

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS**



**Transformación Biotecnológica de la Leche de Cabra,  
(*Capra aegagrus hircus*) Fortificada con Zapotilla (*Manilkara Zapota*),  
para la Obtención de un Producto Funcional**

**POR**

**GABRIELA ESCANDON BERNABE**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Saltillo, Coahuila, México**

**Noviembre 2017**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Transformación Biotecnológica de la Leche de Cabra,

(*Capra aegagrus hircus*) Fortificada con Zapotilla (*Manilkara Zapota*),

para la Obtención de un Producto Funcional

POR:

GABRIELA ESCANDON BERNABE

TESIS

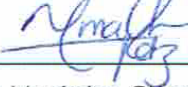
Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito

Parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

El siguiente trabajo ha sido evaluado y aprobado por el siguiente comité

Director



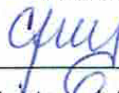
Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Asesor



Dr. Armando Robledo Olivo

Asesor



M.C. Gustavo López Guarín

Asesor



Dra. Dolores Gabriela Martínez Vázquez

Asesor



Dr. Mario Alberto Cruz Hernández

Dr. José Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, Noviembre 2017



## **AGRADECIMIENTOS**

A **DIOS** por darme la oportunidad de existir, la dicha de culminar esta etapa de mi vida, por darme la fuerza y salud para seguir adelante, y por rodearme de bendiciones y personas buenas a lo largo de este camino.

A la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** mi *ALMA TERRA MATER* por permitirme obtener sus aprendizajes en sus aulas e instalaciones donde me acogió, por hacerme portar con orgullo su nombre a donde quiera que valla, así también por dejarme ser parte de ella y darme una de las mayores experiencias de mi vida.

A mi directora de tesis **DR. ANA VERONICA CHARLES RODRIGUEZ** por guiarme desde el principio, por tener la paciencia y toda la disponibilidad, gracias por apoyarme. Así como por sus consejos y su valiosa aportación en este proyecto, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible culminar esta investigación gracias.

A los **PROFESORES** de toda la carrera de los cuales tuve la oportunidad de ser su alumna, ya que, sin sus conocimientos, no hubiera sido posible llegar hasta esta etapa de mi vida profesional. En especial a mis asesores de tesis **DR. ARMANDO ROBLEDO OLIVO, M.C. GUSTAVO LÓPEZ GUARÍN, DRA. DOLORES GABRIELA MARTÍNEZ VÁZQUEZ, DR. MARIO ALBERTO CRUZ HERNÁNDEZ.**

Al **DR ANTONIO BERNABE ANTONIO** por su interés en culminar esta investigación, consejos y regaños los cuales agradezco, ya que me ayuda a ser mejor estudiante, gracias doctor.

A mis amigas **KAREN BELEN ESCOBAR MORALES y ANAI MARES DE LA RIVA**, por estar siempre en todo, gracias por su amistad sincera. Y a aquellos amigos que estuvieron y fueron parte de mi vida, dándome buenos recuerdos universitarios.

## DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño a mi Madre y Tío (padre):

**SRA. VICTORIA BERNABÉ ANTONIO**, gracias por darme la vida y darme todos los consejos que me trajeron hasta aquí, gracias mami por darme la fuerza para seguir adelante, eres mi motor de vida, gracias por confiar en mí. TE AMO.

**DR. ANTONIO BERNABÉ ANTONIO**, le agradezco por formar parte de mi vida, por ser mi tío y PADRE a la vez, a ti te debo todo lo que soy, porque en ningún momento dudaste de mí y siempre estuviste ahí con todo tu apoyo incondicional, en todas las etapas de mi vida ha sido participe y colaborador de mis metas TE AMO.

El objetivo logrado es de ustedes y la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo, gracias por tanto amor.

A mis amados hermanos y por los que daría todo lo que fuera:

**PABLO DE JESÚS BERNABÉ**: Gracias por tu apoyo incondicional cuando más te necesitábamos, gracias por tu todo tu amor.

**ANTONIA ESCANDÓN BERNABÉ**: con todo mi cariño este logro también te pertenece ya que fuiste la primera persona en apoyarme dando el primer paso.

**EDUARDO ESCANDÓN BERNABÉ**: gracias por ser mi hermano, mi confidente, este logro es también pensando en ti y por ti. SON MI FUERZA Y MI MOTIVACION

A mi novio **ING.GERARDO URSULA DOLORES**: Gracias mi amor por ser parte de mi vida, por tu apoyo incondicional y moral, por nunca dejarme sola y por atreverte a venir a la aventura conmigo, gracias por darle sentido a mi vida, gracias por darme tu amor.

A mis sobrinos: **NERY ANAYA ESCANDON, MIGUEL ALONSO ESCANDON, DANY ALONSO ESCANDON, IRIS DE JESUS RAMIREZ** (SON MI MOTIVACION)

A mi padre: **MIGUEL ESCANDÓN GREGORIO**, por darme la vida.

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2017

## MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADEMICA

El suscrito **Gabriela Escandón Bernabé** estudiante de la carrera de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos, con matrícula **41135864** y autor de la presente Tesis manifiesto que:

1. Reconozco que el Plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por la suscrita y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el “copiado y pegado” de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente Tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionado al plagio académico a mi comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

---

Atentamente

**Gabriela Escandón Bernabé**  
Tesisista de Licenciatura UAAAN

# ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.2 HIPÓTESIS .....	3
1.4 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>2. REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA .....	4
2.2 COMPARACIÓN CON OTRAS LECHEs .....	5
2.3 DERIVADOS DE LECHE DE CABRA.....	7
2.3.1 LECHE FLUIDA .....	8
2.3.2 LECHE EVAPORADA Y SECA .....	8
2.3.3 QUESOS.....	8
2.3.4 LECHE FERMENTADA.....	10
2.3.5 POSTRES.....	11
2.3.6 DULCES.....	11
2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	12
2.4.1 MINERALES .....	12
2.4.2 VITAMINAS .....	13
2.4.3 GRASAS Y ÁCIDOS GRASOS .....	13
2.4.4 PROTEÍNAS .....	15
2.4.5 AMINOÁCIDOS .....	17
2.4.6 CARBOHIDRATOS .....	18
2.5 FACTORES BIOACTIVOS.....	18
2.6 FERMENTACIÓN .....	20
2.6.1 BACTERIAS LÁCTICAS .....	20
2.6.2 ALIMENTOS FERMENTADOS.....	21
2.6.3 PROBIÓTICOS .....	21
2.7 ENZIMAS .....	22
2.7.1 COAGULACIÓN ENZIMÁTICA.....	23
2.8. ZAPOTILLA ( <i>MALNIKARA ZAPOTA</i> ). .....	24

2.8.1 TAXONOMÍA:.....	24
2.8.2 UBICACIÓN (ÁREA GEOGRÁFICA EN MÉXICO) .....	24
2.8.3 ORIGEN Y HÁBITAT DE LA ZAPOTILLA ( <i>MANILKARA ZAPOTA</i> ) .	25
2.9.- FRUTO .....	25
2.9.1 CARACTERIZACION QUIMICA DE LA ZAPOTILLA.....	25
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>28</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	28
3.2 OBTENCIÓN DE LA LECHE DE CABRA .....	28
3.3 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA LA LECHE DE CABRA .....	28
3.4 PASTEURIZACIÓN.....	29
3.4.2 TRANSFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA 1: ADICION DE PROBIOTICOS .....	30
3.4.3 TRANSFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA 2: ADICCIÓN DE ENZIMAS .....	30
3.6 CARACTERIZACION QUIMICA DE ZAPOTILLA .....	31
3.6.1 OBTENCION DEL FRUTO ZAPOTILLA ( <i>MANILKARA ZAPOTA</i> ) .....	31
3.6.2 DETERMINACIÓN DE GRASA BRUTA (EXTRACTO ETERE0) .....	34
3.6.4 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....	35
3.6.5 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS (EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO) .....	36
3.6.6 DETERMINACIÓN DE AZUCARES TOTALES (FENOL-SULFÚRICO).....	36
3.7 PROCESAMIENTO DE LA PULPA DE ZAPOTILLA ( <i>MANILKARA ZAPOTA</i> ) .....	37
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>39</b>
4.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA LECHE DE CABRA .....	39
4.2 TRANSFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA, OBTENCIÓN DEL PRODUCTO FERMENTADO Y DETERMINACION DE PROTEINAS .....	40
4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL .....	42
4.4. ANÁLISIS PROXIMAL DE ZAPOTILLA ( <i>MANILKARA ZAPOTA</i> ).....	42
4.6.1 DEGUSTACIÓN DEL PRODUCTO FERMENTADO .....	50
<b>5. CONCLUSION:</b> .....	<b>51</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>52</b>
<b>7. ANEXOS</b> .....	<b>58</b>

## INDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Composición química promedio de la leche de cabra con otras especies con base a 100g.....	6
Cuadro 2. Factores bióticos presentes en la leche de cabra.....	19
Cuadro 3. Taxonomía de Manilkara zapota .....	24
Cuadro 4. Caracterización química de la zapotilla .....	25
Cuadro 5. Concentraciones de pulpa y leche fermentada en % .....	38
Cuadro 6. Composición química de diversos tipos de leche .....	40
Cuadro 7. Porcentaje de proteínas en el producto fermentado .....	41
Cuadro 8. Análisis proximal de zapotilla.....	43
Cuadro 9. Concentración de °Brix empleando una infusión con stevia como edulcorante.....	44
Cuadro 10. Caracterización de pulpa endulzada con infusión de diversos edulcorantes.....	45



## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura. 1 Pasteurización de la leche de cabra por el método convencional VAT ..	29
Figura. 2 Producto fermentado de leche de cabra (leche biotransformada).....	30
Figura. 3 Equipo digestor para microkjhendl .....	32
Figura. 4 Equipo Microkjhedal .....	33
Figura. 5 Extracción de grasa cruda con soxhlet.....	34
Figura. 6 Tratamiento térmico (fuente DCTA,2017). .....	37
Figura. 7 Obtención de la leche transformada.....	41
Figura. 8 Prueba de Evaluación Sensorial del Producto Biotransformado. ....	42
Figura. 9 Contenido de °Brix en infusiones con stevia .....	45
Figura. 10 Infusiones de edulcorantes y pulpa. ....	46
Figura. 11 tratamientos con sacarosa en un porcentaje 1%, 5% y 10%. ....	47
Figura. 12 Contenido de °Brix en pulpa endulzada con diferentes edulcorantes ..	48
Figura. 13 °brix en 3 diferentes tratamientos de stevia .....	49
Figura. 14 Producto Final Biotransformado Adicionado de Zapotilla. ....	49
Figura. 15 Leche Transformada Biotecnológicamente Fortificada con Pulpa de Fruta (manilkara zapota).....	50

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el objetivo de realizar una transformación biotecnológica en la leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*); para llevarse a cabo dicha transformación, se le añadieron microorganismo probióticos y enzimas hidrolasas, esto para elevar su contenido nutricional de la leche de cabra, haciendo especial énfasis en el contenido de proteínas, después de haber transformado la leche. Se realizó un análisis sensorial al producto fermentado mediante una prueba de aceptación para determinar el nivel de agrado del producto empleando una escala hedónica de 9 puntos.

Así mismo se adiciono con Zapotilla (*Manilkara zapota*) una fruta poco estudiada y procesada.

Se realizaron las pruebas correspondientes a la leche de cabra y la zapotilla, mediante una caracterización química (ceniza total, grasa bruta (EE), proteína cruda, ELN (carbohidratos), humedad (ms) y, azúcares totales (solo a la fruta).

Posteriormente se hizo un tratamiento térmico y endulzamiento con stevia y sacarosa con monitoreo de °Brix a la pulpa de fruta para añadirla al producto fermentado, en un porcentaje de 5% 15% y 25%. Dando como resultado 2 productos; Dichos productos se sometieron a una degustación, para determinar si tenía un sabor aceptable.

Palabras Clave: Caracterización Química, Leche Fermentada de Cabra, Zapotilla Sensorial, Transformación Biotecnológica.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

Las cabras han sido domesticadas desde hace muchos años, pues se tiene el dato de que hace aproximadamente 10,000 años se inició el pastoreo de dichos rumiantes, lo que significa que la leche de cabra ha sido uno de nuestros primeros y más antiguos alimentos, en especial por regiones de Europa y África.

Los caprinos fueron introducidos a México por los españoles hace ya más de 400 años, este ganado se adaptó muy bien en gran parte del territorio nacional y pronto se dejó ver como una actividad rentable(SIAP 2015)

Se considera que, en hoy en día la leche de cabra, no es o suele ser poco importante en algunas partes del planeta, pero hay mucha certeza de que la contribución de este producto en el aspecto tanto nutricional como económico es evidente en muchos países en vías de desarrollo.

Esto debido a que es un producto lácteo está lleno de muchas cualidades beneficiosas para personas de todas las edades, incluso para personas con déficit de una buena nutrición, Generalmente el principal consumo de la leche de cabra es en tipo: liquido, sin que este tenga transformación alguna en otros derivados lácteos.

Se calcula que la población caprina en américa es de 39 millones de cabezas, de las cuales el 57% está localizado en América Latina.

Las entidades con mayor población caprina son: Puebla (15.4%), Oaxaca (12%); San Luis Potosí (10.5%); Guerrero (7.9%), y Zacatecas (6.1%). (SIAP 2015)

Asimismo, las entidades con mayor producción de leche se encuentran Coahuila, con 37.2 por ciento del total nacional: Durango con 21 por ciento; Guanajuato, con 16.8 por ciento; Nuevo León, con 9.9 por ciento; Jalisco, con 3.7 por ciento, y Zacatecas, con 3.2 por ciento (SIAP 2015), Aunque las cabras contribuyen modestamente a la producción nacional de leche y carne (120-150 millones de litros y 36,000 toneladas

cada año, 2% y 1% respectivamente), son importantes desde el punto de vista social, ya que representan un medio de ingreso y fuente de alimentos para numerosas familias campesinas, principalmente en las zonas áridas y semiáridas del norte de nuestro país y en la sierra madre del sur entre Puebla, Oaxaca y Guerrero (Siap, 2008). La zona norte produce dos terceras partes de la leche de cabra en el país. En los últimos años se ha observado un crecimiento en la producción y demanda de productos lácteos de cabra. La mayor parte de la leche fluida producida se destina a la elaboración de derivados como cajeta, quesos y dulces y no al consumo humano directo o productos fermentados.

## **1.2 Justificación**

En la actualidad, existen más de 70 marcas de queso de leche de cabra en México, 25 con distribución nacional (SIAP, 2008). Sin embargo, aún no existen productos que contengan todas las propiedades y características químicas (proteínas, grasa, vitaminas) y organolépticas (sabor y olor) de la leche de cabra, (Gajewska, 1997), en América a excepción de algunos países de África y Europa.

Por lo que esta investigación representa una alternativa para que a través de transformaciones biotecnológicas (microbiana y enzimática) se obtenga un producto de alto valor agregado que permita incrementar la calidad de vida del consumidor mediante sus propiedades funcionales y un mejor aprovechamiento de este recurso.

Además se le puede agregar una mermelada de zapotilla (*Manilkara zapota*), esta fruta es consumida por las poblaciones del sur del país especialmente por poblaciones rurales, en la actualidad cuenta con muy poca investigación científica, aunque es muy consumido, la principal atención en investigaciones es a su árbol frutal debido a que de ahí se extrae goma para elaboración de goma de mascar, sin embargo su fruto tiene un sabor muy dulce, posee propiedades funcionales y curativas, además de su alto nivel vitamínico lo que lo hace un perfecto candidato para fortificar a el producto lácteo fermentado de leche de cabra.

## **1.2 Hipótesis**

La transformación biotecnológica de la leche de cabra, adicionada con enzimas y microorganismos y fortificado con fruta zapotilla (*Mannikara zapota*), hacen un producto con propiedades funcionales.

## **1.4 Objetivo general**

Transformar biotecnológicamente la leche de cabra adicionando enzimas y microorganismos que permitan obtener un producto nuevo en el mercado.

## **1.5 Objetivos específicos**

- \* Caracterizar químicamente la leche de cabra.
- \* Transformar biotecnológicamente la leche de cabra mediante la adición de enzimas y probióticos.
- \* Realizar un análisis sensorial de aceptación del producto fermentado.
- \* Caracterizar químicamente la fruta zapotilla (*Mannikara zapota*) para emplearlo en la obtención de una mermelada.

## CAPITULO 2

### 2 REVISION DE LITERATURA

#### 2.1 PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA

La producción de leche de cabra en México representó en 1970 un 4.6% de la producción total de la leche producida en el país, en su mayor parte la leche de cabra es utilizada para la fabricación de queso y cajeta (Domike y Rodríguez, 1976).

Según la FAO (1975), México ocupa el tercer lugar en el mundo en el rubro de producción de queso de cabra con 28,724 toneladas métricas, lo que representa el 12.4% de la producción mundial. México es el principal productor de leche de cabra en América y el duodécimo en el mundo, con un 3.1% de la producción mundial. Los países del Tercer Mundo poseen cerca de 327 millones de cabras, las que representan cerca del 79% de la población mundial de esta especie (Devendra y Burns, 1970). La producción lechera de las cabras es aportada en su mayor parte por ganado nativo (SAG, 1976),

La leche de cabra es importante en muchas regiones, representando el 2% de toda la leche comercializada a nivel mundial.

En regiones como Europa, Oceanía y norte y sur de América, la producción láctea de cabras se ha convertido en una operación comercializada, por ejemplo, producción de queso, es una industria significativa en países como Francia e Italia, donde el queso de cabra es considerado como un alimento gourmet y recibe los precios más altos entre las variedades de queso en el mercado, además, la cría de ovejas lecheras y de cabras lecheras en muchos países mediterráneos, como España, Grecia Turquía y Marruecos (Park *et al.*, 2007)

Para el año 1994 India era el mayor productor mundial con 2,2 millones de toneladas anuales, lo que represento el 21,6% del total global (Haenlein, 2002); le siguen Bangladesh (9,7%), Irán (8,7%), Pakistán (5,8%), Sudan (5,5%) y Grecia (4,5%).

La FAO proyectaba que ya para el año 2000, la demanda mundial de leche de cabra sería de 242 millones de toneladas, contra una oferta estimada de 177,6 millones de toneladas, en su mayoría producida en los países tropicales en desarrollo, donde se ubican el 95% de la población caprina (Knights y García, 1997)

## **2.2 COMPARACIÓN CON OTRAS LECHES**

La leche es una fuente excelente de la mayoría minerales esenciales para humanos, Contiene principalmente calcio, fósforo y constituye la fuente más importante de calcio biodisponible en nuestra dieta (ICAR, 1981). Leche y los productos lácteos son parte de una dieta saludable. La composición de la leche de diversas especies animales son diferentes, pero en todos los casos tiene una alta prioridad en la nutrición humana. Más del 5% de la leche del mundo proviene de búfalos.

Más del 95% de la leche mundial de búfalo se produce en Asia (Charan, 1994). La leche de búfalo se usa en casi de la misma manera que la leche de vaca. Es alto en grasa y sólidos totales, lo que le da un rico sabor. Mucha gente lo prefiere más que la leche de vaca. La leche de búfalo es de color blanco puro porque no contiene caroteno ya que los búfalos tienen ya procesado el caroteno en vitamina A. La leche de búfalo también es muy espesa.

El valor nutricional de la leche de cabra en humanos hasta ahora ha recibido muy poca atención objetiva y académica (Haenlein 1992; Park, 1991) a pesar de su necesidad médica para algunas personas especialmente infantes afligidos con varias dolencias, incluida las sensibilidades proteicas en la leche de vaca (Lothe *et al.*, 1982 y Host *et al.*, 1988). Las Proteínas de leche de cabra y las grasas tienen muchas diferencias significativas en sus composiciones de la leche de otras especies de mamíferos, especialmente en proporciones de las diversas proteínas de la leche y las grasas y en sus polimorfismos genéticos (Ambrosoli *et al.*, 1988). Leche de cabra tiene tiempo de coagulación de cuajo más corto, menos resistencia al tratamiento térmico, firmeza de la cuajada es más débil y los rendimientos de queso son menores, que podría explicar diferencias significativas a la vaca y otras leches en la digestión de los lactantes y

pacientes que tradicionalmente han sido explicado por la naturaleza "homogeneizada" de grasa de leche de cabra (Haenlein 1992, Park, 1991).

La leche humana se cree que proporciona todo los nutrientes y minerales esenciales y rastro elementos (micronutrientes) que se requieren por el crecimiento infantil.

Con algunas excepciones, como excesivos suministros de micronutrientes a la madre, o una deficiencia moderada en su dieta, no altera en gran medida el suministro al bebé. Así, el niño está bien protegido por la madre con procesos homeostáticos (Bates y Prentice, 1994).

La composición de la leche humana varía a lo largo de la lactancia y en cada individuo. La leche humana es marcadamente diferente de la leche de vaca, tanto en términos de macronutrientes y micronutrientes. Es de destacar que la leche de cada especie tiene un patrón individual particular de minerales, que pueden ser un puntero de importancia nutricional del elemento (cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química promedio de la leche de cabra con otras especies con base a 100g.

COMPONENTE	CABRA	VACA	HUMANA	COMPONENTE	CABRA	VACA	HUMANA
<b>Solidos totales (%)</b>	12.97	12.01	12.50	<b>Acido cítrico</b>	1,80 g/l	0.15%	0,05%
<b>Ceniza (%)</b>	0.82	0.70	0.20	<b>Ácido ascórbico (mg)</b>	1-1,2	0,0	4-5
<b>Mn(mg)</b>	0,018	0,003	0,026	<b>Tiamina (mg)</b>	0,05	0,04	0,015
<b>Fe (mg)</b>	134	113-122	32	<b>Riboflavina (mg)</b>	0,138	0,18	0,036
<b>Mg (mg)</b>	0,05	0,03-0,01	0,03	<b>Niacina (mg)</b>	0,277	0,107	0,177
<b>P (mg)</b>	111	92	14	<b>Acido pantoténico (mg)</b>	0,310	0,314	0,223
<b>Na (mg)</b>	41-50	40-60	15-17	<b>Vitamina B6</b>	0,05	0,04	0,011
<b>K (mg)</b>	181-204	138-152	51-55	<b>Folacina (µm)</b>	≤1	4-5	5
<b>Cu (mg)</b>	0,046	0,02	0,04	<b>Vitamina B12 (µm)</b>	0,06	0,4	0,045



<b>Yodo (mg)</b>	-	0,021	0,007	<b>Retinol</b>	56	28	60
<b>Zn (mg)</b>	0,30	0,40	0,17	<b>Vitamina A</b>	56	30	61-64
<b>Se (mg)</b>	1,4	3,7	1,8	<b>(µm)</b>			
<b>Cloro (mg)</b>	2,2	1,4	0,45	<b>Biotina</b>	<b>(µg)</b> 1,5	0,2,	04
				<b>Acido nicotínico (mg)</b>	0,2	0,08	0,17
<b>Lípidos, total (%)</b>	4,14	3,34	3.8-4,4	<b>Proteína total (%)</b>	3,56	3,29	1,03
<b>A.grasos saturados (g)</b>	2,67	1,8-2,0	2,0	<b>Caseínas (g)</b>	3.49-2,5	2,8	0,4
<b>A.G. monosaturados</b>	1,11	0,96	1,66	<b>Caseína alfa-s</b>	0,7-0,5	1,1	-
<b>A.G poliinsaturados</b>	1,11	traza	0,13	<b>Beta Caseína (g)</b>	3,2-1,7	1,2	-
<b>Colesterol (mg)</b>	10-11	10	14	<b>Kappa-caseina</b>	-	0,4	-
<b>Energía Kj</b>	288	257-250	291	<b>Agua (g)</b>	87,0	87,2-88,3	87,43
<b>Lactosa (g)</b>	3,8-4,3	4,9-5,3	6.98				
<b>Vitamina E (mg)</b>	0,07	0,06	0,08				
<b>Vitamina D (UI)</b>	12,000	40,431	4,000				
<b>Vitamina K (microgramos)</b>	0,3	0,2	0,3				
<b>Beta caroteno (microgramos)</b>	7	5	7				

(Fuente: Kiszka y Zbikowski 1975; Bassalik-Chabielska 1989; Mehala y Al-Kahnal 1989; Sato *et al.* 1998; Capra 2004; Haenlein 2002; Tonin y Nader-Filho 2002; Richardson 2004; USDA *et al.* 2004).

### 2.3 DERIVADOS DE LECHE DE CABRA

La utilidad de la leche de oveja o cabra han ido aumentando con el paso de los años, no obstante, han sido menor la producción y demanda que la de la leche de búfala y vaca en todo el mundo, aunque está mucho mejor organizada en algunos países que otros. El procesamiento de forma artesanal o comercial de la leche de cabra ha sido un éxito en productos como quesos, yogurt, helado, leche en polvo, fluida y productos tradicionales de leche de cabra (dulces), incluso jabones y lociones.

### **2.3.1 LECHE FLUIDA**

La leche de cabra puede enriquecerse con minerales, vitaminas y otros aditivos y pueden reducirse o reducirse en grasa.

Debido a que en el caso de la composición química de la leche de cabra contiene niveles bajos de vitaminas, pero haber una fortificación adicional.

El proceso y el empaque pueden variar mucho. Hay varios tipos de leche líquida de cabra en todo el mundo. Algunos países tienen mayor comercialización de leche entera, mientras que otros prefieren la leche descremada.

### **2.3.2 LECHE EVAPORADA Y SECA**

La evaporación usualmente se realiza a presión reducida, principalmente permitir la ebullición a una temperatura más baja para evitar daño por calor en los productos en polvo incluyendo leche en polvo, leche desnatada, suero de leche y alimentos infantiles (Park, 2005) y leche de cabra condensada evaporada (endulzada) o sin azúcar.

De acuerdo con Pandya y Ghodke (2007), la literatura sobre la fabricación de leche en polvo de cabra es limitada, posiblemente debido a la falta de disponibilidad de grandes cantidades de leche de cabra de las pequeñas granjas de producción, Básicamente, existen tres formas para fabricar productos secos de leche en polvo de cabra (Pandya y Ghodke, 2007): liofilización, secado en rodillo y secado por pulverización. En Brasil, la técnica utilizada es el secado por donde se utiliza el producto pre concentrado para la pulverización en la cámara del secador, con materia seca alrededor del 46-48%, obtenido por evaporación bajo vacío a baja temperatura (~ 65°C). Esto se usa para ayudar a optimizar el procedimiento.

### **2.3.3 QUESOS**

El queso puede haber sido uno de los primeros productos manufacturados y consumidos por humanos. La historia registra su uso hace 4000 años, pero nadie sabe

realmente cuándo la leche de cabra se convirtió en queso (Loewenstein *et al.*, 1980). El queso de cabra se originó en Mesopotamia. La leche probablemente fue convertida en queso blando, y luego duro, madurado los quesos de cabra se desarrollaron más tarde en el Mediterráneo (Park, 2001). Hay quesos de cabra hechos de leche cruda y pasteurizada. En muchos países está prohibida la fabricación de queso de cabra a partir de leche cruda debido a problemas de seguridad alimentaria (por ejemplo, brucelosis). El tipo de leche utilizada influye significativamente en el queso terminado (Loewenstein *et al.*, 1980).

Numerosas variedades de quesos de cabra se producen en todo el mundo. Maduración o maduración de quesos de leche de cabra y la leche de otras especies se rige por muchos factores diferentes (Park, 1990). Además, las técnicas de fabricación incluyen amplias variaciones en la cantidad y especies de organismos utilizados en el cultivo, procedimiento de incubación y formulación o presionando técnicas. Las variaciones en el tiempo y las condiciones de envejecimiento juegan la parte más importante para determinar el sabor, cuerpo y textura del queso. La mayoría de los quesos de cabra se hacen por procedimientos que involucran coagulación lenta, quedando cuajada con suero de leche hasta sumergirlo en moldes y secarlo antes de madurar los quesos.

La proteólisis y la lipólisis son dos principales procesos bioquímicos en el fenómeno multifacético del envejecimiento del queso, que involucra una variedad de cambios químicos, físicos y microbiológicos bajo condiciones de control ambiental. La proteólisis de los quesos en general está influenciada por varios factores, que incluyen plasmina, quimosina, proteasa de bacterias iniciales y no iniciales, niveles de pH y humedad de la cuajada, temperatura y tiempo de almacenamiento, contenido de sal, relación sal a humedad y humedad.

Los factores principales que afectan la lipólisis en los quesos son la composición de los ácidos grasos, enzimas lipolíticas, microorganismos lipolíticos, humedad, temperatura, tiempo de almacenamiento, oxígeno y superficie área, entre otros (Park, 2001).

La gran cantidad de variedades de queso hechos de leche de cabra, ha resultado en una gran diversidad en los productos de la naturaleza.

Paneer es un importante producto en India y es una variedad de Channa presionado (Pandya y Ghodke, 2007). En realidad, representa una suave variedad de quesos no curados, que son similar al Cottage, Queso Blanco, Quark, etc., fabricados con calor y coagulación ácida directa en muchos otros países.

Loewenstein *et al.*, (1980) y Park y Guo (2006a, b) describió el queso de suero de leche de cabra, que es especialmente popular en Noruega, tiene un proceso donde la lactosa caramelizada en suero concentrado y se combina con proteínas de suero y grasas para hacer queso Gjetost.

Ricotta es un tipo de queso que puede estar hecho de suero de queso de cabra; quesos de una similar la naturaleza tiene otros nombres cuando se hace en otros países.

Broccio es un queso de suero elaborado combinando leche de cabra con el suero de queso de cabra. Muchos quesos de cabra tradicionales se hacen en países en desarrollo.

### **2.3.4 LECHE FERMENTADA**

La proporción de leche de cabra y oveja transformada en los quesos y yogures son más altos en comparación con la leche de vaca (Morand-Fehr *et al.*, 2007). Como proceso de la fermentación de la leche de cabra consiste en la transformación de materias primas simples en una gama de productos de valor agregado utilizando el fenómeno de crecimiento de microorganismos y / o su actividad sobre la leche.

El kéfir es una bebida viscosa y refrescante, con alta acidez y cantidades variables de alcohol y dióxido de carbono.

La producción comercial de Kefir ocurre en muchos países, particularmente en Europa del Este (Prajapati y Nair, 2003). También se fabrica bajo una variedad de nombres incluyendo kephir, kiaphur, kefer, knapon, kepi y kippi, con producción casera que ocurre en países como Argentina, Taiwán, Portugal, Turquía y Francia (Farnworth, 2005). Kefir es aún más familiar para consumidores en Europa del Este, aunque la producción comercial ahora ocurre en América del Norte. Kefir ha tenido un largo

historial de beneficios para la salud en los países de Europa del Este, donde se asocia con el bienestar general.

### **2.3.5 POSTRES**

El helado hecho con leche de cabra es una alternativa atractiva para niños y otros consumidores, debido a su contenido nutricional y propiedades antialérgicas y propiedades organolépticas cremosas (Park, 2005).

Konar y Akin (1997) y Pandya y Ghodke (2007) compararon las características químicas, físicas y organolépticas del helado elaborado con leche de vaca, cabra y oveja su idoneidad para la producción de helados. La leche de cabra produjo el helado más aceptable seguido de la leche de vaca. Correia *et al.*, (2008) estuvieron de acuerdo y concluyeron que el hielo de leche de cabra, la crema tiene una textura más suave y características específicas de fusión.

### **2.3.6 DULCES**

La cajeta es un dulce de leche de cabra mexicano. Es un rico caramelo en forma de salsa hecha de leche de cabra. Se puede encontrar en varios sabores (principalmente caramelo o quemada (llanura), vainilla y sabor del licor) (Park y Guo, 2006a, b). Se usa en México y en algunos países de Sudamérica principalmente como postre en sí mismo o como aderezo para helado o fruta. En Argentina, Chile, Uruguay y Perú se usa para preparar Alfajores (Galletas Sandwich). En México son llamados Obleas. Otros dulces tradicionales mexicanos usando la leche de cabra son las Glorias (con nueces), Queso de nuez (también con nueces), y Chongos Zamoranos (con sabor a canela).

Un famoso caramelo de leche de cabra americano es el dulce de azúcar, que se le puede agregar chocolate. Hay un caramelo tradicional brasileño en el estado de Minas Gerais llamado Doce de leite, fabricado principalmente con leche de vaca; sin embargo, también existe el mismo tipo de dulces hechos de leche de cabra. Es pastoso y dulce, simple o con coco, e incluye nueces brasileñas o frutas deshidratadas.

También hay un caramelo tradicional brasileño hecho de caña de azúcar llamada Rapadura.

## **2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA**

La leche de cabra es un producto de características tanto físicas como químicas muy diversas, al igual que la leche, producto de otros mamíferos.

### **2.4.1 MINERALES**

La leche es la principal fuente de calcio en la ingesta diaria del ser humano, sin importar el origen de esta, pues ya sea de cabra, oveja o vaca, la leche contiene grandes cantidades de calcio, y aunque la leche de cabra no es una adecuada fuente de otros nutrientes como el hierro, cobre, cobalto y magnesio (Grandpierre *et al.*, 1988; Dostaloya 1994). La leche de cabra contiene 134% más de potasio y 0,151% de cloro más que la leche de vaca (Maree, 1978).

La cantidad de fósforos (en forma de fosfatos) que contiene la leche de cabra no solo ayuda de manera nutricional a las personas que llevan una dieta basada en raíces, frutas y verduras; sino también contribuye junto con las proteínas a la alta capacidad buffer (Rodden, 2004). Este fluido es muy valioso en el tratamiento de úlceras gástricas, especialmente cuando la constante irritación causada por la acción de los jugos gástricos es dañina para el revestimiento del tracto digestivo (Richardson, 2004).

La leche de cabra también contiene selenio, este juega un papel muy importante como antioxidante (USDA *et al.*, 2004), es deficiente en el cuerpo humano, así que su contenido en la leche de cabra ayuda a controlar el sistema inmunológico ya que actúa directamente sobre ciertos virus impidiendo su multiplicación.

El contenido mineral de la leche de cabra varía de 0.70 a 0.85%.

## 2.4.2 VITAMINAS

Comparada con la leche materna, la leche de cabra contiene prácticamente la misma cantidad de ácido fólico y un poco menos de vitaminas del complejo B (Maree 1978).

La leche de cabra provee aproximadamente el doble de vitamina A que la leche de vaca (2.074UI/L contra 1.560). El alto contenido de esta vitamina a la vez explica la ausencia de carotenoides en la leche de cabra, pues todos estos se encuentran ya convertidos a vitamina A. A esto se suma el hecho de que la leche de cabra es muy rica en riboflavina, importante como un factor del crecimiento (Richardson, 2004).

La leche de cabra contiene alrededor de 350% más niacina que la de vaca y 25% más vitamina B6 (Rodden, 2004).

El contenido de ácido fólico tiende a ser más bajo en la leche caprina (12 mg en la leche de vaca contra menos de 1 mg para la leche de cabra en base a 300 ml, y para cubrir unas necesidades diarias de 75-100 mg en los niños) (USDA *et al.* 2004).

El contenido de vitamina E suele considerarse como bajo, razón por la cual la suplementación puede hacerse necesaria (Grandpierre *et al.*, 1988; Dostaloya, 1994). El caso de contenidos vitamínicos pobres es particularmente importante en el caso del ácido ascórbico y la vitamina B<sub>12</sub> (USDA *et al.*, 2004). La leche de la vaca contiene cinco veces más vitamina B<sub>12</sub> que la leche de cabra (Mehala y Al-Kahnal 1989; Capra 2004; Haenlein 2004; Richardson 2004; USDA *et al.*, 2004).

La vitamina D no se encuentran en cantidad apreciable, y es también candidata a ser suplementada cuando se destina la leche a niños (Maree 1978; Capra 2004; USDA *et al.*, 2004).

## 2.4.3 GRASAS Y ÁCIDOS GRASOS

El porcentaje de grasa total en leche de cabra y vaca es bastante similar, y la composición de ácidos grasos depende en gran medida en la composición de la dieta en ambas especies.

La composición básica de la grasa de la leche de cabra también difiere de la de vaca (Haggag *et al.*, 1987). Una característica de la leche de cabra es el pequeño tamaño de los glóbulos grasos comparados con el de los glóbulos en la leche de vaca (2  $\mu\text{m}$  en la leche de cabra contra un promedio de 3-5  $\mu\text{m}$  en la de vaca), lo cual se ha asociado con una mejor digestibilidad (Alais, 1988).

La leche de cabra excede en cantidad a la de vaca en la mayoría de los ácidos grasos esenciales de cadena corta, media y larga, así como en las cantidades de ácidos poli y mono insaturados, lo cual es muy valioso en términos de la aceptación de la leche de cabra en la población nutricionalmente consciente, y por el hecho de que grasa de características como las descritas es de más fácil digestión (Maree, 1978). Es, sin embargo; bajo su contenido en el ácido linolénico (Grandpierre *et al.*, 1988; Dostaloya 1994). La leche de cabra tiene por lo general un 35% de ácidos grasos de cadena mediana contra el 17% de la leche de vaca, de los cuales tres (caprónico, caprílico y cáprico) representan un 15% en la leche de cabra contra un 5 % en la de vaca.

Los contenidos de ácidos grasos esenciales y de cadenas cortas hacen de la leche de cabra un alimento saludable desde un punto de vista cardiaco (Capra, 2004) e importante en la nutrición de infantes que presenten eczemas atípicos atribuidos a leches maternas con un perfil anormal de ácidos grasos, especialmente el linolénico (Haenlein, 2002).

Los ácidos grasos de cadena mediana poseen propiedades diferentes a los de cadena larga cuando son metabolizados por el ser humano, especialmente los ácidos caprílico y cáprico. Lo anterior se da principalmente por la tendencia de los ácidos antes mencionados a proporcionar energía y no a contribuir a la formación de tejido adiposo, así como por su habilidad para limitar y disolver los depósitos de colesterol sérico, lo que se relaciona con una disminución de las enfermedades coronarias, la fibrosis quística y los cálculos biliares (Haenlein, 2002).

La grasa de la leche caprina no contiene aglutinina que es una proteína cuya función es agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño. Esta es la razón por la que sus glóbulos, al estar dispersos, son atacados más fácilmente por las enzimas digestivas (especialmente las lipasas que acometen contra los enlaces éster),



incrementándose por lo tanto la velocidad de digestión (Rodden, 2004). Las lipasas se encuentran distribuidas en la crema de la leche (46%) y en el suero lácteo (46%) (Chillard *et al.*, 1984).

Dos características de la grasa de la leche de cabra tienen importantes consecuencias para fabricación:

Uno es el tamaño más pequeño de los glóbulos de grasa en la leche de cabra en comparación con los de la leche de vaca. En ambas especies, los glóbulos de grasa van de 1 a 10µm, pero la cantidad de glóbulos de grasa de menos de 5µm es ~60% en leche de vaca mientras que es ~ 80% en leche de cabra. Esta diferencia de resultados en la textura más suave de los productos de leche de cabra, aunque hace que la fabricación de mantequilla de leche de cabra sea difícil.

La segunda característica es la composición de ácidos grasos de la leche de cabra. Eso contiene una mayor proporción de ácidos grasos de cadena media, es decir, caproico (C6:0), caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0), que son en parte responsables del característico olor "caprino" de leche de cabra

Los triglicéridos representan casi el 95% de los lípidos totales, mientras que los fosfolípidos rondan los 30-40 mg/100 ml y el colesterol 10 mg/100 ml.

#### **2.4.4 PROTEÍNAS**

La leche de vaca y la leche de cabra no difieren significativamente. Por lo que respecta al porcentaje de proteína y, a diferencia de la grasa láctea, el contenido de proteína en ambas especies es menor susceptible a la manipulación de la dieta. Sin embargo, las micelas de caseína en la leche de vaca son pequeñas (60-80 nm) en comparación con las micelas de caseína de leche de cabra, que oscilan entre 100 y 200 nm. El tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche de cabra (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm) (Alais, 1988). Estas caseínas de la leche de cabra se caracterizan por contener más glicina, así como menos arginina y aminoácidos sulfurados, especialmente la metionina (Capra, 2004).

El nivel de  $\alpha$ 1-caseína en la leche de cabra varía de 0 a 7g/L (Martin *et al.*, 2002). Esta variabilidad está asociada con polimorfismos dentro del gen alfa  $\alpha$ 1-caseína, que son muy común en las cabras (Martin *et al.*, 2002).

Belewu y Aiyegbusi en 2002 reportan un mayor valor biológico aparente para la leche de cabra (90,9%) con respecto a la leche de vaca (90,4%). La proteína de la leche de cabra suele presentar una relación entre aminoácidos esenciales y totales de 0,46 y una relación de esenciales contra no esenciales de 0,87 (Singh y Singh, 1985).

La leche de cabra, gracias a las propiedades de su fracción proteica, ha sido recientemente catalogada como exitosa en casos de post-gastroenteritis y de hipersensibilidad gastrointestinal (Maree, 1978). La tensión y el tiempo de cuajado en las caseínas caprinas es bastante menor comparado con la  $\alpha$ -s-1-caseína vacuna (valores de tensión con pepsina-HCl de 36 en cabra contra 52-78 en vacas). Esto está directamente asociado con una mejor digestibilidad de la leche de cabra, al ser la cuajada formada a nivel gástrico más fina, suave y al experimentar esta un menor tiempo de tránsito gástrico, especialmente en personas con problemas de estreñimiento (Richardson, 2004). Este menor tránsito gástrico deja a su vez menos residuos sin digerir que pueden ser presa de fermentaciones indeseables a nivel del colon (Rodden, 2004). La consistencia de la cuajada no sólo se caracteriza por una alta suavidad, sino que también la formación de la misma se da con mayor rapidez y en forma de hojuelas de menor tamaño, en parte por las reducidas dimensiones de los conjuntos miscelares de las caseínas, lo que implica la formación de bultos pequeños fáciles de digerir (Haenlein, 2002).

Esta baja en el tiempo de digestión es también la razón por la que la lactosa de la leche de cabra causa menos problemas de intolerancia al no haber tiempo suficiente para su acentuada fermentación en el colon (Haenlein, 2002). En términos generales se estima que la leche de cabra es capaz de proporcionar por día toda la proteína que un niño necesita hasta los 8 años de edad y el 6% hasta los 14 años; además por si sola supe 35 g de proteína por litro, lo cual es el 54% de los 65 g/día requeridos por la mujer en lactancia o embarazada (Capra, 2004).

#### **2.4.4.1 CONTENIDO DE CASEÍNAS**

La relación entre el tiempo de coagulación y la concentración de caseínas se explica por el hecho de que el fenómeno de coagulación incluye dos etapas: la hidrólisis de la k-caseína y la agregación de las micelas modificadas. Si la concentración de caseínas es baja, la velocidad de agregación es lenta comparada con la velocidad de hidrólisis de la k-caseína; a elevada concentración, el tiempo de coagulación viene determinado por la velocidad de acción del cuajo.

#### **2.4.5 AMINOÁCIDOS**

La leche de cabra contiene un perfil de aminoácidos similar a la leche de vaca y, a excepción de una menor concentración de cisteína, a la leche humana (Rutherfurd *et al.*, 2008). Sin embargo, también concentraciones de metionina y cisteína, cuando se agregan juntos, son equivalentes en proteína de cabra y leche humana (Rutherfurd *et al.*, 2008).

El tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche de cabra (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm) (Alais 1988). Estas caseínas de la leche de cabra se caracterizan por contener más glicina, así como menos arginina y aminoácidos sulfurados, especialmente la metionina (Capra 2004).

La leche también contiene una variedad de aminoácidos que pueden ser utilizados directamente por el intestino (Duggan *et al.*, 2002). En la leche de cabra, la taurina, la glicina y el ácido glutámico son los principales aminoácidos libres (Rutherfurd *et al.*, 2008). La taurina es particularmente alta en leche de cabra, siendo 20-40 más que la leche de vaca (Mehaia y Al-Kanhal, 1992). La taurina está involucrada en la formación de sales biliares, la osmorregulación, antioxidante, transporte de calcio y en el sistema nervioso central (Redmond *et al.*, 1998). Infantes prematuros que carecen de las enzimas necesarias para convertir la cistationina en cisteína que pueden volverse deficientes en taurina. Por lo tanto, la taurina es una nutriente esencial dietético en estos individuos y es a menudo añadido a muchas fórmulas infantiles como una

medida de prudencia (Bouckenooghe *et al.*, 2006). La taurina también es beneficiosa para adultos, ayudando a regular la presión sanguínea y posiblemente para aliviar otras dolencias cardiovasculares (Militante y Lombardini, 2002).

## **2.4.6 CARBOHIDRATOS**

Los hidratos de carbono en la leche de cabra al igual que en las vacas, la lactosa constituye el principal carbohidrato. La leche de cabra contiene menos lactosa que la leche de vaca (en promedio, 4.1% vs. 4.7%), pero no puede considerarse como una solución dietética para personas que padecen intolerancia a la lactosa.

### **2.4.6.1 LACTOSA**

El contenido de lactosa es bajo en la leche de cabra en comparación con la leche de otras especies animales (aproximadamente de 1% a 13% menos que la de vaca y hasta 41% menos que la humana), lo cual está directamente relacionado con que esta leche presente menos problemas asociados con la intolerancia (Richardson, 2004). El contenido de amino azúcares asociados a la lactoferrina en algunas razas de cabras muy difundidas como la Saanen puede alcanzar hasta un 2.1% (Shimazaki *et al.*, 1991).

## **2.5 FACTORES BIOACTIVOS**

A la leche de cabra se le atribuyen propiedades anticancerígenas dados sus contenidos de coenzima Q y de ácido linoleico conjugado (Castro, 2005). Además se le considera útil para combatir problemas sexuales y la dispepsia en la mujer embarazada (Rodden, 2004).

Se destaca el hecho de que la leche de cabra, a diferencia de las otras leches, contiene solo cantidades trazas del ácido orótico, el cual se ha asociado con el síndrome del hígado graso (American Dairy Goat Association, 2004). El ácido orótico

es un producto intermedio de la biosíntesis de los nucleótidos de pirimidina, y en la leche de vaca se encuentra en cantidades de 73 mg/L (Belitz y Grosch, 1985). Muy bajas cantidades de fosfatasa alcalinas y ácido N-acetilneuramínico son muy características en la leche de cabra (Haenlein, 2002). No obstante, su bajo nivel, la fosfatasa alcalina de la leche de cabra aún puede emplearse como un adecuado parámetro para evaluar la calidad del proceso de pasteurización (Rodden, 2004). El cuadro 2 presenta algunos factores bioactivos presentes en leche de cabra.

Cuadro 2. Factores bióticos presentes en la leche de cabra

<b>FACTOR BIOACTIVO</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>
<b>B-linfocitos</b>	Producción de anticuerpos
<b>Macrófagos</b>	Respuesta inmune
<b>Neutrófilos</b>	Respuesta inmune
<b>Anticuerpos IgA/IgG</b>	Respuesta inmune
<b>T-linfocitos</b>	Respuesta inmune
<b>Proteína ligante de B12</b>	Reduce la vitamina B12 en colon evitando así crecimientos
<b>Factor Bifidum</b>	Promueve el desarrollo en Bifidobacterium en colon
<b>Fibronectina</b>	Favorece a los macrófagos
<b>Gama interferón</b>	Favorece a los macrófagos
<b>Lisozima</b>	Ruptura de paredes celulares microbianas
<b>Mucinas y oligosacáridos</b>	Probióticos
<b>Hormonas y factores del crecimiento</b>	Estimulo del sistema digestivo y del crecimiento

(Fuente: Cartago Costa Rica, 2005).

## **2.6 FERMENTACIÓN**

La fermentación es una serie de reacciones bioquímicas anaerobias que ayudan a la desintegración de moléculas complejas en moléculas simples. Las fermentaciones ocurren cuando los microorganismos consumen sustrato orgánico susceptible como parte de su propio proceso metabólico.

### **2.6.1 BACTERIAS LÁCTICAS**

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son un grupo de microorganismos representados por varios géneros de características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. En general las BAL son cocos o bacilos Gram Positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofilicos o aerotolerantes, carecen de citocromos y no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos (Carr *et al.*, 2002, Vazquez *et al.*, 2009).

Para su multiplicación requieren de azúcares como glucosa y lactosa, además de aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento, la leche es un medio típico y satisfactorio para la proliferación de las BAL (Vazquez *et al.*, 2009)

#### **2.6.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS BAL**

Se basan en principios de la morfología, modo de fermentación de la glucosa (homofermentativas y heterofermentativas) el crecimiento a diferentes temperaturas, la configuración del ácido láctico producido (Alexsoon, 1998; Carr *et al.*, 2002).

Se agrupan de dos maneras de acuerdo a su producto final de fermentación:

#### **2.6.1.1.1 HOMO-FERMENTADORAS**

Como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pedococcus*, *Vagococcus* y algunos *Lactobacillus*, poseen la enzima Aldolasa y producen ácido láctico como producto principal de la fermentación de la glucosa utilizando la vía de la glucólisis (Embden-meyerhof) (Alexsson, 1998).

#### **2.6.1.1.2 HETERO-FERMENTADORAS**

Como *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weisella*, *Carnobacterium*, *Lactosphaera* y algunos *Lactobacillus*, estas convierten de hexosas a pentosas por la vía 6- fosfogluconato-fosfoetolasa, produciendo en el proceso ácido láctico y además cantidades importantes de otros productos, como acetato etanol y CO<sub>2</sub> (Carr *et al.*, 2002).

### **2.6.2 ALIMENTOS FERMENTADOS**

Son todos aquellos alimentos que han sido modificados, en una vía deseada por la actividad de microorganismo o enzimas, esos alimentos son productos apetitosos que se preparan a partir de la materia cruda o térmicamente tratada y que, mediante un proceso en el cual se incluyen microorganismos específicos, adquieren propiedades sensoriales características en cuanto sabor, aroma, apariencia visual, textura y consistencia además de una mayor vida de anaquel y calidad de higiene (Messens y de Vuyst, 2002; Schneider *et al.*, 2006)

### **2.6.3 PROBIÓTICOS**

El significado de probióticos ha evolucionado a lo largo de los años a partir de su significado original: “para la vida” (Fuller, 1989) la definición más completa y de acuerdo a la OMS (Organización Mundial de la Salud; por sus siglas en inglés) se refiere aquellos cultivos puros o mezcla de cultivos de microorganismo vivos, que aplicada a hombre y animales en cantidades adecuadas, aportan beneficio al huésped,

mejorando las propiedades de la microflora nativa (Torres,2002; Barboza *et al.*, 2004). Los probióticos se utilizan para mejorar la salud intestinal y fortalecer el sistema inmunológico (Fuller, 1989; Torres, 2002).

## 2.7 ENZIMAS

Las enzimas se definen como catalizadores solubles, de naturaleza orgánica y estado coloidal, elaboradas por las células vivas, que actúan independientemente de éstas. Tienen poder catalítico específico y se destruyen por el calor húmedo a 100 °C (Alef y Nannipieri, 1995). En condiciones químicas, todas las enzimas conocidas son proteínas. Constan de una fracción proteínica y un grupo “prostético” adicional. Algunas veces, se ha conseguido separar reversiblemente el grupo prostético; en estos casos, la proteína recibe el nombre de Apoenzima y el grupo prostético se le denomina coenzima. En el componente proteínico se localiza, en primer lugar, la especificidad de acción sobre un determinado sustrato, la cual determina qué sustancias serán transformadas y cuáles no. El grupo prostético también determina el curso de la reacción -especificidad de acción-, es decir, polariza su actividad para realizar una sola reacción entre las varias posibilidades que puede experimentar la molécula en el sustrato (Alef y Nannipieri, 1995). La Comisión Internacional de Enzimas acordó reglas específicas para clasificar y denominar las enzimas, proponiendo seis clases principales basadas en el tipo de reacción catalizada, con posterior subdivisión según la naturaleza de la reacción catalizada y el tipo de enlace que se transforma o se rompe. Las clases principales de enzimas son:

- 1) Oxidorreductasas, 2) Transferasas, 3) Hidrolasas, 4) Isomerasas, 5) Ligasas y
- 6) Liasas (Alef y Nannipieri, 1995).



### **2.7.1 COAGULACIÓN ENZIMÁTICA**

Si se añade a la leche, que deberá tener una temperatura entre 30-32 °C, una sustancia o enzima coagulante (cuajo), capaz de cortar el extremo de la proteína caseína kappa ( $\kappa$ ) que es la que tiene la mayor carga negativa y está en la parte exterior de la micela y que impedía que se unieran las proteínas, ahora podrán hacerlo.

La agrupación se realiza con la formación de fibras de proteínas en todas direcciones, creándose un entramado proteico que alberga al resto de los componentes de la leche, pasando la leche a ser sólida.

Las proteínas no han perdido sus minerales y por ello las fibras formadas son fuertes y se unen unas a otras formando un coágulo denso, con cohesión. Por tanto, es flexible, elástico, compacto, impermeable y contráctil. La cantidad de enzima a añadir será la necesaria para que la coagulación se produzca en un tiempo determinado. La temperatura y el tiempo que tarde en coagularse la leche, dependerán del tipo de queso que se quiere obtener (M.A.R.M 2013).

#### **2.7.1.2 CUAJO Y COAGULANTES**

Para que la leche pase de líquido a sólido (coagulación) sin modificar su acidez, hace falta que se le añada una enzima que modifique a las micelas de caseína, por rotura de una de sus proteínas (kappa) más exteriores, perdiéndose la protección eléctrica que ésta le daba y que impedía que se uniesen las micelas (cortado de la leche). Las enzimas pueden ser de origen animal, vegetal, microbiano o sus mezclas, y son capaces de provocar la modificación de las micelas de caseína de la leche para coagularla. (M.A.R.M,2013)

El enzima más natural para que esto ocurra es el cuajo, pero existen otros tipos:

El cuajo es un producto líquido, pastoso o sólido, cuyo componente activo está constituido por la mezcla de las enzimas Quimosina y Pepsina, obtenidas por extracción de los cuajares, de rumiantes exclusivamente y en periodo de lactación.

- Extracto de cuajo: más del 75% de quimosina.

- Cuajo: entre el 75 y el 25% de quimosina.

## 2.8. ZAPOTILLA (*Manilkara zapota*).

De los frutales tropicales existen más de 250 especies diferentes en el mundo, sin embargo, solo se explotan comercialmente algunas de ellas. Las razones de ello es la poca investigación, falta de promoción y de alternativas para su comercialización. La erosión genética y su alto valor económico, son algunos de los factores por lo que los recursos filogenéticos deben rescatarse y conservarse en colecciones de campo.

### 2.8.1 TAXONOMÍA:

La clasificación taxonómica de la Zapotilla (*Manilkara zapota*) se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Taxonomía de *Manilkara zapota*

Phyllum	<i>Plantae</i>
Subphyllum	<i>Spermatophyta</i>
Clase	<i>Magnoliophytina</i>
Subclase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Dilenidas</i>
Familia	<i>Ebenales</i>
Subfamilia	<i>Sapotaceas</i>

(Fuente: Royen, 1953).

### 2.8.2 UBICACIÓN (ÁREA GEOGRÁFICA EN MÉXICO)

Se encuentra en la vertiente del Golfo desde San Luis Potosí y el norte de Veracruz y Puebla, hasta la península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas. Altitud: 0 a 800 m.

### **2.8.3 ORIGEN Y HÁBITAT DE LA ZAPOTILLA (*Manilkara zapota*)**

#### **2.8.3.1 ORIGEN**

Originaria de Mesoamérica. Fue llevada por los españoles a las Filipinas y de ahí pasó a Malasia. Se extiende desde el sur de México, a través de Centroamérica hasta Venezuela y Colombia. Actualmente se cultiva extensamente en el sur de Florida y las Indias Occidentales. Se ha introducido a los trópicos del Viejo Mundo (Royen, 1953).

#### **2.8.3.2 HÁBITAT**

Prospera en terrenos escarpados, planos o ligeramente inclinados de naturaleza calcárea, cañadas, acahuales, potreros, planicies inundadas, vega de ríos. Clima húmedo con 1,000 a 2,000 mm de lluvia, y 24 °C de temperatura media. Se presenta igualmente en suelos de origen calizo, ígneo o metamórfico, siempre que tengan buen drenaje. Suelos: ferruginoso, pedregoso, arenoso, café arcilloso, poco profundo y relativamente bien drenado, pH por debajo de 7.0 (Royen,1953).

### **2.9.- FRUTO**

El fruto (zapotilla) fresco es muy apreciado y con éste se confeccionan mermeladas y jarabes por su agradable sabor dulce. Es objeto de comercio en los mercados regionales del sur del país.

#### **2.9.1 CARACTERIZACION QUIMICA DE LA ZAPOTILLA**

Cuadro 4. Caracterización química de la zapotilla

Componente	Unidad	Valor 100g	Tasa 241 g	Zapotilla 170g
Agua	g	78	187.98	132.6
Energía	Kcal	83	200	141
Energía	kJ	347	836	590
Proteína	g	0.44	1.06	0.75
Grasas totales	g	1.1	2.65	1.87
Ceniza	g	0.5	1.21	0.85
Carbohidratos por diferencial	g	19.96	48.1	33.93
Fibra dietética total	g	5.3	12.8	9

### Minerales

Ca	Mg	21	51	36
Fe	Mg	0.8	1.93	1.36
Mg	Mg	12	29	20
P	Mg	12	29	20
K	Mg	193	465	328
Na	Mg	12	29	20
Zn	Mg	0.1	0.24	0.17
Cu	Mg	0.086	0.207	0.146
Se	µg	0.6	1.4	1

### Vitaminas

Vitamina C, ácido ascórbico total	Mg	14.7	35.4	25
Tiamina	Mg	0	0	0
Riboflavina	Mg	0.02	0.048	0.034
Niacina	Mg	0.2	0.482	0.34
Acido pantoténico	Mg	0.252	0.607	0.428
Vitamina B-6	Mg	0.037	0.089	0.063
Ácido fólico total	µg	14	34	24
Vitamina B-12	µg	0	0	0
Vitamina A, RAE	µg	3	7	5
Retinol	µg	0	0	0
Vitamina A, IU	IU	60	145	102

---

---

**Lípidos**

---

Ácidos grasos saturados totales	g	0.194	0.468	0.33
Ácidos grasos mono insaturados totales	g	0.521	1.256	0.886
Acidos grasos poliinsaturados totales	g	0.011	0.027	0.019
Acidos grasos trans totales	g	0	0	0
Colesterol	Mg	0	0	0

---

**Aminoácidos**

---

Triptófano	g	0.005	0.012	0.009
Treonina	g	0.012	0.029	0.02
Isoleucina	g	0.015	0.036	0.025
Leucina	g	0.024	0.058	0.041
Lisina	g	0.039	0.094	0.066
Metionina	g	0.003	0.007	0.005
fenilalanina	g	0.013	0.031	0.022
Tirosina	g	0.014	0.034	0.024
Valina	g	0.016	0.039	0.027
Arginina	g	0.017	0.041	0.029
Histidina	g	0.016	0.039	0.027
Alanina	g	0.014	0.034	0.024
Ácido aspártico	g	0.032	0.077	0.054
Ácido glutámico	g	0.038	0.092	0.065
Glicina	g	0.017	0.041	0.029
Prolina	g	0.036	0.087	0.061
Serina	g	0.018	0.043	0.031

Fuente: United States Department of Agriculture Agricultural Research Service, National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 slightly revised May, 2016 Software developed by the National Agricultural Library v.3.8.6.4 2017-10-02

## **CAPITULO 3**

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fermentaciones del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Su localización geográfica 25° 22´ de latitud norte, longitud de 101°00´ oeste, a una altitud de 1742 msnm.

El presente trabajo se dividió en 4 etapas, las cuales se describen a continuación:

#### **ETAPA I: CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA (LECHE DE CABRA)**

#### **3.2 OBTENCIÓN DE LA LECHE DE CABRA**

Se emplearon 36 cabras multíparas de la raza alpina (*Capra aegagrus hircus*) para la obtención de leche del presente estudio, dichos rumiantes se encuentran localizados en Carretera Torreón km 30, Rancho "La Encantada" en Saltillo, Coahuila. Se obtuvo mediante ordeño manual y se colocó en recipientes previamente desinfectados e inocuos.

#### **3.3 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA LA LECHE DE CABRA**

La caracterización de la leche se hizo mediante un análisis proximal donde fueron determinados sus componentes nutricionales por los métodos establecidos por la AOAC (1997): humedad (método 925.09), cenizas (método 923.03), grasa cruda o extracto etéreo (método 920.39), proteína cruda (MicroKjeldahl), (método 954.01). Los

carbohidratos se estimaron como el extracto libre de nitrógeno (ELN) calculando como el porcentaje faltante para completar el 100%.

## **ETAPA II: TRANSFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE LA LECHE DE CABRA**

### **3.4 PASTEURIZACIÓN**

La pasteurización de la leche es un método de conservación en el cual se eliminan microorganismos patógenos que pudieran estar presentes en el producto.

**PASTEURIZACION TIPO VAT:** El proceso consiste en calentar grandes cantidades de leche en un recipiente estando a 63 °C durante 30 minutos, para luego dejar enfriar lentamente.

La leche recién ordeñada fue pasteurizada de manera convencional (VAT) a una temperatura de 65°C por 30 min, la temperatura fue monitoreada con un termómetro de mercurio (Figura 1).



**Figura. 1** Pasteurización de la leche de cabra por el método convencional VAT

### **3.4.2 TRANSFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA 1: ADICION DE PROBIOTICOS**

La leche de cabra pasteurizada se llevó a una temperatura de 40°C, para así añadir un microorganismo previamente caracterizado como probiótico.

### **3.4.3 TRANSFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA 2: ADICCIÓN DE ENZIMAS**

Para el seguimiento de la transformación biotecnológica de la leche, se mantuvo a la temperatura constante de 40°C por 15 minutos, después se inoculó con enzimas hidrolíticas para la coagulación de las mismas.

#### **3.4.3.1 OBTENCIÓN DEL PRODUCTO FERMENTADO Y DETERMINACION DE PROTEINAS.**

El producto obtenido después de la transformación de la leche de cabra se obtuvo mediante el desuerado total del producto fermentado (Figura 2), se reposó por 3 h en refrigeración a una temperatura de 4°C aproximadamente.



**Figura. 2 Producto fermentado de leche de cabra (leche biotransformada).**



Se determinó el porcentaje de proteínas en la leche transformada mediante el método de determinación de proteínas por microkjeldhal mismo método se describe más adelante (pag32).

### **3.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO FERMENTADO**

Se realizó una prueba de aceptación a un total de 47 jueces no entrenados. El cuestionario que se aplicó consistió en determinar el nivel de agrado del producto empleando una escala hedónica de 9 puntos (Anexo 1).

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente con un nivel de confianza de 0.5% y comparados por medias de Tukery.

#### **Etapa III: Caracterización química de zapotilla (*malnikara zapota*) y elaboración de mermelada empleando 2 edulcorantes**

### **3.6 CARACTERIZACION QUIMICA DE ZAPOTILLA**

#### **3.6.1 OBTENCION DEL FRUTO ZAPOTILLA (*Manilkara zapota*)**

Para el presente estudio, se emplearon 6 kg de esta fruta, variedad zapotilla rosa cosechado y transportado desde el municipio San José Miahuatlán, Puebla, México; ubicado a 18°17'00'' N 97°17'00'' O.

### 3.6.1.1 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

La determinación por el método microkjeldhal se realiza en tres etapas que se describen a continuación:

**Digestión:** Se pesó 1 g de muestra en una balanza analítica sobre un papel filtro y se le realizó unos dobleces de modo que no se saliera la muestra, éste papel filtro doblado se colocó en el fondo de un matraz de Aforación (250 ml), a este matraz se le agregaron perlas de vidrio se colocó mezcla digestora, finalmente el matraz se colocó al aparato kjeldhal en la sección de digestión conectando el extractor de humos por 3 horas aprox o hasta que la muestra obtuvo un color verde jade (Figura 3).



**Figura. 3** Equipo digestor para microkjendhl

**Destilación:** En un matraz Erlenmeyer de 250 mL se agregó 50 mL de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) al 2.2 % y 3 gotas de indicador mixto. Posteriormente se le añadió la mezcla resultante de la digestión a la copita que tiene el microkjeldhal se abre la llave y se le agregó media copita de hidróxido de sodio (NaOH) al 50%. Se realizó la parte destiladora del aparato MicroKjeldhal se esperó un sifoneo y se esperó hasta recibir en el vaso de precipitado 60 ml del destilado, (ya conteniendo 30 ml de la mezcla de ácido bórico e indicador mixto) (Figura 4 ) para después titular, al finalizar se abrió la llave del desecho, para continuar con las siguientes muestras.



**Figura. 4 Equipo Microkjhedal**

**Valoración:** A los 60 mL de destilado se tituló con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 0.1025641 N hasta obtener un vire de color rosa pálido y con la lectura obtenida de los mL gastados del ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) se realizaron los cálculos correspondientes usando la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{\text{ml ac. sulfurico} \times \text{factor (0.025)} \times \text{peso atómico del nitrógeno (14)}}{\text{peso de muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ nitrógeno} \times 6.3$$

### 3.6.2 DETERMINACIÓN DE GRASA BRUTA (EXTRACTO ETereo)

Se pesó 0.5 g de muestra seca sobre un papel filtro en una balanza analítica y posteriormente se introdujeron en un sifón doblados de tal manera que no se escapara muestra a evaluar.

Utilizando matraces redondos fondo plano a pesos constantes e identificados, se enfriaron durante 20 minutos en un desecador y al transcurrir el tiempo se sacaron y posteriormente se registraron sus pesos.

A los matraces se les adicionó hexano 75 ml (hasta la mitad), y otros 75 ml de hexano al soxhlet, después se colocó al refrigerante del dispositivo Soxhlet extrayendo por un periodo de 7 horas (Figura 5).



**Figura. 5 Extracción de grasa cruda con soxhlet**

Al finalizar la extracción se recuperó el solvente y los matraces se colocaron de nuevo a peso constante en la estufa a una temperatura de 70-80°C por un periodo de 2 horas, transcurrido el tiempo se retiraron los matraces de la estufa y con las pinzas para matraz se colocaron en el desecador con silica gel por 30 minutos, una vez que se enfriaron se pesaron los matraces en la balanza analítica, se registraron los datos y se hizo los cálculos correspondientes usando la siguiente fórmula:

$$\%extracto\ etereo = \frac{\text{peso del matraz con grasa} - \text{peso del matraz}}{\text{g de muestra utilizada}} \times 100$$

### 3.6.3 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Para la determinación de la humedad previamente se realizó la determinación de la materia seca total y mediante estos datos se realizaron las ecuaciones correspondientes para así obtener el resultado de humedad.

Se pusieron a peso constante los 4 crisoles de porcelana y con ayuda de unas pinzas se colocaron en un desecador con silica gel, para dejar a peso constante durante 20 minutos, transcurrido el tiempo se pesaron en una balanza analítica y posteriormente se les colocó una muestra de 1g que fueron pesadas por separado sobre un papel limpio omitiendo el peso del papel. Después se colocaron con ayuda de unas pinzas para crisol en una estufa de secado aire forzado a una temperatura de 70 °C durante un periodo de 72 horas; después se sacaron de la estufa y se dejó enfriar 30 minutos en el desecador. Se tomó el peso del crisol con muestra seca, se registraron los datos y se realizaron los cálculos correspondientes usando la siguiente fórmula:

$$\%HUMEDAD = \frac{\text{peso charola} + \text{muestra humeda} - \text{peso charola} + \text{muestra seca}}{\text{peso de charola con muestra humeda} - \text{muestra humeda}} \times 100$$

### 3.6.4 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

En este análisis se utilizó la muestra empleada en la determinación de materia seca total o análisis de humedad, la cual se pre-incineraron en los crisoles ya con 1g de muestra, en una parrilla eléctrica, posteriormente se colocaron en la mufla por un periodo de tiempo de 2-3 horas a una temperatura de 600 °C.

Transcurrido el tiempo correspondiente se espera un tiempo aproximado de 2 hrs para enfriar la mufla, después se sacaron los crisoles de la mufla con las pinzas y se colocaron en el desecador por 20 minutos para dejar enfriar, una vez que se enfriaron

se pesaron los crisoles en la balanza analítica, se registraron los datos y se hicieron los cálculos correspondientes usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{CENIZA} = \frac{\text{muestra calcinada con crisol} - \text{peso de crisol solo}}{\text{peso de muestra}} \times 100$$

### 3.6.5 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS (EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO)

El ELN corresponde a los azúcares, el almidón y gran parte del material clasificado como hemicelulosa. En realidad, no se determina por análisis en el laboratorio, sino que se calcula restando de 100 partes de muestra analizada la suma de los resultados del % ceniza, % extracto etéreo, % materia seca y % proteína cruda solamente se considera el % de humedad cuando los anteriores resultados no están ajustados en base seca, teniendo esto en cuenta los cálculos para determinar el ELN se realizan a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ELN} = 100 - (\% \text{C} + \% \text{EE} + \% \text{MS} + \% \text{PC})$$

Donde:

ELN=Extracto libre de nitrógeno

C=ceniza

EE=Grasa Bruta (Extracto Etéreo)

MS=materia seca

PC= proteína cruda

### 3.6.6 DETERMINACIÓN DE AZUCARES TOTALES (FENOL-SULFÚRICO)

Se prepararon una serie de 10 tubos con muestra 250  $\mu$ L de muestra y se añadió fenol al 5%, posteriormente se colocó en un balde de agua con hielo para evitar hacer reacción, el  $H_2SO_4$  se colocó por las paredes, posteriormente se puso a baño María y ebullió por 5 min, se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se leyó la absorbancia a 480 nm. Los datos fueron transformados empleando una curva patrón empleando glucosa a 1% como estándar

### 3.7 PROCESAMIENTO DE LA PULPA DE ZAPOTILLA (*Manilkara zapota*)

La fruta fue sometida a un tratamiento térmico empleando una temperatura de 70 °C por 60 minutos (Figura 6), Se utilizó stevia y sacarosa como edulcorantes; finalmente a cada uno de los tratamientos se midió el contenido de °Brix empleando un refractómetro (ATAGO®).



**Figura. 6 Tratamiento térmico (fuente DCTA,2017).**

### **3.7.1 PREPARACION DE EXTRACTO DE STEVIA (STEVIA REBAUDIANA) COMO EDULCORANTE**

Las hojas secas de stevia fueron empleadas para preparar una infusión, se dejó en agitación por 30 min y finalmente se filtró para separar el resto de hojas.

### **CONCENTRACIONES DE ZAPOTILLA Y LECHE BIOTRANSFORMADA**

Se empleó un tratamiento térmico con 3 repeticiones para cada tratamiento y se monitoreo cada 15 min evitando que la pulpa de fruta sufriera algún cambio.

### **ETAPA IV: PRESENTACION DE UN NUEVO PRODUCTO FERMENTADO DE LECHE DE CABRA.**

Se realizaron cálculos de porcentaje para añadirle zapotilla al fermentado de leche de cabra utilizando las siguientes concentraciones: cuadro (5)

Cuadro 5. Concentraciones de pulpa y leche fermentada en %

<b>Fermentado de leche de cabra (g)</b>	<b>Pulpa de fruta (g)</b>	<b>Producto (g)/ pulpa (%)</b>
<b>95</b>	<b>5</b>	<b>100/5</b>
<b>85</b>	<b>15</b>	<b>100/15</b>
<b>75</b>	<b>25</b>	<b>100/25</b>

Finalmente se realizó una prueba de degustación del producto final, para ver el agrado del mismo.



## CAPITULO 4

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### ETAPA 1: Caracterización química de la leche de cabra

##### 4.1 Caracterización química de la leche de cabra

El cuadro 6 muestra el contenido nutricional de la leche de cabra, donde se puede observar que el contenido de humedad es del 87%. La leche de cabra presentó un alto contenido de grasa, sin embargo, una característica de la leche de cabra es el pequeño tamaño de los glóbulos grasos comparados con el de los glóbulos en la leche de vaca (2  $\mu\text{m}$  en la leche de cabra contra un promedio de 3-5  $\mu\text{m}$  en la de vaca), lo cual se ha asociado con una mejor digestibilidad (Alais, 1988). La leche de cabra excede en cantidad a la de vaca en la mayoría de los ácidos grasos esenciales de cadena corta, media y larga, así como en las cantidades de ácidos poli y mono insaturados, lo cual es muy valioso en términos de la aceptación de la leche de cabra en la población nutricionalmente consciente, y por el hecho de que grasa de características como las descritas es de más fácil digestión (Maree, 1978). En cuanto al contenido de proteína total la leche de vaca presenta mayor concentración, aunque no existen diferencias significativas con la leche de vaca, sin embargo, el contenido de proteína en ambas especies es menor susceptible a la manipulación de la dieta. Por lo que las micelas de caseína en la leche de vaca son pequeñas (60-80 nm) en comparación con las micelas de caseína de leche de cabra, que oscilan entre 100 y 200 nm.

El tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche de cabra (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm) (Alais, 1988). Estas caseínas de la leche de cabra se caracterizan por contener más glicina, así como menos arginina y aminoácidos sulfurados, especialmente la metionina (Capra, 2004).

Cuadro 6. Composición química de diversos tipos de leche

<b>Composición (%)</b>	<b>Cabra</b>	<b>Oveja</b>	<b>Vaca</b>	<b>Humana</b>
Grasa	4.87	7.90	3.60	4.00
Sólidos no Grasos	8.85	12.00	9.00	8.90
Lactosa	4.10	4.90	4.70	6.90
Proteína	2.69	6.20	3.20	1.20
Caseína	2.40	4.20	2.60	0.40
Albumina, globulina	0.60	1.00	0.60	0.70
N no proteico	0.40	0.80	0.20	0.50
Cenizas	0.69	0.90	0.70	0.30

Nota: los datos de leche de oveja, vaca y humana fueron obtenidos por Park, *et al* en 2006.

## **ETAPA II: TRANSFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE LA LECHE DE CABRA.**

### **4.2 TRANSFORMACIÓN BIOTECNOLÓGICA, OBTENCIÓN DEL PRODUCTO FERMENTADO Y DETERMINACION DE PROTEINAS**

Se adicionaron microorganismos probióticos, posteriormente se inoculó con enzimas hidrolíticas, en una proporción de 0.4% y 0.015% por litro de leche respectivamente. Se obtuvo una leche biotransformada la cual se caracterizó y presentó un total de 9.5° Brix y un pH de 7.5. La agrupación de los componentes de la leche se realiza con la formación de fibras de proteínas en todas direcciones, creándose un entramado proteico que alberga al resto de los componentes de la leche, pasando la leche a ser sólida.

Las proteínas no han perdido sus minerales y por ello las fibras formadas son fuertes y se unen unas a otras formando un coágulo denso, con cohesión. Por tanto, es flexible, elástico, compacto, impermeable y contráctil. La cantidad de enzima a añadir será la necesaria para que la coagulación se produzca en un tiempo determinado.

El producto fermentado representa un 20% del volumen inicial de la leche, es decir, que por cada 5 litros de leche de cabra se obtienen 4200 g de suero y 910 g de producto final (figura 7).

Una vez que se obtuvo el producto biotransformado se cuantificó el contenido de proteínas, (cuadro 7), lo que indica que su contenido después de la biotransformación aumenta un 540%. Estos valores representan una alternativa de un producto con un alto contenido de proteínas que pudiera ser introducido en la dieta.

Cuadro 7. Porcentaje de proteínas en el producto fermentado

	<b>% proteínas</b>
<b>Producto Fermentado</b>	14.53

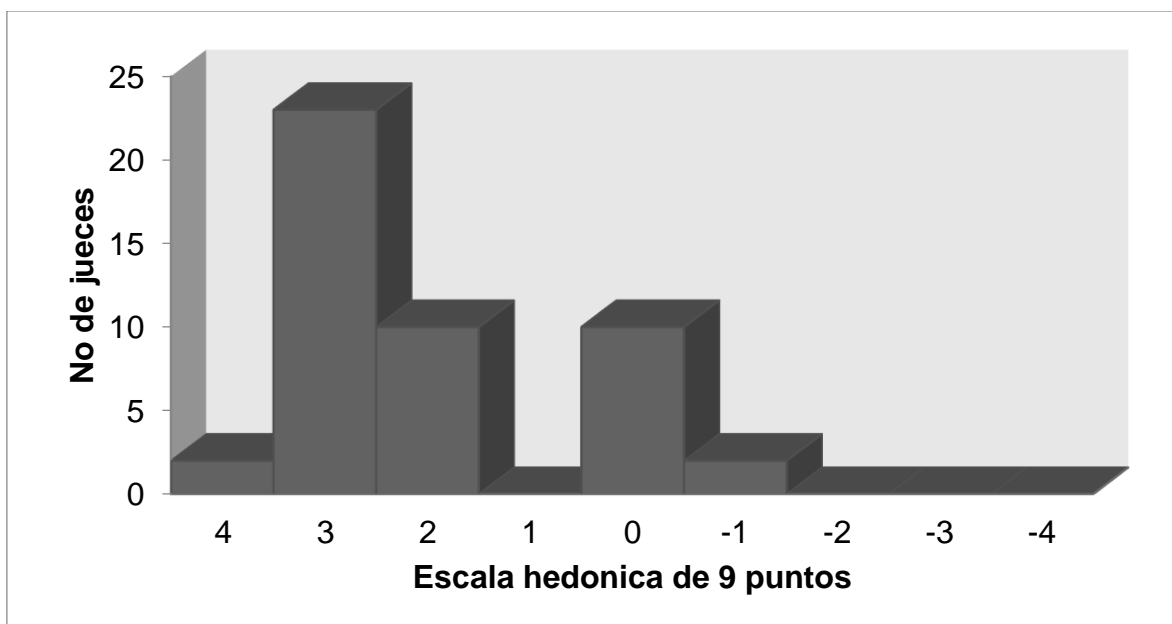
Fuente: (análisis de determinación de proteínas método MicroKjeldahl,. DCTA.)



**Figura. 7 Obtención de la leche transformada**

### 4.3 Evaluación sensorial

En la figura 8 se observa el gráfico de la evaluación sensorial empleando una escala hedónica de 9 puntos, donde se puede observar que 23 jueces mencionaron que les gustaba mucho el producto, resaltando los atributos de que no percibieron el sabor a leche de cabra.



**Figura. 8 Prueba de Evaluación Sensorial del Producto Biotransformado.**

### **ETAPA III: CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE ZAPOTILLA (*MALNIKARA ZAPOTA*) Y ELABORACIÓN DE PULPA EMPLEANDO 2 EDULCORANTES.**

#### **4.4. Análisis proximal de Zapotilla (*Manilkara zapota*)**

Se determinaron los resultados de las siguientes variables de estudio: (%) sólidos totales, %Cenizas (%), Grasa bruta (Extracto Etéreo) (%), Proteína Cruda (%), ELN (Carbohidratos) (%), los resultados obtenidos se muestran en el cuadro(8). En el cual

se puede observar que al comparar los resultados con los presentados por la USDA se observan diferencias significativas en el contenido de materia seca, extracto etéreo, y proteína lo cual puede ser debido a la obtención del fruto en diferentes localidades, época del año, la variedad ya que existen 2 de los más abundantes que son: zapotilla rosa y zapotilla blanca.

Cuadro 8. Análisis proximal de zapotilla.

<b>COMPONENTE</b>	<b>Zapotilla(Manilkara Zapota) (%)</b>	<b>Zapotilla (manilkara zapota) según (USDA) (%)</b>
<b>MS</b>	72.77	78
<b>C</b>	0.67	0.5
<b>PC</b>	0.50	0.44
<b>EE</b>	4.52	1.1
<b>ELN</b>	21.51	19.96
<b>AT</b>	16.83	

**Dónde:**

**MST=** Humedad

**C=** Cenizas Totales

**PC=**Proteína Cruda

**EE=** Grasa Bruta (extracto etéreo)

**ELN=**Carbohidratos (extracto libre de nitrógeno)

**AT=**Azucares Totales

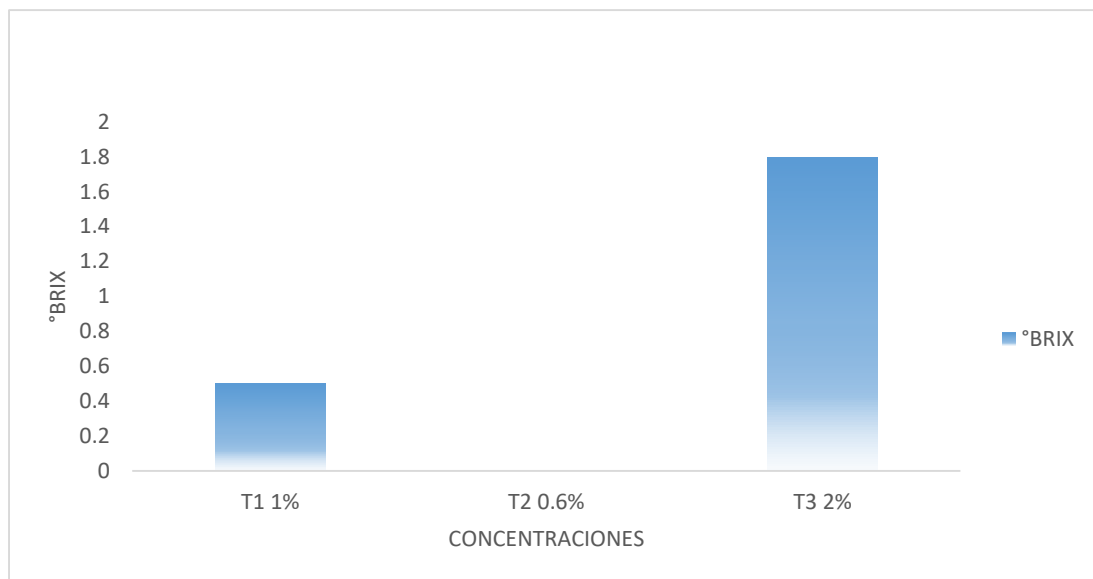
#### 4.5 PREPARACION DE LA PULPA ENDULZADA CON STEVIA Y SACAROSA

El cuadro 9 presenta los resultados obtenidos al realizar la infusión empleando stevia como edulcorante. La pulpa endulzada con stevia (T1) presento un contenido total de 0.5 °Brix al 1%, sensorialmente fue el más aceptado para agregarlo a la leche biotransformada ya que el T3, aunque presentó un contenido de 1.8 °Brix al 2% el sabor no fue agradable ya que altas concentraciones de este edulcorante amargan los productos, por lo tanto se descartó en el uso de un tratamiento térmico con pulpa (figura 9).

Cuadro 9. Concentración de °Brix empleando una infusión con stevia como edulcorante

	<b>CONCENTRACION (%)</b>	<b>°BRIX</b>
<b>T1</b>	1	0.5
<b>T2</b>	0.6	0
<b>T3</b>	2	1.8

El producto final es un endulzante o sabor de glucósidos de stevia altamente purificado, adecuado para usarse en una variedad de productos y bebidas. Dependiendo de la mezcla de glucósidos endulzante, el grado de dulzura puede ser de 200 a 350 veces más alto que el del azúcar de mesa tradicional (ISC,2014 Y Giri A et al , 2014).



**Figura. 9 Contenido de °Brix en infusiones con stevia**

La infusión obtenida fue empleada para endulzar la pulpa de zapotilla (figura 10), la cual fue calentada a 70°C y su caracterización se presenta en el cuadro 10; donde se puede observar que no existen diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles.

**Cuadro 10. Caracterización de pulpa endulzada con infusión de diversos edulcorantes.**

	°Brix	Ph
<b>Stevia</b>	14.5	7.1
<b>Sacarosa</b>	17.5	7

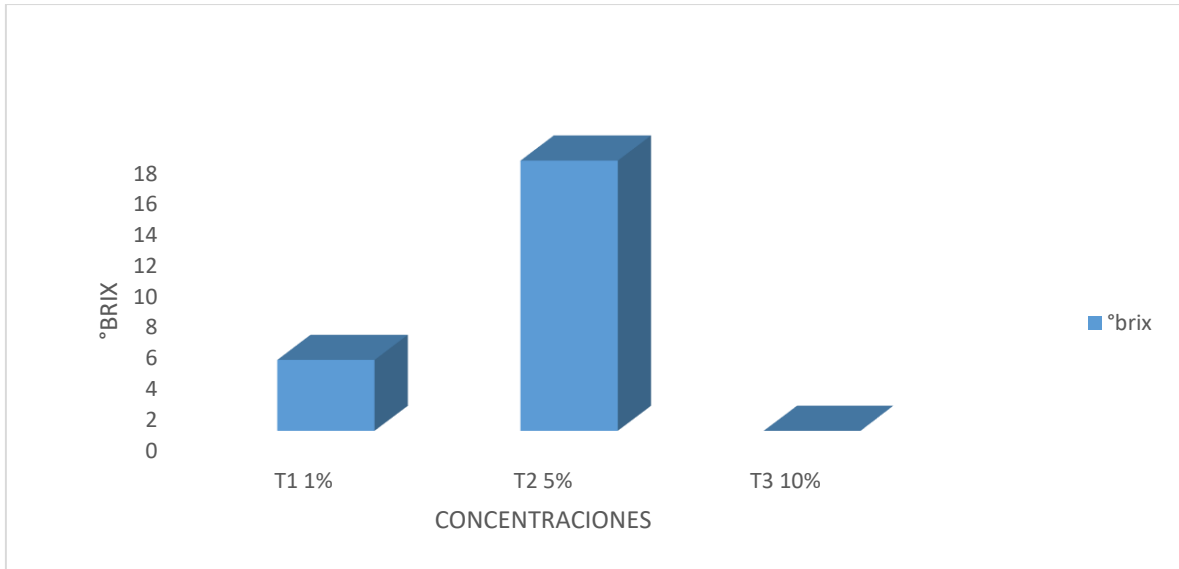


**Figura. 10 Infusiones de edulcorantes y pulpa.**

Para el caso de la pulpa endulzada con sacarosa, la figura 11 muestra el contenido de °Brix, donde se observa que el máximo valor de sólidos solubles se presentó en la concentración del 5% con un valor de 17.5°brix; sin embargo no se mostró diferencias significativa entre los tratamientos de 5 y 1%.

Podemos determinar que para los diferentes tratamientos realizados en el endulzamiento de la pulpa de zapotilla, el emplear stevia como edulcorante presenta la ventaja de que al no contener calorías y darle un sabor dulce, no altera a la pulpa de fruta en el tratamiento termico, a diferencia de la sacarosa, que se requiere usar mayor contenido de sacarosa para obtener las mismas características (Figura 11).



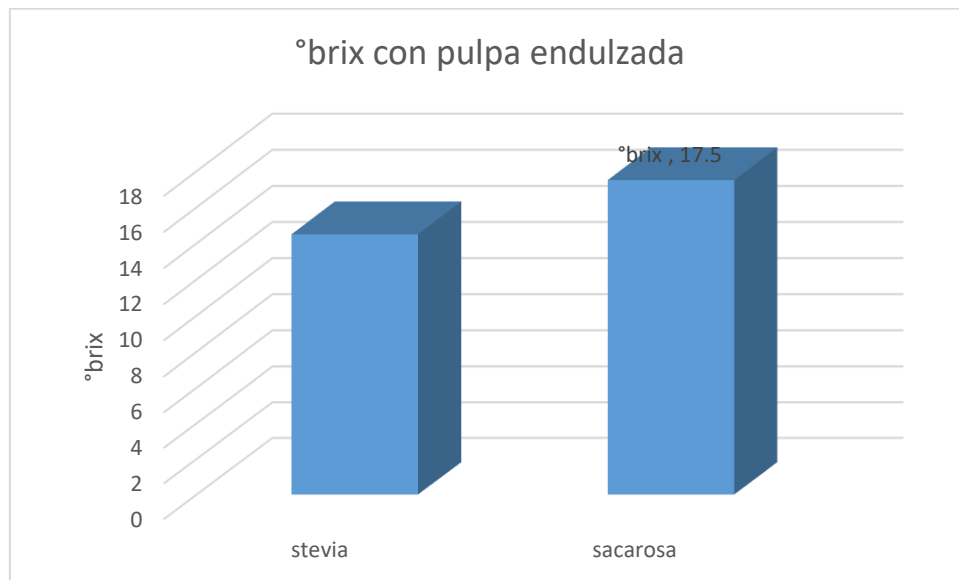


**Figura. 11** tratamientos con sacarosa en un porcentaje 1%, 5% y 10%.

Finalmente el estadístico demostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos de 1% de pulpa endulzada con sacarosa o estevia (figura 12), sin embargo, el estevia presenta ventajas sobre la sacarosa ya que al no ser un azúcar puede ser empleada como edulcorante sin aportar un valor calórico.

El tratamiento térmico realizado a pulpa de fruta joven, no mostro las características deseadas ya que los instrumentos con los cuales se hicieron los cortes a la fruta, mostraron una textura rugosa, al cabo de un tiempo la fruta comenzó a expulsar de su mesocarpio una goma blanquizca, Cabe recalcar que el árbol de zapotilla, ahora se usa principalmente para sus frutas, que son altas en vitamina C y generalmente se comen frescas. Sin embargo, su producción de látex para chicles, que fue usada por primera vez por los mayas, fue de gran importancia económica en México, Guatemala y Belice desde fines del siglo XIX hasta la década de 1940, cuando el chicle era un componente de chicles desarrollados y vendidos por compañías como Wrigley's y Beech-Nut. Durante la Segunda Guerra Mundial, la escasez de chicle dio como resultado el racionamiento de goma de mascar para los soldados y ayudó a estimular el desarrollo de reemplazos sintéticos. A pesar del reciente resurgimiento del chicle como una alternativa natural para la salud y los alimentos a las gomas sintéticas, las

gomas a base de chicle constituyeron solo el 3.5% de la goma de mascar producida en 2007(Bailey et al. 1976)

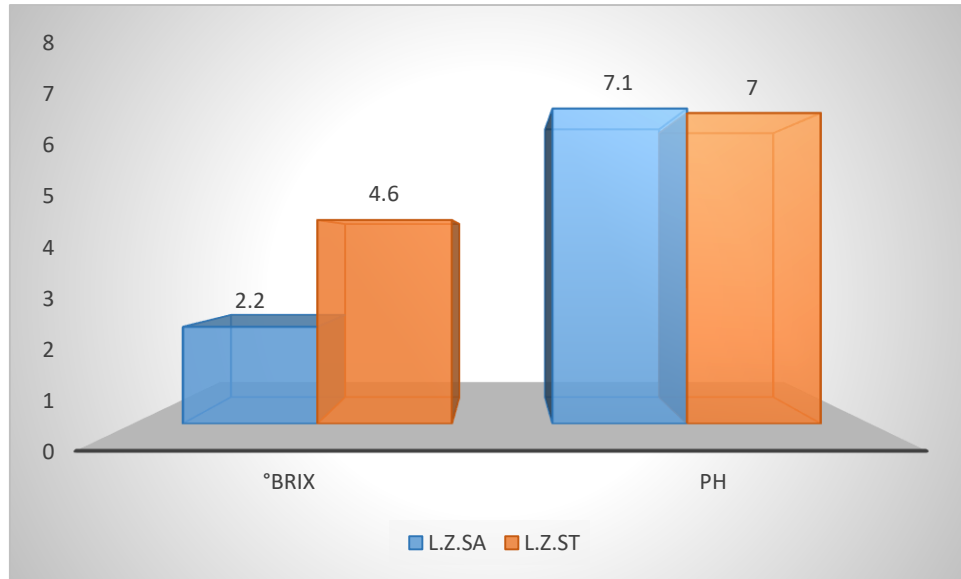


**Figura. 12 Contenido de °Brix en pulpa endulzada con diferentes edulcorantes**

#### 4.6 PREPARACION DEL PRODUCTO FINAL

La leche de cabra biotransformada fue adicionada de 5%, 15% Y 25% de pulpa endulzada previamente con stevia y sacarosa.

Para el caso de la pulpa endulzada con stevia, la figura 13 nos muestra el contenido de °Brix de 2.2 en el contenido de solidos solubles totales en el producto terminado, sin embargo la pulpa endulzada con sacarosa muestra un contenido de °brix de 4.6 en el contenido de solidos solubles totales, mas del 50% mas que con stevia (Figura 14), los cuales son estadísticamente diferentes emplando un  $\alpha$  0.5.



**DONDE: L.Z.SA = leche transformada con zapotilla y sacarosa**

**L.Z.ST= leche transformada con zapotilla y stevia**

**Figura. 13 °brix en 3 diferentes tratamientos de stevia**



**Figura. 14 Producto Final Biotransformado Adicionado de Zapotilla.**

#### 4.6.1 Degustación del producto fermentado

La prueba de degustación realizada demostró que el producto final es un producto agradable, con dulzura aceptable, en el que no se percibe el sabor característico a leche de cabra.



**Figura. 15 Leche Transformada Biotecnológicamente Fortificada con Pulpa de Fruta (manilkara zapota).**

## **CAPITULO 5**

### **5. CONCLUSION:**

Se transformó biotecnológicamente la leche de cabra adicionando enzimas y microorganismos que permitieron obtener un producto nuevo funcional, lleno de cualidades nutricionales, en especial el contenido de proteínas en el producto.

La caracterización de la fruta zapotilla mostró un alto contenido de carbohidratos, lo cual puede ser útil para la preparación de mermeladas endulzadas con stevia o sacarosa.

Se realizó un análisis sensorial mediante una prueba de aceptación del producto fermentado, el cual dio un resultado muy favorable, para después añadirle una fruta muy poco estudiada, pero que representa una alternativa para ser empleada como prebiótico.

## CAPITULO 6

### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALAIS, C. 1988. Ciencia de la leche. Continental. México. 594 p.
- ALEF, K Y P. NANNIPIERI. 1995. Methods. In applied soil microbiology and biochemistry. Academic press. London UK
- AMBROSOLI R, STASIO L DI AND MAZZOCCO P. (1998): Content of alpha-s-1- casein and coagulation properties in goat milk. J. Dairy Sci.,: 71: 24-28.
- AMERICAN DAIRY GOAT ASSOCIATION. 2004. Goat Milk Facts (en línea). Consultado 5 ago. 2004. Disponible en: <http://members.aol.com/drinkigoatsmilk/milkfacts.html>.
- AXELSSON, L (1998). Lactic acid bacteria:classification and physiology. En lactic acid bacteria, microbiology and functional aspects. (salminen, S y Wright, A. von,eds.), 2ª edition.Pp. 1-72. Marcel dekker inc. New york , USA
- BAILEY 1976,Forero and Redclift 2007, Matthews 2009, Morton 1987, van Wyk 2005.)
- BARBOZA, J.E., VAZQUEZ, H SALCEDO, R Y BAUTISTA, M (2004). Probioticos y conservadores naturales en alimentos Acta universitaria. 14(3):32-38.
- BATES C J AND PRENTICE A. (1994): Breast milk as a source of vitamins, essential minerals and trace elements. Pharmacol Ther.; 62(1-2): 193-220.
- BELEWU, M. A.; AIYEBUSI, O.F. 2002. Comparison of the Mineral Content and Apparent Biological Value of Milk from Human, Cow and Goat. The Journal of Food Technology in Africa 7: 9-11.

- BELITZ, H.D.; GROSCH, W. 1985. Química de los alimentos. Acribia. Zaragoza. 813 p.
- BOUCKENOOGHE, T., REMACLE, C., REUSENS, B., 2006. Is taurine a functional nutrient? *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 9, 728–733.
- CAPRA. 2004. La composición de la leche de cabra y su papel en la alimentación humana (en línea). Consultado 16 nov. 2004. Disponible en: <http://www.iespana.es/capra/hombre/hombre.htm>
- CASTRO, A. 2005. Cualidades medicinales y nutricionales de la leche de cabra. Costa Rica. (en línea). Consultado 10 marzo 2005. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_animal/cabra\\_propiedades.html](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cabra_propiedades.html)
- CHARAN C. (1994): Asian Buffalo Association Congress 63, Sasaki.
- CARR, F.J., CHILL, D. Y MAIDA, N. (2002). The lactic acid bacteria: A literature survey. *Critical reviews in microbiology*. 28 (4):281-370.
- CHILLARD, Y; SELSELET, G; BAS, P.; MORAND, P. 1984. Characteristics of lipolytic system in goat milk. *Journal-of-Dairy-Science* 67(10) 2216-2223.
- DEVENDRA, C. y N. BURNS, 1970, Goat production in the tropics, Tech. Comm. N° 19 of the Commonwealth Bureau of Animal Breeding and Genetics., Farnham Royal, England, 184 pp.
- DOMINKE, A. Y G. RODRIGUEZ, 1976, Agroindustria en México, Estructura de los sistemas y oportunidades para empresas campesinas, CIDE, México, D.F., Tomo 1, 338 pp.
- DOSTALOYA, J. 1994. Goats milk. *Vyziva* 49 (2): 43-44.
- DUGGAN, C., GANNON, J., WALKER, W.A., 2002. Protective nutrients and functional foods for the gastrointestinal tract. *Am. J. Clin. Nutr.* 75, 789–808.

- FAO, 1975, Anuario FAO de Produccion Goat production in the tropics, Tech. Comm. N' 19 of the Commonwealth Bureau of Animal Breeding and Genetics., Farnham Royal, England, 184 pp.
- FARNWORTH, E.R., 2005. Kefir—A Complex Probiotic. Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods 13 May.
- FULLER, R. (1989). Probiotica in man and animal. Journal of applied bacteriology. 66(5):365-378. Garcia, M. Revah, S. y Gomez, L. (1998). Productos lácteos. En biotecnología alimentaria, limusa Noriega Editores. Garcia, Garibay M. Quintero Ramirez Adolfo, Agustin lopez- munguia canales. Compiladores. Pp 163-178. México DF.
- GRANDPIERRE, C.; GHISOLFI, J.; THOUVERROT, J.P. 1988. Biochemical study of goat's milk. Cahiers de Nutrition et de dietetique 23 (5): 367-374.
- HAENLEIN G F W. (1992): Role of goat meat and milk in human nutrition. Proceedings Vth International Conference on Goats, New Delhi, India, March 1-8, ICAR Publ., New Delhi, 2 (II): 575-580.
- HAENLEIN, G.F.W. 2002. Milk and Meat Products (en línea). Consultado 31 oct. 2004. Disponible en:[http://goatconnection.com/articles/publish/article\\_73.shtml](http://goatconnection.com/articles/publish/article_73.shtml)
- HAENLEIN, G.F.W., 2002. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. Small Rumin. Res. 45, 163–178.
- HAGGAG, H.F; HAMZAWI, L.F.; SHAHIN, Y. 1987. Fatty acid composition of globule core lipids from Egyptian cow, buffalo and goat's milk. Egyptian Journal of Dairy Science 15(1): 25-30.
- ICAR, Indian Council for Agricultural Research. (1981): A Handbook of Animal Husbandry. Edited by SHRI. P.J. Joseph for the Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. Pg. 99.



- KNIGHTS, M.; GARCIA, G.W. 1997. The status and characteristics of the goat (*Capra hircus*) and its potential role as a significant milk producer in the tropics, a review. *Small Ruminant Research* 26 (3): 203-215
- LOEWENSTEIN, M., SPECK, S.J., BARNHART, H.M., 1980. Research on goat milk products: a review. *J. Dairy Sci.* 63, 1631–1648.
- MARTIN, P., SZYMANOWSKA, M., ZWIERZCHOWSKI, L., LEROUX, C., 2002. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reprod. Nutr. Dev.* 42, 433–459.
- MAREE, H.P. 1978. Goat milk and its use as hypo-allergenic infant food. *Dairy Goat Journal* 43:363-365.
- MEHALA, M.A.; AL-KAHNAI, M.A. 1989. Studies on camel and goat milk proteins, nitrogen, distribution and amino acid composition. *Nutrition-Reports-international* 39(2) 351-357.
- MEHAIA, M.A., AL-KANHAL, M.A., 1992. Taurine and other free amino-acids in milk of camel, goat, cow and man. *Milchwissenschaft* 47, 351–353.
- MESSENS, W. Y DE VUYST, L. (2002) Inhibitory substances produced by *Lactobacilli* isolated from sourdoughs-a review. *International journal of food microbiology*.
- M.A.R.M Ministro de agricultura y pesca, alimentacion y medio ambiente. (gobierno de españa) en linea: [http://www.alimentacion.es/es/conoce\\_lo\\_que\\_comes/bloc/queso/default/el-queso/cuajo\\_y\\_coagulantes/](http://www.alimentacion.es/es/conoce_lo_que_comes/bloc/queso/default/el-queso/cuajo_y_coagulantes/).
- MILITANTE, J.D., LOMBARDINI, J.B., 2002. Treatment of hypertension with oral taurine: experimental and clinical studies. *Amino Acids* 23, 381–393.
- MORAND-FEHR, P., FEDELE, V., DECANDIA, M., LE FRILEUX, Y., 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 68, 20–34.

- PANDYA, A.J., GHODKE, K.M., 2007. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small Rumin. Res.* 68, 193–206.
- PARK, Y.W., 1990. Nutrient profiles of commercial goat milk cheeses manufactured in the United States. *J. Dairy Sci.* 73, 3059–3067.
- PARK, Y.W., 2001. Proteolysis and lipolysis of goat milk cheese. *J. Dairy Sci.* (84-E. Suppl.), E84–E92.
- PARK, Y.W., 2005. Goat milk products: quality, composition, processing, marketing. In: Pond, W.G., Bell, A.W. (Eds.), *Encyclopedia of Animal Science*. CRP Press, pp. 478–481.
- PARK, Y.W., GUO, M.R., 2006A. Goat milk products: processing technology, types and consumption trends. In: Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (Eds.), *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Blackwell Publishers, Ames, Iowa/Oxford, England, pp. 59–106.
- PARK, Y.W., GUO, M.R., 2006B. THERAPEUTIC AND HYPO-ALLERGENIC VALUES OF goat milk and implication of food allergy. In: Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (Eds.), *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*. Blackwell Publishers, Ames, Iowa/Oxford, England, pp. 121–136.
- REDMOND, H.P., STAPELTON, P.P., NEARY, P., BOUCHIER-HAYES, D., 1998. Immunonutrition: the role of taurine. *Nutrition* 14, 599–604.
- RICHARDSON, C.W. 2004. Let's learn about dairy goats and goat's milk. Oklahoma Cooperative Extension Service. Oklahoma State University. Boletín N° 424.
- RODDEN, D. 2004. Dairy goat composition (en línea). Consultado 16 nov. 2004. Disponible en: <http://drinc.ucdavis.edu/html/milkg/milkg-1.shtml>

- ROYEN (L) P. (1953) SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION FORESTAL(SEMARNAT): BLUMEA 7(2):410. 1953
- RUTHERFURD, S.M., MOUGHAN, P.J., LOWRY, D., PROSSER, C.G., 2008. Amino acid composition determined using multiple hydrolysis times for three goat milk formulations. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 59, 679–690.
- SCHNEIDER, R., Fernandez, F, J., Aguilar, M, B., Guerrero-Legarreta,I., ALPUCHE-SOLIS A. Y PONCE-ALQUICIRA E. (2006). Partial characterization of class I lactoferrin produced by *Lactococcus parvulus* 133 strain isolated from meat (Mexican “chorizo”) food control. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 57:909-915.
- SIAP 2015 (SERVICIO DE INFORMACION AGROALIMENTARIA Y PESQUERA), la caprinocultura en Mexico, sagarpa 9 junio de 2015, recuperado de (<https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/la-capricultura-en-mexico>)
- SHIMAZAKI, K.I.; KAWANO, N.; URASHIMA, T.; TAKASAWA, T.; FUKUI, Y. 1991. Comparison of amino acid and carbohydrate composition of bovine, goat and sheep lactoferrin. *Animal Science and Technology*62(7): 645-650.
- SINGH, V.B.; SINGH, S.N. 1985. amino-acid composition of casein of four Indian goat breeds during lactation. *Asian-Journal-of-Dairy-Research* 3(4): 187-192.
- TORRES, M.R. (2002). Flora intestinal, probióticos y salud. Segunda edición, formas finas (edit). Guadalajara, Jal. Vázquez, S, M., SUAREZ H. Y Zapata, S(2009). Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por las bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Revista chilena de nutrición.* 36(1):64-71.
- U.S.DA. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE; NUTRIENT DATA LABORATORY. 2004. USDA National Nutrient Database for Standard Reference (Release 17). Consultado 16 nov. 2004. Disponible en: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.

## CAPITULO 7

### ANEXO (1)

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

PRODUCTO: producto fermentado de leche de cabra

INDICACIONES: Pruebe el producto que se presenta a continuación.  
Por favor, marque con una X el cuadro que está junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.

<input type="checkbox"/>	Me gusta muchísimo
<input type="checkbox"/>	Me gusta mucho
<input type="checkbox"/>	Me gusta moderadamente
<input type="checkbox"/>	Me gusta ligeramente
<input type="checkbox"/>	Ni me gusta ni me disgusta
<input type="checkbox"/>	Me disgusta ligeramente
<input type="checkbox"/>	Me disgusta moderadamente
<input type="checkbox"/>	Me disgusta mucho
<input type="checkbox"/>	Me disgusta muchísimo

COMENTARIOS:

---

---

---

¡MUCHAS GRACIAS!