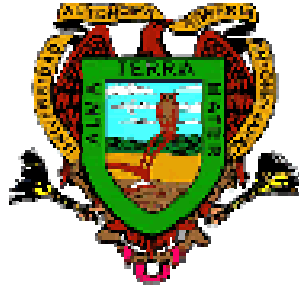


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**



**Características Bioquímicas y Biológicas  
del Yogurt Adicionado con Leche de  
Soya**

**Por:**

**José Manuel Hernández Serrano**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para  
obtener el título de:**

**Ingeniero en Ciencia y Tecnología  
de Alimentos**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Septiembre 2007**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

Características Bioquímicas y Biológicas  
del Yogurt Adicionado con leche de soya

Por:

**José Manuel Hernández Serrano**

**TESIS**

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como  
requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

APROBADA POR:

---

**M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla**  
Presidente

---

**Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**  
Sinodal

---

**M.C. Heliodoro de la Garza Toledo**  
Sinodal

---

**M.C. Xochitl Ruelas Chacón**  
Sinodal

---

**Ing. José Rodolfo Peña Oranday**  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre 2007

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

Santos Hernández Sánchez

Ofelia Serrano Bautista

### **A MIS HERMANOS**

Maximiliano, Ofelia y Luís Alberto

### **A MI ESPOSA**

Mayra Guadalupe Sánchez Mancillas

### **A MIS HIJAS**

Mildred Yereth y Dulce Aile Hernández Sánchez.

### **A MIS SUEGROS**

Pablo Sánchez Solís

Ma. Del Carmen Mancillas Morales

### **A LA RONDALLA DE SALTILLO**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme vivir dándome su bendición salud y la fuerza que necesito para lograr cada una de mis metas.

A mis padres por la confianza que siempre depositaron en mí y el gran amor que siempre me han dado.

A mis hermanos que han sabido comprenderme y me apoyaron en todo momento en esta etapa de mi vida.

A mi esposa e hija que han estado conmigo este tiempo y que son motivo de fuerza y esperanza para luchar y lograr mis metas.

Al M.C. Oscar Noe Reboloso Padilla por la confianza depositada en mí, y la asesoría en el desarrollo y realización de esta investigación, así mismo por su amistad y el apoyo que me brindo.

A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara que al haberme apoyado al contar con el laboratorio que esta a su cargo y al mismo tiempo por asesorarme.

Al M.C. Heliodoro de la Garza Toledo que gracias a sus aportaciones como maestro aprendí el porque de las cosas y por asesorarme en esta investigación.

A la M.C. Xochitl Ruelas Chacón por asesorarme con sus conocimientos tan necesarios para esta investigación.

A todos los Ingenieros, M.C., Doctores que me dieron sus conocimientos y consejos para mi desarrollo profesional como Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos, así como algunos de ellos que me brindaron su amistad y apoyo incondicional.

A mis compañeros de la carrera de alimentos (Ana Lilia, Gaby, Dalia, Ma. Guadalupe, Mauro, Manuel, Ozuna, el Abuelo, Landin, Vanessa, Daniel y algunos mas que sin mencionarlos saben que los estimo), a todos ellos por el

apoyo que recibí durante nuestra etapa de estudiantes y a Rosa Alejandra Evelin por su amistad y cariño recibido.

A mis compañeros de La Rondalla de Saltillo, forme parte de ella en el periodo 2000 – 2005, de la que fui representante durante los años 2002- 2004, y viví desde su aniversario 34 hasta el 39, en esta etapa recibí gratas experiencias al viajar por todo lo largo y ancho del país así mismo por permitir que viajara al extranjero interpretando sus canciones en cada una de sus presentaciones y al igual tener la oportunidad de grabar 10 producciones discográficas poniendo en alto el nombre de mi Alma Mater, el de Saltillo, de Coahuila y el nombre de México. En toda esta etapa tuve por compañeros a + Ignacio Arias, + Manuel Ruiz, Amador, Luís Enrique, Luís Carlos, Aurelio, Cuauhtemoc, Roberto Carlos, Damián, Pedro Chacón, Emilio, David, Jorge Armando, Everardo, Heriberto, Armando Mendoza, Luís Antonio, Simón; Jorge A. Pérez, Jorge Antonio, Jesús Galileo, Francisco, Juan Carlos, Mauricio, Armando, Jorge González, Antonio y el Ing. Elías López Canizales.

Si pudiera enumerar cada hoja que conforma un árbol lo haría, pero el tiempo y espacio son limitantes, así es que les doy las gracias a todos aquellos amigos, amigas y conocidos que me brindaron su apoyo, confianza y amistad para seguir adelante.

## ÍNDICE GENERAL

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Dedicatoria</b>   | <b>i</b>    |
| <b>Agradecimiento</b>  | <b>ii</b>   |
| ÍNDICE GENERAL   | <b>iv</b>   |
| ÍNDICE DE CUADROS  | <b>viii</b> |
| ÍNDICE DE FIGURAS  | <b>ix</b>   |
| <b>RESUMEN</b>   | <b>x</b>    |
| <b>I INTRODUCCIÓN.....</b>                                       | <b>1</b>    |
| <b>JUSTIFICACIÓN.....</b>  | <b>3</b>    |
| <b>OBJETIVO GENERAL.....</b>                                     | <b>3</b>    |
| <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>                                | <b>3</b>    |
| <b>II REVISION DE LITERATURA.....</b>                            | <b>4</b>    |
| <b>2 LA LECHE DE VACA Y SUS CARACTERÍSTICAS.....</b>             | <b>4</b>    |
| <b>2.1 Definición de leche.....</b>                              | <b>4</b>    |
| <b>2.1.1 Valores promedio de la composición de la leche.....</b> | <b>5</b>    |
| <b>2.1.2 Valor nutricional de la leche.....</b>                  | <b>5</b>    |
| <b>2.1.2.1 Agua.....</b>   | <b>5</b>    |
| <b>2.1.2.2 Proteínas.....</b>                                    | <b>6</b>    |
| Caseínas.....  | 6           |
| Seroproteínas.....   | 6           |
| <b>2.1.2.3 Grasa.....</b>  | <b>7</b>    |
| <b>2.1.2.4 Hidratos de carbono.....</b>                          | <b>8</b>    |
| Transformación de la lactosa.....                                | 9           |

|  |           |
|--|-----------|
| Oligosacáridos de la leche.....  | 9         |
| Degradación de la lactosa por el calor.....  | 10        |
| <b>2.1.2.5 Vitaminas y minerales.....</b>  | <b>10</b> |
| Sustancias minerales.....  | 10        |
| Vitaminas.....   | 11        |
| Enzimas.....   | 11        |
| <b>2.1.3 Características de la leche.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>2.1.3.1 Composición de la leche de diferentes razas.....</b>                                | <b>12</b> |
| <b>2.1.3.2 Composición de la leche de vaca comercial.....</b>                                  | <b>12</b> |
| <b>2.1.3.3 Estandarización o normalización del contenido de grasa<br/>    de la leche.....</b> | <b>13</b> |
| <b>2.1.3.4 Estandarización del extracto seco magro<br/>    de la leche.....</b>                | <b>13</b> |
| <b>2.2 LECHE DE SOYA.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2.2.1 Definición de la leche de soya.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>2.2.1.1 Pasos para la elaboración de la leche de soya.....</b>                              | <b>14</b> |
| <b>2.2.2 Propiedades de la leche de soya.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.2.2.1 La soya contiene un importante anticancerígeno....</b>                              | <b>16</b> |
| <b>2.2.3 Información nutricional de la leche de soya .....</b>                                 | <b>17</b> |
| <b>2.3 YOGURT.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>2.3.1 Definición.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>2.3.1.1 Proceso tradicional de producción de yogurt.....</b>                                | <b>20</b> |
| <b>2.3.1.2 Proceso mejorado de producción de yogurt.....</b>                                   | <b>21</b> |
| <b>2.3.1.3 Parámetros para la producción de yogurt.....</b>                                    | <b>21</b> |
| <b>2.4 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS.....</b>   | <b>23</b> |
| <b>2.4.1 Características generales.....</b>  | <b>24</b> |
| Citomorfológicas.....  | 24        |
| Fisiológicas.....  | 24        |
| Bioquímicas.....   | 24        |
| <b>2.4.2 Genero <i>Streptococcus</i>.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>2.4.3 Genero <i>Lactobacillus</i>.....</b>  | <b>25</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>2.5 PROBIÓTICOS.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>2.5.1 Antecedentes.....</b>   | <b>25</b> |
| <b>2.5.2 Definición.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>2.5.4 Bacterias consideradas como probióticos.....</b>  | <b>26</b> |
| Bifidobacterias.....   | 26        |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....   | 26        |
| <i>Lactococcus lactis Subs lactis</i> .....  | 27        |
| <br>   |           |
| <b>2.6 FERMENTACIÓN.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>2.6.1 Definición.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>2.6.2 Concepto e identificación del ácido láctico.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>2.6.2.1 Propiedades.....</b>  | <b>29</b> |
| Físicas.....   | 30        |
| <br>   |           |
| <b>III MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>3.1 Lugar.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>3.1.1 Cultivo iniciador.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>3.1.2 Materiales biológicos.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>3.1.3 Reactivos.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>3.1.4 Materiales de laboratorio.....</b>  | <b>33</b> |
| <b>3.2 Procedimiento para hacer leche de soya.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>3.3 Preparación de leches mixtas de vaca y soya.....</b>  | <b>33</b> |
| <b>3.4 Determinación del análisis físico - químico de la leche de vaca, de<br/>        soya y en las diferentes mezclas.....</b> | <b>34</b> |
| <b>3.4.1 Densidad.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>3.4.2 Acidez.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>3.4.3 Proteína.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>3.4.4 Grasa.....</b>  | <b>36</b> |
| <br>   |           |
| <b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>  | <b>37</b> |
| <b>4 CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCION DEL YOGURT.....</b>   | <b>37</b> |
| <b>4.1 Cinéticas de la fermentación del yogurt para obtener<br/>            la mezcla mas adecuada de la fermentación.....</b>   | <b>37</b> |
| <b>4.2 Resultado del análisis físico químico de las leches.....</b>  | <b>40</b> |
| <b>4.3 Análisis físico químico de las muestras de yogurt.....</b>  | <b>42</b> |



|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>V CONCLUSIONES.....</b>  | <b>46</b> |
| <b>VI BIBLIOGRAFIA.....</b> | <b>47</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

| No. | Título   | Pag. |
|-----|--|------|
| 1   | Valores promedio de la composición de la leche de vaca.....  | 5    |
| 2   | Composición de la leche de diferentes razas.....   | 12   |
| 3   | Propiedades de la leche de soya.....   | 18   |
| 4   | Porcentaje de las mezclas de la leche.....   | 34   |
| 5   | Cinética promedio en la fermentación de acidez de las diferentes<br>mezclas de leche.....                    | 38   |
| 6   | Análisis físico químico de las diferentes mezclas de la leche.....   | 41   |
| 7   | Análisis físico químico de las muestras de yogurt.....   | 42   |
| 8   | Cinética de acidez y pH de las fermentaciones de leche de vaca y las<br>mezclas de leche de vaca y soya..... | 43   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| No. | Título   | Pag. |
|-----|--|------|
| 1   | Formula estructural del ácido láctico.....   | 29   |
| 2   | Proceso de formación del ácido láctico.....  | 31   |
| 3   | Cinética promedio de acidez en la fermentación de la mezcla 15 %<br>leche de soya.....               | 39   |
| 4   | Cinética promedio de acidez en la fermentación de la mezcla 30 %<br>leche de soya.....               | 39   |
| 5   | Cinética promedio de acidez en la fermentación de la mezcla 45 %<br>leche de soya.....               | 40   |
| 6   | Cinética promedio de acidez en la fermentación de la mezcla 60 %<br>leche de soya.....               | 40   |
| 7   | Cinética de acidez en la fermentación de leche de vaca 100 %.....                                    | 41   |
| 8   | Evolución de la acidez y el pH en la fermentación de leche de vaca.....                              | 44   |
| 9   | Evolución de la acidez y el pH en la fermentación de leche de vaca<br>con leche de soya al 30 %..... | 45   |
| 10  | Evolución de la acidez y el pH en la fermentación de leche de vaca<br>con leche de soya al 45 %..... | 45   |

## RESUMEN

Para evaluar la calidad del yogurt a base de leche de vaca y leche de soya, se realizaron diferentes mezclas de leche de soya en leche de vaca y se pusieron a fermentar para encontrar la mejor concentración de la leche de soya, inicialmente se hizo la leche de soya y se puso a fermentar sola para observar que tan viable podría ser el yogurt de este tipo de leche.

Posteriormente se realizaron varias fermentaciones en concentraciones de 15, 30, 45 y 60 % de leche de soya por cada litro de leche de vaca. Y se observaron algunas características como rapidez de fermentación con temperaturas controladas y la acidez que adquiría cada 15 minutos. De esta manera y observando que tan aceptable era la viscosidad, olor y color del yogurt se decidió trabajar sobre las muestras de 30 y 45 % de leche de soya respecto a la leche de vaca.

Se realizó el análisis físico - químico de la leche de vaca, leche de soya y las concentraciones de 30 y 45 % de leche de soya por litro de leche de vaca; se obtuvieron valores relativamente normales a los que existen en la literatura, igualmente se realizó el análisis físico - químico del yogurt de las diferentes concentraciones.

Al final se observó que la concentración de 30 %, era la opción más aceptable en la que no se afectaba de manera considerable el olor, color a simple vista y las características físico - químicas realizados a esta muestra.

Como se sabe el yogurt es una bebida probiótica la cual tiene un gran beneficio para la salud humana ya que favorece el incremento de bacterias benéficas para el tracto digestivo (González, 2004).

# I INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina de la leche constituye hoy en día, uno de los más importantes renglones agropecuarios a nivel mundial. Dado el proceso de internacionalización y globalización de la economía mundial y la creciente integración de México con dicho ámbito, valdría recordar algunos indicadores y tendencias básicas del sistema lácteo global, y así ubicar con precisión el peso, comportamiento y nexos que tiene el renglón doméstico con el mercado internacional.

La soya se originó en Asia hace aproximadamente 5,000 años y ha jugado desde entonces un papel crucial en la alimentación de los pueblos orientales como el Chino y el Japonés.

El nombre botánico de la soya es *Glycine Max*, y es un cultivo anual cuya planta alcanza generalmente una altura de 80 cm la semilla de soya se produce en vainas de 4 a 6 cm de longitud, y cada vaina contiene de 2 a 3 granos de soya.

La soya se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales. El frijol soya se adapta a una gran variedad de latitudes que van desde 0 a 38 grados, y los mayores rendimientos en la cosecha se obtienen a menos de 1000 metros de altura. La semilla varía en forma desde esférica hasta ligeramente ovalada y entre los colores más comunes se encuentran el amarillo, negro y varias tonalidades de café.

Por más de 4,000 años los chinos han aprovechado los beneficios de la soya. Sin embargo les han tomado mucho más tiempo, a las personas de otras partes del mundo, para reconocer el potencial real de la soya. La soya no solamente es fuente de proteínas de buena calidad, también proporciona aceite de soya, grasa insaturadas, fibra dietética y lecitina. Hoy, el mundo empieza a darse cuenta

cuán nutritiva y económica fuente de proteínas es realmente la soya. Y en los años por venir, la proteína de soya puede convertirse en un alimento importante para la salud y buena nutrición de la población mundial (Anónimo # 4, 2005).

El yogurt es probablemente originario del Oriente Medio y la evolución de este producto fermentado a lo largo de los años se puede atribuir a las habilidades culinarias de los pueblos nómadas de esta parte del mundo.

La acción de las bacterias lácticas sobre la leche da lugar a un producto fermentado de aroma y sabor agradable que se puede comer o beber, siendo denominado leche fermentada acidificada.

En principio, solo producía yogurt natural y el mercado del mismo se limitaba en gran medida a consumidores que consideraban el yogurt como un alimento sano, pero poco a poco la concepción del yogurt cambio y la introducción de los yogures de frutas en los años 50 supuso una nueva imagen del producto, y se convirtió en un alimento o un postre popular y económico.

El fundamento de elaboración de yogurt ha cambiado poco a lo largo de los años y, aunque se ha introducido algunas mejoras, especialmente en relación con las bacterias ácido lácticas responsables de la fermentación, los pasos básicos del proceso continúan siendo los mismos, incluyendo:

- Aumento del contenido en extracto seco total de la leche hasta valores de 14 – 16 %.
- Calentamiento de la leche, preferiblemente por un método que permita el mantenimiento de la misma a temperaturas elevadas durante 10 – 30 minutos, dependiendo el tiempo exacto de la temperatura elegida.
- Siembra de la leche con un cultivo bacteriano en el que *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* sean los microorganismos predominantes.
- Incubación de la leche sembrada, a granel o en envases de comercialización, en condiciones adecuadas para la formación de un coagulo suave y viscoso con el sabor deseado.
- Refrigeración y, en su caso, tratamientos adicionales, como por ejemplo la adición de frutas u otros ingredientes, pasteurización o concentración.

- Envasado para la distribución en refrigeración.

Los microorganismos y sus enzimas, es decir, los cultivos iniciadores, juegan un papel esencial en la producción del yogurt por su contribución al desarrollo de la acidez y el sabor del producto (Varnam y Sutherland, 1994).

## JUSTIFICACIÓN

Por todo lo establecido anteriormente, el presente trabajo trata de demostrar que la adición de leche de soya a leche de vaca para la elaboración de yogurt, sería una buena opción a todas aquellas personas que no toleran la cantidad de lactosa en la leche de vaca además se ha demostrado que la soya tiene un alto contenido de proteína. De igual manera este tipo de yogurt ayudaría a todas aquellas personas que cuidan su peso o que están a dieta puesto que el contenido de grasa es menor al yogurt de leche de vaca normal así que se podría utilizar como un producto light.

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características del yogurt mixto leche de vaca con leche de soya, y encontrar la mejor concentración para una nueva alternativa de salud hacia el hombre.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar el comportamiento de fermentación de la leche de soya.
- Realizar fermentaciones mixtas, leche de vaca con diferentes concentraciones de leche de soya.
- Ver el comportamiento de cinéticas de acidez y pH.
- Corroborar los datos del análisis físico – químico citados en literaturas existentes y comparar las diferencias que se pudiesen dar con las concentraciones de 30 y 45 % de leche de soya por cada litro de leche de vaca.

## **II REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2 LA LECHE DE VACA Y SUS CARACTERÍSTICAS**

#### **2.1 DEFINICIÓN**

La leche de vaca para consumo humano, es el producto proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas. Se excluye el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después de este o cuando tenga calostro (NOM-091-SSA1-1994).

La secreción láctea de las glándulas mamarias de los mamíferos es un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano al neutro y de sabor dulce. Su propósito natural es la alimentación de la cría durante sus primeros meses de vida.

Desde un punto de vista legal la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera: "Leche es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas". Estas características pueden ser la densidad, índice crioscópico, índice de refracción, acidez titulable, materia grasa, sólidos no grasos, número de leucocitos, microorganismos patógenos, presencia de sustancias inhibidoras, etc.

La leche es el primer alimento que ingieren los mamíferos recién nacidos, incluidos los bebés. La leche es un fluido biológico complejo, cuya composición y propiedades físicas varían de una especie a otra en función de las necesidades dietéticas de las crías.



El constituyente mayoritario es el agua y contiene cantidades variables según las especies de lípidos, proteínas y carbohidratos que se sintetizan en la glándula mamaria (Varnam y Sutherland, 1994).

### 2.1.1 VALORES PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Según Frankel, los valores promedios de la composición de la leche de vaca son como se muestran en el cuadro 1.

**CUADRO 1. Valores promedio de la composición de la leche de vaca**

| COMPONENTE | VALOR MEDIO |
|------------|-------------|
| Agua       | 87,0 %      |
| Proteína   | 03,5 %      |
| Grasa      | 04,0 %      |
| Lactosa    | 04,9 %      |
| Cenizas    | 00,7 %      |

(Frankel 1979)

### 2.1.2 VALOR NUTRICIONAL DE LA LECHE

#### 2.1.2.1 AGUA

El agua es el componente más abundante y es en ella donde encontramos los otros componentes en estados diferentes. Es así que el cloro, sodio y potasio están en dispersión iónica, la lactosa y parte de la albúmina en dispersión molecular, la caseína y fosfatos en dispersión coloidal y la materia grasa en emulsión.

El valor nutricional de la leche como un todo es mayor que el valor individual de los nutrientes que la componen debido a su balance nutricional único. La leche tiene un contenido aproximado de agua del 90 % (Badui, 1999).

La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria (Varnam y Sutherland, 1994).

### 2.1.2.2 PROTEÍNAS

La concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0 % (30 a 40 gr/l). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa de la leche.

Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80 %) y proteínas séricas (20 %) debido al proceso de fabricación de queso, que consiste en la separación del cuajo de las proteínas séricas luego de que la leche se ha coagulado bajo la acción de la renina.

#### Caseínas

El comportamiento de los diferentes tipos de caseína (alfa, beta y kappa) en la leche al ser tratada con calor, diferente pH (acidez) y diferentes concentraciones de sal, proveen las características de los quesos, los productos de leche fermentada, leche condensada, en polvo, etc.

#### Seroproteínas

Son compactas, globulares, con un peso molecular entre 14,000 – 100,000 de daltones y son solubles en un intervalo de pH muy amplio (incluso a pH muy bajo, siempre y cuando no se hayan desnaturalizado por el calor). Constan por lo menos de 8 fracciones diferentes, entre las cuales destacan:

- ✓  **$\beta$  – lactoglobulina**, que suma aproximadamente el 45 % del total de las proteínas del suero, esta no se encuentra en la leche materna, es considerada como la responsable de las reacciones alérgicas que se observan en infantes alimentados con leche de vaca; por lo que en formulas lácteas se elimina.
  
- ✓  **$\alpha$  – lactoalbumina**, segunda proteína de importancia en el suero, principal portador de grupos sulfhídricos, tiene actividad biológica ya que es parte constitutiva del sistema enzimático requerido para la síntesis de la lactosa, por lo que también se conoce como proteína b de dicho sistema, es de bajo peso molecular y tiene un alto contenido de triptófano.

- ✓ **Inmunoglobulinas**, que contribuyen a las propiedades antibacterianas naturales de la leche que no se han sometido a tratamientos térmicos suman aproximadamente el 10 % del total de proteínas del suero, en promedio de 0.6 g/l en la leche de vaca, 2 % de las proteínas totales, son las primeras en desnaturalizarse durante el calentamiento de la leche; provienen de la sangre animal, constan de moléculas de glucoproteínas con un alto contenido de grupos azufrados y con actividad biológica de anticuerpo con los diferentes tipos designados como IgM, IgA, IgG1 e IgG2.
  
- ✓ **Albúminas bovinas**, equivalente a las presentes en el suero sanguíneo, contienen un alto número de cistinas (17/mol) y un grupo sulfhidrilo, que es fácilmente desnaturalizable aun en temperaturas bajas.
  
- ✓ **Proteosas - pentonas**, diferenciadas de los demás grupos de proteínas por no precipitar por calentamiento a 95 – 100°C, contienen glúcidos en proporciones notables, hasta el 6%, y fósforo; pertenecen a la proteína soluble de la membrana de los glóbulos grasos (Badui, 1999).

La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en la forma de proteína. Los bloques que construyen a todas las proteínas son los aminoácidos. Existen 20 aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas. El orden de los aminoácidos en una proteína, se determina por el código genético, y le otorga a la proteína una conformación única. Posteriormente, la conformación espacial de la proteína le otorga su función específica. Son capaces de cubrir las necesidades de aminoácidos del hombre y presentan alta digestibilidad y valor biológico. Además del papel nutricional, se ha descrito su papel potencial como factor y modulador del crecimiento (Anónimo # 8, 2005).

### **2.1.2.3 GRASAS**

Figuran entre los constituyentes más importantes de la leche por sus aspectos económicos y nutritivos y por las características físicas y organolépticas que se deben a ellos. La materia grasa está compuesta de una mezcla de triglicéridos que contienen más de 17 ácidos grasos y sustancias asociadas tales como las vitaminas A, D, E y K, y fosfolípidos como la cefalina y lecitina.

Normalmente, la grasa (o lípidos) constituye desde el 3.5 hasta el 6.0 % de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación.

Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión.

La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos. La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de 8 átomos de carbono) producidos de unidades de ácido acético derivadas de la fermentación ruminal.

Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los polinsaturados linoléico y linolénico (Wattiaux, 2004).

#### **2.1.2.4 HIDRATOS DE CARBONO**

El principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa. A pesar de que es un azúcar, la lactosa no se percibe por el sabor dulce es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa.

La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y promedia alrededor del 5 % (4.8 % - 5.2 %). A diferencia de la concentración de grasa en la leche, la concentración de lactosa es similar en todas las razas lecheras y no puede alterarse fácilmente con prácticas de alimentación (Wattiaux, 2004).

La lactosa es una hexobiosa (galactosido – 1 – 4 – glucosa1)  $C_{12}H_{22}O_{11}$  PM = 342 formada por la unión de una molécula de glucosa alfa o beta. El grupo aldehídico de la primera está unido al enlace y el segundo está libre. Esta se sintetiza únicamente de glucosa, las células secretoras la absorben y convierten parte de esta en galactosa con ello proveen de las unidades necesarias para la producción de la lactosa. En los rumiantes la mayoría de los carbohidratos de la

dieta se rompen y se forman ácidos grasos volátiles como acético, propiónico y butírico. El ácido propiónico es convertido en glucosa que se usa posteriormente en la síntesis de la lactosa (Pérez, 1984).

### **Transformación de la lactosa**

La lactosa puede experimentar fermentaciones muy variadas como la homoláctica (industria láctea) utilizándose bacterias ácido lácticas productoras que producen dos moléculas de lactato por cada molécula de glucosa (hasta el 90 % del sustrato disponible). En la heteroláctica (productos vegetales) se produce menos cantidad de lactato en un 50 %, se produce 30 % de etanol y 17 % de CO<sub>2</sub>.

### **Oligosacáridos de la leche**

Son de gran importancia por su actividad biológica: los sacáridos no nitrogenados: contienen glucosa, galactosa y una metilpentosa: la mucosa. Ginogalactosa y la lactosa con mezclas de estos sacáridos.

Los sacáridos que contienen azúcar nitrogenado: N – acetil – glucosalina, poseen actividad biológica como factor de crecimiento del *Lactobacillus difidus*. La leche de vaca posee escasa cantidad de estas sustancias; si el valor de la leche humana se expresa con 100 %, se tendría para el calostro de vaca 40 % y para la leche de vaca de un 2 a un 4 %. Esta es una de las razones de la superioridad de leche materna (Alais, 1986).

En una proporción significativa de la población humana, la deficiencia de la enzima lactasa en el tracto digestivo resulta en la incapacidad para digerir la lactosa. La mayoría de los individuos con baja actividad de lactasa desarrollan síntomas de intolerancia a grandes dosis de lactosa, pero la mayoría puede consumir cantidades moderadas de leche sin padecer malestares. No todos los productos lácteos poseen proporciones similares de lactosa. La fermentación de lactosa durante el procesado baja su concentración en muchos productos, especialmente en los yogures y quesos.

### **Estructura**

Químicamente la lactosa es un disacárido formado por un resto de D-glucosa y otro de D-galactosa unidos por un enlace glucosídico.

### **Degradación de la lactosa por el calor**

Durante el tratamiento térmico de la leche se produce la descomposición de la lactosa. Un compuesto que aparece en la leche tratada por el calor es la lactulosa, que puede utilizarse como índice de calentamiento de la leche. Así el contenido en lactulosa puede diferenciar entre leches pasteurizada y esterilizada.

La lactulosa es algo más que dulce y más soluble que la lactosa; se considera que estimula el crecimiento de *Lactobacillus bifidus*, y por lo tanto, es beneficiosa para dietas infantiles (Anónimo # 1, 2005).

### **2.1.2.5 VITAMINAS Y MINERALES**

La leche es una fuente excelente para la mayoría de los minerales requeridos para el crecimiento del lactante.

La digestibilidad del calcio y fósforo es generalmente alta, en parte debido a que se encuentran en asociación con la caseína de la leche. Como resultado, la leche es la mejor fuente de calcio para el crecimiento del esqueleto del lactante y el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto.

Otro mineral de interés en la leche es el hierro. Las bajas concentraciones de hierro en la leche no alcanzan a satisfacer las necesidades del lactante y el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto (Wattiaux, 2004).

### **Sustancias minerales**

La leche de vaca contiene alrededor de 1 % de sales. Destacan calcio y fósforo. El calcio es un macronutriente de interés, ya que está implicado en muchas funciones vitales por su alta biodisponibilidad así como por la ausencia en la leche de factores inhibidores de su absorción.

Los minerales de la leche se determinan en sus cenizas. Los más importantes

son el calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro. En pequeñas cantidades se encuentran presentes hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc.

**Vitaminas.** En la leche están presentes todas las vitaminas. La ingesta recomendada de vitaminas del grupo B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>12</sub>) y un porcentaje importante de las A, C y ácido pantoténico se cubre con el consumo de un litro de leche. Además de las liposolubles A, D, E y K.

Las vitaminas liposolubles se presentan asociadas al componente graso de la leche se pierden con la eliminación de la grasa.

Las vitaminas hidrosolubles pueden aislarse a partir del lactosuero; por ello, su contenido se reduce drásticamente en el proceso de elaboración de los quesos.

### **Enzimas**

En la leche de vaca se han detectado unas 60 enzimas diferentes cuyo origen es difícil de determinar.

La importancia del estudio de las enzimas de la leche se debe a varias razones: La sensibilidad al calor de algunas de ellas se utiliza para controlar tratamientos térmicos. Su origen sirve como índice de contaminación microbiana. Su actividad bactericida puede inhibir el crecimiento microbiano. Su función biológica.

Las enzimas más conocidas de la leche son la fosfatasa, lipasa, catalasa, galactasa y reductasa (Anónimo # 1, 2005).

### **2.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE**

Las características más importantes de la leche son su variabilidad, alterabilidad y complejidad. En cuanto a la variabilidad, desde un punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar.

Los factores que influyen en la variabilidad son de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, la época del año y la temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades, especialmente la mastitis, y los hábitos de ordeño.

En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética. Respecto a la alterabilidad, por su composición, la leche es un adecuado medio para el desarrollo de microorganismos que provocan cambios en sus componentes.

### 2.1.3.1 COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE DIFERENTES RAZAS

**Cuadro 2. Composición de la leche de diferentes razas**

| RAZA        | GRASA % | PROTEINA % | LACTOSA % | CENIZA % | SNG* % | ST** % |
|-------------|---------|------------|-----------|----------|--------|--------|
| Ayrshire    | 4,00    | 3,53       | 4,67      | 0,68     | 8,90   | 12,90  |
| Brownswiss  | 4,01    | 3,61       | 5,04      | 0,73     | 9,40   | 12,41  |
| Guernsey    | 4,95    | 3,91       | 4,93      | 0,74     | 9,66   | 14,61  |
| Holstein F. | 3,40    | 3,32       | 4,87      | 0,68     | 8,86   | 12,26  |
| Jersey      | 5,37    | 3,92       | 4,93      | 0,71     | 9,54   | 14,91  |

(Varnam, Sutherland, 1994).

En general, puede decirse que los riesgos a que está sometida la leche entre su síntesis en la glándula mamaria y su llegada al consumidor incluyen:

- Contaminación y multiplicación de microorganismos
- Contaminación específica por gérmenes patógenos
- Alteración fisicoquímica de sus componentes
- Absorción de olores extraños
- Generación de malos sabores
- Contaminación con sustancias químicas (pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes) y partículas de suciedad.

Las principales fuentes de contaminación de leche y productos lácteos se dan en el predio:

- Animal (glándula mamaria, piel, heces)
- Establo (moscas, aire, agua, forraje, paja, suelo, etc.)
- Utensilios (equipo de ordeño, baldes, tarros, filtros, enfriadora, etc.).

Así como durante la recolección y el transporte, y durante la recepción y el procesamiento industrial.

Finalmente, en relación a la complejidad, ésta se debe a las moléculas complejas que se encuentran en equilibrio químico, como por ejemplo el



fosfocaseínato de calcio o el sistema del glóbulo graso (Varnam, Sutherland, 1994).

### **2.1.3.2 Composición de la leche de vaca comercial**

Los principales constituyentes de la leche son: agua, grasa, proteína, lactosa y minerales (cenizas). Para evitar los efectos de estas variaciones intrínsecas de la composición de la leche es preciso recurrir a la estandarización normalización y/o enriquecimiento de la misma con objeto de cumplir las especificaciones exigidas por las normas legales de composición de yogurt, es decir, el contenido mínimo en grasa y/o extracto seco magro.

### **2.1.3.3 Estandarización o normalización del contenido de grasa de la leche**

El contenido en grasa de los distintos tipos de yogurt elaborados en distintas partes del mundo varía de un 0.1 a un 10 %, siendo necesario estandarizar la composición de la leche para cumplir las especificaciones fijadas por las normas legales o recomendadas de composición del yogurt.

Los métodos empleados para la estandarización de la leche incluyen:

1. Eliminación de parte de la grasa de la leche.
2. Mezcla de leche entera y leche descremada.
3. Adición de nata a leche entera o descremada.
4. Utilización de una combinación de métodos 1 y 3 es decir, utilización de centrifugas para la estandarización.

La cantidad de cada uno de los componentes necesarios para la estandarización de la leche mediante alguno de los métodos anteriores puede ser fácilmente calculada por el método de Pearson.

### **2.1.3.4 Estandarización del extracto seco magro de la leche**

El porcentaje del extracto seco magro de la leche destinada a la elaboración de yogurt (que incluye principalmente lactosa, proteínas y sales minerales) viene regulado bien directamente, por las normas legales de cada país el cual es el mínimo fijado entre 8.2 y 8.6 %. El establecimiento de estos valores mínimos tiene por objeto la protección de los consumidores, garantizando el

mantenimiento de un valor de extracto seco magro semejante a la de la leche (Varnam, Sutherland, 1994).

## **2.2 LECHE DE SOYA**

### **2.2.1 DEFINICION**

¿Qué es? Es una "leche" vegetal obtenida a partir de soya y agua.

Se puede usar, al igual que la leche de vaca, para confeccionar cremas, salsas, batidos, helados, bechamel, natillas y en cualquier receta que podamos hacer con leche de vaca.

La leche de soya se obtiene dejando en remojo los granos de soya, cociéndolos y colándolos. Así se obtiene un líquido cremoso. La leche de soya, es fácil de hacer y nutritiva. La técnica más sencilla es la siguiente:

#### **2.2.1.1 PASOS PARA LA ELABORACION DE LA LECHE DE SOYA**

- ❖ Se dejan los granos de soya en remojo durante 12 horas con agua suficiente para cubrirla y dos centímetros más. Luego se procesan en crudo.
- ❖ Procese cuando esté blanda, con el agua de remojo se tritura hasta que quede como una pasta. Si se dificulta su trituración, se puede añadir más agua.
- ❖ La mezcla se vierte en la olla y se lleva a fuego medio / alto hasta que hierva, entonces se baja el fuego a lento y se cocina, agitando de vez en cuando, por el espacio de 1 h aproximadamente, en total.
- ❖ Si lo desea, durante la cocción de la leche le puede agregar ralladura de limón para disminuir el sabor a porotos.

- ❖ Se retira del fuego, y se deja entibiar a temperatura ambiente, se cuela, agitando constantemente la mezcla, para que filtre bien.

Debe recordar que es una leche natural, sin conservantes, saborizantes, aditivos y/u otras sustancias "permitidas" por lo tanto se conserva poco tiempo aún refrigerada.

Hay que tener en cuenta que la soya no se debe tomar nunca cruda, pues contiene un "principio antitripsico" que impide que la tripsina, enzima proteolítica, pueda actuar a nivel de duodeno.

La soya debe sufrir la acción del calor para inactivar este efecto. Con la germinación este poder antitripsico disminuye.

Elaboración del yogurt de soya

Ingredientes

1 Litro de leche de soya

1 Cucharada de jugo de limón

Procedimiento

1. Calentar la leche a 75°C más o menos
2. Retirar del fuego, añadir el limón
3. Guardar en recipiente de vidrio

En los días calurosos estará listo dentro de 3 a 4 horas

Nota: Después guardarlo en el refrigerador.

## **2.2.2 PROPIEDADES DE LA LECHE DE SOYA**

¿Cuáles son sus propiedades? Es una fuente muy buena de aminoácidos esenciales, muy necesarios para el crecimiento y desarrollo.

Y es un complemento dietético adecuado tanto para niños como para ancianos, grupos de población que consumen con cierta frecuencia alimentos de alto valor calórico pero que aportan pequeñas proporciones de aminoácidos. Las personas que presentan intolerancia a la lactosa se han beneficiado de esta alternativa a la leche de vaca. Es una estupenda alternativa para reemplazar a los lácteos, siendo muy digestivos, fuente de vitaminas y minerales y ricos en proteínas de

óptima calidad. La leche de soya no contiene ni lactosa ni colesterol. Todos los alimentos de origen animal contienen colesterol.

Las semillas contienen una proporción muy alta de proteínas, que representan el 35 % de su contenido calórico total. La calidad de sus proteínas es alta, aunque presentan un menor contenido de metioninas.

La soya constituye un alimento muy interesante para la circulación. Se ha comprobado como la sustitución de la proteína animal por este alimento puede reducir hasta en un 20 % la tasa de colesterol en la sangre (colesterol total, colesterol-LDL y colesterol-VLDL). La isoflavona genisteína ayuda no solamente a disminuir el colesterol " malo " (LDL) y los triglicéridos sino que mejora la circulación en general al aumentar la flexibilidad de las arterias y hacer que la sangre fluya con mayor facilidad, disminuye la agregación plaquetaria. Respecto a la osteoporosis los efectos también son muy favorables. . Previene, por lo tanto, que el colesterol se deposite en las arterias y conduzca a la arteriosclerosis o que haya una mayor predisposición a sufrir alguna enfermedad cardíaca.

Las proteínas de la soya también reducen la velocidad de la oxidación con oxígeno del colesterol, factor muy importante en la génesis de las aterosclerosis.

Los ácidos grasos que contiene son polinsaturados: linoléico, linolénico y araquidónico, ácidos grasos esenciales del tipo omega-3 que abundan en el pescado. Su déficit produce retraso en el crecimiento, enfermedades de la piel y alteraciones nerviosas. No contiene colesterol.

La soya contiene isoflavonas, que son estrógenos vegetales, que poseen una acción estrogénica muy pequeña comparada con la de los verdaderos estrógenos corporales.

Su contenido en potasio contrarresta el sodio, por lo que ayuda a eliminar líquidos del organismo lo que la hace interesante, junto con su contenido en magnesio, en el tratamiento de la hipertensión arterial. El potasio es un mineral que resulta también muy importante para mantener el corazón, los nervios y los riñones en buena forma

(Anónimo # 6, 2005).

### **2.2.2.1 LA SOYA CONTIENE UN IMPORTANTE ANTICANCERIGENO**

Se ha comprobado como las isoflavonas de la soya detienen el crecimiento de las células cancerosas, especialmente en el cáncer de mama, de próstata, de útero y de colón. Parece ser que las isoflavonas genisteína y daidzeína neutralizan la propiedad cancerosa de los estrógenos.

Esta última propiedad no solamente es beneficiosa para detener el crecimiento de las células cancerosas, sino que genisteína y daidzeína y otros fitoestrógenos de la soya pueden reducir el exceso de estrógenos que se producen en el organismo de las mujeres antes de la menstruación y que son los responsables del mal humor, los sofocos, los síntomas depresivos u otros problemas relacionados con el síndrome premenstrual. Aún más interesante que la semilla cocida resulta ser la semilla germinada, dado que, al germinar el contenido de fitoestrógenos aumenta mucho más por lo que aumentan sus propiedades (Anónimo # 5, 2005).

Aunque hacen falta más estudios, los científicos opinan que un vaso al día de leche de soya, es capaz de reducir significativamente el riesgo de contraer ciertos tipos de cánceres.

No contiene ni lactosa, ni azúcar, ni colesterol, siendo una alternativa perfecta para personas intolerantes a la lactosa.

Es un producto apto para diabéticos: La soya es un alimento muy recomendado para los diabéticos ya que, al liberar los azúcares poco a poco, estabiliza los niveles de azúcar en la sangre.

Regulador del peristaltismo intestinal: La soya posee abundante fibra que es muy adecuada para impedir el estreñimiento ya que este elemento favorece los movimientos del intestino y facilita la expulsión temprana de las heces.

Muchas personas, cuando pasan de tomar leche de vaca a leche de soya, mejoran mucho a nivel digestivo y así no es de extrañar que noten que se deshinchon y pierdan volumen a nivel del abdomen.

### 2.2.3 INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE DE SOYA

Tiene una buena relación de calcio / fósforo (Ca/P), También es rica en magnesio, mineral que interviene en la asimilación del Calcio y muy útil en problemas cardiacos, de hipertensión, artrosis, etc.

Su contenido en hierro también es alto y además contiene zinc que mejora la asimilación de las proteínas. La soya es muy buena fuente de vitaminas B, especialmente vitamina B<sub>6</sub> y Ácido Fólico.

**Cuadro 3. Propiedades de la leche de soya**

| Composición nutricional de un vaso de soya líquida ( 240 g)                    |            |  |                                  |  |                                  |
|--|------------|--|----------------------------------|--|----------------------------------|
| Contenido nutricional y cantidad que contiene un vaso de leche de soya líquida |            | Dosis diaria recomendada para un hombre entre 30 y 50 años | % de la Dosis diaria recomendada | Dosis diaria recomendada para una mujer entre 30 y 50 años | % de la Dosis diaria recomendada |
| Calorías   | 79.2 Kcal. | 2900 kcal  | 2.73 %                           | 2900 kcal  | 2.73 %                           |
| Proteínas  | 6.72 g     | 63 g   | 10.67 %                          | 63 g   | 10.67 %                          |
| Grasa  | 4.56 g     | 96.67 g  | 4.72 %                           | 96.67 g  | 4.72 %                           |
| Fibra  | 3.12 g     | 30 g   | 10.40 %                          | 30 g   | 10.40 %                          |
| Calcio   | 9.6 mg     | 1000 mg  | 0.96 %                           | 1000 mg  | 0.96 %                           |
| Hierro   | 1.44 mg    | 700 mg   | 16.80 %                          | 700 mg   | 16.80 %                          |
| Sodio  | 28.8 mg    | 10 mg  | 14.40 %                          | 10 mg  | 14.40 %                          |
| Potasio  | 338.4 mg   | 2400 mg  | 1.20 %                           | 2400 mg  | 1.20 %                           |
| Fósforo  | 117.6 mg   | 800 mg   | 14,7 %                           | 800mg  | 14,7 %                           |
| Vitamina A   | 76.8 UI    | 5000 UI  | 1.54 %                           | 5000 UI  | 1.54 %                           |
| Vitamina C   | 0 mg       | 1.2 mg   | 32.50 %                          | 1.2 mg   | 32.50 %                          |
| Tiamina  | 0.39 mg    | 1.3 mg   | 13.08 %                          | 1.3 mg   | 13.08 %                          |
| Riboflavina  | 0.17 mg    | 16 mg  | 2.25 %                           | 16 mg  | 2.25 %                           |
| Niacina  | 0.36 mg    | 90 mg  | 0.00 %                           | 90 mg  | 0.00 %                           |
| Grasas saturadas   | 0.5 g      | 32.22 g  | 1.55 %                           | 32.22 g  | 1.55 %                           |

|                        |        |         |        |         |        |
|------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Grasas monoinsaturadas | 0.79 g | 32.22 g | 2.45 % | 32.22 g | 2.45 % |
| Grasas polinsaturadas  | 1.99 g | 32.22 g | 6.18 % | 32.22 g | 6.18 % |
| Colesterol             | 0 mg   | 300 mg  | 0.00 % | 300 mg  | 0.00 % |

(Anónimo # 2, 2005).

## 2.3 YOGURT

### 2.3.1 DEFINICIÓN

El yogurt es el producto obtenido mediante la coagulación por fermentación de la leche entera, total o parcialmente descremada, provocada principalmente por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

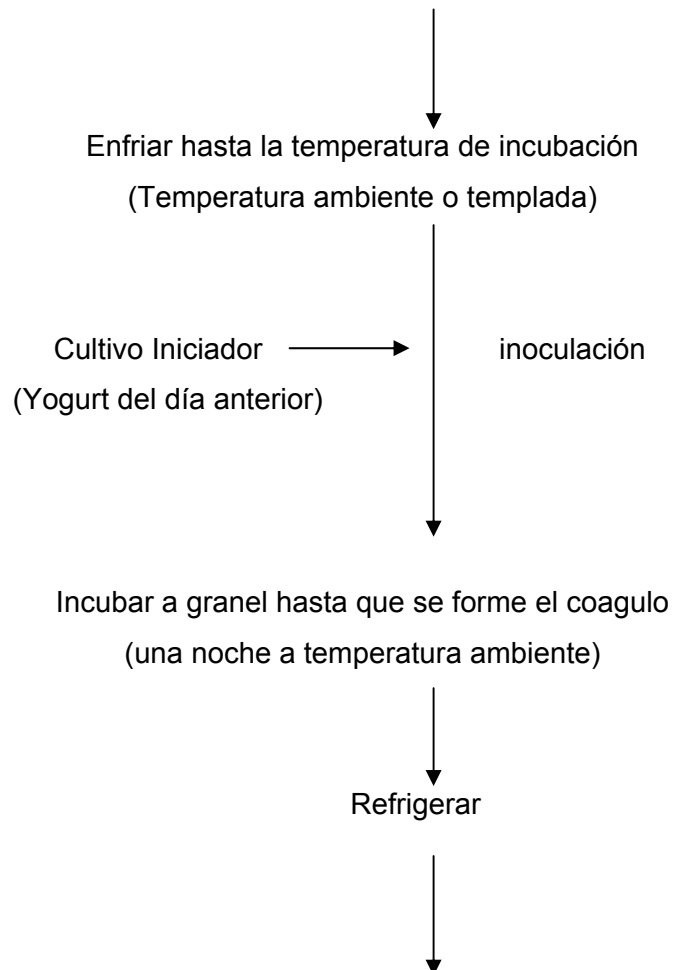
Las cualidades nutritivas del yogurt provienen no sólo de la presencia de los compuestos de la leche, sino también de la transformación de éstos como resultado de la fermentación ácido-láctica causada por los microorganismos (Varnam y Shuterland, 1994).

Yogurt, leche fermentada. Se produce por modificación química o bioquímica de alguno de sus componentes la cual da como resultado un producto ácido.

El valor nutritivo de los productos lácteos depende del de la leche, pero está influido por los efectos del proceso tecnológico sobre los nutrientes (especialmente los térmicos sobre la destrucción de algunas vitaminas). Otras alteraciones (por su manejo, conservación o procesos tecnológicos) son la oxidación e hidrólisis de las grasas, que son dos de los parámetros causantes de alteraciones en la calidad, especialmente en aquellos productos con contenido en grasa elevado (Anónimo # 7, 2005).

### 2.3.1.1 Proceso tradicional de producción de yogurt

Hervir la leche hasta reducir su volumen a 2/3 partes del inicial para lograr así su esterilización y concentración





Consumir o comercializar

(Varnam y Sutherland, 1994).

### 2.3.1.2 Proceso mejorado de producción de yogurt

Tratamiento preliminar de la leche (estandarización de la grasa, enriquecimiento con extracto seco lácteo, adición de aditivos (Azúcares, estabilizantes o conservadores)

Homogenización

Tratamiento térmico de la leche

Enfriamiento hasta la temperatura de incubación

Cultivo iniciador

Inoculación



Fabricación del yogurt tradicional o batido  
(Varnam y Sutherland, 1994).

### **2.3.1.3 Parámetros para la producción de yogurt**

Prueba de alcohol negativa.

Leche libre de inhibidores.

Esterilizar la leche a 85-90°C por 30 min.

Enfriar leche a 40°C

Agregar 3 % de leche en polvo o 0.3 % de grenetina (la grenetina debe ser previamente disuelta en leche caliente)

Adicionar 3-5% de fermento fresco.

Mezclar perfectamente y tapar los recipientes.

Incubar a 35 – 45°C por 3 – 6 hrs (acidez de 0.70 %)

Refrigerar al menos 4 horas.

Para la preparación de yogurt con sabor se continúa a partir del paso anterior se coloca en un recipiente partes iguales de agua y azúcar, se calienta la mezcla hasta que hierva por 15-20 min.

Se adiciona una cantidad (igual a la azúcar) de fruta pequeña picada en trozos. Se agita lentamente, permitir la ebullición por 10-45 min. (el tiempo depende de la suavidad madurez y tipo de fruta) se enfría la base (mermelada) para yogur.

Para la producción de yogurt se ha utilizado leche de distintas especies animales.

Aunque el sabor del yogurt es resultado de complejas reacciones bioquímicas debidas a la actividad de los microorganismos, el sabor de la leche varia de unas especies a otras, lo cual se refleja en el producto final.

La estandarización de la calidad del yogurt; es decir la acidez, la suavidad y la consistencia / viscosidad del coagulo, es necesaria para satisfacer las exigencias de los consumidores. Los dos primeros factores pueden ser controlados durante las distintas fases de la producción, pero la consistencia / viscosidad del yogurt esta condicionada por la concentración de proteínas en la leche, por lo que el

enriquecimiento de la misma con extracto seco magro es un factor de importancia fundamental.

Las propiedades bacteriostáticas del yogurt contribuyen a la resistencia a las infecciones. En efecto, este producto contiene bacterias activas que forman parte de nuestra flora intestinal indispensable, las cuales participan en la descomposición de los alimentos en el proceso digestivo. El yogurt se cataloga como un producto de alta digestibilidad, que aumenta el coeficiente de absorción de numerosas sustancias, tales como proteínas y grasas.

El consumo de yogurt intensifica la retención de fósforo, calcio y hierro en comparación con la leche; también cabe destacar su participación en la disminución de los problemas alérgicos.

El componente básico del yogurt es la leche, a la que se agregan enzimas que favorecen la fermentación ácido-láctica hasta obtener la coagulación. La calidad del producto que se obtiene depende fundamentalmente de la calidad de los fermentos y del tipo de leche que se utilice, cada una posee distintas proporciones de agua, proteína, lactosa, grasas y sales minerales; no obstante, se puede tomar como base diferentes tipos de leches, como de vaca, oveja, cabra, o búfala (Varnam y Sutherland, 1994).

Para la mayor parte de los lactantes intolerantes a las leches, el yogurt constituye un magnífico alimento, pues la reducción moderada de su contenido de lactosa, en comparación con el de la leche, lo hace más apropiado para los pacientes con deficiencia de lactasa.

## **2.4 BACTERIAS ÁCIDO LACTICAS**

### **2.4.1 Bacterias lácticas**

Son bacterias gram (+), anaerobias aunque generalmente toleran el oxígeno. En el grupo de las bacterias lácticas, que se caracterizan por una gran producción de ácido láctico, se incluyen los géneros *lactobacillus*, *streptococcus*, *leuconostoc* y *pediococcus*. Las menos sensibles al oxígeno son los *streptococcus*.

Las bacterias lácticas sintetizan su ATP en la fermentación láctica de los glúcidos. Algunas especies de *Lactobacillus* también pueden obtener ATP por fermentación de la arginina.

Las bacterias se clasifican en dos grupos según sus características bioquímicas: las homofermentativas y las heterofermentativas. La diferencia se detecta por la liberación de oxígeno. Las bacterias homofermentativas se caracterizan por la capacidad de transformar la glucosa y, y también la fructosa en ácido láctico. Las bacterias heterofermentativas no tienen fructosa-difosfato-aldolasa y por lo tanto degradan los glúcidos por la vía llamada de las pentosas fosfatos o de las hexosas fosfatos. Los estreptococos son bacterias homofermentativas puesto que su fermentación es de tipo homoláctico, transformando la lactosa en ácido láctico. Los más conocidos son: *Streptococcus lactis* y *Streptococcus cremoris*, que son los responsables de la acidificación espontánea de la leche, y el *Streptococcus diacetylactis* que produce también la fermentación del ácido cítrico a diacetilo. Es también importante el *Streptococcus thermophilus* que se desarrolla bien a 40-45 °C, por lo que se emplea para conseguir la acidificación del yogurt durante su maduración a 45 °C.

Los lactobacilos pueden ser de dos tipos los homofermentativos y heterofermentativos, los primeros son de dos tipos termófilos y mesófilos, producen mayor cantidad de ácido láctico que los *Streptococcus*. *Lactobacillus helveticus* y el *Lactobacillus lactis*, son termófilos. Y los *Lactobacillus casei* junto con *Lactobacillus plantarum* son mesófilos. Los *Lactobacillus bulgaricus* pertenecen también a los termófilos cuya actividad fuertemente acidificante se aprovecha en la elaboración del yogurt (Casp y Abril, 1999).

#### **2.4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES:**

**Citomorfológicas:** bacterias esféricas, *estreptococos*; alargadas, lactobacilos. Las condiciones del medio y la coloración pueden modificar su condición. Son inmóviles, no esporuladas, gram positivas y catalasa negativas.

**Fisiológicas:** anaerobias facultativas o microaerófilos, poco crecimiento en la superficie de los medios de cultivo usuales; crecimiento fácil en profundidad. Exigentes en nutrición nitrogenada y vitamínica, así, el medio debe aportar una mezcla compleja de aminoácidos y factores de crecimiento, especialmente de las

vitaminas B los disacáridos (lactosa, sacarosa, maltosa) son mejores que las hexosas de las que están formados. El tipo de ácido láctico producido difiere dependiendo de la especie de la que provenga, dextrógiro (D) o levógiro (L).

**Bioquímicas:** carecen de la citocromo – oxidasa puesto de manifiesto por la reacción de la bencidina, no reducen los nitratos, no existe crecimiento con las sales de amonio como una fuente nitrogenada, la actividad proteólica, en general es débil y no se manifiesta mas que lentamente (Alais, 1986).

Los géneros más importantes son: *Streptococcus*, *leuconostoc* y *lactobacillus*. Los géneros restantes no fermentan la lactosa o lo hacen de una manera irregular, produciéndolo en poca cantidad.

### **2.4.3 GENERO *Streptococcus***

Bacterias lácticas mesófilas homofermentativas pertenecientes al grupo serológico N producen de 0.8 a 1 % de ácido láctico en la leche tornasolada ya que tienen la mayor cantidad reductora.

Estos *estreptococos* son los agentes habituales de la coagulación de la leche puesta a la temperatura ambiente; constituyen los fermentos lácticos cultivados entre 20° - 30° C, zona de óptimo crecimiento. Se desarrollan aun a 10° C, o menos, pero no a 45° (Alais, 1986).

### **2.4.4 GENERO *Lactobacillus***

Tienen forma alargada; la relación longitud – diámetro es muy variable, acidifican la leche menos rápido que los *estreptococos*; en este genero se encuentran los mayores productores de ácido láctico, hasta de 2.8 %. Los *lactobacilos* soportan hasta valores de pH de 3.5. Actividad caseolítica acusada, por la presencia de proteínas activas. En la leche cruda son mucho menos abundantes que los *estreptococos* siendo mas dominantes en diversos tipos de quesos de 24 horas (10 a la 9 células /g), fabricados a temperatura > 40 °C, mantienen un pH alrededor de 5.1. Sus usos industriales se extienden entre otros en las leches fermentadas y en productos vegetales.

## **2.5 PROBIÓTICOS**

### **2.5.1 ANTECEDENTES**

Las leches fermentadas se han consumido por la provisión de una amplia gama de beneficios a la salud; relacionando los productos con un sabor agradable ligeramente ácido, y con su periodo de conservación en comparación con el de la leche. En las décadas recientes se ha puesto mayor interés en los efectos benéficos potenciales de las leches fermentadas, incrementando su variedad de presentaciones y de la cantidad que se consume alrededor del mundo que fue de 41 millones de unidades diarias de productos frescos Danone en el mundo para el año de 1997 (Saloff y Coste, 1997b).

### **2.5.2 DEFINICIÓN**

Un probiótico se define como un suplemento alimenticio microbiano vivo que afecta benéficamente al hospedero, mejorando su balance en la flora intestinal; (Urbina, 2004).

### **2.5.3 BACTERIAS CONSIDERADAS COMO PROBIÓTICOS:**

Las bacterias ácido lácticas (BAL) perteneciente a la familia de las *lactobacteriaceae* caracterizadas en su mayoría por su alta producción de ácido láctico incluyen las cepas con propiedades benéficas como las bifidobacterias y lactobacilos, las cuales están también entre los microorganismos predominantes en niños saludables, se les puede encontrar en diversos hábitat a parte de los productos lácteos como en los productos vegetales: ensilados, granos, jugos y mostos en fermentación etc. Se encuentran presentes en el aparato digestivo del hombre, de los animales, y en las actividades naturales (boca y vagina) (García, Garibay y col, 2004).

#### **Bifidobacterias**

Bacteria ácido láctica heterofermentativa, anaerobia estricta, situada en el genero *lactobacillus*. Fermenta las pentosas; productora de al menos un 50 %

de ácido láctico, mas otros compuestos tales como el ácido acético, CO<sub>2</sub> y etanol. Estas favorecen la producción de vitaminas del complejo B y ácido fólico, inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos y reduce los niveles de colesterol (Moreno y col, 2004).

### ***Lactobacillus acidophilus***

Algunos de los beneficios documentados por la ingesta de esta bacteria son la disminución del colesterol, la prevención de infecciones intestinales, y la reducción en el riesgo de cáncer de colón, puede inhibir el crecimiento de *Helicobacter pylori* relacionado con el desarrollo de la ulcera péptica (Saloff y Coste, 1997 a).

### ***Lactococcus lactis subsp lactis***

Tiene una actividad antagónica al producir una bacteriocina (péptido biológicamente activo): la nisina, usada en la industria alimenticia como conservador biológico (acción bactericida) que por ser proteína al biodegradarse no produce compuestos secundarios.

El complejo modo de acción de las bacteriocinas sugieren que los péptidos se unen a la membrana citoplasmática a través de uniones electrostáticas con los fosfolípidos cargados negativamente, luego se insertan a la membrana con una reorientación que depende del potencial de la membrana, agregados proteicos que resultan en la formación del poro con la consecuente salida de iones (principalmente: K y Mg), pérdida de la fuerza motriz de protones (FMP, esenciales en la formación de ATP, transporte activo y movimiento bacteriano), salida de ATP y aminoácidos. Por lo tanto se inhibe la síntesis de macromoléculas y la producción de energía, dando como resultado la muerte celular.

Sin embargo, la nisina (péptido de 34 aminoácidos de peso molecular menor a 5 KDa) que descrita en 1928 es la mejor caracterizada y utilizada como conservador en productos lácteos, reconocida por la FDA como "generalmente

reconocida como segura” (GRAS por sus siglas en ingles), que previene la descomposición ocasionadas por bacterias gram (+), especialmente de los géneros *clostridium*, *Staphylococcus*, *bacillus* y *Listeria*; no requiere de un receptor unido a la membrana de la célula blanco para la formación de poros y la disipación de la FMP como la mayoría de las bacteriocinas ya que esta reconoce la composición fosfolipídica de la célula (González, 2003).

## **2.6 FERMENTACIÓN**

### **2.6.1 DEFINICIÓN**

Se puede definir la fermentación como la transformación que sufren ciertas materias orgánicas bajo la acción de enzimas segregadas por microorganismos (Casp y Abril, 1999).

El término fermentación, en su acepción estricta, se refiere a la obtención de energía en ausencia de oxígeno y generalmente lleva agregado el nombre del producto final de la reacción. Pasteur la denominó "la vie sans l'air" o "la vida sin aire".

Son muchos los microorganismos que metabolizan la lactosa como sustrato y la utilizan dando lugar a compuestos de menor masa molecular. Las fermentaciones que producen ácido láctico son las más importantes para la industria láctea, pero hay otras fermentaciones que tiene también importancia considerable. La acidificación espontánea es el fenómeno más frecuentemente observado en la leche conservada a temperatura ambiente. La leche acidificada tiene un olor y sabor distinto a los del ácido láctico puro debido a que se forman, además, otros compuestos, algunos de los cuales adquieren una gran importancia en el aroma de ciertos productos lácteos como mantequilla y yogures.

¿Qué es la Fermentación Ácido Láctica?:

La fermentación ácido láctica es aquella que se lleva a cabo por las bacterias ácido láctica cuya actividad se desarrolla en ausencia de oxígeno (anaerobiosis), y se manifiesta en la transformación de los azúcares presentes en la leche, en ácido láctico, etanol y dióxido de carbono.



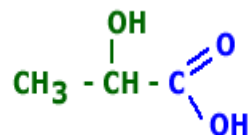
En la acidificación de la leche. Ciertas bacterias (lactobacilos), al desarrollarse en la leche, utilizan la lactosa como fuente de energía. La lactosa, al fermentar, produce energía que es aprovechada por las bacterias y el ácido láctico es eliminado. En ausencia de oxígeno, las células animales convierten el ácido pirúvico en ácido láctico. El ácido láctico puede ser un veneno celular. Cuando se acumula en las células musculares produce síntomas asociados con la fatiga muscular. El ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos.

El ácido láctico se produce mediante la fermentación alcohólica y fermentación láctica. La fermentación responde a la necesidad de la célula de generar la molécula de NAD<sup>+</sup>, que ha sido consumida en el proceso energético de la glicólisis. En la glicólisis la célula transforma y oxida la glucosa en un compuesto de tres átomos de carbono, el ácido pirúvico, obteniendo dos moléculas de ATP; sin embargo, en este proceso se emplean dos moléculas de NAD<sup>+</sup> que actúan como aceptores de electrones y pasan a la forma NADH. Para que puedan tener lugar las reacciones de la glicólisis que producen energía es necesario restablecer el NAD<sup>+</sup> por otra reacción. Los dos tipos de fermentación que se ilustran aquí son particularmente importantes ya que, sus subproductos –ácido láctico en el primer caso y etanol en el segundo-, son utilizados en la industria alimentaria. La fermentación láctica también se verifica en el tejido muscular cuando, a causa de una intensa actividad motora, no se produce una aportación adecuada de oxígeno que permita el desarrollo de la respiración celular

## 2.6.2 CONCEPTO E IDENTIFICACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO

El ácido láctico es un compuesto orgánico con dos grupos funcionales: ácido carboxílico y alcohol en posición alfa respecto al grupo ácido.

Su fórmula estructural es:



**Figura 1. Fórmula estructural del ácido láctico**

\* Fórmula molecular:  $C_3H_6O_3$

Masa molecular: 90 u

El ácido láctico es un compuesto incoloro. Se da bajo formas ópticamente activas, dextrógiras y levógiras, frecuentemente denominadas ácido D – Láctico y ácido L – Láctico. En su estado natural es una mezcla ópticamente inactiva compuesta por partes iguales de ambas formas D y L, conocida como mezcla racémica.

Nomenclatura

\* Científica: Ácido 2-hidroxi-propanóico o ácido  $\alpha$ -hidroxi-propanóico

\* Común: Ácido láctico

El término láctico es de origen latín (leche)

### 2.6.2.1 PROPIEDADES

El ácido láctico presenta isomería óptica:

Dextrógiro: d-ácido láctico

Levógiro: l-ácido láctico

Racémico: d,l-ácido láctico

#### Físicas

Los isómeros d y l desvían el plano de vibración de luz polarizada.

Densidad = 1,206 g/ml.

Punto de fusión: el racémico funde a 18 °C y los d y l funden a 28 °C.

Punto de ebullición: el racémico entra en ebullición a 122 °C.

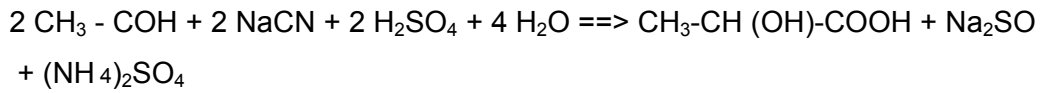
Obtención del ácido láctico por fermentación:

A partir del azúcar de leche (lactosa) con el *Bacillus lactis acidifus*

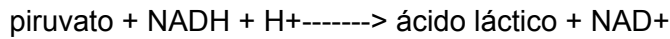
A partir de almidón, azúcar de uva (glucosa) o azúcar de caña (sacarosa) utilizando el *Lactobacillus delbrückei*.

La obtención de ácido láctico con enzimas o microorganismos vivos pueden producir isómeros dextrógiro o levógiro, dependiendo de la enzima involucrada en el proceso.

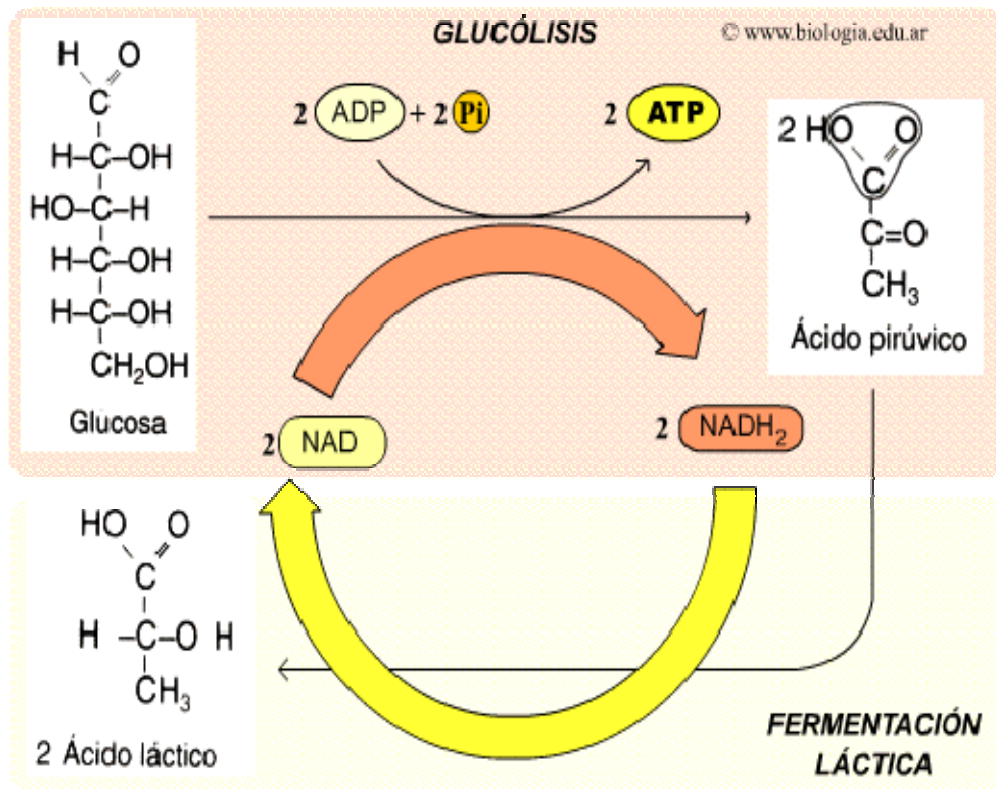
Obtención de la mezcla racémica a partir de etanal y cianuro de sodio:



El proceso comienza con un ataque nucleofílico del cianuro al grupo carbonilo del aldehído formado el nitrilo del ácido láctico de forma racémica. El nitrilo es saponificado en presencia de agua y un exceso de ácido sulfúrico para dar el ácido libre.



Es responsable de la formación de productos lácteos acidificados ---> yogurt, quesos, cuajada, crema ácida, etc. El ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos.



**Figura 2. Proceso de la formación de ácido láctico**

(Anónimo # 3, 2005).

## **III MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 LUGAR**

El estudio fue realizado en el Taller y Laboratorio de Productos Lácteos del Departamento de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

#### **3.1.1 CULTIVO INICIADOR**

En este estudio se utilizó un cultivo iniciador de yogurt conteniendo los microorganismos propios del yogurt *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.

#### **3.1.2 MATERIALES BIOLÓGICOS**

- Cultivo iniciador
- Soya
- Leche de vaca
- Agua

### **3.1.3 REACTIVOS**

- Fenoltaleína
- NaOH 0.1N
- Mezcla de Selenio
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- NaOH 45 %
- Agua destilada
- Acido bórico
- Indicador mixto
- Acido sulfúrico

### **3.1.4 MATERIALES DE LABORATORIO**

- Probeta de 250 ml
- Pipeta graduada
- Matraz erlenmeyer
- Vaso de precipitado de 100 ml.
- Vaso de precipitado de 500 ml.
- Vasos de plástico.

## **3.2 PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR LECHE DE SOYA**

Pesar 1500 gr de soya.

Limpiarla de impurezas.

Lavarla.

Se remojo durante 12.24 horas.

Se lavo la soya hasta limpiar bien.

Se pone a calentar agua y cuando esta hirviendo se licua la soya con esta agua.

Colar la pasta para que quede solo el líquido.

Pasteurizar la leche a 85 °C por 15 minutos.

Choque térmico a 40 °C.

Se le agrego glucosa disolviéndola muy bien.

Fueron 4 litros de leche de soya por lo tanto se le agrego 400 g del cultivo (yogurt)

Se coloco en baño maría a 45 °C durante 4 h

Se puso a temperatura de refrigeración durante 12 horas.

Se titulo para obtener la acidez la cual dio como resultado 5.6 % de acidez.

Se realizo la primera fermentación láctica de la leche de soya se le adiciono glucosa y 100 ml de cultivo a 5 l de leche de soya.

Dejamos a 45 °C en baño Maria durante 4 horas.

La acidez que presento al día siguiente es de 56 %

### **3.3 PREPARACIÓN DE LECHE MIXTAS DE VACA Y SOYA**

Se prepararon cuatro mezclas diferentes de las leches de soya y de vaca como se muestra en el cuadro 5.

**Cuadro 4. Porcentaje de las mezclas de la leche**

| Concentraciones   | Leche de soya | Leche de vaca | Total   |
|-------------------|---------------|---------------|---------|
| 15% leche de soya | 150 ml        | 850 ml        | 1000 ml |
| 30% leche de soya | 300 ml        | 700 ml        | 1000 ml |
| 45% leche de soya | 450 ml        | 550 ml        | 1000 ml |
| 60% leche de soya | 600 ml        | 400 ml        | 1000 ml |

Después de la pasterización se inculo por 5 horas a baño maría.

### **3.4 DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA LECHE DE VACA, DE SOYA Y DE LAS DIFERENTES MEZCLAS**

#### **3.4.1 DENSIDAD:**

Este análisis se realiza con la finalidad de detectar posibles adulteraciones (agua, sólidos, entre otros).

La densidad disminuye cuando la leche es rica en grasa y da mas alto cuando la leche se descrema.

Los valores normales de densidad son de 1.031 – 1.034, expresado en °Quevenes o (g/l)

Cuando la temperatura es mayor a 15°C se le agrega a la lectura 0.0002 por cada grado que se eleve la temperatura.

Si la temperatura es menor a 15°C se resta a la lectura 0.0002 por cada grado que disminuya la temperatura.

**MATERIAL:**

Lactodensímetro.

Probeta de 250 ml

Termómetro

**PROCEDIMIENTO:**

Homogenizar muy bien la muestra.

Colocar aproximadamente 200 ml de muestra en la probeta de 250 ml.

Tomar temperatura.

Tomar lectura con lactodensímetro.

Hacer correcciones por temperatura

**3.4.2 ACIDEZ:**

Esta prueba se hace para determinar la cantidad de ácido láctico producido por los microorganismos de la leche, a mayor acidez una mayor población de microorganismos.

Valores normales 0.14 – 0.16 % (14 – 16 Dornic, 0.01 % ac. Láctico = 1 °D)

**PROCEDIMIENTO:**

Poner 9 ml de la muestra

Agregar 5 gotas de fenoftaleina 1 %.

Agitar y titular con NaOH 0.1 N hasta color rosa pálido.

NOTA: La lectura se divide entre 10, nos da el % de acidez de la leche, y esta cantidad es el ácido láctico presentado.

$$\% \text{ de acidez titulable} = \frac{(\text{ml de NaOH } 0.1 \text{ N}) (0.009) (100)}{\text{Gramos de muestra}}$$

**3.4.3 PROTEÍNA:**

Los valores normales se encuentran entre 3.0 y 4.0 %

Factor de la leche es: 6.38

### **PROCEDIMIENTO:**

#### **DIGESTIÓN:**

Pipetear 5 ml de leche.

Pasar a un matraz kjeldhal, que la pipeta quede introducida hasta la parte inferior.

Agregar 6 perlas de vidrio.

Adicionar una cucharada de mezcla de selenio (catalizador).

Agregar 30 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado

Conectar al kjeldhal para digerir la muestra hasta color verde cristalino.

Agregar 110 ml de NaOH al 45 %

#### **DESTILACIÓN:**

Agregar al matraz kjeldhal con muestra digerida 300 ml de agua destilada

En un matraz erlenmeyer de 500 ml, agregar 50 ml de ácido bórico al y 6 gotas de indicador mixto.

Conectar al kjeldhal

#### **TITULACIÓN:**

Después de que el matraz tenga 250 ml de la destilación titular con ácido sulfúrico.

$$\% \text{ de N} = \frac{\left[ \begin{array}{l} \text{ml gastados} - \text{ml gastados blanco} \\ \text{de H}_2\text{SO}_4 \qquad \qquad \qquad 0.5 \text{ ml} \end{array} \right] (0.014) (\text{Normalidad H}_2\text{SO}_4)}{\text{Gramos de muestra}}$$

\*100

Gramos de muestra

#### **3.4.4 GRASA:**

Los valores normales son de 3.25 a 4.0

Lectura directa del butirómetro



**HUMEDAD:**

% de Humedad =  $\frac{\text{peso del recipiente solo} - \text{el peso del recipiente con muestra}}{100}$  \*

Gramos de muestra

**SÓLIDOS TOTALES:**

Valores normales 12.5 – 13.0 %

ST = (Sólidos no grasos) + (grasa)

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4 CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL YOGURT

Se elaboró el yogurt de acuerdo a los procedimientos citados en las bibliografías.

#### 4.1 Cinéticas de la fermentación del yogurt para obtener la mezcla mas adecuada de la fermentación

De acuerdo a los monitoreos en las fermentaciones realizadas se obtuvieron las cinéticas en las que se observa un crecimiento favorable de los cultivos bacterianos.

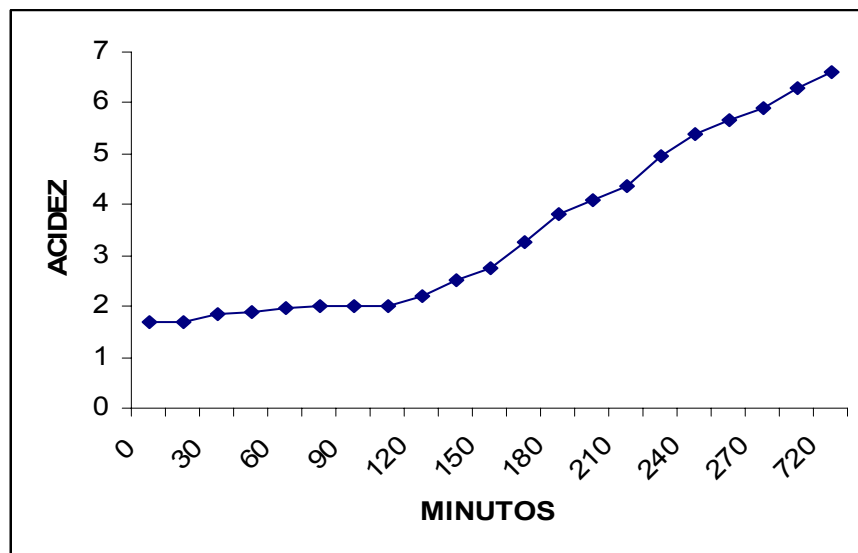
**Cuadro 5. Cinética promedio en la fermentación de acidez de las diferentes mezclas de leche**

| Tiempo  | Leche de soya |        |        |        | Leche de vaca |
|---------|---------------|--------|--------|--------|---------------|
|         | 15 %          | 30 %   | 45 %   | 60 %   | 100%          |
| Minutos | Acidez        | Acidez | Acidez | Acidez | Acidez        |
| 000     | 1.70          | 1.70   | 1.70   | 01.4   | 1.7           |
| 015     | 1.70          | 1.70   | 1.70   | 01.5   | 1.9           |
| 030     | 1.85          | 1.80   | 1.80   | 1.55   | 2.0           |
| 045     | 1.90          | 1.90   | 1.90   | 1.65   | 2.4           |
| 060     | 1.95          | 2.05   | 1.90   | 1.65   | 2.9           |
| 075     | 2.00          | 2.05   | 2.00   | 1.85   | 3.2           |
| 090     | 2.00          | 2.15   | 2.40   | 002    | 3.6           |
| 105     | 2.00          | 2.45   | 2.60   | 02.4   | 4.1           |
| 120     | 2.20          | 2.65   | 3.05   | 02.9   | 4.7           |
| 135     | 2.50          | 3.00   | 3.70   | 3.35   | 5.1           |
| 150     | 2.75          | 3.40   | 4.10   | 03.6   | 6.2           |
| 165     | 3.25          | 4.00   | 4.40   | 04.6   | 6.3           |

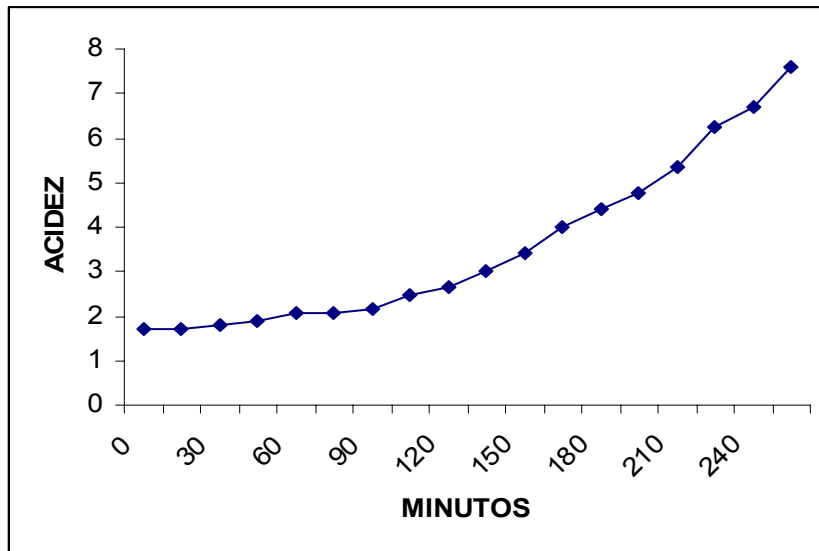
|     |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|
| 180 | 3.80 | 4.40 | 5.25 | 4.95 | 6.5  |
| 195 | 4.10 | 4.75 | 5.50 | 5.05 | -    |
| 210 | 4.35 | 5.35 | 6.00 | 006  | -    |
| 225 | 4.95 | 6.25 | 6.80 | 06.6 | -    |
| 240 | 5.40 | 6.70 | 6.90 | 07.1 | -    |
| 255 | 5.65 | -    | 7.30 | -    | -    |
| 270 | 5.90 | -    | -    | -    | -    |
| 285 | 6.30 | -    | -    | -    | -    |
| 720 | 6.60 | 7.60 | 7.80 | 7.95 | 7.30 |

Este cuadro es el promedio de varias repeticiones que se hicieron con las mezclas de las diferentes leches con la cual se elaboro el yogurt, indica los minutos el la acidez que fue presentando en la fermentación.

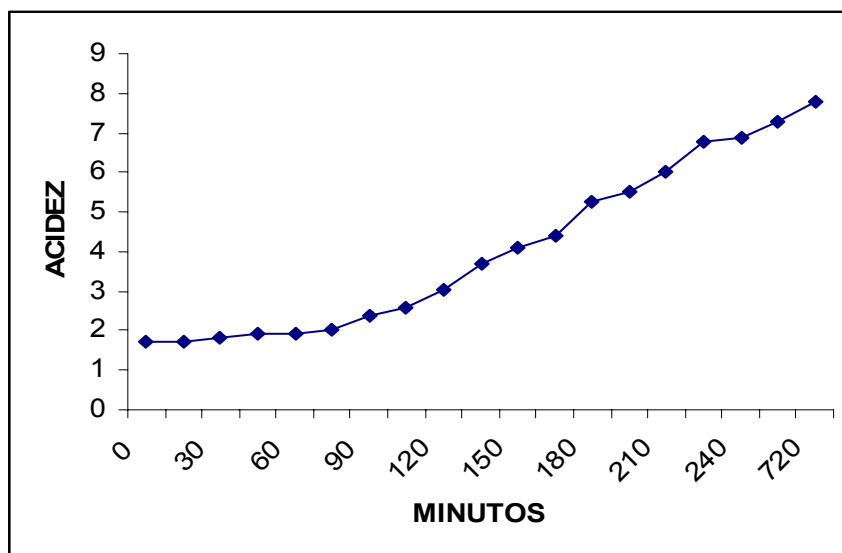
Las figuras siguientes muestran el crecimiento positivo que se tuvo en cada una de las mezclas.



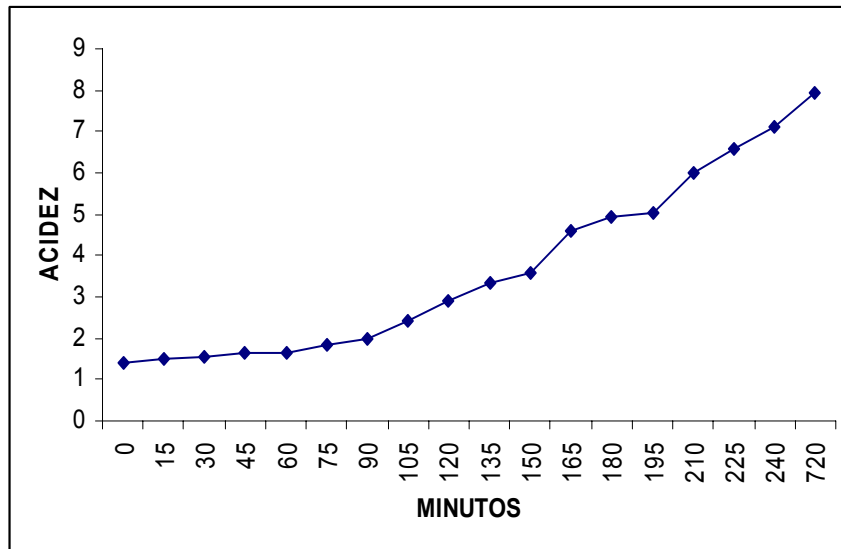
**Figura 3. Cinética promedio de acidez en la fermentación de la mezcla 15 % leche de soya**



**Figura 4. Cinética promedio de acidez en la fermentación de la mezcla 30 % leche de soya**

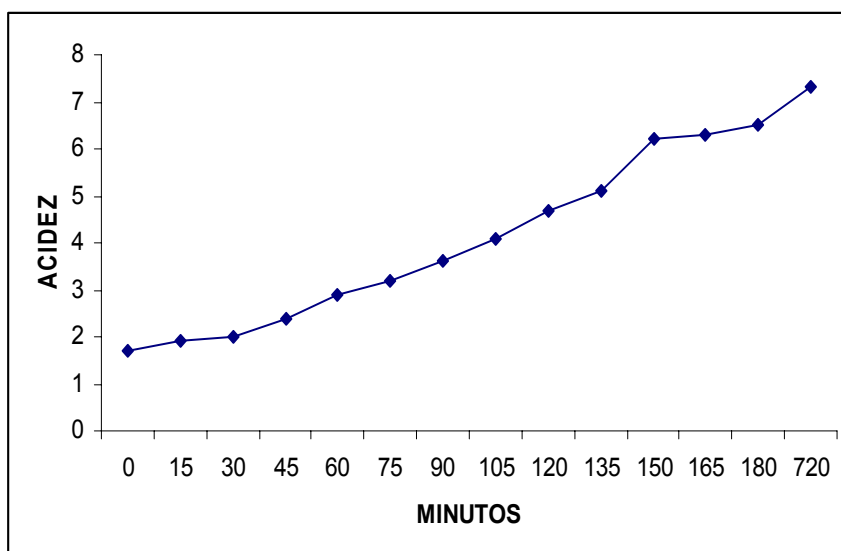


**Figura 5. Cinética promedio de acidez en la fermentación de la mezcla 45 % leche de soya**



**Figura 6. Cinética promedio de acidez en la fermentación de la mezcla 60 % leche de soya**

De acuerdo a los monitoreos en las fermentaciones se puede observar un comportamiento de crecimiento similar a la fermentación del yogurt normal a base de pura leche de vaca, esto quiere decir, que se alcanzó la acidez adecuada y requerida en estas cinéticas para la elaboración de un nuevo yogurt en combinación de dos leches distintas.



**Figura 7. Cinética de acidez en la fermentación de leche de vaca 100 %**

A partir de esta fermentación se elaboro y se comparo los resultados de las mezclas anteriores las cuales contienen un porcentaje de leche de soya a la que se le efectúo este estudio.

#### 4.2 Resultado del análisis físico químico de las leches

Muestras de leche a la cual se le determinara el análisis.

Leche de vaca al 100 %

Leche de vaca adicionada con leche de soya al 30 %.

Leche de vaca adicionada con leche de soya al 45 %

Leche de soya al 100 %

**Cuadro 6. Análisis físico químico de las diferentes mezclas de leche**

| MUESTRA         | Leche de vaca | Leche de soya | Leche de soya 30 % | Leche de soya 45 % |
|-----------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|
| ACIDEZ          | 0017          | 0011          | 0015               | 0013               |
| DENSIDAD        | 1.031         | 1.020         | 1.024              | 1.022              |
| SÓLIDOS TOTALES | 12.16         | 10.15         | 10.02              | 10.44              |
| REPETICIÓN 2    | 11.36         | 11.00         | 11.03              | 10.08              |
| REPETICIÓN 3    | 12.36         | 10.06         | 10.03              | 10.14              |
| HUMEDAD         | 87.84         | 89.85         | 89.98              | 89.56              |
| REPETECIÓN 2    | 88.64         | 89.00         | 88.97              | 89.92              |
| REPATICIÓN 3    | 87.64         | 89.94         | 89.97              | 89.86              |
| GRASA           | 04.00         | 02.20         | 03.50              | 03.40              |
| REPETICIÓN 2    | 04.10         | 02.50         | 03.50              | 03.20              |
| REPETICIÓN 3    | 03.90         | 02.00         | 03.60              | 03.20              |
| PROTEINA        | 3.625         | 2.940         | 03.60              | 2.920              |

|              |       |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| REPETICIÓN 2 | 3.415 | 02.80 | 03.34 | 3.047 |
| REPETICIÓN 3 | 3.336 | 02.74 | 03.52 | 02.97 |

Los resultados que se obtuvieron en el análisis físico químico de las diferentes concentraciones muestran que la leche de soya pura tiene niveles bajos con respecto a la leche de vaca y de soya lo cual dará como resultado que el yogurt de soya puro no contara con los estándares requeridos, sin embargo, se observa que las mezclas tienen un comportamiento similar o igual a la leche de vaca.

#### 4.3 Análisis físico químico de las muestras de yogurt:

Yogurt de leche de vaca 100 %

Yogurt de leche de vaca adicionado el 30 % con leche de soya

Yogurt de leche de vaca adicionado el 45 % con leche de soya

**Cuadro 7. Análisis físico químico de las muestras de yogurt**

| MUESTRA         | Leche de vaca | Leche de soya al 30 % | Leche de soya al 45% |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| ACIDEZ          | 007.5         | 007.8                 | 008.0                |
| SÓLIDOS TOTALES | 11.71         | 11.90                 | 12.15                |
| REPETICIÓN 2    | 11.38         | 11.93                 | 13.92                |
| REPETICIÓN 3    | 11.01         | 12.13                 | 13.11                |
| HUMEDAD         | 88.29         | 88.10                 | 87.85                |
| REPETICIÓN 2    | 88.62         | 88.07                 | 86.08                |
| REPETICIÓN 3    | 88.99         | 87.87                 | 86.89                |
| GRASA           | 4.300         | 04.00                 | 03.30                |
| REPETICIÓN 2    | 4.300         | 03.80                 | 03.20                |
| REPETICIÓN 3    | 4.200         | 03.60                 | 03.20                |
| PROTEINA        | 3.080         | 3.295                 | 3.347                |
| REPETICIÓN 2    | 3.120         | 3.360                 | 3.555                |

|              |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|
| REPETICIÓN 3 | 03.15 | 3.329 | 3.434 |
|--------------|-------|-------|-------|

La información del cuadro anterior muestran los valores del análisis físico químico de las mezclas del yogurt elaborado. Se observa que la cantidad de grasa disminuyo en el yogurt con leche mixta y la proteína tendió a hacer mas alta con respecto al yogurt de leche de vaca.

Se eligió trabajar con las mezclas conteniendo 30 % de leche de soya y 45 % de leche de soya la cual los resultados eran mas favorables tomando en cuenta los nutrientes aportados y los sentidos sensoriales que se pudieron observar y sentir.

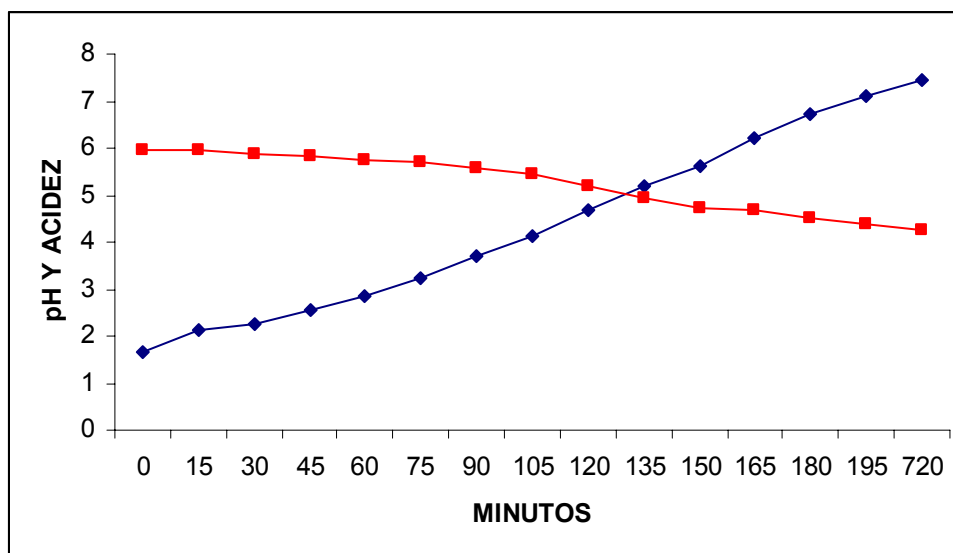
En el siguiente cuadro y las siguientes figuras se muestran los cambios de acidez de las diferentes mezclas de leche durante el proceso de elaboración del yogurt.

**Cuadro 8. Cinética de acidez y pH de las fermentaciones de leche de vaca y las mezclas de leche de vaca y soya**

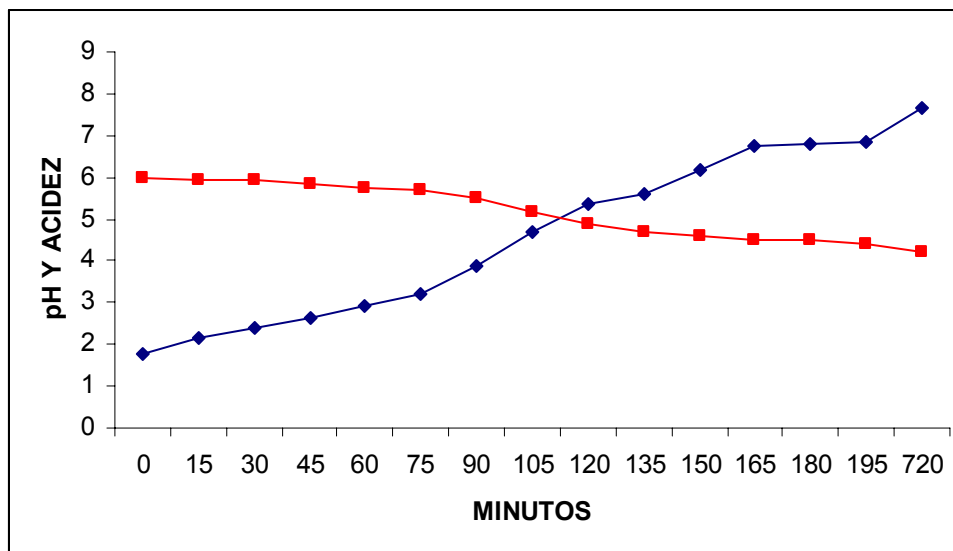
| Tiempo  | Muestra 100 % |       | Muestra 30 %  |       | Muestra 45 %  |       |
|---------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|         | Leche de vaca | pH    | Leche de vaca | soya  | Leche de vaca | soya  |
| Minutos | Acidez        | pH    | Acidez        | pH    | Acidez        | pH    |
| 000     | 1.68          | 5.974 | 1.76          | 5.980 | 1.74          | 5.982 |
| 015     | 2.12          | 5.950 | 2.14          | 5.958 | 2.14          | 5.960 |
| 030     | 2.26          | 5.878 | 2.38          | 5.916 | 2.36          | 5.916 |
| 045     | 2.56          | 5.826 | 2.62          | 5.862 | 2.66          | 5.878 |
| 060     | 2.86          | 5.752 | 2.90          | 5.768 | 3.04          | 5.756 |
| 075     | 3.22          | 5.688 | 3.20          | 5.674 | 3.40          | 5.640 |
| 090     | 3.70          | 5.590 | 3.90          | 5.492 | 4.10          | 5.436 |
| 105     | 4.14          | 5.430 | 4.68          | 5.188 | 4.62          | 5.158 |
| 120     | 4.68          | 5.184 | 5.36          | 4.864 | 4.96          | 4.878 |
| 135     | 5.18          | 4.950 | 5.60          | 4.714 | 5.54          | 4.914 |



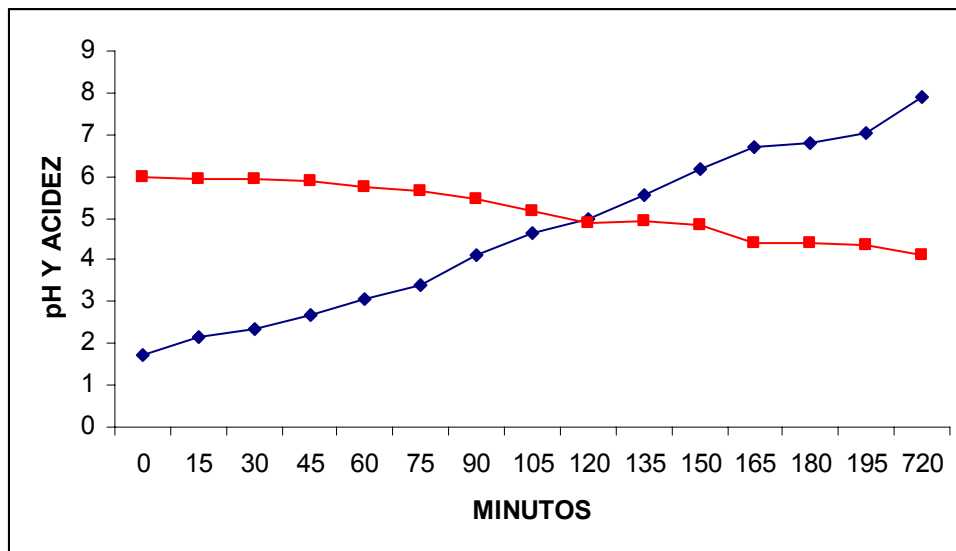
|     |      |       |      |       |      |       |
|-----|------|-------|------|-------|------|-------|
| 150 | 5.60 | 4.738 | 6.16 | 4.586 | 6.18 | 4.826 |
| 165 | 6.22 | 4.680 | 6.74 | 4.510 | 6.72 | 4.404 |
| 180 | 6.74 | 4.522 | 6.80 | 4.490 | 6.80 | 4.390 |
| 195 | 7.12 | 4.400 | 6.83 | 4.420 | 7.05 | 4.340 |
| 720 | 7.44 | 4.272 | 7.66 | 4.208 | 7.90 | 4.104 |



**Figura 8. Evolución de la acidez y el pH en la fermentación de leche de vaca**



**Figura 9. Evolución de la acidez y el pH en la fermentación de leche de vaca con leche de soya al 30 %**



**Figura 10. Evolución de la acidez y el pH en la fermentación de leche de vaca con leche de soya al 45 %**

Anteriormente se menciona que se trabajaron con las mezclas de 30 y 45 % de leche de soya la cual se monitorio y finalmente se tomara la concentración exacta que debe tener el producto final, en estas gráficas se puede observar como favorablemente entre mas acidez tiene la fermentación el pH es menor lo que significa que la fermentación esta dando los resultados deseados.

## V CONCLUSIONES

- ✓ Se puede observar la forma satisfactoria de combinar dos productos importantes en la nutrición humana las cuales nos proveen de importantes nutrimentos que sirven para el desarrollo y el buen funcionamiento de nuestro organismo.
- ✓ Se registraron las cinéticas de fermentación para conocer el crecimiento de las bacterias ácido láctico y así estandarizar el proceso de fermentación la cual se observo que tuvo un crecimiento microbiano favorable en las diferentes mezclas.

- ✓ La investigación que hasta el momento a sido positiva de acuerdo a los lineamientos o reglas del proceso del yogurt nos han llevado a concluir que sería un excelente producto de complemento en la nutrición y para lograr que sea aceptado por la gente se estableció trabajar con las mezclas de 30 y 45 % de leche de soya en leche de vaca las cuales presentaron un mejor aspecto sensorial, al final dio como resultado que la mezcla de 30 % es mejor para el producto final.
  
- ✓ La capacidad de fermentación en esta mezcla es muy similar a la leche de vaca sin añadir otra materia prima, en la cual se observo la cantidad de sólidos totales, grasa, proteína y otros importantes elementos para el desarrollo de un nuevo producto en la dieta del hombre.
  
- ✓ Hoy en día la soya esta marcando una importante materia prima en la elaboración de productos que están, a la vez, complementando o inclusive supliendo a alimentos o bebidas existentes en la alimentación del ser humano.

## VI LITERATURA CITADA

**ALAIS C. 1986.** Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. 6 impresión.  
Edit. CECSA. México.

**ANÓNIMO # 1** “Componentes de la leche de vaca” [En línea]  
<http://www.geocities.com/tenisoat/leche.htm>.

**ANÓNIMO # 2** “Composición nutricional de la leche de soya [En línea]  
<http://www.alfinal.com/Salud/lechesoja.shtml>.

**ANÓNIMO # 3** “Fermentación Acido Láctica” [En línea]

<http://www.biologia.edu.ar/metabolismo/met4.htm>

**ANÓNIMO # 4** “Historia de la soya” [en línea]

[http://www.protoleg.com.mx/la\\_soya.html](http://www.protoleg.com.mx/la_soya.html)

**ANÓNIMO # 5** “Leche de soya y sus propiedades” [En línea]

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/leche%20de%20soja.htm>

**ANÓNIMO # 6** “Propiedades de la soya” [En línea]

[http://www.botanical-online.com.mx/la\\_soya.html](http://www.botanical-online.com.mx/la_soya.html)

**ANÓNIMO # 7** “Valor nutricional de la leche” [En línea]

[http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol12\\_1\\_98/ali11198.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol12_1_98/ali11198.htm)

**ANÓNIMO # 8** “Yogurt historia y elaboración” [En línea]

[http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol12\\_1\\_98/ali11198.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol12_1_98/ali11198.htm).

**BADUI D. S. 1999.** Química de los alimentos Longman de México En su: Leche. México, Longman de México Editores S. A. de C. V., Pearson Educación P. 581 – 611.

**CASP V. ANA, ABRIL REQUEÑA JOSE 1999.** Procesos de Conservación de Alimentos. Coedición A. Madrid Vicente. Ediciones Mundi – Prensa p. 97 – 108.

**FRANKEL A. M. 1979.** Industrialización Casera de la Leche y sus Derivados. Edit. ALBATROS, Buenos Aires.

**GARCIA, GARIBAY COL. 2004.** Biotecnología de Alimentos. Limusa Noriega Editores. México.

**GONZÁLEZ M. B. E. 2003.** Bacteriosinas de *Probióticos*. Revista Salud Publica y Nutrición Vol. 4 No. 2 Abril – Junio. [En línea]

<Http://www.uanl.mx/publicaciones/respyn/actual.html> [15.03.2005 10:30 a.m.]

**GONZÁLEZ U. M. Y COL. 2004.** (En: Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica III, Veracruz, Veracruz, México). Cartel: 6.1.11. Gelatina Prebiótica. Instituto Tecnológico de Veracruz.

**MORENO M. R. Y COL. 2004.** Obtención de algunos parámetros en la elaboración de una bebida funcional con Bifidobacterias. En Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica (III, Veracruz, Veracruz, México). Cartel: 6.1.2 Instituto Tecnológico de Veracruz.

**NOM-091-SSA1-1994** Bienes y servicios. Leche de vaca pasteurizada de vaca. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Dirección General de Normas [recurso disponible en la página web de la Secretaría de Economía] Última revisión: febrero 21 de 1996.

**PEREZ J. P. 1984.** Bioquímica y Microbiología de la leche 1ª Edit. LIMUSA, S.A. México, Pág. 24

**SALOF C. J. COSTE C. J. 1997a.** *Lactobacillus acidophilus* Danone World Newsletter No 13 [en línea].

[http://www.danonenevitalope.com/nutri\\_views/newsletter/esp/news\\_13/tb2ne13.html](http://www.danonenevitalope.com/nutri_views/newsletter/esp/news_13/tb2ne13.html) (3 sur 3).

**SALOF C. J. COSTE C. J. 1997b.** *Beneficios de las leches fermentadas y de los prebióticos sobre la salud* Danone World Newsletter No 15 [en línea].

[http://www.danonenevitalope.com/nutri\\_views/newsletter/esp/news\\_15/tb2ne15.html](http://www.danonenevitalope.com/nutri_views/newsletter/esp/news_15/tb2ne15.html) (5 sur 15).

**URBINA E. C. 2004** (En: Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica III, 2004, Veracruz Veracruz, México). Mesa redonda: “Alimentos Funcionales”, Instituto Tecnológico de Veracruz, México.

**VARNAM H. A. SUTHERLAND P. J. 1994.** Leche y productos lácteos, tecnología, química y microbiología;

**WATTIAUX M. A., 2004** Esenciales lecheras En su: Composición de la leche y valor nutricional. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin - Madison. Pág. 73 – 76.