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas rojas (Rhodophyceae). Estos polisacáridos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles en

medios acuosos a muy bajas concentraciones y dar viscosidad. La estabilidad que brinda a las proteínas se debe a que tiene grupos sulfatados ionizados que están orientados hacia el exterior de la molécula, e interaccionan con los grupos cargados de las proteínas (Badui, 2013).

A pesar de que existen 3 tipos de carragenina (kappa, iota y lambda), comercialmente se tiene una combinación de las tres configuraciones moleculares, generalmente con una de las configuraciones predominando. Esta goma está permitida en las listas positivas de Europa (E407), USA (407) y México (407), lo que indica que su uso está regulado y aceptado.

4.6.1 Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina

Cuadro V. Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina	
INGREDIENTES	CANTIDAD
Lactosuero de vaca o cabra	1 L
Bicarbonato de sodio	El necesario para ajustar el pH entre 7.2 y 7.5
Sacarosa	100.00 g
Glucosa	200.00 g
Concentrado de proteína de soya	20.00 g
Almidón	5.00 g
Carragenina	1.00 g

4.6.1.1 Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina

Tabla 11. Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina.		
Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y carragenina	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y carragenina
pH	8.28 ± 0.00	8.48 ± 0.00
Humedad (%)	28.56 ± 0.18	25.50 ± 0.27
Sólidos Totales (°Bx)	65.00 ± 0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	1.32 ± 0.22	1.53 ± 0.22
Proteína (%)	4.91 ± 0.00	4.62 ± 0.00
Carbohidratos (%)	63.96 ± 0.00*	67.85 ± 0.00*
Lípidos (%)	1.25 ± 0.35	0.50 ± 0.35
HMF (ppm)	12.51 ± 0.08	10.97 ± 0.22

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

*Carbohidratos calculados por diferencia.

* Imágenes de formulaciones en Anexo III. Imagen12 y 13 respectivamente.

Estas formulaciones, tanto con lactosuero de vaca, como de cabra dieron características sensoriales muy similares a los dulces tipo cajeta a base de leche entera. Este dulce mostró un color café con mayor fluidez, presencia de punto de hilo y aroma característico caramelo con notas a cocido.

Estadísticamente la formulación con lactosuero de vaca y aditivos presentó diferencias significativas en la cantidad de lípidos y carbohidratos, pero en los demás parámetros como pH, humedad, sólidos totales, cenizas, proteína y HMF no hubo diferencia.

En cuanto a la formulación con lactosuero de cabra, también mostró diferencia significativa en cuanto a carbohidratos y HMF, pero no así para la cantidad de proteína, humedad, pH, cenizas y lípidos. Por estas razones, ésta formulación de dulce tipo cajeta con lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina se considera la formulación final.

4.7 Dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra, con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica.

Sólo para efectos sensoriales se probó la formulación final añadiendo grasa butírica, para ver si ésta podría darle más cuerpo y viscosidad al dulce tipo cajeta ayudando también a conservar algunos aromas y dar más sabor.

4.7.1 Formulación general para la elaboración de dulces tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica

Cuadro VI. Formulación para la elaboración de un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica	
INGREDIENTES	CANTIDAD
Lactosuero de vaca o cabra	1 L
Bicarbonato de sodio	El necesario para ajustar el pH entre 7.2 y 7.5
Sacarosa	100 g
Glucosa	200 g
Concentrado de proteína de soya	20.00 g
Almidón	5.00 g
Carragenina	1.00 g
Grasa butírica	2.00 g

4.7.1.1 Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica

Tabla 12. Análisis fisicoquímicos de dulces tipo cajeta elaborados a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica		
Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica
pH	8.41 ± 0.00	9.01± 0.00
Humedad (%)	34.75 ± 0.49	38.21±0.30
Sólidos Totales (°Bx)	65.00 ± 0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	1.89 ± 0.01	2.12 ± 0.17
Proteína (%)	4.91 ± 0.02	4.04±0.27
Carbohidratos (%)	56.70 ± 0.00*	57.41± 0.41
Lípidos (%)	1.75 ± 0.00	1.43± 0.00**
HMF (ppm)	17.52 ± 0.08	18.35±0.17

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

*Carbohidratos calculados por diferencia.

** Lípidos calculados por diferencia.

* Imágenes de formulaciones en Anexo III. Imagen14 y 15 respectivamente.

Esta formulación mostró buenas características de aroma y color, pero con una fluidez mayor a la formulación final, lo que quiere decir que incrementando la grasa, se conservan mejor los compuestos volátiles pero la textura no es la deseada, la grasa otorgó mayor fluidez, es por esto que fue descartada.

V. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial es la disciplina científica que permite evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a aquellas características de los alimentos y materiales como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (IFT, 2014). Las técnicas sensoriales requieren que todos sus métodos de medida sean rigurosos precisos y válidos, y éstos también están relacionados con la percepción y preferencia de los consumidores (Severiano *et al.*, 2013).

Actualmente las empresas lo usan para el control de calidad de sus productos, ya sea durante la etapa del desarrollo o al sacar al mercado productos nuevos, pues resulta una herramienta muy útil para conocer la experiencia sensorial que puede tener el consumidor y lo que le llevará a tomar una decisión de aceptación o agrado hacia un producto en especial.

Existe una gran variedad de metodologías para estudiar al consumidor y en este caso, las pruebas cuantitativas resultan de gran ayuda ya que se busca generalizar las conclusiones del estudio a la población y corroborar una hipótesis estadísticamente (Álvarez-Gayou, 2012).

5.1 Evaluación sensorial de dulces tipo cajeta con consumidores

Para evaluar la aceptación general de los dulces tipo cajeta de la formulación final elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra por parte de los consumidores se realizó una evaluación sensorial con 100 personas en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (el formato de evaluación está disponible en el anexo IV).

Las pruebas que se llevaron a cabo fueron para comparar y evaluar las propiedades organolépticas de cada cajeta como son: sabor, olor, aspecto y consistencia de los dulces de leche y la escala utilizada en la evaluación es conocida como escala de nivel de agrado o escala hedónica de 9 puntos para América Latina (Curia *et al.*, 2001) para personas mayores a 12 años.

La evaluación sensorial se comenzó clasificando la cantidad de hombres y mujeres que participaron.

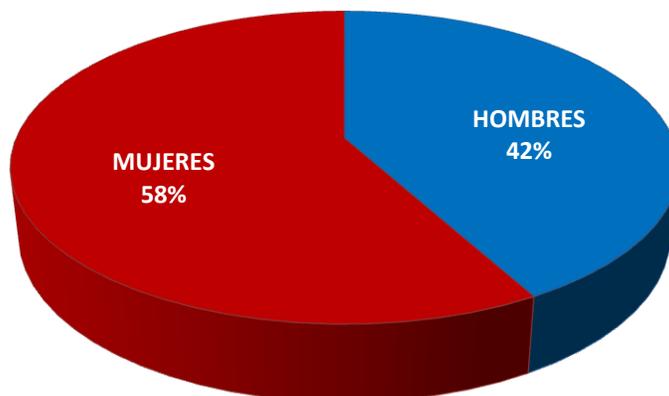


Figura 5.1 Distribución porcentual por género de los participantes del análisis sensorial de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra

- El promedio de edad de los encuestados fue de 25 años.

5.1.1 Nivel de Agrado

Con la finalidad de conocer el perfil de agrado de los dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra por parte de los consumidores, se evaluaron 4 atributos: apariencia, aroma, textura, color y sabor a través de una prueba de aceptación con escala hedónica de 9 puntos (9=me gusta muchísimo, 8=me gusta mucho, 7=me gusta, 6=me gusta un poco, 5=ni me gusta ni me disgusta, 4=me disgusta un poco, 3=me disgusta, 2= me disgusta mucho, 1=me disgusta muchísimo).

A continuación se presentan los resultados de la evaluación sensorial de los dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra de acuerdo a cada atributo, mostrando una gráfica la comparación entre estos.

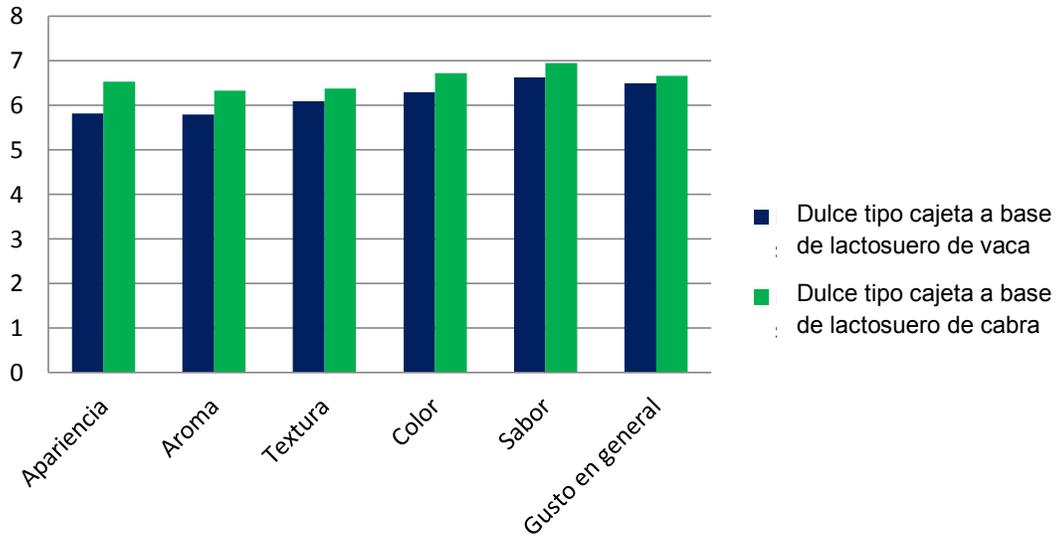


Figura 5.2 Atributos de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra

5.1.2 Pruebas de aceptación

Después de probar la formulación final de los dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra se les preguntó a los consumidores si comprarían o no estos dulces de leche. Los resultados se presentan a continuación.

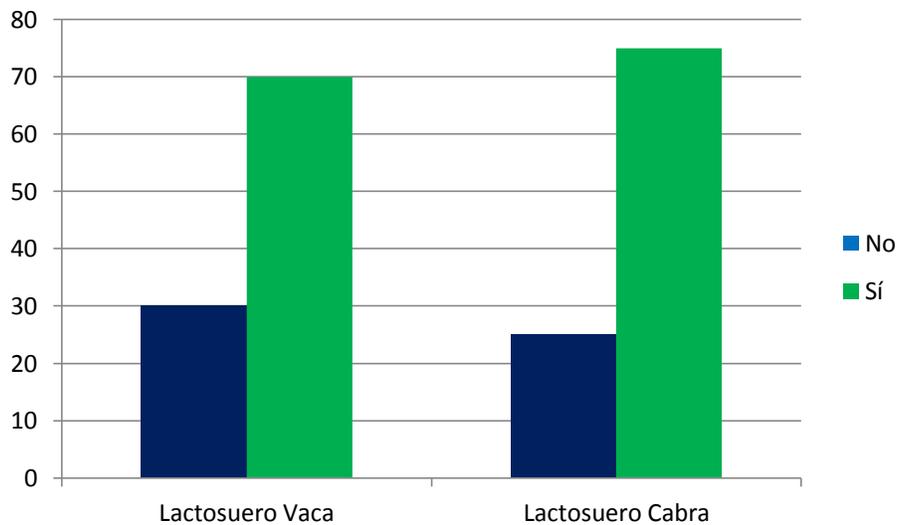


Figura 5.3 Aceptación o rechazo de las muestras de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra.

Tras analizar estadísticamente los resultados de esta pregunta por medio de una Xi cuadrada, se obtiene que no hay una diferencia significativa entre la formulación de lactosuero de vaca y cabra de las personas que contestaron que sí comprarían este dulce tipo cajeta. Por lo que resulta indistinto si el dulce tipo cajeta es de vaca o cabra.

Finalmente, se preguntó también el precio que pagarían estos consumidores por los dulces tipo cajeta de cabra o vaca, dando intervalos de precios. Los resultados se muestran en la gráfica siguiente.

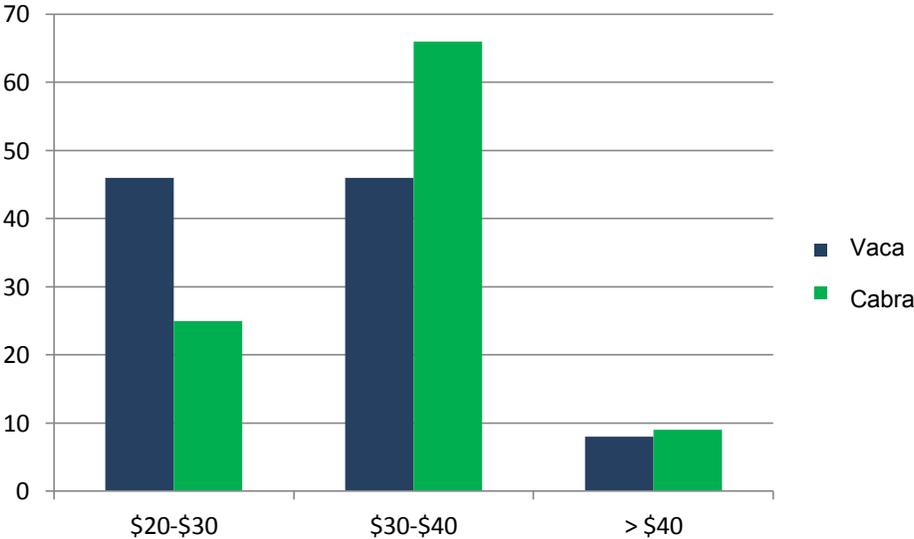


Figura 5.4 Intervalos de precios que el consumidor estaría dispuesto a pagar por una presentación de 370 g de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca o cabra.

Como se observa en la gráfico anterior, el 66% de las personas estarían dispuestas a pagar un precio de entre 30 y 40 pesos por un dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de cabra, mostrando también una preferencia sobre el mismo. Esto también refleja la fidelidad hacia un dulce tradicional mexicano que desde sus inicios fue hecho con leche de cabra.

En ambos lactosueros aproximadamente el 70% de los encuestados afirma que compraría este producto, lo cual muestra un agrado en el producto.

El intervalo preferido de 30-40 pesos es menor a los precios que se encuentran en el mercado de cajetas de marca comercial con la misma presentación de 370 g por ejemplo la cajeta marca Coronado ® de 370 g (\$42/45), pero se debe tomar en cuenta que ésta está elaborada con leche entera de cabra.

Como se puede ver las pruebas con consumidor en evaluación sensorial son herramientas importantes de investigación y toma de decisiones y proporcionan información importante acerca de un producto nuevo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo con el objetivo general, se logró utilizar el lactosuero como un ingrediente principal para la elaboración de un dulce tipo cajeta, con el uso de aditivos y proteína de soya para obtener un dulce con características similares a las de una cajeta tradicional con leche entera.

La formulación final que dio las características deseadas, fue la que contenía concentrado proteico de soya al 2.0%, almidón al 0.5% y carragenina al 0.1%, ya que mostró características sensoriales aceptables en apariencia, color, sabor, aroma, textura y apariencia en general. En cuanto a su composición fisicoquímica también dio resultados similares estadísticamente en comparación con una cajeta elaborada con leche de vaca.

Comparando la formulación final con lactosuero de vaca o cabra con una cajeta elaborada a partir de leche entera de marca comercial, este producto se clasifica como reducido en grasa por tener un 25% menos en relación al contenido de grasa del alimento original o de su similar de acuerdo a la NOM-086-SSA1-1994.

La evaluación sensorial mostró un 67.5% de aceptación hacia los dulces tipo cajeta hechos a partir de lactosuero de vaca o cabra por parte de los consumidores mostrando preferencia por el dulce tipo cajeta elaborado a partir de lactosuero de cabra.

En conclusión y de acuerdo a los resultados obtenidos, se le puede dar un uso al lactosuero dulce, tanto de vaca como de cabra para la elaboración de un producto alimenticio como lo es el dulce tipo cajeta, el cual además de poder proponerse como un nuevo producto en el mercado, es una solución y una alternativa para disminuir el impacto ambiental que tiene el lactosuero.

6.2 Recomendaciones

Con base en los resultados de esta investigación, a continuación se recomiendan algunas líneas a seguir para mejorar el desarrollo de este producto, así como su normatividad.

- Realizar análisis microbiológicos tanto en materia prima como en producto terminado.
- Hacer estudios de vida de anaquel del producto para determinar fecha de caducidad y las mejores condiciones para conservar este dulce tipo cajeta una vez abierto.
- Trabajar en la elaboración de normas oficiales mexicanas en las que se especifique detalladamente la composición fisicoquímica de lactosueros, así como de cajetas elaboradas con leches enteras de vaca y cabra.
- Elaborar una norma oficial mexicana para dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosueros, determinando con exactitud sus características organolépticas.
- Desarrollar una formulación con saborizante y/o colorante que mejore sus características sensoriales y evaluar la aceptación por parte de los consumidores.
- Realizar un estudio de mercado para cuantificar la demanda que justifique la puesta en marcha de estos dulces tipo cajeta elaborados a partir de lactosuero de vaca y cabra.

ANEXO I. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

A continuación se muestran los análisis estadísticos por medio de ANOVAS de los parámetros de cada formulación de tipo cajeta elaborados con lactosuero y leche entera de vaca o cabra.

1.1 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de vaca (ANOVA).

Tabla A1. Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca		
Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de leche entera de vaca hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca hecho en el laboratorio
pH	8.19 ± 0.00 ^a	8.68 ± 0.00 ^b
Humedad (%)	24.34 ± 7.85 ^a	37.83 ± 0.23 ^b
Sólidos Totales (°Bx)	65.00 ± 0.00 ^a	65.00 ± 0.00 ^b
Cenizas (%)	1.42 ± 0.00 ^a	1.77 ± 0.00 ^b
Proteína (%)	4.91 ± 0.00 ^a	4.02 ± 0.37 ^b
Carbohidratos (%)	57.33 ± 0.00	57.87 ± 0.00
Lípidos (%)	1.34 ± 0.00	1.34 ± 0.00
HMF (ppm)	19.80 ± 0.33 ^a	29.80 ± 0.35 ^b

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica diferencias significativas entre las muestras.

1.2 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra (ANOVA).

Tabla A2. Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra		
Parámetros	Dulce tipo cajeta elaborado a base de leche entera de cabra hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero dulce de cabra hecho en el laboratorio
pH	8.48 ± 0.00 ^a	8.92 ± 0.00 ^b
Humedad (%)	34.30 ± 0.35	29.43 ± 0.37

Sólidos Totales (°Bx)	63.00±0.00	65.00±0.00
Cenizas (%)	1.76±0.12	2.22± 0.00
Proteína (%)	5.33±0.00 ^a	2.36± 0.51 ^b
Carbohidratos (%)	53.31±0.00 ^a	57.76± 0.00 ^b
Lípidos (%)	2.60 ± 0.00	2.66 ± 0.00
HMF (ppm)	32.24±3.37 ^a	35.60±2.49 ^b

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica que hay diferencias significativas entre las muestras.

1.3 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya (ANOVA).

Tabla A3. Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de vaca con proteína de soya

Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de leche entera de vaca hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya hecho en el laboratorio
pH	8.19 ± 0.00	7.80 ± 0.00
Humedad (%)	24.34 ± 7.85	35.60 ± 0.01
Sólidos Totales (°Bx)	65.00 ± 0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	1.42 ± 0.00 ^a	2.11 ± 0.02 ^b
Proteína (%)	4.91 ± 0.00 ^a	8.04 ± 0.08 ^b
Carbohidratos (%)	57.33 ± 0.00	54.35 ± 0.00
Lípidos (%)	1.34 ± 0.00 ^a	0.50 ± 0.00 ^b
HMF (ppm)	19.80 ± 0.33 ^a	61.10 ± 0.35 ^b

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica que hay diferencias significativas entre las muestras.

1.4 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya (ANOVA).

Tabla A4. Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya

Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de leche entera de cabra hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya hecha en laboratorio
pH	8.48±0.00 ^a	8.50± 0.00 ^b
Humedad (%)	34.30±0.35	31.70± 1.26
Sólidos Totales (°Bx)	63.00±0.00	65.00± 0.00
Cenizas (%)	1.76±0.12	2.46 ± 0.70
Proteína (%)	5.33±0.00 ^a	8.57± 0.27 ^b
Carbohidratos (%)	53.31±0.00 ^a	53.72± 0.00 ^b
Lípidos (%)	2.60 ± 0.00 ^a	0.25± 0.00 ^b
HMF (ppm)	32.24±3.37 ^a	45.85± 0.71 ^b

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica que hay diferencias significativas entre las muestras.

1.5 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y goma xantana (ANOVA).

Tabla A5. Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y goma xantana

Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de leche entera de vaca hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y goma xantana hecho en el laboratorio
pH	8.19 ± 0.00 ^a	9.04±0.00 ^b
Humedad (%)	24.34 ± 7.85	25.83±1.26
Sólidos Totales (°Bx)	65.00 ± 0.00	65.00±0.00
Cenizas (%)	1.42 ± 0.00 ^a	2.69±0.02 ^b
Proteína (%)	4.91 ± 0.00	4.04± 0.27
Carbohidratos (%)	57.33 ± 0.00	56.77±0.00
Lípidos (%)	1.34 ± 0.00 ^a	1.50± 0.00 ^b
HMF (ppm)	19.80 ± 0.33	20.02± 0.17

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica que hay diferencias significativas entre las muestras.

1.6 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana (ANOVA).

Tabla A6. Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana		
Parámetros	Dulce tipo cajeta a base de leche entera de cabra hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana
pH	8.48±0.00 ^a	8.44 ± 0.00 ^b
Humedad (%)	34.30±0.35 ^a	27.28 ± 0.18 ^b
Sólidos Totales (°Bx)	63.00±0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	1.76±0.12	2.41 ± 0.01
Proteína (%)	5.33±0.00 ^a	4.32 ± 0.02 ^b
Carbohidratos (%)	53.31±0.00 ^a	56.77± 0.00 ^b
Lípidos (%)	2.60 ± 0.00 ^a	1.50 ± 0.00 ^b
HMF (ppm)	32.24±3.37 ^a	29.65± 0.41 ^b

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica que hay diferencias significativas entre las muestras.

1.7 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y carragenina (ANOVA).

Tabla A7. Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de vaca y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y carragenina		
Parámetros	Dulce tipo cajeta elaborado a base de leche entera de vaca hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de vaca con proteína de soya, almidón y carragenina
pH	8.19 ± 0.00	8.28 ± 0.00
Humedad (%)	24.34 ± 7.85	28.56 ± 0.18
Sólidos Totales (°Bx)	65.00 ± 0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	1.42 ± 0.00	1.32 ± 0.22
Proteína (%)	4.91 ± 0.00	4.91 ± 0.00
Carbohidratos (%)	57.33 ± 0.00 ^a	63.96 ± 0.00 ^b

Lípidos (%)	1.34 ± 0.00	1.25 ± 0.35
HMF (ppm)	19.80 ± 0.33 ^a	12.51 ± 0.08 ^b

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica que hay diferencias significativas entre las muestras.

1.8 Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y carragenina (ANOVA).

Tabla A8. Análisis estadístico de un dulce tipo cajeta elaborado con leche entera de cabra y de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y carragenina

Parámetros	Dulce tipo cajeta elaborado a base de leche entera de cabra hecha en laboratorio	Dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de cabra con proteína de soya, almidón y carragenina
pH	8.48±0.00	8.48± 0.00
Humedad (%)	34.30±0.35 ^a	25.50 ± 0.27 ^b
Sólidos Totales (°Bx)	63.00±0.00	65.00 ± 0.00
Cenizas (%)	1.76±0.12	1.53 ± 0.22
Proteína (%)	5.33±0.00	4.62 ± 0.00
Carbohidratos (%)	53.31±0.00	67.85 ± 0.00
Lípidos (%)	2.60±0.00 ^a	0.50 ± 0.35 ^b
HMF (ppm)	32.24±3.37 ^a	10.97± 0.22 ^b

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado ± su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica que hay diferencias significativas entre las muestras.

1.9 Análisis estadístico de la evaluación sensorial de un dulce tipo cajeta a base de lactosuero de vaca y cabra con proteína de soya, almidón y carragenina (ANOVA).

Parámetros	Dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de vaca	Dulce tipo cajeta elaborado a base de lactosuero de cabra
Apariencia	5.81 ^a	6.53 ^b
Aroma	5.79 ^a	6.33 ^b
Textura	6.09	6.38

Color	6.29 ^a	6.72 ^b
Sabor	6.62	6.95
Gusto en general	6.49	6.66

Nota: Los valores corresponden a las medias de las determinaciones por triplicado \pm su desviación estándar.

Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Parámetros con letras diferentes entre formulaciones, indica que hay diferencias significativas entre las muestras.

1.10 Tablas de contingencia.

En la evaluación sensorial con los consumidores se realizaron dos preguntas, cuyas respuestas se analizaron por tablas de contingencia ver la relación de dependencia o independencia entre dos variables cualitativas. Posteriormente se utilizaron las tablas de χ^2 para obtener la conclusión.

- Pregunta 1. ¿Consumirían el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?

Tabla A10. Tabla de contingencia de valores reales			
¿Consumirían el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?			
Respuesta	Lactosuero Vaca	Lactosuero Cabra	Total
NO	30	25	55
SÍ	70	75	145
TOTAL	100	100	200

Tabla A 10.1. Tabla de contingencia de valores teóricos			
¿Consumirían el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?			
Respuesta	Lactosuero Vaca	Lactosuero Cabra	Total
NO	27.5	27.5	55
SÍ	72.5	72.5	145
TOTAL	100	100	200

Analizando por el método de χ^2 : Valor 0.6269 < 3.8415 Valor de tablas

No hay diferencia significativa

- Pregunta 2. ¿Cuánto pagaría por el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?

Tabla A11. Tabla de contingencia de valores reales ¿Cuánto pagaría por el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?			
Precio	Lactosuero Vaca	Lactosuero Cabra	Total
\$20-\$30	46.00	25.00	71.00
\$30-\$40	46.00	66.00	112.00
> \$40	8.00	9.00	17.00
TOTAL	100.00	100.00	200.00

Tabla A11.1 Tabla de contingencia de valores teóricos ¿Cuánto pagaría por el dulce tipo cajeta a partir de lactosuero de vaca o cabra?			
Precio	Lactosuero Vaca	Lactosuero Cabra	Total
\$20-\$30	35.50	35.50	71.00
\$30-\$40	56.00	56.00	112.00
> \$40	8.50	8.50	17.00
TOTAL	100.00	100.00	200.00

Analizando por el método de χ^2 : Valor 9.7827 > 9.4877 Valor de tablas

Sí hay diferencia significativa

ANEXO II. LEGISLACIÓN Y ASUNTOS REGULATORIOS EN CAJETA

Actualmente hay algunas normas que rigen el proceso de elaboración de las cajetas. A continuación se mencionan cada una de las normas con los parámetros más importantes.

2.1 Norma oficial mexicana **NOM-185-SSA1-2002**, productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.

Esta menciona que los *dulces a base de leche* son productos elaborados por tratamiento térmico de la leche y edulcorantes, pudiendo ser adicionados de aditivos para alimentos e ingredientes opcionales.

Producto lácteo condensado azucarado: obtenido mediante rehidratación evaporación parcial o presión reducida de leche, a la que se le ha mezclado edulcorantes, aditivos e ingredientes opcionales.

DULCES A BASE DE LECHE

Clasificación

- ✓ Productos de baja humedad (menos del 12%) o endurecidos: caramelos, chiclosos, jamoncillos, etc.
- ✓ Productos de humedad intermedia (12-20)% que se procesan mediante evaporación: glorias, **cajeta** y obleas con cajeta, etc.
- ✓ Productos de alta humedad (más de 20%), procesados por coagulación, aireación y procesos enzimáticos: flanes, gelatinas, chongos, mousse, arroz con leche, etc.

Nota: Esta norma permite los siguientes aditivos: almidón acetilado (BPF), carrageninas (5000 mg/kg sólo o mezclado con otros aditivos que tengan la misma función y que se enlisten en el apartado).

2.2 **NMX-F-480-1985.** Alimentos para uso humano. Alimentos regionales. Cajeta de leche. Foods for humans. Regional foods. Milk cajeta. Normas mexicanas. Dirección general de normas

La norma oficial mexicana señala que la cajeta puede ser elaborada con leche de cabra o vaca o la mezcla de éstas adicionada de azúcar (sacarosa), aditivos e ingredientes permitidos por la Secretaría de Salud, dentro de los límites que ésta establezca. Se procesa en caliente hasta obtener la viscosidad y color necesario que caracterizan al producto y se le pueden agregar bebidas alcohólicas o alcohol potable, vainilla u otros ingredientes.

Especificaciones: La Cajeta de Leche en su único tipo y grado de calidad debe cumplir con las siguientes especificaciones:

✓ Sensoriales:

Color: Característico.

Olor: Característico y libre de olores extraños.

Sabor: Dulce característico y libre de sabores extraños.

Consistencia: Pastosa o semisólida.

✓ Físicas y químicas

La Cajeta de Leche debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la Tabla 2.

Tabla A 12. Especificaciones de cajetas elaboradas con leche entera		
Especificaciones	Mínimo	Máximo
Proteínas (%)	3.0	--
Reductores directos (%)	--	23.0
Humedad (%)	18.0	26.0
Cenizas (%)	1.0	2.0
Reductores totales	--	55.0
Almidón dilución al 0.1%	Negativa	

NOTA: En esta norma no se permite el uso de almidón como aditivo.

2.3 Aviso de consulta pública del proyecto de norma mexicana **PROY-NMX-F-743-COFOCALEC-2011**, sistema producto leche-alimentos-lacteos-alimento regional-cajeta-denominacion, especificaciones y metodos de prueba (cancelara a la nmx-f-480-1985).

Tabla A 13. Denominación del producto cajeta	
Producto	Descripción
Cajeta	Es el producto elaborado con leche fluida, 100% de cabra o 100% de vaca, adicionada de azúcares u otros aditivos e ingredientes permitidos por la Secretaría de Salud, con excepción de almidones de cualquier tipo, que se trata térmicamente hasta obtener la viscosidad y color necesarios que caracterizan al producto.
Cajeta de uso industrial	Es el producto elaborado con leche fluida, 100% de cabra o 100% de vaca, azúcares u otros edulcorantes, que se trata térmicamente, pudiendo ser adicionada de saborizantes, colorantes, ingredientes opcionales, conservadores y otros aditivos permitidos, incluido el almidón, para darle al producto características tecnológicas especiales de aplicación, como en panadería, repostería, confitería y heladería.

Tabla A 14. Especificaciones fisicoquímicas de cajeta		
Parámetro	Especificación	Método de Prueba
Proteínas %	3.0 min.	NMX-F-680-NORMEX-2002
Grasa %	2.0 min	NOM-086-SSA1-1994
Humedad %	12-20	NOM-116-SSA1-1994
Almidón %	Negativo	NMX-F-374-1983
°Brix		No especificado

Producto elaborado con leche de vaca	65-82
Producto elaborado con leche de cabra	75-82

Tabla A 15. Especificaciones fisicoquímicas de cajeta de uso industrial		
Parámetro	Especificación	Método de Prueba
Proteínas %	2.0 mín.	NMX-F-680-NORMEX-2002
Grasa %	1.0 mín.	NOM-086-SSA1-1994
°Brix	50 mín.	No especificado

Este proyecto de norma contradice la NMX-F-480-1985, porque una de sus especificaciones menciona que no se permite la mezcla de leche de cabra y leche de vaca.

2.4 NORMA Oficial Mexicana **NOM-243-SSA1-2010**, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

En esta norma se define concretamente lo que es el suero de leche:

Líquido obtenido de la coagulación de la caseína de la leche, mediante la acción de enzimas coagulantes de origen animal, vegetal o microbiano, por la adición de ácidos orgánicos o minerales de grado alimentario; acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína.

NOTA: Almidones y carragenina permitidos como aditivos sin límite máximo permitido, sólo BPF.

ANEXO III. ACERVO FOTOGRÁFICO

		
<p>Imagen 1. Cajeta comercial a base de leche entera de vaca</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 7567 C 	<p>Imagen 2. Dulce tipo cajeta a base de leche de vaca hecho en laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone7517 C 	<p>Imagen 3. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de vaca</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 7600 C
		
<p>Imagen 4. Cajeta comercial a base de leche de cabra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 7594 C 	<p>Imagen 5. Dulce tipo cajeta a base de leche de cabra hecho en laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 7526 C 	<p>Imagen 6. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de cabra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 7601 C
		
<p>Imagen 7. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de vaca con proteína de soya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 490 C 	<p>Imagen 8. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de cabra con proteína de soya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 1545 PC 	<p>Imagen 9. Dulce tipo cajeta elaborado con leche de soya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 7414C

		
<p>Imagen 10. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de vaca con proteína de soya, almidón y goma xantana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 1817 PC 	<p>Imagen 11. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de cabra con proteína de soya, almidón y goma xantana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 469 	<p>Imagen 12. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de vaca con proteína de soya, almidón y carragenina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 471
		
<p>Imagen 13. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de cabra con proteína de soya, almidón y carragenina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 470 	<p>Imagen 14. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de vaca con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 168 	<p>Imagen 15. Dulce tipo cajeta a base de lactosuero dulce de cabra con proteína de soya, almidón, carragenina y grasa butírica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantone 195

ANEXO IV. ENCUESTAS REALIZADAS DE LOS DULCES TIPO CAJETA

Evaluación Sensorial de dulces tipo cajeta a base de lactosuero de vaca

Género: Hombre () Mujer ()

Edad: _____

Fecha: _____

- ¿Consumes usted cajeta? (SI) (NO)

Instrucciones: Frente a usted se encuentra una muestra de un **dulce tipo cajeta elaborado a partir de lactosuero de vaca**, pruébela y marque en la escala su **nivel de agrado** respecto a cada uno de los siguientes atributos.

Apariencia

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

Color

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

Aroma

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta

- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

Sabor

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

Textura

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

En general ¿qué tanto le gusta este producto?

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

- ¿Qué comentarios tienes acerca del sabor y textura? Si es comentario de algún atributo también coméntelo.
-

- ¿Compraría usted este dulce tipo cajeta? SI / NO
NO, ¿Qué le cambiaría?
-

- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una presentación envasada, lista para consumo de 370 g?
De 20 a 30 pesos De 30 a 40 pesos Más de 40 pesos

¡Muchas gracias!

Evaluación Sensorial de dulces tipo cajeta a base de Lactosuero de Cabra

Género: Hombre () Mujer ()

Edad: _____

Fecha: _____

- ¿Consumes usted cajeta? (SI) (NO)

Instrucciones: Frente a usted se encuentra una muestra de un **dulce tipo cajeta elaborado a partir de lactosuero de cabra**, pruébela y marque en la escala su **nivel de agrado** respecto a cada uno de los siguientes atributos.

Apariencia

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

Color

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

Aroma

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta

- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

Sabor

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

Textura

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

En general ¿qué tanto le gusta este producto?

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta mucho
- (7) Me gusta
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

- ¿Qué comentarios tienes acerca del sabor y textura? Si es comentario de algún atributo también coméntalo.

- ¿Compraría usted este dulce tipo cajeta? SI / NO
NO, ¿Qué le cambiaría?

- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una presentación envasada, lista para consumo de 370 g?
De 20 a 30 pesos De 30 a 40 pesos Más de 40 pesos

¡Muchas gracias!

BIBLIOGRAFÍA

1. Aider, M., D. Halleux and I. Melnikova. (2009). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10(3).
2. Aleixandre, J.L. y Serrano, P. (1989). Influencia del grado de madurez en el contenido de hidroximetilfurfural en zumo de manzana. *Alimentación equipos y tecnología*. Septiembre- Octubre, 83-86.
3. Álvarez-Gayou, J. L. (2012). Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología. Ed. Paidós Educador, México, D.F., 31-34.
4. Armstrong F. y Bennett T. (1982). Bioquímica. Ed. Reverté, S.A. España, 163-165.
5. Badui D. (2013). Química de los Alimentos. 5º edición. Ed. Pearson. 613-617.
6. Baro, L., J. Jiménez, A. Martínez y J. Bouza. (2001). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *J. Ars. Pharmaceutica*. 42(3-4): 135-145.
7. Belitz, H., W. Grosch y P. Schieberle. (2004). *Food Chemistry*. Springer-Verlag, Berlin, Chap. 4.
8. Bio Eco Natural S.A. (2015). [En línea]. Disponible en: <http://www.bioeco.co.cr/%C2%BFque-es-un-producto-organico>.
9. Bienvenue A., Jiménez-Flores, R. y Singh, H. (2003). Rheological properties of concentrated skim milk: Importance of soluble minerals in the changes in viscosity during storage. *Journal of Dairy Science* 86 (12):3813-21.
10. Callejas J., Prieto García F., Reyes Cruz V., Marmolejo Santillán Y., Méndez Marzo M. (2012). Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Acta Universitaria*, 22, 11-18.
11. Carrillo AJL. (2002). Tratamiento y reutilización del suero de leche. *Revista Conversus* 10, IPN, 27-30.

12. Clarín (2014). Dulce de Leche Saludable. Universidad Nacional de la Plata. Argentina. [En línea]. Disponible en:
http://www.clarin.com/sociedad/Dulce_de_leche-Universidad_Nacional_de_La_Plata_0_1250275197.html
13. Crouse, Jr. et al. (1999). A randomized trial comparing the effect of casein with that of soy protein containing varying amounts of isoflavones on plasma concentrations of lipids and lipoproteins. *Arch Intern Med.* 159, 2070-2076.
14. Curia, A.V., Hough, G., Martínez, M. C. & Margalef, M. I. (2001). How Argentine consumers understand the Spanish translation of the 9-point hedonic scale. *Food Quality and Preference.* 12, 217-221.
15. Damodaran, S., Parkin, K. L., Fennema O.R. (2008). *Fennema's Food Chemistry*. 4ta. edición. New York. Ed. CRS Press.
16. De Luna, A. (2006). Valor Nutritivo de la Proteína de Soya. *Investigación y Ciencia.* 36, 31-36.
17. Desrosiers, T., Savoie, L., Bergeron, G. y Parent, G. (1989). *J. Agric. Food Chem.* 37, 1385- 1391.
18. Díaz, T. (2005). *Desarrollo de un Dulce de Leche de Vaca con Nuez y Amaranto*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
19. Eichner, K. y Kareñ, M. (1981). The influence of water content and water activity on the sugar-amino browning reaction model systems under various conditions. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 20, 218-223.
20. Énfasis Alimentación. (2013). Dulce de leche con Stevia.
[En línea]. Disponible en:
<http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/68638-dulce-leche-stevia>
21. FAO/WHO. (1991). Protein Quality Evaluation: Report of Joint. FAO/WHO Expert Consultation. *Food and Nutrition*. Paper 51.
22. FAO. (2003). Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria. 4.
[En línea]. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s00.htm#Contents>

23. Fernandes, M., R. Fornari, M. Mazutti, D. Oliveira, F. Ferreira, A. Cichoski, R. Cansian, M. Luccio and H. Treichel. (2009). Production and characterization of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* using cheese whey as sole carbon source. *Journal of Food Engineering* 90 (1).
24. Flores, V. M., Aguilar Juárez M. J., Méndez Gómez-Humarán M.C.; Elton Puente E.; Orozco Estrada E.; Rodríguez Guevara I.; Olmos Velázquez J. L. Elaboración de una Cajeta baja en Carbohidratos (utilizando diferentes conservadores). (2009). Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Facultad de Química.
25. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Safety and Quality. (2012). [En línea]. (Actualizado al 25 de mayo de 2014).
Disponible en:
<http://www.fao.org/search/es/?cx=018170620143701104933%3Aapvqiwrhhq&q=Soy+protein&cof=FORID%3A9&x=0&y=0> [Último acceso el 27 de mayo de 2014].
26. González, A. Sosa, M. y Vélez. (2008). Efecto de la sustitución de sacarosa por otros edulcorantes en las propiedades de leche condensada-azucarada. Conferencia internacional sobre la ciencia y tecnología de los alimentos (CICTA). Habana, Cuba. Octubre 13-17.
27. Guerrero, Gómez, Castro, González y Santos (2010). *Caracterización Físicoquímica del Lactosuero en el Valle de Tulancingo*. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Guanajuato, 27-28 Mayo, (paper).
28. Goff, D. (2007). Dairy Product Processing Equipment. En: Myer Kutz Ed. Handbook of Farm, Dairy, and Food Machinery. William Andrew Publishing. Norwich, Nueva York, Estados Unidos. P. 167.189.
29. Harper, W.J. (1992). Lactose and lactose derivatives in Whey and lactose processing, Ed. Elsevier Science Publishers Ltd, New York, USA, 317-330.
30. Hernández, R. (2013). *Caracterización Físicoquímica de un producto tipo cajeta elaborado a partir del suero dulce de quesería*. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana.

31. Hinrichs R., J. Gotz, M. Noll, A. Wolfschoon, H. Eibel and H. Weisser. (2004). Characterization of different treated whey protein concentrates by means of low-resolution nuclear magnetic resonance. *International Dairy Journal* 14(9): 817-827.
32. Institute of Food Science and Technology. *Milk and Dairy Products* (s.f.). Recuperado el 22 marzo de 2015.
<https://www.ifst.org/learninghome/helpforteachers/lessonplantopics/milkanddairyproducts>.
33. Institute of Food Technologists. (IFT). (2013). Evaluación Sensorial. [En línea]. (Actualizado en Abril de 2015). Disponible en: <https://www.ift.org/>
34. JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) OMS/FAO). (2015). Sustancias Químicas. Monografías toxicológicas. [En línea]. (Actualizado al 15 de mayo de 2015).
 Disponible:
http://search.who.int/search?q=Soy+protein&ie=utf8&site=who&client=_en_r&proxystylesheet=_en_r&output=xml_no_dtd&oe=utf8&getfields=doctype
 [Último acceso el 18 de mayo de 2015].
35. Lama, J.A. (2010). *Desarrollo de una Cajeta sabor a Café, baja en grasa y sin Azúcar*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
36. Lácteos y Cárnicos Mexicanos. Dulce típico Mexicano: La cajeta, algunos consejos para su producción y mejoramiento. México: Ed. Alfa Editores Vol. 9. No. 2 Abril/Mayo. 1994. Pp 11-14.
37. Ledl, F.y Schleicher, E. (1990). *Angew. Chem. Int. Ed. Eng.* 29: 565-594.
38. Linden, G. and D. Loriet. (1996). *Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola*. Editorial Acribia, Zaragoza. España.
39. Liu, X., K. Chung, S. Yang, A. Youself. (2005). Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Journal Process Biochemistry* 40: 13-24.

40. Luna Jiménez A. (2006). Valor Nutritivo de la Proteína de Soya. *Investigación y Ciencia*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 36, 29-34.
41. Miranda G., Ventura J., Suárez S., Fuentes C. (2007). Actividad Citotóxica y Antioxidante de los Productos de la Reacción de Maillard de los Sistemas Modelo D- Glucosa- Glicina y D- Glucosa- L-Lisina. *Revista Soc. Quím Perú*. 73, N° 4, 215-225.
42. Miranda O., Ponce I., Fonseca P., Cutiño ., Díaz R., Cedeño Ciro. (2009). Características Físico-Químicas de Suero de Queso Dulce y Ácido Producidos en el Combinado de Quesos de Bayamo. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 19, 21-25.
43. Mottram, D.S. y Mottram H.R. (2002). En: Heteroatomic Aroma Compounds. Reineccious, G.A. y T.A. Reineccious eds. *American Chemical Society*, Washington, D.C.
44. Muñi, A., G. Paez, J. Faría, J. Ferrer y E. Ramones. (2005). Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. *Revista Científica* 15 (4): 361-367.
45. Norma Mexicana. NMX-F-480-1985. *Alimentos para uso humano. Alimentos regionales. Cajeta de leche. Foods for humans. Regional Foods. Milk Cajeta*. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
46. Norma Mexicana NMX-F-743-COFOCALEC-2011, Sistema Producto- Leche- Alimento Regional-Cajeta- Denominación, Especificaciones y Métodos de Prueba.
47. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y Servicios, Alimentos y Bebidas No Alcohólicas con Modificaciones en su Composición. Especificaciones Nutrimientales. Diario Oficial de la Federación, 1994.
48. Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.

49. Norma Oficial Mexicana, NOM-243-SSA1-2010, *Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*, Diario Oficial de la Nación 27 Septiembre 2010.
50. Nursten, H. (2005). The Maillard Reaction. *The Royal Society of Chemistry*. Cambridge.
51. *Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemists–AOAC-* (1990). Virginia: 15th. Volumen II.
52. Panesar, P., J. Kennedy, D. Gandhi and K. Bunko. (2007). *Bioutilisation of whey for lactic acid production*. Food Chemistry 105: 1-14.
53. Parkash S., Jenness, R. *et.al.* (1980); The composition and characteristics of goat's milk: A review. Dairy Sci. (Abstr.) 30; 67-72.
54. Parra Huertas, R. Adolfo (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62, 4967-4982.
55. Parzanese, M. (2013). Procesamiento de Lactosuero. Tecnologías para la Industria Alimentaria. *Alimentos Argentinos*, Ficha no. 13, 9-18.
56. Penna, A. (2002). Hidrocoloides. Usos en Alimentos. En: *Revista Food Ingredients: Cuaderno de Tecnología de Alimentos y Bebidas*. Vol.17.58-61.
57. Proyecto de Norma Mexicana, PROY-NMX-F-721-COFOCALEC-2012 Sistema Producto Leche – Alimentos – Lácteos – Suero de Leche (Líquido en Polvo) - Especificaciones y Métodos de Prueba.
58. Proyecto de Norma Mexicana, PROY- NMX-F-743-COFOCALEC-2011 Sistema Producto Leche – Alimentos-Lácteos-Alimento Regional- Cajeta-Denominación, Especificaciones y Métodos de Prueba.
59. Rekha S., Pushpa R., Kulkarni D., (1997). Handbook of Indices of Food Quality and Authenticity. Woodhead Publishing. Cambridge England.
60. Ruíz, G., Dorantes, L. y Reyes, R., (1983). Cambios bioquímicos durante la elaboración de cajeta. *Tecnología de alimentos*. 18 (3): 26-30.
61. Secretaría de Economía (2012). *Análisis del Sector Lácteo en México*. [En línea]. (Actualizado en Marzo de 2012).

Disponible:

http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf.

62. Severiano P., Gómez, D.M., Méndez, C.I., Pedrero, D.L., Gómez, C. (2013). Manual de Evaluación Sensorial. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 5-6, 127-132.
63. Silva K., Araujo F., Suley M., Ramos do Egypto R., Leite de Souza E, Magnani. (2014). The effect of storage on nutritional, textural and sensory characteristics of creamy ricotta made from whey as well as cow's milk and goat's milk. *International Journal of Food Science & Technology*, 49: 1279-1286.
64. Sithole R., McDaniel M.R. and Meunier Goddik L. (2005). Rate of Maillard Browning in Sweet Whey Powder. *Journal Dairy Science*. 88: 1636-1645.
65. Spreer D. E. (1991). *Introducción a la leche*. Lactología industrial. Acribia: Zaragoza, España. pp. 527-549.
66. Valencia E., Ramírez M.L. (2009). La Industria de la Leche y la Contaminación del Agua. *Elementos* 73, Vol. 16. 27-31.
67. Varnam, A.H. y Sutherland, J. (2001). *Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology*. Aspen Publishers, Inc. Nueva York, Estados Unidos.p. 451.
68. Vélez- Ruíz, J. y Barbosa-Cánovas, G. (1998). Rheological properties of concentrated milk as a function of concentration, temperature and storage time. *Journal of Food Engineering*, 35 (2): 177.190.
69. Vélez-Ruíz, J. y Barbosa-Cánovas, G. (2000). Flow and structure characteristics of concentrated milk. *Journal of Texture Studies*,31: 315-333.
70. Walstra, P., Wouters, J. y Geurts, T. (2006). *Dairy Science and Technology*. 2da. Edición. Ed. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Ratón, Estados Unidos. 782.
71. Westergaard, V. (2004). *Tecnología de la leche en Polvo: Evaporación y Secado por Atomización*. Niro A/S. Copenhague, Dinamarca. P. 318.