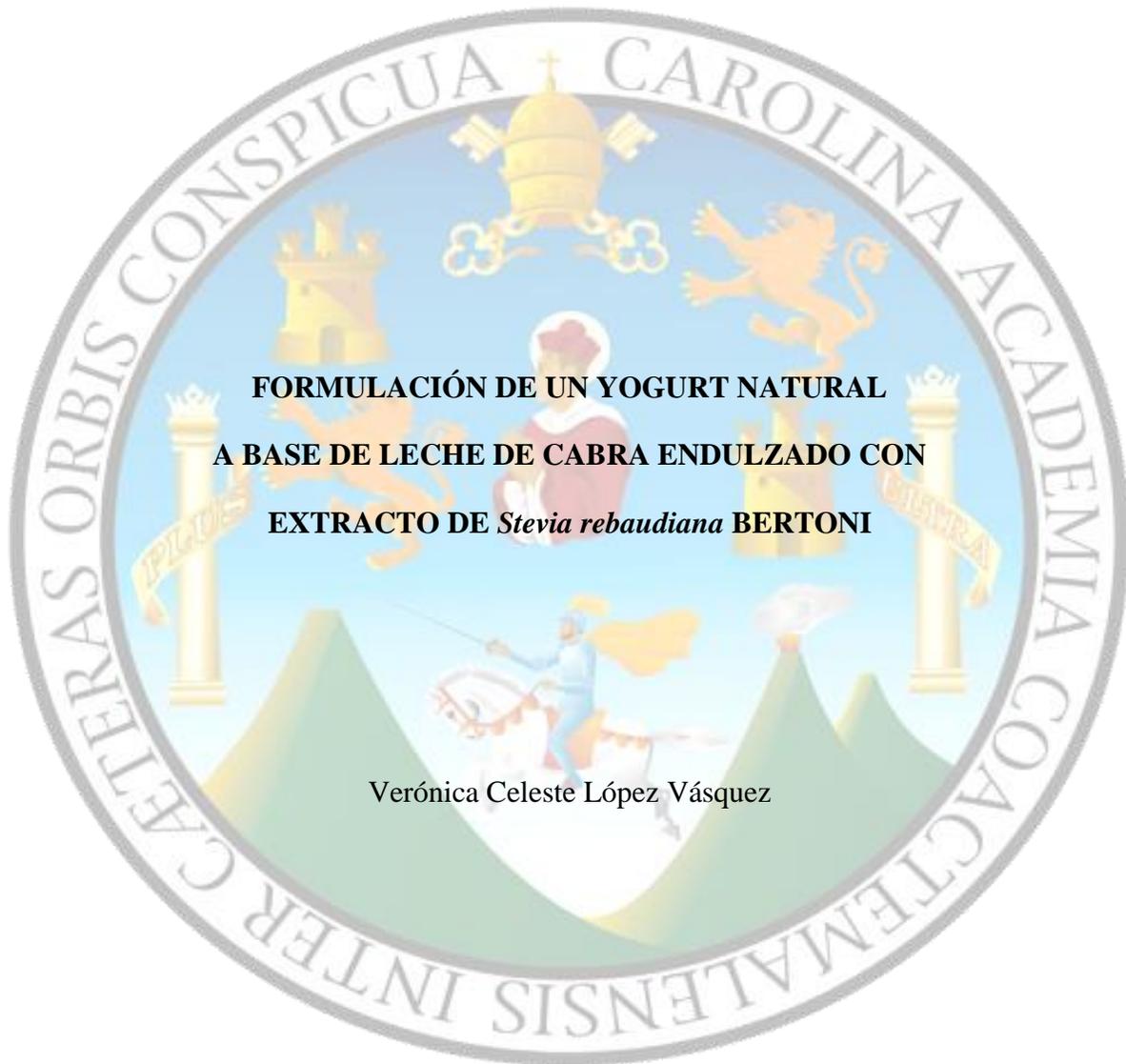


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



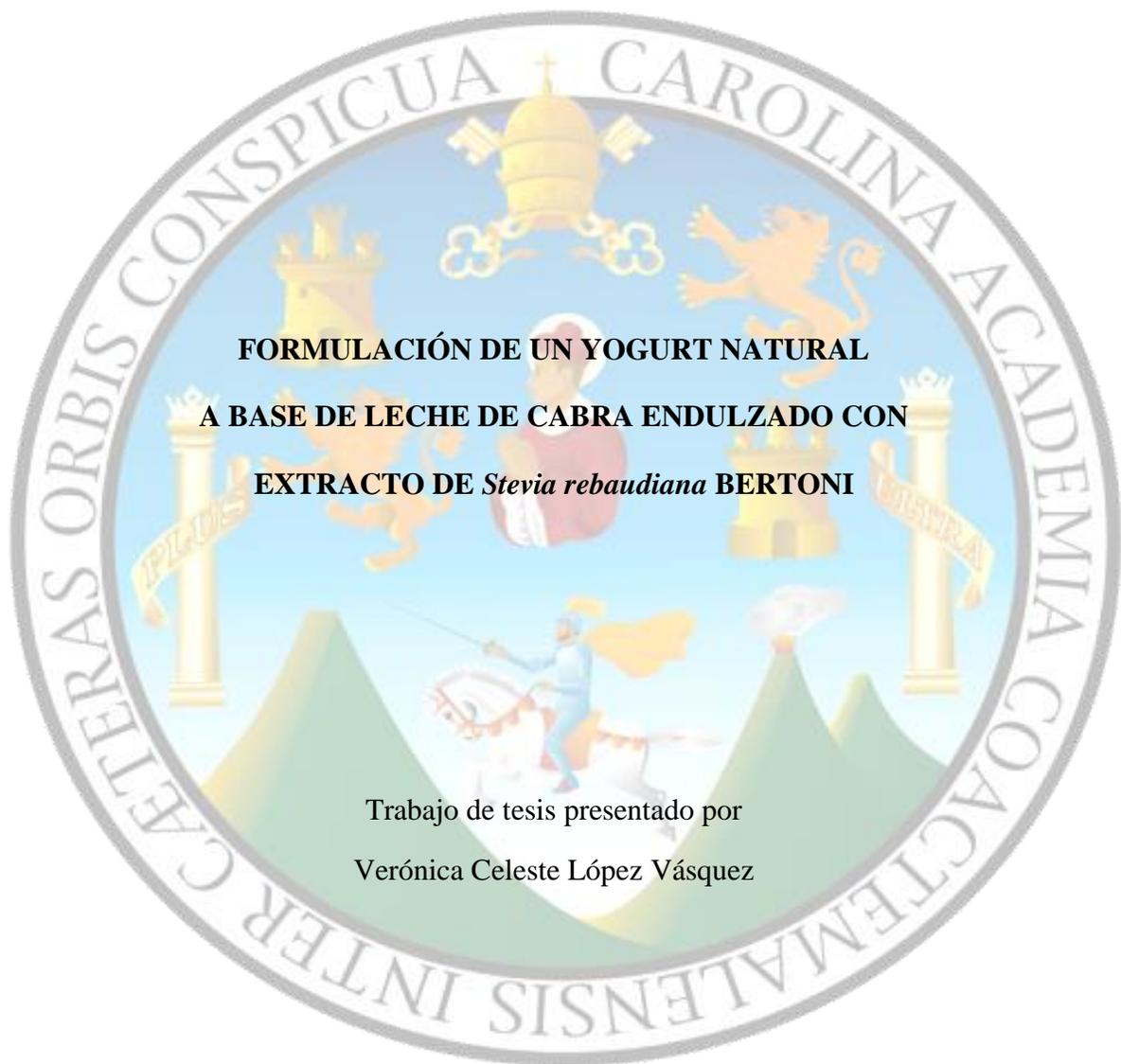
**FORMULACIÓN DE UN YOGURT NATURAL  
A BASE DE LECHE DE CABRA ENDULZADO CON  
EXTRACTO DE *Stevia rebaudiana* BERTONI**

Verónica Celeste López Vásquez

Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



**FORMULACIÓN DE UN YOGURT NATURAL  
A BASE DE LECHE DE CABRA ENDULZADO CON  
EXTRACTO DE *Stevia rebaudiana* BERTONI**

Trabajo de tesis presentado por  
Verónica Celeste López Vásquez

Para optar al grado de Maestra en Ciencias  
Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, octubre de 2016

JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	DECANO
M.A. Elsa Julieta Salazar de Ariza	SECRETARIA
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	VOCAL I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	VOCAL II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	VOCAL III
Br. Andreina Delia Irene López Hernández	VOCAL IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	VOCAL V

CONSEJO ACADÉMICO  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Rubén Dariel Velásquez Miranda, Ph.D.  
María Ernestina Ardón Quezada, MSc.  
Jorge Mario Gómez Castillo, MA.  
Clara Aurora García González, MA.  
José Estuardo López Coronado, MA.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Gracias a mis padres Ernesto y Juanita por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas. Gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio; gracias a mi padre por cada consejo y cada palabra que me guiaron durante mi vida.

A mi hijo Daniel Sebastián, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para él. Hijo, tu afecto y tu cariño son la razón de mi felicidad, de mi esfuerzo y de mis ganas de buscar lo mejor para ti.

A mis hermanos por ser parte importante en mi vida y representar la unidad familiar. Mynor, Maritza, Tony y Rocío; y a mis sobrinos: Diego, Beverly, Emily, Wilson, Daphne y Julliette con mucho cariño y que mi triunfo sea digno de imitar.

Agradezco muy especialmente a mi asesora de tesis, Licenciada Julieta Salazar de Ariza por brindarme la oportunidad de recurrir a sus conocimientos, sus orientaciones, su paciencia y su motivación, los cuales han sido fundamentales para mi formación profesional.

Al Licenciado Gabriel Mendizábal, mi agradecimiento por la confianza en brindarme la oportunidad de desarrollar esta investigación en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en la Granja Experimental, por todo el apoyo y facilidades otorgadas. Por darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

Asimismo, agradecimiento sincero a la Licenciada Clara Aurora García, Coordinadora de la Maestría en Alimentación y Nutrición por su apoyo incondicional en la culminación de este proyecto.

Y a todas aquellas personas que directa o indirectamente contribuyeron a que este trabajo de investigación pudiera llevarse a cabo.

## **RECONOCIMIENTOS**

A la Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, alma mater que me dio la oportunidad de poder desarrollar y realizar mis estudios superiores.

A la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, por ser el centro de enseñanza que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.

A la Maestría en Alimentación y Nutrición, por especializarme como agente de cambio en la disponibilidad, el acceso, consumo y utilización biológica de los alimentos en el contexto de la Seguridad Alimentaria Nutricional, para mejorar la situación de Guatemala, así como mejorar la calidad de vida de los guatemaltecos.

A la Granja Experimental de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por otorgarme la oportunidad de trabajar en su área.

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del presente estudio fue formular un yogurt a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni –YLCSrB- aceptable para el consumidor.

Para este estudio se seleccionó como base la receta de yogurt a base de leche de cabra –YLC- que se elabora en el Laboratorio Lácteo de la Granja Experimental de la Universidad de San Carlos de Guatemala –LLGEUSAC.

Se elaboraron cuatro formulaciones de yogurt a base de leche de cabra endulzado con diferentes cantidades de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni: 3.2g, 6.4g, 9.6g y 12.8g, las cuales se sometieron a una prueba de aceptabilidad con 30 personas conocedoras de la leche de cabra y del yogurt. Se encontró que la fórmula más aceptada fue la elaborada con 9.6g de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Esta se sometió a un análisis bromatológico, análisis microbiológico y estudio de aceptabilidad general.

El contenido nutricional de energía y macronutrientes de la fórmula de YLCSrB más aceptada es: 71 Kcal, 4.40g de proteína, 13.02g de carbohidratos y 5.05g de grasa, en 100 g de porción.

Los resultados del análisis microbiológico demuestran que no hubo presencia de coliformes totales, fecales, *E. coli*, *Salmonella* spp y *S. aureus*, durante cinco semanas de almacenamiento a una temperatura de 4°C.

El estudio de aceptabilidad realizado con 102 estudiantes consumidores de yogurt, indica que YLCSrB tiene una aceptabilidad general del 78%.

De manera complementaria, se realizó un análisis de costos del yogurt más aceptado para una presentación de 125 ml a un costo de Q3.65 y una presentación de 1L a un costo de Q29.23.

Se concluye que formular un yogurt a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni es una alternativa viable para su producción y venta al ofrecer un producto nutritivo, económico y que es aceptado por los jóvenes guatemaltecos.

Se recomienda eliminar del proceso de elaboración del yogurt el estabilizante comercial a base de almidón de maíz modificado para reducir la cantidad de carbohidratos y proveer un alimento más saludable; para ello se puede implementar el método griego el cual mejora la consistencia del yogurt sin utilizar almidón.

Además, para ayudar a mejorar el sistema inmunológico y absorber mejor los nutrientes de los alimentos, se recomienda probar otro cultivo láctico que contenga dos o más probióticos.

## Tabla de Contenido

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>2</b>
	A. YOGURT .....	2
	B. LECHE DE CABRA .....	5
	C. <i>STEVIA REBAUDIANA</i> BERTONI .....	10
	D. ANÁLISIS DE ALIMENTOS .....	14
<b>III.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>24</b>
	A. OBJETIVO GENERAL .....	25
	B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
<b>IV.</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>26</b>
<b>V.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>27</b>
	A. DISEÑO DEL ESTUDIO .....	27
	B. ETAPAS DE TRABAJO .....	28
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
	A. FORMULACIÓN DEL YOGURT CON EXTRACTO DE <i>STEVIA REBAUDIANA</i> BERTONI.....	33
	B. VALOR CALÓRICO Y DE MACRONUTRIENTES DEL YLCSrB. ....	35
	C. PRESENCIA DE MICROORGANISMOS EN EL YLCSrB .....	36
	D. ACEPTABILIDAD GENERAL DEL YLCSrB .....	36
<b>VII.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>39</b>
	A. CONCLUSIONES .....	39
	B. RECOMENDACIONES .....	40
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>41</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>47</b>
	ANEXO 1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA ELABORACIÓN DEL YOGURT DEL LLGEUSAC.....	48
	ANEXO 2. CUADRO COMPARATIVO DE 6 MARCAS DE YOGURT .....	49
	ANEXO 3. DIAGRAMA DE FLUJO PARA ELABORACIÓN DEL YOGURT .....	50
	ANEXO 4. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO. ....	51
	ANEXO 5. COSTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL YOGURT. ....	52

## I. INTRODUCCIÓN

Por años, las investigaciones en alimentos, han identificado los nutrientes esenciales y establecido estándares sobre las cantidades óptimas de su ingesta, principalmente con el objeto de prevenir deficiencias y fortalecer el crecimiento corporal, su mantenimiento y desarrollo (Goncalvez, 2012, pág. 25).

La elaboración de alimentos de origen lácteo supone una línea muy importante y en crecimiento, ya que representan cerca del 43% del mercado (Alvarado, 2011, pág. 295). En los productos lácteos se incluye el yogurt, del cual se ha reportado que el 3.23% de los hogares guatemaltecos lo compran, encontrándose un 5.19% en el área urbana y un 1.05% en el área rural (ENIGFAM, 2009-2010).

En Guatemala, existe variedad de recursos disponibles que pueden utilizarse para la formulación de productos alimentarios que brinden una alternativa saludable, nutritiva y beneficiosa para la salud. De esta manera, la leche de origen caprino es un recurso disponible para la elaboración de yogurt, ya que tiene cualidades nutritivas y digestibles derivadas de su bajo contenido de lactosa y pequeño tamaño de los glóbulos grasos, por lo que se le considera importante en la dieta (Medina, 2003, pág. 7).

Por su parte, la *Stevia rebaudiana* Bertoni es un edulcorante natural utilizado como sustituto del azúcar de caña en varios países de Europa y Japón. Actualmente, en Guatemala se ha iniciado a cultivar transformándose en una gran aliada de los diabéticos y personas que cuidan de su salud (Chaclán, 2012, pág. s.p.). Sin embargo, en el mercado guatemalteco no se ha reportado suficientes datos en la elaboración de yogurt con *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo formular un yogurt natural a base de leche de cabra endulzado con *Stevia rebaudiana* Bertoni que permita ofrecer una opción viable en la línea de alimentos nutritivos y económicos libres de azúcar para el consumidor guatemalteco.

## II. ANTECEDENTES

### A. Yogurt

El yogurt es un producto que se obtiene de la fermentación de la leche por medio de un cultivo mixto formado por las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. A causa de la fermentación, se produce ácido láctico y una serie de compuestos que le imparten al yogurt sabor y aroma (Hernández, 2003, pág. 66).

El yogurt puede considerarse como un alimento funcional, ya que además de ser una buena fuente de vitaminas B12, ácido fólico, potasio, magnesio, zinc, calcio y fósforo, contiene elementos que contribuyen a mantener o mejorar el estado de salud y bienestar de las personas (Rojas, 2007, pág. 222). La enzima lactasa es la encargada de descomponer la lactosa y cuando está ausente causa un desorden estomacal llamado intolerancia a la lactosa. Este problema no se presenta al consumir yogurt, ya que la lactosa es utilizada por los microorganismos como fuente de energía durante la fermentación (Hernández, 2003, pág. 74). Asimismo, los microorganismos que participan en la producción del yogurt son característicos de una actividad antimicrobiana que inhibe patógenos, para reducir el riesgo de cáncer de colon (Rojas, 2007, pág. 222).

El proceso de elaboración, la adición de saborizantes y la forma de presentación, hacen que exista una gran variedad de yogurt. El yogurt puede ser según su consistencia: firme, batido o líquido; y por su sabor: natural, con frutas y aromatizado (de Cerón, 2010, pág. 34) (Acevedo, 2009, pág. 443).

El yogurt firme y el batido se diferencian en su forma de elaboración, pero ambos tienen alto contenido de sólidos (14% a 16%) (de Cerón, 2010, pág. 34). En el yogurt firme, la leche inoculada con los microorganismos se debe empacar en los recipientes definitivos antes de que se inicie la fermentación. Esto quiere decir que la fermentación se lleva a cabo en el mismo recipiente en el que será distribuido el producto (Hernández, 2003, pág. 67).

El yogurt batido se produce en tanques de fermentación y es mezclado con la fruta para luego ser empacado. A su vez, el yogurt líquido se obtiene a partir de una leche con bajo contenido de sólidos totales; la desventaja de éste último es que se puede separar la fase sólida de la

líquida. El yogurt natural no contiene ningún ingrediente adicional, mientras que el yogurt de frutas posee frutas en trozos o en forma de puré (Hernández, 2003, pág. 67).

Las características del yogurt deben ser evaluadas según los siguientes parámetros: aroma, sabor (acidez), cuerpo (viscosidad o consistencia), y textura (ausencia de grumos), con el fin de obtener una consistencia suave y homogénea (Hernández, 2003, págs. 66,67). Un factor que ayuda al incremento de la textura del yogurt es la presencia de gomas, las cuales son estabilizantes del yogurt que brindan una mayor viscosidad al producto (Rojas, 2007, pág. 229).

Los sólidos lácteos tienen gran influencia en la consistencia y estabilidad del yogur. Además, los estabilizantes mejoran la sensación que produce el yogurt en la boca y permiten la reducción de calorías lo que mantiene la calidad organoléptica del producto (P. Walstra, 2001). Los estabilizantes más empleados en la práctica, son: la gelatina, los almidones, las gomas vegetales y la pectina. La cantidad de estabilizante que se utiliza depende de la consistencia deseada en el yogurt final, se debe tener cuidado con la adición excesiva, ya que se corre el riesgo de transmitir sabores extraños al producto. Generalmente los estabilizantes son usados en rangos de 0.1 a 0.3% (Potti, 2007, pág. s.p.).

En la elaboración de yogurt, se pueden añadir edulcorantes, colorantes y aromatizantes, los cuales se agregan después de la pasteurización para evitar su degradación térmica (P. Walstra, 2001, pág. 6). La sacarosa es el edulcorante más utilizado en la elaboración de yogurt. Esto se debe por su fácil disponibilidad, buena solubilidad, alto poder endulzante y por la facilidad en su uso. Para la elaboración de yogurt se utilizan habitualmente cantidades entre 5 y 10% (Potti, 2007, pág. s.p.).

Sin embargo, la sacarosa no responde a la imagen sana que se da en los productos elaborados, incluso a los yogures aromatizados y edulcorados artificialmente, tan diferentes del yogur tradicional (P. Walstra, 2001, pág. 6). Por lo cual, la industria de alimentos ha introducido en el mercado productos bajos en calorías que contienen diferentes tipos de edulcorantes utilizados como sustitutos de la sacarosa (Reis, 2011, pág. 163). Los endulzantes utilizados son el sorbitol, xilitol, sacarina y sus sales sódicas y cálcicas, el aspartame (Potti, 2007, pág. s.p.), sucralosa, asesulfame k y extracto de stevia (Reis, 2011, pág. 169).

Además, el uso de diferentes combinaciones de edulcorantes en yogurt, especialmente acesulfame-K y stevia, brindan una alternativa para producir más sabores agradables en este producto (Reis, 2011, pág. 169).

### 1. Proceso de elaboración de yogurt batido

El yogurt batido se elabora con leche entera o descremada de vaca, aunque también se emplea leche de cabra, de yegua o de búfala (Hernández, 2003, pág. 68). La leche debe ser de buena calidad y libre de cualquier sustancia inhibidora que pueda fomentar el desarrollo de las bacterias lácticas. La leche debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Cuadro 1

#### *Especificaciones de la leche fluida*

Características	Rango
Acidez (ácido láctico)	Menor de 0.17%
Índice de refracción	37-39°C
Punto crioscópico	De -0.51 a -0.585 °C
Contenido graso	Más de 3.25%
Proteínas	Más de 2.8%
Sedimento	0.1 a 0.5 mg
Cuenta bacteriana total	Menor de $3 \times 10^5$ bact/ml
Coliformes	Negativo

Fuente: (de Cerón, 2010, pág. 35)

Los sólidos totales son importantes en el proceso de este tipo de yogurt. El contenido de sólidos totales adecuado para la elaboración de yogurt es de 15% a 16%, para aumentar su viscosidad (Hernández, 2003, pág. 68).

### 2. Cultivos bacterianos usados en la elaboración del yogurt

Las bacterias más usadas son *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, las cuales producen ácido láctico y un descenso del pH, resultado de un mayor tiempo de conservación de la leche y un medio inadecuado para el desarrollo de bacterias patógenas, es

requisito indispensable aplicar la cantidad adecuada de cultivo, ya que al usar una mayor cantidad de cultivo, el tiempo que la leche mantiene la baja acidez es menor, lo que causa un deterioro del producto (Cervera, 2004, pág. 73).

Los cultivos de yogurt deben contener las siguientes especies bacterianas termófilas:

*a) Streptococcus thermophilus*

Hidroliza la lactosa y asimila la glucosa, pero no la galactosa; también asimila la sacarosa y fructosa, es un microorganismo termófilo 35-45°C, termodúrico (resistente a pasteurización), y puede crecer en un medio salino con más del 2.4% de sal (Carmona, 2011) (Cervera, 2004, pág. 90).

*b) Lactobacillus bulgaricus*

Es termófilo, no se desarrolla a menos de 15°C, pero crece muy bien a 45°C. Normalmente no es termoresistente, y puede no resistir la pasteurización, no se desarrolla en medios salinos con más del 2% de sal (Cervera, 2004, pág. 90).

Estos cultivos pueden adquirirse en el mercado en forma líquida, liofilizada y congelada. Los cultivos congelados pueden guardarse un año en congelación (-4 a 0°C) (Carmona, 2011).

## **B. Leche de cabra**

La leche de cabra es un líquido segregado por las glándulas mamarias de hembras postparto, después del calostro, de composición compleja, color blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y de Ph casi neutro (Medina, 2003, pág. 7).

El consumo de la leche de cabra ha ido en aumento debido a la respuesta del consumo en los hogares, producto del crecimiento poblacional y el poco acceso a los alimentos. Así mismo, el interés por formular productos a base de leche de cabra, como lo es el yogurt o helado, ya que éstos pueden ser consumidos por personas intolerantes a la lactosa de la leche de vaca (Silva, 2010, pág. s.p.).

La leche caprina y sus productos derivados, principalmente quesos y yogurt, tienen gran importancia dentro de la alimentación y salud humanas, pero su demanda se debe

fundamentalmente a la potencialidad que tienen de sustituir los lácteos de origen bovino en la dieta (Rodríguez V. C., 2008, pág. 109).

#### 1. Producción de la leche de cabra

La cabra es uno de los animales que proporcionan mayor productividad por su fácil adaptación a diversos climas y su alimentación de varios forrajes, los cuales transforma en un alimento de elevado valor nutritivo a la familia (leche y carne), y que son consumidos en su mayoría en las poblaciones rurales (Medina, 2003, pág. 7).

Como parte del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria –PESA- está la iniciativa de la producción caprina y pase de cadena, con el objetivo de contribuir al cumplimiento de los acuerdos de las dos grandes Cumbres Mundiales sobre Alimentación, que apoya a países vulnerables como Guatemala (TECA, 2013, pág. s.p.).

La Fundación Heifer International (2008) promueve la propuesta de desarrollo rural del pase de cadena, la cual tiene como objetivo el “contribuir en la promoción de la crianza y manejo de animales menores, al contribuir en la seguridad alimentaria y nutricional campesina” (Universidad del Valle de Guatemala, 2008, pág. 6).

La metodología que utilizan es capacitar a un grupo base de la familia en el manejo de la especie caprina, se construyen cabrerizas en el hogar y luego reciben una cabra hembra en etapa reproductiva, sin costo, pero con el compromiso escrito de entregar una cría hembra de más de seis meses para favorecer a otra familia de la comunidad y ofrecerle la misma oportunidad de iniciar un nuevo proyecto de crianza. (TECA, 2013, pág. s.p.) (Cali, s.f., pág. 1).

De esta manera se instruye a las familias en el conocimiento del manejo y producción de la leche de cabra, lo cual es una vía para la reducción de la malnutrición en Guatemala, ya que la leche de cabra, satisface los requerimientos nutricionales mediante el consumo de leche fresca y productos lácteos (Universidad del Valle de Guatemala, 2008, pág. 7).

#### 2. Propiedades de la leche de cabra

Una de las características de la leche de cabra es que no tiene olor, pero lo adquiere con facilidad del medio ambiente cuando no existe un buen manejo de los animales. Los ácidos

cáprico y caproico, son los causantes del olor característico de las cabras machos. Sin embargo, las hembras no presentan estas sustancias y al ser ordeñadas lejos de los machos, la leche no adquiere este olor. En lo que respecta al sabor, es ligeramente dulce y tiene una apariencia líquida de color blanco mate, de consistencia homogénea (Medina, 2003, pág. 8).

### 3. Composición química de la leche de cabra

Las propiedades nutracéuticas e hipoalergénicas de la leche de cabra han hecho que la leche y sus derivados reciban en los últimos años mayor atención mundial y nacional. Actualmente, la leche es consumida por más del 50% de la población mundial (Rodríguez V. C., 2008, pág. 110); y se utiliza en el consumo humano por su calidad nutricional, ya que es fuente de proteína y de vitaminas del complejo B (Rojas, 2007, pág. 222).

Existe un alto porcentaje de personas, que al consumir leche bovina presentan reacciones adversas, ya sean debido a hipersensibilidad (base inmunológica) como la alergia a las proteínas o la intolerancia a la lactosa (Rodríguez V. C., 2008, pág. 109).

Se ha encontrado que los oligosacáridos con 3 a 10 residuos de monosacáridos en la leche de cabra poseen propiedades prebióticas y antiinflamatorias. La leche de cabra es una fuente natural de nutrientes y componentes bioactivos, tales como nucleótidos, aminoácidos libres y poliaminas, presentes en mayor cantidad que en la leche de vaca y en niveles similares a los encontrados en la leche materna (Alvarado, 2011, págs. 295, 296).

Además, se ha reportado que la leche de cabra es menos alérgica que la de vaca, debido al reducido contenido de caseína alfa-S1 y mayor digestibilidad de la beta-lactoglobulina, lo cual produce una reacción alérgica menos severa en comparación con la leche de vaca (Alvarado, 2011, pág. 296) (Hiroyuki, 2006, pág. 2771). Esta última cualidad le brinda características sensoriales agradables a los productos elaborados a partir de leche de cabra, lo cual contribuye a satisfacer muchas necesidades nutricionales y además ofrece una opción competitiva al pequeño y mediano productor que desee comercializar productos alternativos (Rojas, 2007, pág. 222); así como también el producir un alimento atractivo para aquellas personas con problemas de alergia a la leche de vaca y otros padecimientos gastrointestinales (Alvarado, 2011, pág. 296).

A continuación, se muestra la composición química de la leche fluida de cabra en comparación con la leche de vaca. Es importante recalcar que las cantidades pueden variar por la raza, edad, etapa de lactancia, y condición fisiológica del animal (INCAP, 2007, pág. 17).

Cuadro 2

*Composición química de leche fluida, en 100 g de porción comestible*

Componente	Leche de cabra	Leche de vaca
Agua %	87.03	88.32
Energía Kcal.	69	60
Carbohidratos g	4.45	4.52
Proteína g	3.56	3.22
Grasa total g	4.14	3.25
Ac. Grasos mono-insat. g	0.81	1.11
Ác. Grasos poli-insat. g	0.19	0.15
Ác. Grasos saturados g	1.87	2.67
Colesterol mg	10	11

Fuente: Adaptado de tabla de composición de alimentos-INCAP-2007

La leche de cabra al igual que las de otras especies animales, es una emulsión de grasa en una solución de agua, cuya composición varía según la raza. Sus componentes se asemejan a la leche de vaca (Carmona, 2011, pág. 5). La leche de cabra está formada aproximadamente con el 85%-88% de agua en donde se encuentran otros componentes en diferentes formas de solución y demás cantidades de grasa, proteína, lactosa, sales minerales, vitaminas y otras sustancias en cantidades menores (Zacarías, 2011, pág. 43) (Carmona, 2011, pág. 6).

Posee menor cantidad de agua y mayor cantidad de energía, proteína y grasa que la de la vaca. Además, la leche caprina tiene glóbulos grasos de menor tamaño que los de la vaca (2 milimicras versus 1-10 milimicras); la cantidad de grasa depende de la raza y alimentación (Medina, 2003, pág. 8).

Cuadro 3

*Vitaminas y Minerales de leche fluida, en 100 g de porción comestible*

Componente	Leche de cabra	Leche de vaca
Tiamina mg	0.04	0.05
Rivoflavina mg	0.18	0.14
Niacina mg	0.11	0.28
Vit. C mg	0	1
Vit. A Equiv. Retinol mcg	28	57
Vit. B6 mg	0.04	0.05
Vit. B12 mg	0.44	0.07
Ác, fólico	0	0
Folato Equiv. FD mcg	5	1
Cenizas g	0.82	0.69
Calcio mg	134	113
Fósforo mg	111	91
Hierro mg	0.03	0.05
Potasio mg	143	204
Sodio mg	40	50
Zinc mg	0.40	0.30
Magnesio mg	10	14

Fuente: Adaptado de tabla de composición de alimentos-INCAP-2007

La leche caprina es buena fuente de vitaminas A, D, B1, B2 y B12 principalmente (Rojas, 2007, pág. 222). La leche de vaca presenta mayor contenido de vitamina A que la leche de cabra. Sin embargo, la cantidad de calcio en la leche de cabra es mayor que la de la leche de vaca, lo que hace que sea un producto de buena fuente de calcio. En el cuadro 3, se muestra las vitaminas y minerales de leche fluida de cabra en comparación con la leche de vaca.

La digestibilidad de la leche caprina es fácil de absorber debido a que sus ácidos grasos son pequeños y posee mayor proporción de ácidos grasos de cadena media y bajos niveles de caseína alfa-S1, lo que hace que la beta-caseína sea cuantitativamente la proteína principal (Rodríguez V. C., 2008, pág. 109).

Así también el contenido de ácidos grasos de cadena corta y media (C6-C10), es dos veces superior al de la leche de vaca y tienen la propiedad de ser absorbidos directamente por la mucosa intestinal, lo que ayuda a reducir el colesterol total circulante, especialmente el LDL (Alvarado, 2011, pág. 296).

Ohiokpehai (2003), compara la composición química de la leche de cabra con la de la leche de vaca, la cual muestra que los gramos de grasa de las dos leches están en los mismos rangos, pero es importante mencionar que la diferencia es la calidad de la grasa que proporciona la leche de cabra. La información se muestra a continuación:

Cuadro 4

*Comparación química de la leche de cabra y leche de vaca en 100g*

Componente	Leche de cabra	Leche de vaca
Rendimiento en litros L	500-1000	3500-5000
Materia seca g	115-130	115-130
Lactosa %	40-50	45-50
Nitrógeno g	28-35	30-35
Grasa g	30-38	35-40
Minerales	7-9	7-9

Fuente: (Ohiokpehai, 2003)

Las micelas de la caseína de la leche de cabra poseen un rango de dispersión más elevado, mayor mineralización y un nivel más bajo de hidratación que las micelas de la leche de vaca. Esto le proporciona a la leche de cabra menor acidez que la de vaca, 6.4% a 6.7% respectivamente (Ohiokpehai, 2003, pág. 69). Con respecto a su color, la leche de cabra no presenta carotenos, lo que causa que sus productos no sean de color amarillo como los productos de la leche de vaca.

### **C. *Steviarebaudiana* Bertoni**

La Stevia o caajé (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es una especie del género *Stevia* de la familia de las Asteráceas nativa de la región tropical de América del Sur; es un arbusto perenne que puede alcanzar 65 a 80 cm y cultivadas pueden llegar hasta 1,0 m de altura, sus hojas son

lanceoladas y tienen aproximadamente 5 cm de longitud y 2 cm de ancho y se disponen alternadas, enfrentadas de dos en dos (Durán, 2012, pág. 203).

Se encuentra aún en estado silvestre en el Paraguay, especialmente en el Departamento de Amambay y en la provincia argentina de Misiones, pero desde hace varias décadas se cultiva por sus propiedades edulcorantes y su bajo contenido calórico. En Paraguay se le conoce como la hierba dulce (Prakash, 2010, pág. 209).

En Guatemala, específicamente en Quetzaltenango, Totonicapán, Villa Canales y algunos lugares del oriente ya se ha empezado a cultivar; esta planta se ha transformado en una gran aliada de los diabéticos y personas que cuidan de su salud (Chaclán, 2012).

El botánico suizo Moisés Santiago Bertoni fue el primero que la describió en 1887, por su sabor dulce. En 1900, el químico paraguayo Ovidio Rebaudi, logró aislar los principios activos responsables del dulzor (Duran, 2012, pág. 204).

Tiene un papel importante en el mercado nacional e internacional, por ser un producto innovador y beneficioso. Organismos internacionales avalan su consumo como suplemento seguro y no estimula el apetito, por ende, sin riesgo de incremento de peso en su consumo (Durán, 2012, pág. 204), y son más económicos que la sacarosa (Cagnasso C., 2007, pág. 517).

#### 1. Propiedades de la *Stevia rebaudiana* Bertoni

Los edulcorantes son una herramienta útil para la reducción del consumo de energía y peso corporal, por lo que reduce el riesgo de diabetes tipo dos y enfermedades cardiovasculares. El uso de edulcorantes no nutritivos como la *Stevia rebaudiana* Bertoni, es una alternativa para evitar el consumo de azúcar y de fructosa (Raben, 2012, pág. 592).

En el año 1997, el científico Ngowata purificó el extracto de *Stevia*, con lo que obtuvo un rebaudiósido y esteviósido que proporciona 250 a 300 veces el dulzor del azúcar (Sharma, 2006). Dichos glucósidos presentan características químicas y farmacológicas adecuadas para su uso en la alimentación humana. Los principios activos de la planta se deben a sus componentes naturales presentes en las hojas que son el esteviósido y rebaudiósido A, B, C, D y E; Dulcósido A y Esteviolbiósido. El esteviósido tiene un sabor ligeramente amargo y

proporciona 250 a 300 veces el dulzor del azúcar (Duran, 2012, pág. 204), que además son potencialmente dulces (Mishra, 2010, pág. 119).

Se han estudiado 110 especies de *Stevia*, de las cuales 18 presentan la característica de sabor dulce y de esas 18 especies, la más dulce es la especie *Stevia rebaudiana* Bertoni (Mishra, 2010, pág. 120).

*Stevia* es un edulcorante natural no nutritivo, esto quiere decir que no contiene calorías, proteínas, grasas y carbohidratos; las hojas pueden utilizarse en su estado natural, ya que tiene un fuerte potencial edulcorante y sólo son necesarias pequeñas cantidades del producto.

## 2. Seguridad en su consumo

El Esteviósido contiene muy poca o ninguna toxicidad aguda. Estudios realizados de la planta reportan que el consumo crónico de Esteviósido representa poco riesgo en humanos (Matsui, 2006, pág. 8) (Toskulkao, 1997, pág. 40). El investigador Yamada, mostró que el consumo oral de Esteviósido en cantidades elevadas como 550 mg/kg de peso corporal al día por dos años, no tuvo efectos tóxicos o cancerígenos en ratas (Xili, 1992, pág. 959).

En el año 2008, se reconoció a los extractos de *Stevia* como un alimento seguro (GRAS) por los Estados Unidos, además se establecieron especificaciones de dicha planta por parte de la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA). Este último estableció una Ingesta Diaria Admisible (IDA) para los glucósidos de Esteviol de 0-4 mg por kg de peso corporal por día, expresada como Esteviol (Duran, 2012, pág. 204).

## 3. Usos de la *Stevia rebaudiana* Bertoni

Además de facilitar la digestión, las funciones gastrointestinales y mantener la sensación de bienestar, las tribus guaraníes de Paraguay y Brasil utilizaron la hoja de *Stevia rebaudiana* Bertoni como endulzante para contrarrestar el sabor amargo de los medicamentos a base de diferentes plantas y bebidas, y con el fin medicinal que incluye la regulación de la glicemia e hipertensión. El efecto hipotensor se observó en personas voluntarias que fueron tratados

con té de *Stevia rebaudiana* Bertoni, consumiéndolo diariamente durante un mes (Lee C., 2001, pág. 780).

Asimismo, en humanos voluntarios sanos se investigó el efecto de la administración de la planta de *Stevia rebaudiana* Bertoni en las pruebas de tolerancia a glucosa, administrándoles cinco gramos de extractos de la planta cada seis horas por tres días, se les realizó una prueba de tolerancia antes y después del tratamiento. Los resultados mostraron que el tratamiento con *Stevia rebaudiana* Bertoni aumentó la tolerancia a la glucosa y disminuyó las concentraciones de glucosa plasmática y concluyó que la planta puede ser un buen aliado en el manejo de la diabetes mellitus tipo dos (Curi, 1986, pág. 773) (Duran, 2012, pág. 205).

La *Stevia rebaudiana* Bertoni se ha utilizado desde principios de los setenta en Japón como sustituto de azúcar, en donde utilizan cerca de un cuarto de cucharadita de hojas como equivalente a una cucharadita de azúcar; desde entonces, se hizo popular en todo el mundo (Prakash, 2010, pág. 209). En otro estudio indican que una taza de azúcar equivale a 1.5 a 2 cucharadas de hierba fresca o un cuarto de cucharadita de polvo en extracto (Salazar M. , 2011, pág. 43). Actualmente se cultiva en Japón, Brasil, el sudeste asiático, Canadá y China. (Duran, 2012, pág. 204).

En un estudio de factibilidad y comercialización de la *Stevia* Orgánica, realizada en Bogotá, se observó que el precio de venta sugerido es de \$9,000 y \$10,000 pesos colombianos, lo que equivale a Q. 37.00 y Q.41 quetzales (Ochoa, 2005, pág. 15). En Guatemala, se encuentra en presentación en polvo de sobres individuales y en gotero. Su valor equivale a un quetzal por sobre aproximadamente y se puede obtener en cajas de 100 unidades (Observación personal).

Esta planta ha tomado un lugar importante en la producción de alimentos a nivel mundial. En Chile, se emplea como edulcorante de mesa, en la elaboración de bebidas, dulces, mermeladas, chicles, en pastelería, confituras y yogures (Duran, 2012, pág. 204).

#### 4. Presentaciones de la *Stevia rebaudiana* Bertoni.

La *Stevia rebaudiana* Bertoni puede encontrarse como extracto obtenido por difusión, el cual es un líquido denso de color oscuro que resulta de hervir las hojas en agua. Así se puede ofrecer un sabor más potente en los alimentos a los cuales se le añade este líquido. Así

también, se puede encontrar como extracto obtenido por maceración, el cual también es líquido que se prepara por macerado de las hojas en agua destilada o en una mezcla de licor alcohólico apto para el consumo humano. En hoja, presentándose en bolsitas como la de té o mezclada con otras hierbas como endulzante, esta es la mejor forma para obtener todos los beneficios (Gagñay, 2010, pág. 42).

La factibilidad de producción y comercialización de la *Stevia* orgánica en Bogotá demuestra que las personas prefieren el edulcorante en polvo y en color blanco (Ochoa, 2005, pág. 15). La *Stevia rebaudiana* Bertoni en polvo, endulza 30 veces o más que el azúcar (Gagñay, 2010, pág. 42).

Salazar, utilizó extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni en polvo para endulzar mermelada de zapallo o calabaza, utilizó 229g de *Stevia* para un kilo del producto, que dio como resultado que la mayor aceptabilidad fuera del 40% de mermelada, lo que equivale a 200g de mermelada para 500ml de yogurt (Salazar M. , 2011, págs. 50, 81).

En estado acuoso, se puede encontrar en forma de gotas, en la cual dos gotas son suficientes para endulzar. En esta presentación la *Stevia rebaudiana* Bertoni es 70 veces más dulce que el azúcar normal. (Gagñay, 2010, pág. 42)

Gagñay, utilizó extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni en gotas para endulzar un yogurt. Elaboró 3 niveles de *Stevia*, 5% (450 ml), 10% (900 ml) y 15% (1,350 ml) para evaluar su aceptabilidad en yogurt a base de leche de vaca. En los resultados se observó que el nivel de *Stevia* con mayor aceptabilidad fue el de 5%, lo que es equivalente a 450 ml (Gagñay, 2010, pág. 60).

#### **D. Análisis de alimentos**

El análisis de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características de alimentos y de sus componentes. Brinda información importante para el entendimiento de los factores que determinan las propiedades de los alimentos (Universidad Autónoma de México-UNAM-, s.f.).

El análisis químico de los alimentos es muy importante por su utilidad durante los procesos de control de calidad en la industria alimentaria, así también en la investigación científica,

ya que evalúa el valor nutricional de los alimentos y el desarrollo de nuevos productos (Zumbado, 2002, pág. 8).

Para ofrecer evidencia objetiva de la calidad integral de un alimento, es necesaria la aplicación de los métodos físico-químicos, microbiológicos y sensoriales (Zumbado, 2002, pág. 8).

### 1. Análisis químico proximal

Como su nombre lo indica, es una primera aproximación al conocimiento de su composición nutricional. El esquema de Weende, es el procedimiento que determina el análisis de humedad, proteína, grasas, fibra cruda y cenizas de un alimento (Salazar J. , 2011, pág. 10).

Es la caracterización de los alimentos desde el punto de vista físico-químico, con énfasis en la determinación de su composición química, esto quiere decir, cuales sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, carbohidratos, minerales) y en qué cantidades estos compuestos se encuentran (Zumbado, 2002, pág. 8).

Salazar, realizó análisis físico-químico al yogurt con zapallo o calabaza endulzado con *Stevia rebaudiana* Bertoni, y utilizó los métodos de desecación para la humedad; incineración y combustión para cenizas; determinación de proteínas por medio del método de Kjeldhal; determinación de grasas por medio del método de Gerber; determinación de fibra por medio del método de Weende y los datos se compararon con el valor nutricional de un yogurt comercial de frutilla (Salazar M. , 2011, págs. 58-60).

#### a) Determinación de humedad

El análisis de humedad o materia seca (MS), es uno de los más importantes en los análisis de alimentos, ya que permite conocer la cantidad de agua que posee un alimento. El contenido de humedad se presenta en forma de porcentaje, en un rango de 60%-95% en los alimentos. Los datos sobre la humedad se utilizan para expresar los resultados de otras determinaciones analíticas en una base uniforme; por ejemplo, con base en el peso seco (Salazar J. , 2011, pág. 11).

Para determinar la humedad se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{100 - \text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de la muestra total}} \times 100 = \% \text{ Humedad}$$

Peso de la muestra total

b) Determinación de proteína cruda

En los alimentos el promedio de proteína es del 16%. El análisis de proteína cruda se presenta en forma de porcentaje, al multiplicar el cálculo de nitrógeno por 6.25 ( $100/16=6.25$ ), la cual es una constante, y proporciona el dato de proteína cruda. Dicha palabra refiere que en el alimento no todo el nitrógeno está presente en forma de proteína. Frecuentemente los datos de proteína cruda brindan un dato sobreestimado del porcentaje real de la proteína en un alimento (Greenfield, 2006, pág. 113).

El método Kjeldhal, es el más utilizado a nivel de laboratorios industriales y científicos para determinar proteína, ya que es el más confiable para determinar el N orgánico (Salazar J. , 2011, pág. 15). Se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios, primero por medio de la descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado seguido del registro de la cantidad de amoniaco obtenida de la muestra (Universidad Autónoma de México-UNAM-, s.f., pág. 20).

Para determinar la proteína se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Lectura del aparato de Kjeldahl} = \% \text{ de proteína cruda}$$

c) Determinación de cenizas

Las cenizas o minerales se obtienen al someter un alimento en proceso de incineración, a temperaturas extremadamente altas, a un máximo de 600 °C, mediante el cual se destruye la materia orgánica. Lo constituyen óxidos o sales como: carbonatos, fosfatos, sulfatos, entre otros (Salazar J. , 2011) (Greenfield, 2006, pág. 134).

Para determinar las cenizas se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Peso de la ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100 = \% \text{ ceniza}$$

Peso de la muestra

d) Determinación fibra cruda

El método para su determinación consiste en la digestión de la muestra vegetal con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas (Salazar J. , 2011, pág. 21).

Para determinar las cenizas se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Fibra cruda} \times 100}{\text{Peso inicial} - \text{Bolsa de polietileno}} = \% \text{ FC}$$

En donde:

\*Peso inicial = muestra + bolsa polietileno (Remanente de E.E)

\*\*Peso1=bolsa de polietileno+ muestra, al salir del horno 105°C

\*\*\*Peso2 = Peso residuo - crisol, al salir de la mufla

e) Determinación de extracto no nitrogenado

La determinación del extracto no nitrogenado se calcula del valor obtenido al restar de 100 la suma de los % obtenidos en los índices anteriores:

$$\% \text{ ENN: } 100 - (\% \text{ agua} + \% \text{ Proteína} + \% \text{ extracto etéreo} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ fibra})$$

f) Determinación de energía

Generalmente se realiza en una bomba calorimétrica que mide el calor generado en la combustión total de la muestra y que representa la energía bruta. En alimentación y nutrición humana interesa la energía metabolizable, o sea la que genera los lípidos, carbohidratos y proteínas; pero para ello es necesario medir la energía metabolizada en organismos vivos (Universidad Autónoma de México-UNAM-, s.f., pág. 59).

De ahí se cuenta con los valores conocidos como coeficientes de Atwater y son: 4 kcal para proteína, 4 kcal para carbohidratos y 9 kcal, para lípidos (Ramirez, s.f., pág. 15). Para el análisis químico proximal de un alimento normalmente se utilizan los coeficientes de Atwater para calcular la cantidad de energía, con la siguiente ecuación:

$$\text{Energía/100g de muestra} = [(\% \text{ extracto etéreo} * 9) + (\% \text{ proteína} + \% \text{ ELN}) * 4]$$

El proceso de todo el análisis químico proximal se encuentra en el anexo 1.

## 2. Análisis microbiológico de los alimentos

La calidad de la leche puede determinarse según su composición en grasa y sólidos totales; y su calidad higiénica en el conteo bacteriano. La leche puede contaminarse desde las siguientes fuentes primarias: contaminantes químicos como insecticidas, herbicidas, fungicidas, sustancias higienizantes y antibióticos; biológicos de agentes microbianos; iniciales como el estado del animal y su ubre; y la contaminación externa, la cual puede ser ambiental, limpieza del animal y salud del personal que trabaja, limpieza de máquinas, equipos, utensilios utilizados y en la calidad del agua (Rodríguez R. E., 2009, pág. 17).

El crecimiento microbiano es el incremento en el número de células. Se lleva a cabo con una velocidad de crecimiento específico, el cual se le conoce como crecimiento exponencial, modelo del incremento de la población expresado como número de células o masa celular por unidad de tiempo. La curva de crecimiento microbiano tiene diferentes fases: fase de latencia, fase exponencial, fase estacionaria y fase de muerte (Madigan, 2006, págs. 144,145).

Cuando se inocula una población microbiana en un medio fresco, normalmente no inicia el crecimiento, a este lapso de tiempo se le conoce como fase de latencia. En la fase exponencial, se inicia el crecimiento microbiano; se lleva a cabo la división celular y la formación de nuevos microorganismos. La temperatura, composición de cultivo y las características genéticas del organismo, son las que determinan la velocidad de crecimiento. Cuando no hay aumento ni descenso neto en el número de células, es la fase estacionaria; esta curva finaliza con la fase de muerte, en donde la velocidad disminuye hasta lograr la lisis celular.

El método más efectivo para determinar el número de células de una población, es el de recuento directo, el cual puede realizarse en muestras secas o líquidas. El método más utilizado para realizar el recuento de células totales es el de células viables, que consiste en contar el número de células que son capaces de formar colonias sobre un medio sólido adecuado (Madigan, 2006, págs. 144,145).

Salazar (2011), determinó la presencia de coliformes totales, *E.coli*, mohos y levaduras, así como también *Staphylococcus aureus* en un yogurt a base de leche de cabra con mermelada de zapallo o calabaza. En los resultados dados en Unidades Formadoras de Colonias por un mililitro -UFC/ml- se observa que las cantidades se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN y que es un producto apto para el consumo ya que es inocuo. Hay ausencia de coliformes y *S.aureus*, lo que indica que el proceso fue aséptico y recolectado en frascos estériles, se utilizó las buenas prácticas de manufactura -BPM- y las buenas prácticas de higiene -BPH-, que son condiciones esenciales en la elaboración de alimentos para garantizar calidad e inocuidad (Salazar M. , 2011, págs. 64, 85).

a) Alteración de los microorganismos en los alimentos

Los microorganismos son factores importantes de los alimentos de los cuales gran variedad de los alimentos que se consumen son producidos o mejorados por la acción microbiana. Los productos de la leche, queso, mantequilla, nata y yogurt son producidos por fermentaciones microbianas (Madigan, 2006, pág. 943).

Se le conoce como alteración de los alimentos al cambio en las características sensoriales (olor, sabor, apariencia) que lo hacen inaceptables para el consumo y no pueden distribuirse o consumirse. La alteración de los alimentos provoca pérdidas económicas a los productores y causa que se eleven los precios al consumidor (Madigan, 2006, pág. 943).

La leche por su composición es muy susceptible de sufrir alteraciones debidas al crecimiento microbiano en la misma, particularmente cuando la temperatura de conservación no es la adecuada. Por ello, es importante señalar los cambios que se registran en la calidad microbiológica de la leche cruda cuando es sometida a diferentes formas de manejo (Rodriguez R. E., 2009, pág. 4).

Los microorganismos productores de la fermentación láctica deben ser viables y estar presentes en el producto terminado en cantidad mínima de  $1 \times 10^7$  colonias por gramo o mililitro. Este dato es fundamental, ya que la actividad de los microorganismos vivos en el yogurt es lo que le brinda sus características nutricionales y biológicas específicas (Salcedo, 1988, pág. 8).

El yogurt es un alimento fresco que puede ser alterado por una amplia variedad de bacterias y hongos, por lo que debe ser almacenado bajo condiciones que detengan el crecimiento microbiano. Este alimento puede estar alterado por los siguientes microorganismos: Streptococcus, Leuconostoc, Lactobacillus, Pseudomonas, Proteus, Clostridium, Bacillus, Flavobacterium, Saccharomyces, Torula y Penicillium (Madigan, 2006, pág. 944).

De acuerdo al Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos, el yogurt pertenece al Grupo 1, Leche y productos lácteos, subgrupo 1.10: yogurt. Dicho reglamento establece que para el registro del yogurt, el análisis del parámetro *Esterichiacoli* con un límite máximo permitido de menos de tres Número Más Probable por gramo de producto  $< 3$  NMP/g (Reglamento Técnico Centroamericano, 2001, págs. 6,12).

Asimismo, para la detección de las condiciones higiénicas del ambiente en un área de procesamiento de alimentos, se utiliza el conteo de microorganismos coliformes totales, que indica la posibilidad de haber ocurrido una contaminación posterior a la etapa letal de eliminación de microorganismos en el alimento, como el caso de la contaminación en la leche posterior a la etapa de pasteurización.

Las regulaciones alimentarias en diferentes países del mundo, tal y como se muestra en el Cuadro 5, establecen límites para la presencia de coliformes en productos lácteos elaborados a partir de leche pasteurizada; en algunos casos, como el yogurt el límite se encuentra en valores máximos de 10 UFC/g. que establecen la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa y por la técnica del número más probable –NMP-, respectivamente.

#### Cuadro 5

*Legislaciones alimentarias referidas al recuento de microorganismos coliformes para productos lácteos.*

Alimento	Centroamérica	México	Francia
Yogurt	<3 NMP/g	<10 UFC/g	<100/g

Fuente: Adaptada de Fosythe & Hayes, 1999 y Reglamento Centroamericano

Se utiliza la técnica NMP, cuando la densidad esperada es como mínimo de una bacteria en 10 mL de producto líquido, o de una bacteria por gramo de alimento sólido, aunque esta técnica demanda una mayor cantidad de trabajo por parte del analista, materiales y tiempo para llevarla a cabo.

### 3. Análisis sensorial

La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que lleva a aceptar o rechazar los alimentos, de forma consciente o inconsciente, de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos (Sancho, 1999, pág. 23).

Según Watts (1992), el análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios (Watts, 1992, pág. 8).

Para que este análisis se pueda realizar con fiabilidad, es importante que se realice con la mayor precisión y así obtener datos cuantificables y objetivos (Sancho, 1999, pág. 24). Además, debe llevarse a cabo en condiciones controladas, con diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados para producir resultados consistentes y reproducibles (Watts, 1992, pág. 4).

El éxito de cualquier producto alimenticio se basa no sólo en la calidad nutricional, sino también en sus características sensoriales, que son las que definen su aceptabilidad en el mercado (Rojas, 2007, pág. 223).

Existen dos tipos de pruebas sensoriales. Las pruebas orientadas al consumidor que son las pruebas utilizadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos y de las actitudes de los consumidores hacia los alimentos. Las pruebas orientadas al producto son las pruebas analíticas que se utilizan para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales (Watts, 1992, pág. 70).

Las pruebas orientadas al consumidor responden a la necesidad de adaptarse a los gustos del mismo, el cual obliga a que de una u otra forma se intente conocer cual será su juicio crítico en el análisis sensorial que se realiza a un producto alimentario (Sancho, 1999, pág. 23).

En estas pruebas se emplean usuarios potenciales del producto. Por lo general se entrevistan de 100 a 500 personas. Las entrevistas pueden realizarse en el lugar de venta como mercados, escuelas, centros comerciales o comunitarios y puede también realizarse en los hogares de los consumidores (Watts, 1992, pág. 8).

a) Prueba de aceptabilidad con escala hedónica

Las pruebas de aceptabilidad están destinadas a medir cuanto agrada o desagradan un producto. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana. Miden el grado en que agrada o desagradan un producto y si es aceptable o no (Sancho, 1999, pág. 145).

Una de las escalas más utilizadas para la evaluación de aceptabilidad se denomina hedónica. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción psicológica por parte del evaluador (Biblioteca Digital de la Universidad de Chile, s.f.). La siguiente es un ejemplo de una escala hedónica de 3 puntos: Me gusta, ni me gusta ni me disgusta y me disgusta (Reyes, 1999, pág. 5).

La escala puede dar un margen más amplio para determinar el grado de aceptabilidad, la que más se recomienda usar es la de 9 puntos como la que se muestra a continuación: 1= me disgusta extremadamente; 2 = me disgusta mucho; 3= me disgusta moderadamente; 4= me disgusta levemente; 5= no me gusta ni me disgusta; 6= me gusta levemente; 7= me gusta moderadamente; 8= me gusta mucho; 9= me gusta extremadamente (INCAP, 2011). La escala consta de 9 puntos, sin embargo, a veces es demasiado extensa por lo que se acorta a 7 ó 5 puntos (Watts, 1992, págs. 73,74).

Rojas (2007), evaluó la aceptabilidad por medio de escala hedónica del yogurt a base de leche de cabra a 105 personas de la población universitaria de Costa Rica. En la evaluación sensorial excluyeron la muestra de yogurt 100% leche de vaca por tener antecedentes de su buena aceptación en la población costarricense. Los resultados indicaron que el yogurt con mayor aceptabilidad fue el formulado con leche de cabra y leche de vaca a una proporción 30%-70%, respectivamente. Asimismo, evaluaron la textura y color, con lo que determinaron

que el nivel de aceptación de textura y color del yogurt fueron buenos en todas las formulaciones presentadas en su estudio (Rojas, 2007, pág. 234).

Parra, et.al. (2012), elaboró un yogurt con mezcla de leche semidescremada de cabra y bovino en una proporción de 70:30, respectivamente y añadió 3% de avena y 2% de *stevia* como endulzante. Para comparar el efecto de estos ingredientes se elaboró un yogurt control el cual no contenía avena ni *stevia*. Con una muestra de 30 jueces, determinaron la aceptabilidad bajo un test hedónico y descriptivo. La evaluación sensorial mostró aceptación favorable para los dos tratamientos; sin embargo, el yogurt con avena y *stevia* tuvo mayor aceptabilidad en comparación con el control, lo que indica que el uso de *stevia* en el yogurt a base de leche de cabra o de vaca es aceptable para el consumidor (Parra, 2012, pág. 82).

Salazar (2011), evaluó la aceptabilidad de tres muestras de yogurt a base de leche de cabra con 20%, 40% y 50% de concentrado de mermelada de zapallo o calabaza. Con la participación de 80 jueces no entrenados, determinó la aceptabilidad por medio de un test de atributos de calidad y una escala hedónica, para establecer la formulación de mayor aceptabilidad por el consumidor. Los resultados indican que el yogurt con 40% de concentrado de mermelada fue el más aceptable, lo que indica que el yogurt a base de leche de cabra y mermelada endulzada con *stevia* es un producto bajo en calorías y rico en nutrientes (Salazar M. , 2011, págs. 48, 89).

### III. JUSTIFICACIÓN

Los productos lácteos son una excelente fuente de calcio y proteínas de alta calidad, lo cual es una de las mayores cualidades del yogurt, que lo convierte así en un aliado imprescindible para fortalecer los huesos y los dientes. Además, el yogurt disminuye los síntomas asociados con la mala digestión, reduciendo los riesgos de cáncer de colon. Sus proteínas, grasas y carbohidratos suministran energía suficiente al cuerpo como para afrontar jornadas completas laborales o académicas (Pala V. S., 2011, pág. 2713).

Asimismo, desde tiempos ancestrales la humanidad ha tenido una marcada preferencia hacia los alimentos dulces. (Batoshuk, 1991, pág. 108). El exceso en el consumo de alimentos y bebidas azucaradas, puede influir significativamente en el índice glicémico de cada comida, así como en la dieta completa. Está comprobado que el consumo de éstos alimentos y bebidas promueven un balance energético positivo, lo que causa un aumento de peso y el incremento en el riesgo de enfermedades metabólicas (Duran, 2012, pág. 203).

Estudios realizados recientemente indican que la *Stevia rebaudiana* Bertoni es un edulcorante natural cuyo sabor es lo más parecido al azúcar de caña, diferente a los demás edulcorantes por no tener sabor metálico (Durán, 2012, pág. 203). Además, funciona en la regulación de la hipertensión (Lee C., 2001, pág. 797) y especialmente en el control de la diabetes mediante la reducción de los niveles de glucosa en plasma y la insulina.

El consumo de la leche de cabra es una alternativa para las personas intolerantes a la lactosa de la leche de vaca (Silva E. H., 2010). Además, los productos elaborados a partir de ésta, aumentan la disponibilidad de productos lácteos, ya que, en los supermercados de la Ciudad de Guatemala, no existe disponibilidad de yogurts de leche de cabra, ni yogurts libres de azúcar, por lo que elaborar yogurt a base de leche de cabra y además endulzarlo con *Stevia rebaudiana* Bertoni, es una oferta novedosa e innovadora para los consumidores y personas que cuidan de su salud.

## IV. OBJETIVOS

### A. Objetivo general

Formular un yogurt natural a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni -YLCSrB - aceptable para el consumidor.

### B. Objetivos específicos

1. Establecer la cantidad aceptable de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni a incorporar en el yogurt elaborado a base de leche de cabra.
2. Determinar el valor calórico y de macronutrientes del yogurt natural elaborado a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni – YLCSrB-.
3. Identificar la presencia de microorganismos durante 5 semanas de almacenamiento del yogurt natural elaborado a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni – YLCSrB-.
4. Evaluar la aceptabilidad general del yogurt natural elaborado a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni – YLCSrB-.

## V. HIPÓTESIS

Ho: Es posible obtener un yogurt natural a base de leche de cabra endulzado con *Stevia rebaudiana* Bertoni - YLCSrB - y aceptable para el consumidor.

Ha: No es posible obtener un yogurt natural a base de leche de cabra endulzado con *Stevia rebaudiana* Bertoni - YLCSrB - y aceptable para el consumidor.

## VI. METODOLOGÍA

### A. DISEÑO DEL ESTUDIO

#### 1. Tipo de Estudio

Descriptivo Transversal

El estudio que se realizó es de tipo descriptivo porque se determinaron los componentes bromatológicos, microbiológicos y sensoriales (Meyer, 2006, pág. 6).

Es de enfoque transversal porque fue desarrollado en una sola sesión y no tuvo seguimiento (Meyer, 2006, pág. 6).

#### 2. Población y Muestra

Para la prueba de aceptabilidad general se determinó la siguiente población y muestra:

- a) Población: Estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- b) Muestra: 102 estudiantes del tercer y cuarto año de la carrera de Nutrición.

Watts en el año 1992, recomienda que para estudios de aceptabilidad se realicen con 100 a 500 personas.

#### 3. Variables

- a) Variables tipo cuantitativo

Gramos de humedad, proteína, carbohidratos y extracto etéreo; y energía en Kcal por 100 gramos de yogurt.

Coliformes totales, coliformes fecales, *Esterichia coli* expresados en Número más probable (NMP); Salmonella spp expresado en ausente y *Staphylococcus aureus* expresados en Unidad Formadora de Colonias (UFC) por mililitro de muestra.

b) Variables tipo cualitativo:

Nivel de aceptabilidad general: escala hedónica de 7 puntos, la cual es la siguiente: 1= me disgusta mucho, 2= me disgusta moderadamente, 3= me disgusta levemente, 4= no me gusta ni me disgusta, 5= me gusta levemente, 6= me gusta moderadamente, 7= me gusta mucho.

**B. ETAPAS DE TRABAJO**

1. Etapa preliminar

a. Selección del lugar de estudio

Se seleccionó el Laboratorio Lácteo de la Granja Experimental de la Universidad de San Carlos de Guatemala –LLGEUSAC- para desarrollar la prueba piloto, almacenamiento y refrigeración del producto terminado, debido a la cercanía al lugar de la compra de la leche de cabra.

Se seleccionó el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia -LAFCQF- por contar con las condiciones adecuadas para realizar estudios de aceptabilidad general de productos.

b. Selección de receta estándar del yogurt a base de leche de cabra

Se seleccionó la receta de yogurt a base de leche de cabra –YLC- que se elabora en el Laboratorio Lácteo de la Granja Experimental de la Universidad de San Carlos de Guatemala –LLGEUSAC-, la cual se encuentra en el anexo 1.

c. Selección de los ingredientes

Se seleccionó la leche de cabra de venta en la Granja Experimental de la Universidad de San Carlos –GEUSAC- por disponer de una producción diaria de leche de cabra.

Se seleccionó el cultivo láctico código YC-180 (*Lactobacillus bulgaricus*) y estabilizante comercial código CM-725 (mezcla de almidón de maíz modificado más carragenina y pectina) de la empresa Asesoría en Alimentos –ASEAL-, S.A., por ser los ingredientes que se utilizan en el LLGEUSAC.

Se seleccionó el extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni marca Erba Dolce, producida por Bio-*Stevia* y distribuido por ALTIAN Pharma, S.A., en vista que fue la única materia prima de *Stevia rebaudiana* Bertoni de venta comercial en ese momento.

- d. Cálculo matemático de la cantidad de *Stevia rebaudiana* Bertoni a utilizar en la formulación del yogurt.

Se obtuvo el promedio de azúcar que contienen 6 marcas de yogurt natural de leche de vaca que se comercializa en supermercados de la ciudad de Guatemala y que se presentan en el anexo 2. Con base en este dato se calculó la cantidad de *Stevia rebaudiana* Bertoni que aporta el dulzor equivalente a dicha cantidad de azúcar y luego se calcularon dos cantidades adicionales superiores a esta cantidad de extracto y una inferior.

## 2. Formulación y elaboración del yogurt

La formulación del YLC incluyó los siguientes ingredientes: leche de cabra, estabilizante, cultivo láctico y extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni.

En vista de que uno de los objetivos de este estudio fue evaluar cuál es la fórmula más aceptada, se calcularon cuatro formulas diferentes en el contenido de *Stevia rebaudiana* Bertoni las cuales se presentan a continuación:

Cuadro 6

Formulaciones elaboradas para determinar la cantidad de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni más aceptado.

Formulación	Volumen de leche de cabra en ml	Estabilizante (g)	Cultivo (g)	Cantidad equivalente de sacarosa (g)	Cantidad de extracto de <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni (g)
1	1000	20.0	0.4	40	3.2
2	1000	20.0	0.4	80	6.4
3	1000	20.0	0.4	120	9.6
4	1000	20.0	0.4	160	12.8

Fuente: Datos experimentales.

En la elaboración del YLC se aplicaron procedimientos acordes a las Buenas Prácticas de Manufactura. Se tomó como referencia la formulación utilizada en el LLGEUSAC. Se obtuvo cuatro litros de leche de cabra recién ordeñada en la GEUSAC, la cual se filtró en un colador de cedazo plástico; se agregó una disolución de 20g de estabilizante comercial CM-725 en 8 onzas de la misma leche; en una estufa industrial se llevó a 85<sup>0</sup>C por 15 segundos para su pasteurización. Posteriormente, se colocó en un enfriador marca Fogel serie 110516594 hasta llegar a 45<sup>0</sup>C y se agregó 0.3890g de cultivo láctico YC-180 y se colocó en una incubadora marca Blue serie MOS-12565 para mantener la temperatura a 45<sup>0</sup>C durante 4-5 horas, para su fermentación. Al finalizar la fermentación se almacenó a 4<sup>0</sup>C por 18 horas y se filtró nuevamente.

El diagrama de flujo de la elaboración del YLC se presenta en el anexo 3.

### 3. Establecimiento de la cantidad aceptable de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni a incorporar en el yogurt

Para establecer la cantidad aceptable de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni añadidos en al YLC, se realizó una prueba de aceptabilidad con 30 estudiantes de sexto semestre de la carrera de Zootecnia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes son conocedores de la leche de cabra y de la *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Se prepararon muestras de 30 ml de YLCSrB de las cuatro formulaciones en vasos plásticos, cucharas plásticas y servilletas desechables, las cuales se presentaron junto con una boleta que contenía una escala hedónica de 7 puntos: 1= me disgusta mucho, 2= me disgusta moderadamente, 3= me disgusta levemente, 4= no me gusta ni me disgusta, 5= me gusta levemente, 6= me gusta moderadamente, 7= me gusta mucho; la cual fue degustada y calificada por los estudiantes de acuerdo a esta escala.

Las muestras se presentaron en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de 3 dígitos. El orden de presentación de las muestras que se usó fue al azar, para evitar el error por orden.

Con los resultados de esta prueba se tabuló y se realizó el análisis de varianza ANOVA y la prueba de Tuckey por medio del programa estadístico de SPSS versión estudiante 14.0.

#### 4. Determinación del valor calórico y macronutrientes del YLCSrB

Se elaboró un nuevo lote de YLCSrB con la formulación más aceptada, el cual se almacenó en frasco de vidrio previamente esterilizado; se tomó una alícuota de 1000 ml y se trasladó al laboratorio de bromatología.

Se realizó el análisis químico proximal con los siguientes métodos para los macronutrientes que se indican a continuación: Materia seca total: AOAC 930.15, AOAC 925.04 y Bateman 6.111. Fibra cruda: AOAC 962.09. Extracto etéreo: Bateman 9.110. Cenizas: AOAC 942.05. Extracto libre de nitrógeno: Bateman 10.200. Kcal/kg: obtenido en base a los datos de extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y proteína cruda (Laboratorio de Bromatología, 2013).

El procedimiento del análisis químico proximal se encuentra en el anexo 4.

#### 5. Identificación de presencia de microorganismos en el YLCSrB

Para identificar la presencia de microorganismos en el YLCSrB se separaron cinco alícuotas del yogurt producido, las cuales se mantuvieron en refrigeración a 4°C y cada 7 días durante 5 semanas, se tomó una de las alícuotas almacenadas para someterla a los siguientes métodos de análisis microbiológico: coliformes totales, coliformes fecales y E.coli: APHA y FDA, expresados en NMP con un límite de detección de 3NMP/g. S.aureus: APHA AOAC y FDA, expresado en UFC/g con un límite de <10UFC/g y Salmonella spp expresados en NMP/g con un límite de ausencia. (Reglamento Tecnico Centroamericano, 2001).

Cada muestra se trasladó al laboratorio microbiológico con una cadena de frío por medio de una hielera con baterías de enfriamiento (Ice Pack) a una temperatura de 4°C para evitar el crecimiento microbiano.

#### 6. Evaluación de la aceptabilidad general

Se realizó un nuevo lote de cinco litros de YLCSrB con la fórmula más aceptada. Para evaluar la aceptabilidad general se convocó a estudiantes de tercero y cuarto año de la carrera de Nutrición, en el LAFCQF, en donde se prepararon muestras de 30 ml de yogurt en vasos plásticos desechables, cucharas plásticas y servilletas desechables, las cuales se presentaron junto con una boleta que contenía una escala hedónica de 7 puntos: 1= me disgusta mucho, 2= me disgusta moderadamente, 3= me disgusta levemente, 4= no me gusta ni me disgusta,

5= me gusta levemente, 6= me gusta moderadamente, 7= me gusta mucho; la cual fue degustada y calificada por los estudiantes de acuerdo a esta escala. Los resultados de esta prueba se presentaron en porcentajes con un punto de corte en esta escala que a partir de 4 se consideran como aceptables.

## VII. RESULTADOS

A continuación, se presentan los principales resultados del estudio, divididos en cuatro secciones: (A) Formulación del yogurt; (B) Valor calórico y de macronutrientes; (C) Presencia de microorganismos del yogurt; y (D) Aceptabilidad general del yogurt.

### A. Formulación del yogurt con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Para formular el YLCSrB, el primer paso fue realizar un estudio de aceptabilidad de cuatro fórmulas diferentes. En el cuadro 7, se presenta la media de la aceptabilidad de dichas fórmulas.

Cuadro 7

Análisis de varianza de la aceptabilidad de las cuatro formulaciones de yogurt a base de leche de cabra endulzado con diferentes cantidades de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Septiembre de 2013.

No. de Fórmula	Cantidad (g) de extracto <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	Media de aceptabilidad	Desviación estándar	F, p
1	3.2	3.33	1.80	
2	6.4	4.67	1.47	8.66
3	9.6	5.20	1.44	P = .00
4	12.8	5.10	1.64	

Fuente: Datos experimentales. Valor  $P < 0.05$

En los resultados se observa que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre las formulaciones de YLCSrB, por lo que se realizó la prueba de Tukey para determinar la diferencia entre cada muestra.

En el cuadro 8, se observa que la formulación de YLCSrB más aceptada fue la elaborada con 9.6 gramos de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Cuadro 8

Determinación de diferencias de cuatro formulaciones de yogurt a base de leche de cabra endulzado con diferentes cantidades de *Stevia rebaudiana* Bertoni por medio de Prueba de Tukey. Septiembre de 2013

Cantidad (g) de extracto <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	Subconjunto para alfa = .05	
	1	2
3.2	3.33	
6.4		4.67
9.6		5.10
12.8		5.20
	1.00	.570

Fuente: Datos experimentales.

Los resultados del estudio para determinar la cantidad de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni más aceptada a utilizar en el YLCSrB, permitió desarrollar la formulación definitiva que se sometió a un estudio de aceptabilidad más amplio. Dicha formulación es la siguiente:

Cuadro 9

Ingredientes (porcentaje y gramos) utilizados para la elaboración de un litro de yogurt natural a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Septiembre de 2013

Ingredientes	Porcentaje	Gramos
Leche de cabra (ml)	97	971.6
Estabilizante para yogurt (g)	2	20.00
Cultivo láctico (g)	0.04	0.40
<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni (g)	0.96	9.6
Total (ml)	100	1,000

Fuente: Datos experimentales

## B. Valor calórico y de macronutrientes del YLCSrB.

En el cuadro 10, se observan los valores de calorías, proteínas, carbohidratos y grasas, que corresponden a 100 gramos de la fórmula mayormente aceptada.

Cuadro 10

Valor calórico y macronutrientes en 100 g del YLCSrB. Septiembre de 2013

Macronutrientes	Cantidad
Kilocalorías	71
Proteína (g)	4.40
Carbohidratos (g)	13.02
Grasa (g)	5.05

Fuente: Datos experimentales LBFMVZ.

En el cuadro 11, se presenta una comparación del contenido de macronutrientes y energía del yogurt formulado en este estudio y de valores reportados en otros estudios.

Cuadro 11

Contenido de macronutrientes de YLCSrB. Septiembre de 2013

Macronutrientes	Yogurt a base de leche de cabra con <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni –	Yogurt según otros estudios	
	YLCSrB-	Bano, 2011	Zubeir, 2012
Kcalorías	71	NR*	NR*
Proteína	4.40	3.96	4.90
Carbohidratos	13.02	NR*	NR*
Grasa	5.05	4.10	3.50

Fuente: Datos experimentales.\*No refiere datos.

Se observa que el contenido de proteína es similar a lo reportado en otros estudios mientras que el contenido de grasa es levemente superior.

### C. Presencia de microorganismos en el YLCSrB

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de las muestras, se encontró que la cantidad de microorganismos presentes en el yogurt fue menor del valor máximo permitido que es de <3 NMP/ml para Coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*; <10UFC/ml para *S. aureus* y ausencia para *Salmonella*.

### D. Aceptabilidad general del YLCSrB

El yogurt natural a base de leche de cabra endulzado con 9.6 g de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni fue aceptado por el 78% de las personas que lo evaluaron. En el siguiente cuadro se presenta la frecuencia y el porcentaje de aceptabilidad obtenido en un estudio realizado con 102 estudiantes universitarios.

Cuadro 12

Aceptabilidad general del YLCSrB. Septiembre de 2013

Escala Hedónica	Escala numérica	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulativo
Me disgusta mucho	1	1	1.0	1.0	1.0
Me disgusta moderadamente	2	10	9.8	9.8	10.8
Me disgusta levemente	3	11	10.8	10.8	21.6
No me gusta ni me disgusta	4	7	6.9	6.9	28.4
Me gusta levemente	5	22	21.6	21.6	50.0
Me gusta moderadamente	6	34	33.3	33.3	83.3
Me gusta mucho	7	17	16.7	16.7	100.0
Total		102	100.0	100.0	

Fuente: Datos experimentales.

Se observa que el rango con mayor frecuencia de la escala hedónica es “me gusta moderadamente” que equivale a un valor de 6 en la escala numérica.

## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Aun cuando normalmente el yogurt se elabora con dos o más cultivos lácticos (Cervera, 2004, pág. 73), la formulación del YLC que usan en el LLGEUSAC tiene solo un probiótico (*Lactobacillus bulgaricus*), lo cual es una desventaja en su potencial de mejorar el sistema inmunológico. Por lo tanto esta formulación podría mejorarse con la adición de dos probióticos: *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Esto tendría un impacto en el sistema inmunológico pero también en el costo de la producción de este yogurt, por lo que debe analizarse adecuadamente para mantener un equilibrio entre calidad y costo.

Uno de los objetivos de este estudio fue encontrar una formulación aceptable del YLCSrB; sin embargo, la prueba de aceptabilidad realizada con treinta estudiantes por medio de la prueba de Tukey, demostró que existen tres formulaciones de YLCSrB que son aceptables para el consumidor, las cuales se podrían utilizar a nivel comercial. Para esta investigación, se utilizó el de mayor aceptabilidad (5.20), pero existen dos formulaciones más, de las cuales se puede utilizar a nivel comercial el de menor cantidad de *Stevia rebaudiana* Bertoni (6.4g).

El alto valor de los carbohidratos presentes en el YLCSrB, puede deberse a la utilización del estabilizante comercial, el cual es mezcla de almidón de maíz modificado, carragenina y pectina. Esto es un inconveniente; ya que se pretende obtener un alimento con bajo contenido de carbohidratos y para lograr el objetivo de disminuir la cantidad de azúcar es importante eliminar el almidón presente en el yogurt. Por lo tanto, es necesario evaluar la posibilidad de agregar este aditivo en la elaboración de yogurt o buscar un estabilizante que no sea fuente de carbohidratos.

Los resultados de la calidad microbiológica del producto se encuentran dentro de rango establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08, lo que permite afirmar que en este estudio se logró obtener un yogurt apto para el consumo humano. Esto indica que se aplicaron exitosamente las buenas prácticas de manufactura -BPM- y las buenas prácticas de higiene -BPH-, que son condiciones esenciales para garantizar calidad e inocuidad en la elaboración de alimentos (Salazar M. , 2011, págs. 64, 85).

En cuanto a la aceptabilidad general del producto, el nivel del 78% alcanzado se considera adecuado y permite afirmar que tendrá una buena aceptabilidad entre la población joven de la ciudad de Guatemala.

De manera complementaria, se realizó un estudio de costos para la elaboración del yogurt en una presentación unitaria de 125 ml y presentación familiar de 1000 ml. Dicho análisis se obtuvo por la cantidad y precio de los ingredientes utilizados en la formulación y que además fueron comparados con el precio promedio de 6 yogurts comerciales, los cuales se pueden ver en el anexo 5. Los precios son los siguientes: Q.3.65/125 ml y Q.29.23/1000 ml, los cuales compiten con los encontrados en el supermercado que oscilan entre Q 4.00 a Q6.00 para la presentación de 125 ml y entre Q.25.00 a Q.35.00 para la presentación de 1 litro.

El yogurt a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni, es una propuesta que permite aumentar la disponibilidad de productos lácteos libres de azúcar y que son de alto valor nutritivo. Además, ofrece una opción competitiva al pequeño y mediano productor que desee comercializar productos alternativos (Rojas, 2007, pág. 222); así como también producir un alimento atractivo para personas con problemas de alergias a la proteína de la leche de vaca y otros padecimientos metabólicos y gastrointestinales (Alvarado, 2011, pág. 296).

## IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. Conclusiones

1. Se elaboraron cuatro formulaciones de yogurt a base de leche de cabra con diferentes cantidades de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni. La formulación más aceptada fue la siguiente: 1000 ml de leche de cabra, 0.40 g de cultivo láctico, 20 g de estabilizante y 9.6 g de edulcorante natural.
2. El valor calórico y de macronutrientes de la formulación de yogurt más aceptada contiene: 71 Kilocalorías, 4.40g de proteína, 13.02g de carbohidratos y 5.05g de grasa en 100g de porción.
3. No hubo presencia de microorganismos patógenos durante cinco semanas de almacenamiento a 4°C en el yogurt natural a base de leche de cabra endulzado con 9.6 g de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni, elaborado en este estudio.
4. El yogurt a base de leche de cabra endulzado con 9.6g de extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni tuvo una aceptación general del 78% por parte de los consumidores.
5. El costo por la elaboración del yogurt para la presentación de 125 ml fue de Q.3.65 y para la presentación de 1 litro de Q. 29.23.

## **B. Recomendaciones**

De los hallazgos de esta investigación, se establecen las siguientes recomendaciones:

1. Eliminar del proceso de elaboración del yogurt el estabilizante comercial a base de almidón de maíz modificado para reducir la cantidad de carbohidratos y proveer un alimento más saludable.
2. Utilizar en la formulación del yogurt, otro cultivo láctico que contenga dos o más bacterias microbiológicas para ayudar al sistema inmunológico y absorber mejor los nutrientes de los alimentos.
3. Formular un yogurt a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni, con el método griego para mejorar la consistencia del yogurt sin utilizar almidón.
4. Evaluar la aceptabilidad del yogurt con grupos especiales de consumidores, tales como personas diagnosticadas con diabetes mellitus, intolerantes a la lactosa y alérgicas a la proteína de la leche de vaca.
5. Identificar la preferencia de las tres formulaciones de yogurt que resultaron con mayor aceptabilidad con grupos mayores de potenciales consumidores.
6. Determinar el contenido de calcio y fósforo en la formulación del yogurt natural a base de leche de cabra endulzado con extracto de *Stevia rebaudiana* Bertoni para elaborar el etiquetado nutricional.

## X. BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, I. G. (2009). Elaboración y evaluación de las características sensoriales de un yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña. *UDO Agrícola*, 9(2), 442-448.
- Alvarado, C. C. (2011). Desarrollo de yogurt con capacidad antioxidante elaborado con leche de cabra (*Capra hircus*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendtn.). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2), 293-312.
- Bano, P. A. (2011). Preparation of functional yoghurt from sheep and goat milk blends. (U. o. Sciences, Ed.) *Pak. J. Agri. Sci.*, 48(3), 211-215.
- Batoshuk, L. (1991). History, Preference, and Genetic Variability. *Food Technol*, 108.
- Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. (s.f.). SISIB. Obtenido de [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/wit tinge01/capitulo04/03c3.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wit tinge01/capitulo04/03c3.html)
- Cagnasso C., L. L. (2007). Edulcorantes no nutritivos en bebidas sin alcohol: estimación de la ingesta diaria en niños y adolescentes. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 517-521.
- Cali, A. A. (s.f.). ¿Cómo construir un módulo para cabras lecheras? Nebaj, Quiché, Guatemala: Save the Children, USAID.
- Carmona, S. (2011). Manual de acondicionamiento y transformación de leche de cabra en la región productora de libres. (Mexico): s.e.
- Castro, A. a. (2002). Caracterização do Consumo de Adoçantes Alternativos e Produtos Dietéticos por Indivíduos Diabéticos. *Arq Bras Endocrinol Metab*, 46, 280–287.
- Cervera, P. C. (2004). Alimentación y Dietoterapia (4a ed ed.). Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Chaclán, A. (27 de octubre de 2012). Cultivan planta para endulzar. *Prensa Libre*, pág. s.p.
- Chávez, M. (Septiembre de 2003). Evaluación de la Aceptación del Yogurt de leche de cabra con y sin frutas nativas en la Aldea Caxaque, San Marcos (Tesis de Licenciatura). 29. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Curi, R. A. (1986). Effect of Stevia rebaudiana on glucose tolerance in normal adult humans. *Braz J Med Biol*, 771-774.
- de Cerón, G. V. (2010). Manual de laboratorio tecnología de alimentos II. (Guatemala): s.e.
- Duran, S. R. (2012). Estevia (stevia rebaudiana), edulcorante natural y no calórico. *Revista Chilena.*, 203-206.
- Durán, S. R. (2012). Stevia (stevia rebaudiana), non-caloric natural sweetener. *Revista Chilena de Nutrición*, 203,204.
- ENIGFAM. (2009-2010). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos Familiares. Guatemala.
- Gagñay, L. (2010). Efecto de Diferentes Niveles de Stevia rebaudiana Como Edulcorante en la Elaboración de Yogurt Tipo II (Tesis de Licenciatura). 1-97. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Goncalvez, E. P. (2012). Utilización de inulina en la formulación de yogurt descremado de leche de cabra. *DIATEA (Buenos Aires)*, 30(140), 25-30.
- Greenfield, H. S. (2006). Datos de Composición de Alimentos. Roma, Italia: FAO.
- Hernández, A. A. (2003). Microbiología Industrial (1a ed ed.). Costa Rica: EUNED.
- Hiroyuki, T. T. (2006). Comparison between Holstein Cow's Milk and Japanese-Saanen Goat's Milk in Fatty Acid Composition Lipid Digestibility and Protein Profile. *Biosci. Biotechnol.*
- INCAP. (2007). Tabla de Composición de Alimentos. Guatemala.
- INCAP. (2011). Unidades de Apoyo y Análisis Sensorial. Obtenido de [www.incap.org.gt/analisis\\_sensorial.htm](http://www.incap.org.gt/analisis_sensorial.htm).
- Laboratorio de Bromatología. (2013). Informe de resultados de análisis. Guatemala.
- Lee C., W. K. (2001). Inhibitory effect of stevioside on calcium influx to produce anti-hypertension. *Planta Med*, 796-799.
- Madigan, M. M. (2006). Brock. Biología de los Microorganismos. Madrid: Pearson Educación, S. A.

- Marroquín, C. (2012). Formulación y aceptabilidad de Barras de Amaranto para población escolar. Quetzaltenango, Guatemala: Trabajo de Tesis.
- Matsui, M. K. (2006). Stevia rebaudiana-A review. *Agrobios Nweslett*, 46-8.
- Medina, J. (Septiembre de 2003). Evaluación organoléptica, tipificación Nutricional y rendimiento del queso de pita, elaborado a partir de diferentes combinaciones de leche semidescremada de vaca y entera de cabra (Tesis de Licenciatura). Guatemala, Guatemala: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Meyer, V. D. (2006).
- Mishra, A. B. (2010). Synthesis of Gold Nanoparticles by Leaves of Zero-Calorie Sweetener Herb (*Stevia rebaudiana*) and Their Nanoscopic Characterization by Spectroscopy and Microscopy. *Journal of Green Nanotechnology*, 118-124.
- Ochoa, G. (2005). Factibilidad de Producción y Comercialización de la Stevia Orgánica. Plan de Negocios. Sabaneta, Colombia: Universidad CEIPA.
- Ohiokpehai. (2003). Processed Food Products and Nutrient Composition of Goat Milk. *Pakistan Journal of Nutrition*, 68-71.
- P. Walstra, T. G. (2001). *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. España: Editorial Acribia.
- Pala, V. S. (2011). Yogurt consumption and risk of colorectal cancer in the Italian European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. *International Journal of Cancer*, 129, 2712-2719.
- Parra, R. B. (2012). Adición de Stevia y Avena en la Elaboración de Yogurt con Mezcla de Leche. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, S282-S284.
- Potti, D. (12 de mayo de 2007). *Mundohelado Consulting España*. Recuperado el 13 de julio de 2013, de <http://www.mundoheladoconsulting.com/>

- Prakash, V. C. (2010). Minor diterpenoid glycosides from the leaves of *Stevia rebaudiana*. *El Sevier*, 209.
- Raben, A. R. (2012). Artificial sweeteners: a place in the field of functional foods? Focus on obesity and related metabolic disorders. *Wolters kluwer Health*, 592-604.
- Ramirez, G. (s.f.). *Introducción a la Bromatología y Nociones de Nutrición*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Reglamento Técnico Centroamericano. (2001). *Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos*.
- Reis, R. M. (2011). Sweetness Equivalence of Different Sweeteners in Strawberry Flavored Yogurt. *Journal of Food Quality*(34), 163-170.
- Reyes, H. (1999). *Métodos afectivos-pruebas con consumidores. Curso taller de evaluación sensorial para las redes de Centroamérica, Guatemala*. Guatemala.
- Rodríguez, R. E. (2009). *Microbiología de la leche. Seminario de Procesos Fundamentales*. Universidad Tecnológica Nacional, 18-26.
- Rodríguez, V. C. (2008). *Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra*. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 28, 109-115.
- Rojas, W. C. (2007). *Características del Yogurt Batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra*. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2), 221-237.
- Salazar, J. (2011). *Manual de Laboratorio. Laboratorio de Alimentos*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Salazar, M. (2011). *Elaboración y Control de Calidad del Yogurt con Zapallo Endulzado con Estevia para Pacientes Diabéticas. (Tesis de Licenciatura)*. Ecuador. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior de Politécnica de Chimborazo.
- Salcedo, R. A. (1988). *Yogurt: Elaboración y valor nutritivo*. España: Fundación Española de la Nutrición.

- Sancho, J. B. (1999). *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. Barcelona: Edición Universidad de Barcelona.
- Sharma, N. K. (2006). *Stevia rebaudiana-A review*. 46-8.
- Silva, E. H. (2010). *Productos No Tradicionales de La Leche de Cabra: Helados y Yogurt*. Facultad de Nutrición. Universidad Veracruzana. México: Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz.
- TECA. (2013). *Tecnología y práctica para pequeños productores agrarios*. Recuperado el 13 de julio de 2013, de <http://teca.fao.org/es/read/6004>
- Toskulkao, C. C. (1997). *Acute toxicity of stevioside, a natural sweetener and its metabolite, steviol, in several animal species*. *Drug Chem Toxicol*, 31-44.
- Universidad Autónoma de México-UNAM-. (s.f.). *Manual de Fundamentos y Técnicas de Analisis de Alimentos*. México: Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza-PAPIME-.
- Universidad del Valle de Guatemala. (2008). *Buena Práctica Fondo de Semilla de Especie con Cabra*. Fundación Soros Guatemala. Guatemala: Proyecto Centro de Desarrollo Rural FSG 963.
- Watts, B. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá.
- Xili, L. C. (1992). *Chronic oral toxicity and carcinogenicity study of stevioside in rats*. *Food Chem Toxicol*, 957-965.
- Zacarías, J. (Agosto de 2011). *Producción de leche de cabra y lácteos en la Cabecera Municipal de San Miguel Uspantán, departamento de Quiché (Tesis Técnico Universitario)*. Gerencia para el desarrollo rural sostenible. Guatemala.
- Zubeir, E. B. (2012). *The processing properties, chemical characteristics and acceptability of yoghurt made from non bovine milks (U. o. Khartoum, Ed.)* Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd24/3/zube24050.htm>

Zumbado, H. (2002). Análisis Químico de Alimentos: Métodos Clásicos. Cuba: Editorial Universitaria.

## **XI. ANEXOS**

Anexo 1. Diagrama de flujo para elaboración del yogurt a base de leche de cabra del LLGEUSAC.

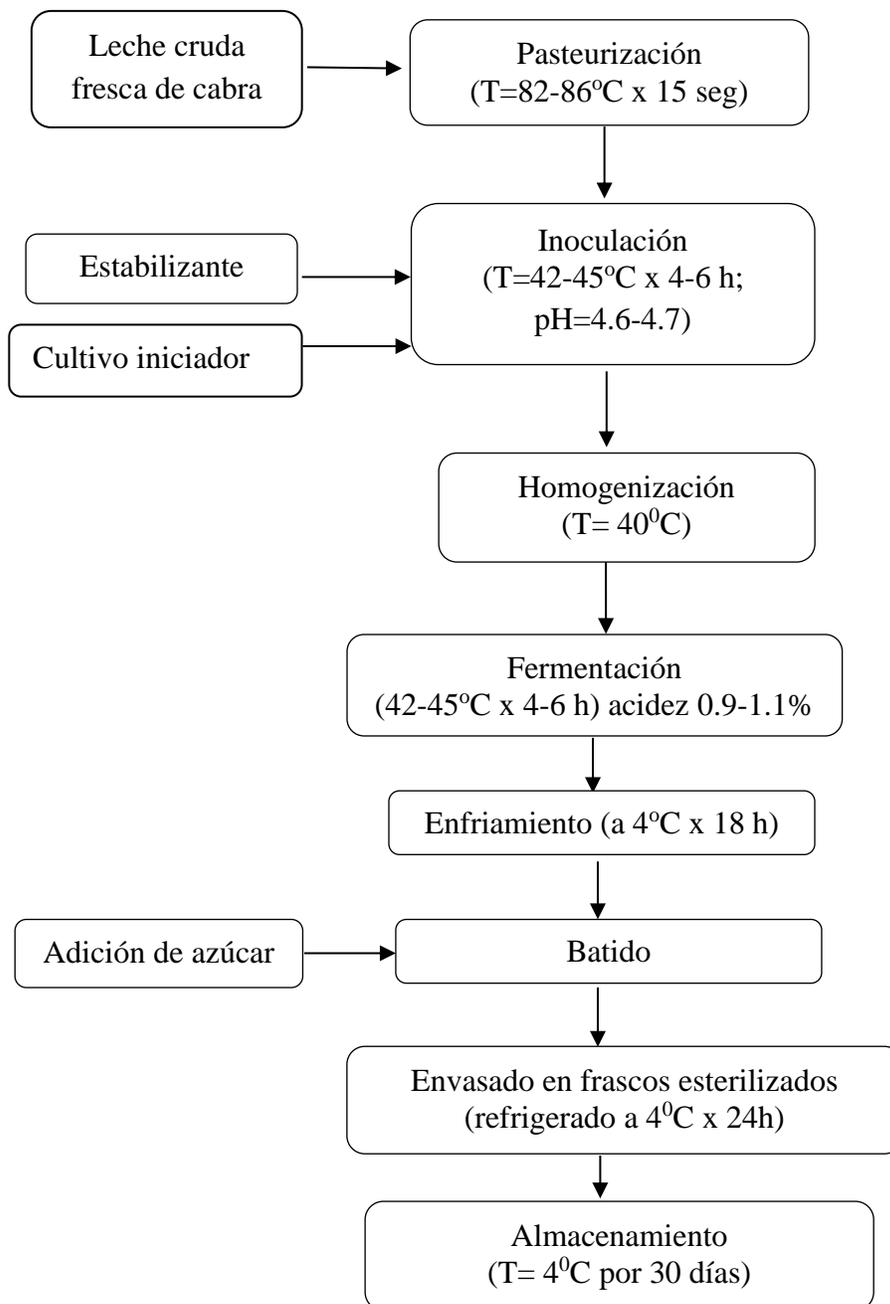
Anexo 2. Cuadro Comparativo de 6 marcas de yogurt.

Anexo 3. Diagrama de flujo para elaboración del yogurt

Anexo 4. Procedimiento para el análisis bromatológico.

Anexo 5. Costos para la formulación del yogurt.

Anexo 1. Diagrama de flujo para elaboración del yogurt del LLGEUSAC.



Fuente: Elaboración propia.

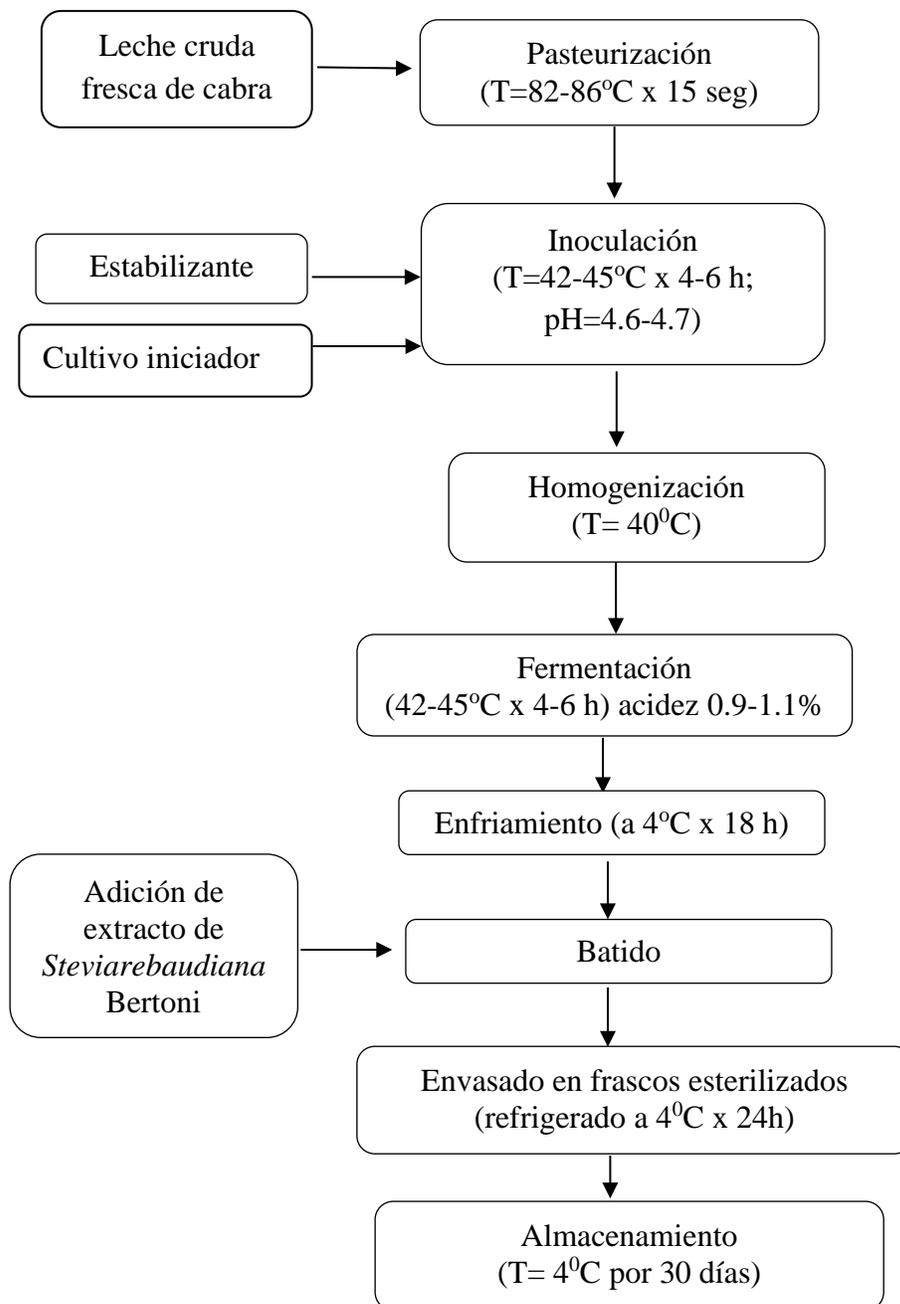
Anexo 2. Cuadro Comparativo de 6 marcas de yogurt.

Composición química de 6 marcas de yogurt natural a base de leche de vaca en 125 ml de porción comprados en un supermercado de la Ciudad de Guatemala en septiembre 2013.

Componentes	Yogurt muestra 1	Yogurt muestra 2	Yogurt muestra 3	Yogurt muestra 4	Yogurt muestra 5	Yogurt muestra 6
Kcal	114	91	70	79	114	108
Proteína g	4.16	3.30	5.00	7.00	4.13	4.60
Carbohidratos	15.26	12.70	7.00	11.00	17.18	14.9
Azúcar g	13.84	12.70	5.00	NR	15.74	14.40
Grasas g	4.16	3.0	2.5	0.75	3.25	3.4
Precio Q	3.65	4.40	3.50	3.10	5.90	4.65

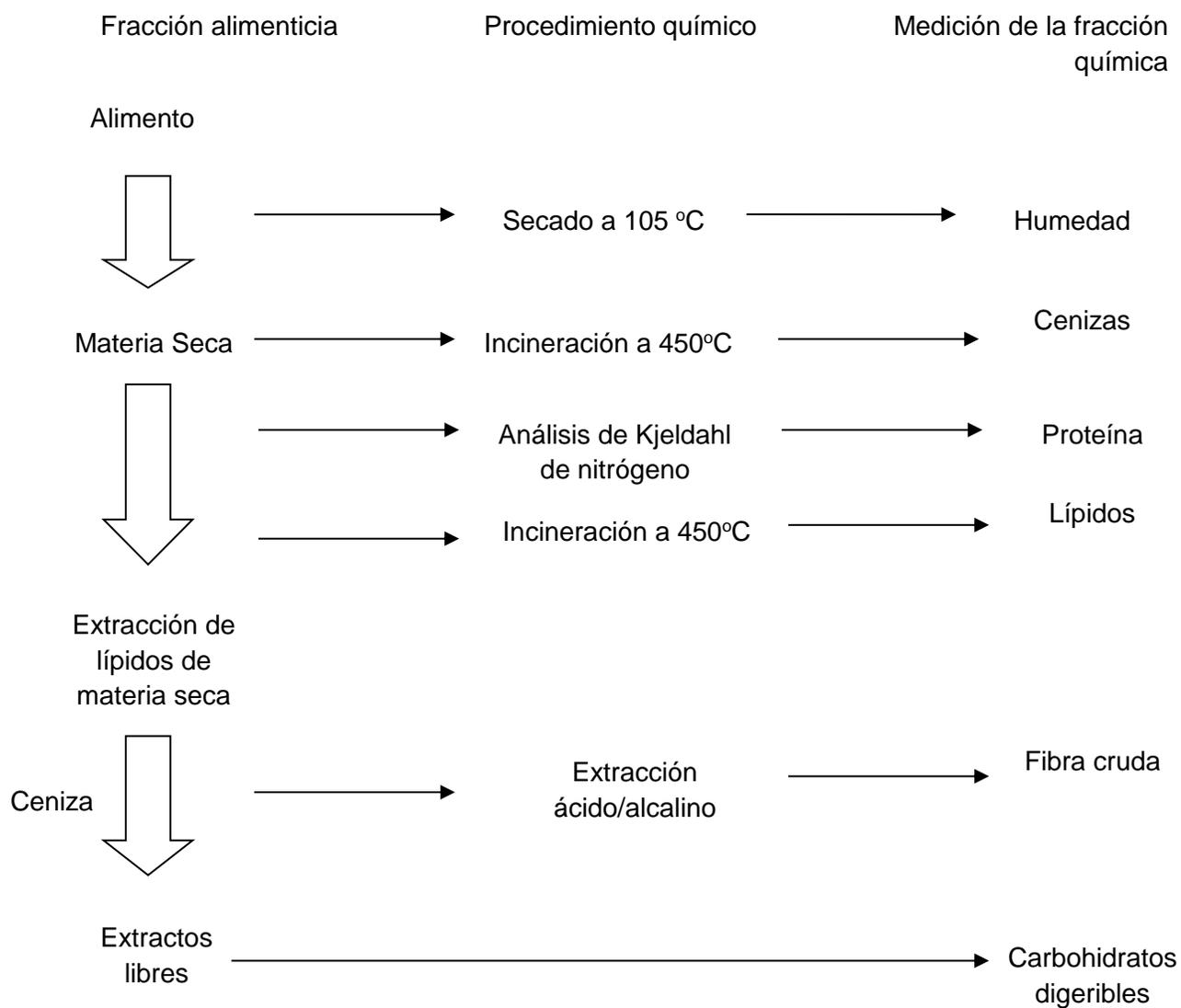
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Diagrama de flujo para elaboración del yogurt.



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 4. Procedimiento para el análisis bromatológico.



Fuente: Diagrama de flujo del procedimiento de análisis químico proximal (Marroquín, 2012, pág. 9).

## Anexo 5. Costos para la formulación del yogurt.

<b>Ingredientes (unidad)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (Q)</b>	<b>Promedio de los 6 yogurts</b>
Leche de cabra (ml)	971.6	13	n/a
Estabilizante para yogurt (g)	20.00	7.86	n/a
Cultivo láctico (g)	0.40	0.37	n/a
<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni (g)	8	8	n/a
Total (ml)	1000	29.23	27.50
Total (ml)	125	3.65	4.20

Fuente: Elaboración propia.