

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL.



Evaluación de los efectos de la incorporación de la proteína de suero en las características del yogurt

Por:

Silvia Pérez Cortes.

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio de 2006.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Tesis:

**Evaluación de los efectos de la incorporación de la
proteína de suero en las características del yogurt**

Por:

SILVIA PEREZ CORTES

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Aprobada por el comité de tesis:

MC. Oscar Noé Reboloso Padilla
Presidente

MC. Heliodoro de la garza Toledo
Sinodal

LCN. Laura Olivia Fuentes Lara
Sinodal

QFB. Carmen Pérez Martínez
Sinodal

Dr. Ramón F. García Castillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila., México, Junio de 2006.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado la oportunidad de vivir, por darme alegrías, tristezas, y días de felicidad, por cada día de mi vida y por mi familia y por todas las personas se forman parte de mi vida y sobre todo por permitirme alcanzar mis más grandes sueños. Gracias por la fortaleza que me has dado y la sabiduría para resolver cada uno de los problemas.

A mis padres:

Gonzalo Pérez Cruz

Y

Anastasia Cortes Viveros

Por haberme dado la vida, por todo su amor y cariño, gracias por haberme dado la oportunidad de estudiar, por todos los sacrificios y esfuerzos realizados para hacerme una mujer de bien y de provecho, por contar con ustedes siempre en cualquier momento y situación. Gracias por enseñarme a salir a delante y a luchar por lo que uno quiere. Los Amo.

Al **Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, COECYT**, por las facilidades y apoyo que me dio al otorgarme la beca para llevar a cabo este proyecto de investigación.

Al **MC. Oscar Noé Reboloso Padilla**, por compartir sus conocimientos y experiencias, especialmente por haberme dado la oportunidad de trabajar bajo su asesoría. Por todo el apoyo en general que me brindo durante mi estancia en la universidad.

Al **MC. Luis Rodríguez Gutiérrez**, por su apoyo en el análisis estadístico.

DEDICATORIAS

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por haberme cobijado durante la licenciatura y haberme preparado profesionalmente.

A todos y cada uno de los maestros que me compartieron sus conocimientos, experiencia y amistad brindada.

A mis padres **Gonzalo y Anastasia** por su cariño y amor incondicional, por todo lo que me enseñaron y por su confianza.

A mis hermanas **Juana e Isabel**. A ustedes con cariño por apoyarme siempre y por todo su cariño.

A mi esposo **Fabio**, por su amor y cariño incondicional. Por todos los momentos que hemos compartido, por apoyarme en todo y darme una palabra de aliento para seguir adelante.

A mi hijo **Ángel Emmanuel**, a ti por ser una tan especial que iluminas mi vida y me das las fuerzas necesarias para ser mejor cada día y lograr todas mis metas, que con tu sonrisa alegras todos mis días.

A **Loreto y Silvia H.**, por nuestra amistad y todos los momentos compartidos durante nuestra estancia en la universidad.

A la familia **León Torres**, por su amistad y cariño. Por el apoyo que nos han brindado.

INDICE DEL CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE CUADROS

RESUMEN

I	INTRODUCCIÓN	1
	JUSTIFICACIÓN.....	2
	OBJETIVO GENERAL.....	3
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
II	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	2.1 LECHE.....	4
	2.1.1. Antecedentes.....	4
	2.1.2. Composición química.....	4
	2.1.3. Producción nacional de leche.....	11
	2.2 YOGURT.....	13
	2.2.1. Antecedentes.....	13
	2.2.2. Concepto.....	13
	2.2.3. Características.....	14
	2.2.4. Bacterias ácido-lácticas.....	17
	2.2.5. Estabilizantes.....	18
	2.2.6. Viscosidad del yogurt.....	19

2.3. PROTEINAS DEL LACTOSUERO.....	21
2.3.1. Antecedentes.....	21
2.3.2. Composición.....	22
3.3.3. Usos y aplicaciones.....	26
3.3.4. Producción de suero.....	28
2.4 ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS.....	29
2.4.1. Proteínas.....	30
2.4.2. Determinación de proteína.....	31
2.4.3. Agua.....	33
2.4.5. Determinación de humedad.....	34
2.4.6. Grasa.....	36
2.4.7. Determinación de grasa.....	38
III MATERIALES Y METODOS.....	39
3.1. LUGAR.....	39
3.2. LECHE.....	39
3.3. SUERO.....	39
3.4. CONCENTRADO PROTEICO.....	39
3.5. FERMENTO.....	40
3.6. ESTABILIZANTES.....	40
3.7. MATERIALES.....	40
3.8. EQUIPO.....	40
3.9. METODOLOGÍA.....	41
3.9.1. Elaboración de queso fresco (panela).....	41
3.9.2. Extracción y filtrado de las proteínas de suero de leche.....	42
3.9.3. Elaboración de yogurt incorporando las proteínas filtradas.....	43
3.9.4. Análisis físico- químico del filtrado de proteína y del yogurt.....	43
3.9.5. Desarrollo de los tratamientos.....	43
3.9.6. Cinética de acidificación de los diferentes yogures.....	44

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1.	Análisis físico-químico del filtrado de proteínas del suero de leche.....	45
4.2.	Análisis físico – químico de los yogures obtenidos por los diferentes tratamientos.....	46
4.3.	Valores de viscosidad de los yogures en los diferentes tratamientos.....	49
4.3.	Concentración de proteína en las diferentes yogures.....	50
4.4.	Cinéticas de acidificación de los yogures en los diferentes tratamientos.....	54
V	CONCLUSIONES	58
VI	RECOMENDACIONES	59
VII	LITERATURA CITADA	60

INDICE DE CUADROS

No.	TEMA	PAG.
1.	Composición media de la leche de vaca y otras especies.....	5
2.	Propiedades de las proteínas de la leche y sus aplicaciones.....	10
3.	Producción de leche de bovino.....	11
4.	Producción de los quesos más comercializados en México.....	12
5.	Composición del yogurt o leche búlgara natural.....	16
6.	Composición del lactosuero fresco, dulce y ácido.....	23
7.	Producción mundial de queso.....	29
8.	Factores de conversión para proteína.....	33
9.	Composición promedio del concentrado proteico.....	46
10.	Promedio general final de la composición de la composición de los yogures obtenidos por los diferentes tratamientos.....	47
11.	Promedio de la composición química del yogurt (primera repetición).....	48
12.	Promedio de la composición química del yogurt (segunda repetición).....	48
13.	Promedio de la composición química del yogurt (tercera repetición).....	49

INDICE DE FUGURAS

No.	TEMA	PAG.
1.	Diagrama de flujo de elaboración de queso fresco (panela).....	41
2.	Diagrama de flujo de la extracción y filtrado de las proteínas del suero de leche.....	42
3.	Diagrama de flujo de la elaboración de yogurt incorporando las proteínas filtradas.....	43
4.	Promedios de viscosidad de los yogures en los diferentes Tratamientos.....	49
5.	Concentración de las proteínas obtenidas en el primer tratamiento (yogurt testigo).....	50
6.	Concentración de las proteínas obtenidas en el segundo tratamiento (5%).....	51
7.	Concentración de las proteínas obtenidas en el tercer tratamiento (10%).....	51
8.	Concentración de las proteínas obtenidas en el cuarto tratamiento (15%).....	52
9.	Promedio en la concentración de proteína en las diferentes tratamientos del yogurt.....	53
10.	Cinéticas de acidificación del yogurt con diferentes concentraciones de proteínas de suero de leche.....	54
11.	Comportamiento del promedio de las cinéticas de fermentación del yogurt, (primera repetición)	55
12.	Comportamiento del promedio de las cinéticas de fermentación del yogurt, (segunda repetición).....	55
13.	Comportamiento del promedio de las cinéticas de fermentación del yogurt, (tercera repetición).....	56
14.	Comportamiento del promedio de las cinéticas de fermentación del yogurt, (cuarta repetición).....	56

RESUMEN

El proceso de elaboración de yogurt es un arte muy antiguo, pero hasta el siglo XIX apenas se conocían los fundamentos de las distintas fases de la producción.

Las leches fermentadas están entre los productos lácteos que gozan de una creciente demanda por parte de los consumidores y contribuyen notablemente, a equilibrar el estancado consumo de leche.

Antiguamente, el lactosuero se tenía a considerar un producto residual, siendo un derivado altamente contaminante. Sin embargo es un subproducto rico en componentes valiosos y su aprovechamiento es de gran importancia para la economía nacional.

La composición proximal del yogurt, resulta similar a lo reportado en la literatura (NMX-F-144-1983).

Se manejaron tres concentraciones de filtrado de proteínas de suero de leche, 5 %, 10 % y 15 % de filtrado de proteínas comparándolo con un blanco, para observar que efectos tiene sobre las características físico-químicas del yogurt, porcentaje de proteína, grasa, humedad, sólidos totales, °D de acidez y viscosidad.

En el periodo de incubación se tomaron las cinéticas de acidificación de los distintos tratamientos y ya teniendo el yogurt terminado se procedió con el análisis físico-químico. Teniendo como resultado que al adicionar el filtrado de proteínas en la elaboración de yogurt existe un aumento del porcentaje de proteínas, grasa, sólidos totales y viscosidad, lo cual mejoro su aspecto natural.

I INTRODUCCIÓN

El origen de la práctica de beber la leche de los mamíferos no se conoce, aunque es muy antigua. Hace cuanto menos 5 mil años ya se cuidaban rebaños para obtener leche. Se piensa que los primeros mamíferos destinados para este propósito, fueron las ovejas, después las cabras y finalmente las vacas. La leche que se recogía se transportaba en pellejos o bolsas hechas con los estómagos de los animales. Por ejemplo, un estomago de cabra se limpiaba y se amarraba en uno de los extremos llenándolo con la leche. Ahora se sabe que el estomago de una cabra u oveja joven tiene una enzima llamada renina que en la actualidad se utiliza en la fabricación de queso. Una bolsa de leche que se transportaba exponiéndose al sol también proporcionaba condiciones adecuadas para el crecimiento de microorganismos. Al término de un periodo corto esta bolsa de leche contenía una bola de sabroso “queso” comestible en un suero acuoso (Desrosier, 1986).

La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, dadas las características de sus nutrimentos, como las proteínas que contienen gran cantidad de aminoácidos esenciales para la alimentación. Por ello organismos internacionales como la FAO y la UNESCO, la han recomendado como alimento indispensable para la nutrición humana, principalmente para los niños.

En América Latina, fueron los españoles quienes introdujeron los primeros bovinos en el siglo XVI, desarrollándose la ganadería en las haciendas coloniales, destinándose la producción de carne y leche principalmente al consumo humano.

A principios del siglo XX se comenzó a importar en México, ganado de raza lechera, lo que impactó el crecimiento de la producción lechera.

La industria de la leche en nuestro país se consolidó hasta los años cuarenta, debido al desarrollo industrial y a la expansión del mercado interno.

Durante el periodo de 1950 a 1970 se efectuó un proceso de integración de la actividad lechera, dando como resultado el surgimiento de algunas de las pasteurizadoras e industrializadoras de lácteos más importantes, las cuales actualmente se encuentran ubicadas en regiones favorecedoras del producto en nuestro país, tales como la Región Lagunera (Anónimo 1).

JUSTIFICACIÓN

El suero es un componente de la leche que se elimina tras el cuajado de la leche al elaborar queso.

En muchos de los casos su eliminación ha sido un grave problema para la industria quesera ya que ocasiona problemas de contaminación.

Es por esto que se buscan diferentes alternativas para la utilización del suero y una de ellas es utilizar las proteínas del mismo en la elaboración de distintos productos lácteos como es el yogurt lo cual reduce en DBO (demanda biológica de oxígeno).

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos y características físico-químicas que presenta el yogurt con la incorporación de proteínas de suero.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar queso fresco.
2. Extraer la proteína del suero de leche.
3. Elaborar yogurt incorporando las proteínas del suero.
4. Evaluar las siguientes características del yogurt:
 - Textura
 - Composición química

II REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 LECHE

2.1.1 ANTECEDENTES

La leche es el líquido secretado por las glándulas mamarias, tanto del ser humano, como de los animales mamíferos, cuyo fin es servir de alimento al recién nacido.

La leche se puede considerar un líquido blanco y opaco, aunque puede presentar también una tonalidad ligeramente amarillenta, sobre todo cuando las vacas se encuentran en los pastos. Debe tener un sabor característico, puro, fresco y ligeramente dulzón, así como un olor igualmente característico y puro. Debe tener también una consistencia (coherencia entre sus partículas) homogénea y carecer de grumos y copos (Spreer, 1997).

2.1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

El constituyente mayoritario de la leche es el agua y contiene cantidades variables, según las especies de animales; lípidos, proteínas y carbohidratos que se sintetizan en la glándula mamaria. También se encuentran en la leche pequeñas cantidades de minerales y otros componentes lipo e hidrosolubles que proceden directamente del plasma sanguíneo, proteínas sanguíneas e intermediarios de la síntesis mamaria (Varman y Sutherland, 1994). En el cuadro 1 se muestra la composición media de la leche de vaca y otras especies.

Cuadro No 1. Composición media de la leche de vaca y otras especies

	Proporción de extracto seco en %	Materia grasa en %	Proteína total en %	Caseína en %	Proteínas del lactosuero en %	Lactosa en %	Cenizas en %
Mujer	12.4	3.8	1.0	0.4	0.6	7.0	0.2
Vaca	12.7	3.7	3.4	2.8	0.6	4.8	0.7
Cabra	13.2	4.5	2.9	2.5	0.4	4.1	0.8
Oveja	19.3	7.4	5.5	4.6	0.9	4.8	1.0
Burra	8.5	0.6	1.4	0.7	0.7	6.1	0.4
Yegua	11.2	1.9	2.5	1.3	1.2	6.2	0.5
Búfala	17.2	7.4	3.6	-	-	5.5	0.8
Camella	13.6	4.5	3.6	2.7	0.9	5.0	0.7
Llama	16.2	2.4	7.3	6.2	1.1	6.0	-
Yak	17.3	6.5	5.8	-	-	4.6	0.9
Anta	21.5	10.0	8.4	-	-	3.8	1.5
Rena	33.1	16.9	11.5	-	-	2.8	-

(Spreer, 1997).

El agua es el componente principal de la leche, siendo su función esencial la de actuar como disolvente de los demás componentes. Sin embargo, en algunos derivados lácteos como la mantequilla, el queso o la leche en polvo puede estar como agua ligada químicamente, por ejemplo ligada en forma de agua de hidratación a las proteínas o a los cristales de lactosa, y también como agua libre.

De todos los componentes de la leche, la fracción que más varía es la formada por las grasas, estando en una proporción que oscila entre el 3,2 y el 6%. Estas variaciones se deben principalmente a la selección realizada para obtener las distintas razas de vacuno. Además también se deben a la diferente alimentación, alojamiento, estado sanitario y a las características individuales de las vacas lecheras. Estos mismos factores influyen sobre la diferente composición de la leche.

La grasa de la leche se diferencia de otras grasas animales, en especial de las grasas corporales, entre otras cosas por poseer muchos más tipos de ácidos grasos (9 ó más en comparación con los 2 ó 3 tipos que presentan las otras grasas). Sobre todo es más rica en ácidos grasos insaturados.

El contenido de proteínas depende fundamentalmente de la alimentación y oscila entre el 3,0 y el 3,6%. Es necesario someter este parámetro a un constante control, sobre todo en las fábricas de queso, debido a que el consumo de materia (y el rendimiento por tanto) viene determinado, en gran parte, por el contenido proteico de la leche.

Los componentes estructurales básicos de las proteínas son los aminoácidos; estos se forman, por uniones de distintos tipos (enlaces peptídico, puentes disulfuro, puentes de hidrógeno o enlaces iónicos), determinadas estructuras polipeptídicas, que a su vez se unen entre sí formando las proteínas.

Los aminoácidos son ácidos orgánicos portadores en el resto hidrocarbonado de un grupo amino (NH_2).

Frecuentemente se hace la clasificación de las proteínas de la leche en base a los componentes obtenidos por el método de separación fraccionada (fraccionamiento). Este método distingue entre caseína, albúmina y globulina.

La caseína, que se presenta en una proporción del 80 %, es el componente mayoritario de las proteínas lácteas. En muchos procesos industriales sufre una transformación, como por ejemplo en los de elaboración de los derivados de leche ácida y de mantequilla. Representa la fracción proteica en la masa de los quesos.

La caseína es una fosfoproteína debido a que posee grupos fosfato fuertemente ligado y, además, establece enlaces con calcio. Por esa razón se habla de fosfocaseinato. La unión con el calcio le proporciona a esta proteína, entre otras cosas, una determinada estabilidad por lo que, por ejemplo, no coagula al ser cocida. Otros elementos unidos a la caseína son el oxígeno y el azufre.

El interés tecnológico reside sobre todo en la relación en la que están las fracciones α , β , y κ ya que estas son las que determinan la coagulación de las proteínas en la elaboración de los quesos.

Las llamadas proteínas sericas o del lactosuero, participan con un 20 % en la proporción total de proteínas de la leche (la proporción de albúminas, es aproximadamente del 16-18% y la de globulinas del 2-4%. Al contrario de lo que ocurre en la caseína, estas proteínas no contienen nada o casi nada de fósforo. Las albúminas y las globulinas tampoco son sustancias únicas sino que más bien representan una serie de grupos de sustancias que se subdividen según su capacidad de precipitación con sulfato amónico.

Recientemente se ha establecido la siguiente clasificación (Spreer, 1991):

Albúminas:

β -lactoglobulina	(aproximadamente el 49 % de las proteínas del suero).
α -lactóalbúmina	(aproximadamente el 19% de las proteínas del suero).
Albúmina del Suero sanguíneo	(aproximadamente el 5% de las proteínas del suero)

Globulinas:

Euglobulina	(aproximadamente el 11 % de las proteínas del suero).
Pseudoglobulina	(aproximadamente el 16% de las proteínas del suero).

Debido a que en la elaboración del queso las proteínas sericas pasan al lactosuero, es muy importante para poder obtener la totalidad de las proteínas, procesar adecuadamente el lactosuero. Además de caseína, albúminas y globulinas la leche también contiene trazas de proteosas y peptonas que se obtiene del lactosuero por adición de cuajo.

La lactosa, es un carbohidrato característico de la leche, es un disacárido que esta compuesto de dos monosacáridos, glucosa y galactosa.

El poder edulcorante de la lactosa es, a diferencia del de otros disacáridos, bastante reducido (aproximadamente del 30% del azúcar de remolacha), siendo también su solubilidad, en comparación con la de otros azúcares, considerablemente menor.

La lactosa juega un importante papel tecnológico en todos los procesos de acidificación de la leche (elaboración de los productos de la

leche ácida, maduración de la nata, etc.) ya que representa el substrato nutritivo para las bacterias lácticas y también tiene interés tecnológico su propia obtención.

Las sales minerales, son compuestos químicos formados por aniones ácidos y cationes metálicos o de otro tipo, se descomponen cuando están en disolución acuosa, en gran parte en los iones de los que están formadas. En el sentido más amplio, se entienden por sales de la leche todos los componentes de esta que se presentan en forma de iones o que son ionizables.

Las enzimas (también llamados fermentos) son compuestos de compleja estructura y de elevado peso molecular formados por una proteína (apoenzima) y por un grupo activo (grupo prostético) llamado coenzima. Las enzimas son los biocatalizadores de las células vivas, reduciendo la energía de activación y elevando la velocidad de reacción, permiten la realización de todos los procesos metabólicos. Las enzimas producidas en el interior de una célula pueden actuar también fuera de ella sobre un substrato, acelerando de esta forma las reacciones químicas.

La leche contiene todas las vitaminas necesarias para la vida, pero en cantidades diferentes que no en todos los casos son suficientes. El contenido de vitaminas en la leche cruda depende fundamentalmente de la alimentación y del estado de salud de los animales. Los tratamientos y transformaciones a los que se somete la leche puede rebajar algo su contenido vitamínico (Spreer, 1991).

En el cuadro 2 se tiene algunas de las propiedades de las proteínas de la leche y sus aplicaciones.

Cuadro No. 2 Propiedades de las proteínas de la leche y sus aplicaciones.

Ingrediente	Contenido de proteínas	Propiedades	Aplicaciones
Caseinatos	89-84%	Emulsificación superior, mezcla con agua, salsas	Productos cárnicos, productos lácteos y de panadería, sopas.
Suero en polvo	2.5-13.1%	Esponjado, textura, absorción del medio.	Productos lácteos y panadería, confitería, productos cárnicos, bebidas, salsas, aderezos.
Concentrados proteínicos de suero	34-50%	Buena solubilidad y emulsificación.	Reemplaza el polvo de leche descremada, productos de panadería, yogurt, quesos.
Concentrados proteínicos de suero	50-65%	Gelatinización, mezcla del agua.	Postres congelados, mezclas secas de pasteles, aderezos, quesos.
Concentrados proteínicos de suero	70-80%	Emulsificación, esponjado, gelatinización, mezcla de recubrimientos batidos	Productos cárnicos, pasta, sustitutos de la grasa, agua.
Proteína de suero	90%	Realzado de las propiedades arriba mencionadas.	Bebidas, fórmulas para infantes.
Lactoferrina	98%	Antimicrobiano	Fórmulas para infantes, bebidas funcionales.

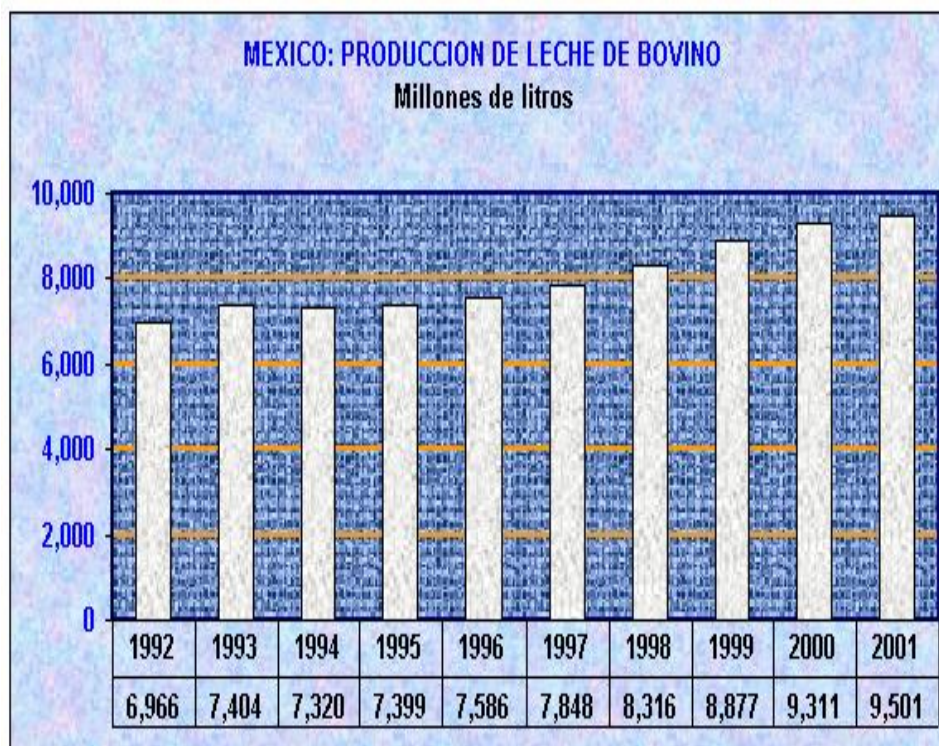
(Anónimo 2)

2.1.3. PRODUCCIÓN NACIONAL DE LECHE.

La producción de leche de bovino en México es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones.

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), durante los últimos diez años (1992-2001) la producción total de leche de bovino fue de 80 millones de litros, y tuvo una tendencia de crecimiento constante, debido principalmente a que las expectativas para el sector lechero fueron más favorables gracias a los programas de apoyo concertados entre las instancias gubernamentales, los productores organizados y los industriales de la leche, en el cuadro 3 se muestra la producción nacional de leche de bovino de 1999 – 2002.

Cuadro No. 3 Producción de leche de bovino



(Anónimo 3)

En México, la producción lechera se desarrolla en todo su territorio, pero durante el periodo analizado (1992-2001) se concentró en seis estados, los que contribuyeron conjuntamente con el 56% de la producción nacional (destacándose Jalisco, Durango y Coahuila, quienes conjuntamente participaron con el 26%). Cabe destacar que en estas dos últimas entidades se encuentra ubicada la Región Lagunera, que es la más importante cuenca lechera del país, y que ocupa el primer lugar en producción a nivel nacional. (Anónimo 3)

El sector productor de derivados lácteos, principalmente de queso, yogurt y crema, muestra una gran diversidad; en él existen micro, pequeñas, medianas y grandes empresas. La participación en el mercado, el nivel tecnológico y la calidad de los productos que elaboran sus empresas es muy variable.

En México se elaboran más de una treintena de tipos diferentes de quesos. La mayor parte y artesanales y de difusión regional. En el cuadro 4 registra los volúmenes de los siete quesos de mayor circulación comercial en el lapso 1994 – 1999 (Villegas, 2004).

Cuadro No. 4 Producción de los quesos más comercializados en México

QUESO	VOLUMEN (Toneladas)	
	1994	1999
Fresco	44, 088	44, 291
Chihuahua	10, 790	10, 023
Oaxaca	9 ,993	13, 147
Panela	8 ,881	10, 642
Tipo Manchego	14, 842	9 ,114
Doble Crema	14, 637	15, 327
Amarillo	15, 084	23, 099

(Villegas, 2004)

2.2 YOGURT

2.2.1. ANTECEDENTES

Generalmente se considera que fue originado por los pastores nómadas, especialmente en Asia y en el Sur y Oriente de Europa; en la actualidad el yogurt fermentado se relaciona con otros productos del mismo tipo como la leche agria, la leche de mantequilla agria, el koumiss y el kefir (Desrosier, 1986).

Los productos lácteos fermentados, leches fermentadas o productos de leche ácida son productos que se caracterizan porque obtienen su carácter ácido y su típica textura por experimentar una fermentación láctica unida a una producción de aroma.

Distintas especies y combinaciones de especies de bacterias lácticas acidificantes fermentan una parte de la lactosa y en ocasiones de la sacarosa añadida a ácido láctico y, en menor medida, también a otros ácidos orgánicos y sustancias aromáticas. La fermentación provoca también la coagulación de las proteínas, que también sufren un cierto grado de desdoblamiento.

El aroma, cuya formación es muy compleja, se debe sobre todo a dos compuestos esenciales, el diacetilo y el acetaldehído (Spreer, 1997).

2.2.2 CONCEPTO

Yogurt natural o leche búlgara: Producto lácteo preparado a partir de leche entera, parcial o totalmente descremada, enriquecida en extractos secos por medio de la concentración de ésta o agregando leche en polvo, tratada térmicamente y coagulada biológicamente por la fermentación obtenida de la siembra en simbiosis de los fermentos

lácteos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (NMX-F-444-1983).

Según la F.A.O. / O.M.S. (1997) el yogur es una leche coagulada obtenida por fermentación láctica ácida, producida por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, de la leche pasteurizada o concentrada con o sin adiciones (de leche en polvo, etc.). Los microorganismos del producto final deben ser viables y abundantes (Luquet, 1993),

De esta fermentación resulta un líquido suave y viscoso, a un gel suave y delicado, de textura firme, con la misma sinéresis y con sabor característico. Existen tres tipos principales de yogur: firme, batido y líquido (García, et al, 2004).

Las leches fermentadas están entre los productos lácteos que gozan de una creciente demanda por parte de los consumidores y contribuyen notablemente a equilibrar el estancado, y parcialmente en retroceso, consumo de leche. La inmensa variedad de complementos que se les pueden añadir no solo permite ofrecerle al consumidor una amplia variedad de productos sino que hace reducir el contenido calórico de los alimentos con vistas a lograr unos hábitos alimenticios más sanos (Spreer, 1997).

2.2.3. CARACTERÍSTICAS

Hoy en día se dispone de yogurt en muchos diferentes estilos, con o sin sabores, agregados en varios tamaños de empaque. La mayoría de los investigadores en el campo concuerdan en que el yogurt es el producto elaborado por fermentación de la leche mediante los microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

La leche, casi siempre de vaca, es el principal ingrediente. La primera etapa es preparar una mezcla de leche y otros ingredientes. Es común descremar parcialmente esta leche a un contenido de grasa de 1 a 2% en peso, aunque se ofrece a la venta una cantidad limitada de yogurt de leche entera. Pueden agregarse a la mezcla sólidos adicionales en forma de leche en polvo desgrasada, lactosa, caseinato de sodio, etc., para producir un contenido de sólidos no grasos aproximado de 10 a 15%. Estos sólidos adicionales dan cuerpo y mejoran la aceptación del cliente.

La leche debe ser en especial de alta calidad. El fabricante debe utilizar pruebas de selección para evitar el uso de leches o de otros ingredientes que pueden contener antibióticos residuales u otros materiales bacteriostáticos a los cuales los cultivos del yogurt son extremadamente sensibles.

La buena calidad del producto terminado demanda un control muy estricto de la composición de la mezcla. Donde la legislación lo permite, se pueden utilizar estabilizadores, gelatina, calcio (en forma de caseínatos, lactatos, gluconatos, etc.), carragenina y otros productos comestibles para dar más cuerpo. Su uso depende también del estilo del yogurt que va a elaborarse.

Aunque en el yogurt natural, normalmente no se emplea sacarosa, se utiliza en sabores como agente edulcorante (4 a 6%). La forma más frecuente para dar sabor es el uso de frutas en conserva o cocidas.

Entre las características más importantes se consideran firmeza, consistencia, sabor y aroma.

Firmeza y consistencia.- La textura debe ser suave y fina, sin grumos ni polvo. No debe verse separación de suero. El cuerpo debe ser firme pero no gelatinoso.

Sabor y aroma.- El aroma y el sabor del yogur son distintos y únicos. No deben existir sabores amargos o desagradables. Los niveles de ácidos no deben ser excesivos. Se piensa que un equilibrio de 1:1 de bacterias en bastones y cocos, produce un sabor óptimo a niveles de ácido adecuados (Desrosier., 1986).

Desde el punto de vista nutricional el yogur es igual a la leche pero por su fermentación presenta otras ventajas de digestibilidad.

Su sabor y su consistencia varían de acuerdo con la calidad y el tipo de leche que se utilice para su producción. Igualmente se le agrega fruta para cambiar su consistencia y aumentar su valor nutricional (Anónimo 4).

En el cuadro 5 se muestra la composición del yogur natural, mostrando sus valores mínimos y máximos de los componentes de este.

Cuadro No. 5 Composición del yogurt o leche búlgara natural

Componentes	Mínimo	Máximo
Grasa %	2.5	-
Sólidos no grasos leche %	10.5	-
Acidez en ácido láctico	0.8	1.8
Proteína	3.2	-
Humedad	-	87
pH menor de		

(NMX-F-444-1983).

2.2.4 BACTERIAS ÁCIDO-LÁCTICAS

Las bacterias ácido-lácticas constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del proceso de fermentación. Se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, así como en nuestro aparato digestivo.

Aunque se les conoce sobre todo por su labor de fermentación de productos lácteos, se emplean asimismo para encurtir vegetales en el horneado, en la panificación del vino, y para curar pescado, carne y embutidos.

Sin comprender la base científica que explica su acción, numerosos pueblos utilizaban estas bacterias hace ya miles de años para la elaboración de alimentos modificados, que podían conservarse mucho más tiempo, y estaban dotados de texturas y sabores característicos, distintos de los del producto original.

En la actualidad también se hace buen uso de estos ilustres aliados microbianos en la elaboración de una amplia gama de productos lácteos fermentados, ya sean líquidos, como el kefir, o densos y semisólidos, como el queso o el yogurt.

La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose (formación del cuajando), y lo mismo ocurre con la textura del producto.

Existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes.

El ácido láctico es también el que confiere a la leche fermentada ese sabor ligeramente acidulado. Los elementos derivados de las bacterias ácido-lácticas producen a menudo otros sabores o aromas característicos. El acetaldehído, por ejemplo, da al yogurt su aroma característico, mientras que el diacetilo confiere un sabor de mantequilla a la leche fermentada.

En lo que concierne al yogurt, su elaboración deriva de la simbiosis entre dos bacterias *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan porque cada una estimula el desarrollo de la otra. Esta interacción reduce considerablemente el tiempo de fermentación y el producto resultante tiene peculiaridades que lo distinguen de los fermentados mediante una sola cepa de bacteria (Anónimo 11).

2.2.5. ESTABILIZANTES

Para estabilizar la consistencia del yogurt y para impedir que la sinéresis del gel provoque exudación de suero, se le pueden añadir productos estabilizadores, sobre todo de tipo hidrocoloides al producto.

Los estabilizantes, como los sólidos lácteos tiene influencia positiva sobre la consistencia y estabilidad del yogurt de esta forma se puede, por ejemplo, proceder en la elaboración de postres de yogurt de igual manera que en la elaboración de yogurt batido, obteniéndose no obstante, un producto de consistencia firme. Como agentes estabilizadores se emplean muchos hidrocoloides, tales como la gelatina, los almidones, las gomas vegetales y la pectina.

El producto más utilizado es la gelatina, en una concentración máxima de 1.25%.

La cantidad añadida del estabilizante debe ser menor del 1 %. Cuanto mayor sea la proporción de extracto seco menor ha de ser la cantidad de estabilizantes a añadir (Spreer.1997).

La cantidad de estabilizante a usar depende de la consistencia deseada en el producto final, debiendo tener cuidado con la adición excesiva. En este último caso se corre el riesgo de transmitir sabores extraños al yogur (sabor a almidón, por ejemplo).

Generalmente los estabilizantes son usados en rangos de 0.1 a 0.3%, pero se emplean concentraciones de 0.05% de pectina para yogur con frutas (Anónimo 5).

2.2.6. VISCOSIDAD DEL YOGURT

La leche es mucho más viscosa que el agua. Esta mayor viscosidad se debe, por completo a la materia grasa en estado globular y a las macro moléculas proteicas, la viscosidad disminuye con la elevación de la temperatura. Toda modificación que actúa en las grasas o las proteínas tendrá un efecto particular en la viscosidad, La homogenización eleva la viscosidad de la leche, así como los factores que producen variaciones en el estado de hidratación de las proteínas también son causas de los cambios de viscosidad

La coagulación por acidificación para la preparación de leche ácida, se logra mediante el agregado cultivos de bacterias lácticas; estos microorganismos transforman la lactosa en ácido láctico cuando el pH se acerca al punto isoeléctrico de la caseína aumenta la viscosidad, por lo que se obtiene fácilmente productos más espesos, con textura de gel, tal como el yogur las condiciones necesarias para la formación del gel, establece un delicado balance en la precipitación.

Dentro de los factores que afectan la viscosidad del yogurt estan los siguientes:

1. Contenido de grasa.
2. Temperatura de incubación (a mayor temperatura la viscosidad disminuye).
3. Velocidad de enfriamiento.
4. Por efecto de calentamiento.

Los cambios en la viscosidad del yogurt, depende de una serie de factores propios de las proteínas tales como el tamaño molecular, forma, carga superficial, tipo de las proteínas, concentración, solubilidad y capacidad de retención de agua, y estas a su vez, estan influenciados por los factores del medio ya mencionados; otro factor importante es el calcio que queda retenido en las caseínas, cuya proporción con la superficie micelar influye en la formación del gel (Anónimo12).

El yogurt tiene una característica de los líquidos no newtonianos por lo cual muestra diferentes viscosidades. Debido a esto la viscosidad del yogurt esta en constante cambio y por lo tanto es difícil medirla

Por ejemplo en un estudio de investigación la adición de la mezcla de la pectina-gelatina mejoró la textura del yogurt de la leche de soya. La viscosidad de las muestras de la leche de soya aumentó rápidamente, principalmente tratamientos con lactosa. El yogurt demostró la viscosidad más alta (800 centipoises) después de 4 horas (Anónimo14).

2.3. PROTEINAS DEL LACTOSUERO

2.3.1 ANTECEDENTES

El lacto suero es un líquido que se obtiene por la coagulación de la leche en la elaboración del queso, una vez que se separan la cuajada del queso (la caseína) y la grasa.

Según el procedimiento utilizado para separar la cuajada del queso, se obtendrá lactosuero dulce (por el cuajo) o lactosuero ácido. El empleo de uno u otro procedimiento de separación de la cuajada del queso van a determinar también una diferente composición del lactosuero.

El lactosuero, un contaminante producido por la industria quesera, se utiliza en la producción de alimentos por los efectos benéficos para la salud. Hasta hace un par de décadas la producción de la industria láctea tenía como contrapartida un derivado altamente contaminante: el lacto suero, un líquido que se separa de la leche cuando ésta se coagula para la obtención de queso.

Este subproducto, que generalmente se desechaba, contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8 % de la materia grasa y aproximadamente el 95 % de la lactosa (el azúcar de la leche).

Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al medioambiente sin ningún tipo de tratamiento, porque la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos. Pero a nivel mundial se utiliza cada vez más este subproducto. Se recupera la lactosa por un lado y se eliminan las sales, porque el suero tiene un contenido muy alto en sales y eso impide que se pueda utilizar para muchas aplicaciones.

A partir de los años 70 en Europa y de los 80 en nuestro país se comenzaron a desarrollar procesos de separación, concentración y secado que permiten obtener subproductos del suero con interesantes aplicaciones en la industria alimentaria y farmacéutica.

El lactosuero es uno de los materiales más contaminantes que existen en la industria alimentaria. Cada 1,000 litros de lactosuero generan cerca de 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza contaminante es equivalente a las aguas negras producidas en un día por 450 personas.

2.3.2 COMPOSICIÓN

Más aún, no usar el lactosuero como alimento es un enorme desperdicio de nutrimentos; el lactosuero contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8 % de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa. Como se mostró anteriormente, por lo menos el 50 % en peso de los nutrimentos de la leche se quedan en el lactosuero.

Ahora bien, no todos los lactosueros son iguales. Una de las diferencias principales entre ellos es su composición, que depende no solamente de la composición de la leche para quesería y del contenido de humedad del queso sino, de manera muy significativa, del pH al que el lactosuero se separa de la cuajada.

El lactosuero dulce contiene una cantidad mayor o menor de calcio dependiendo de que la coagulación se haya realizado en mayor o menor medida por la acidez o por el cuajo. En el lactosuero dulce (por el cuajo), al carecer de calcio, no se pueden formar lactatos y aunque se someta a una acidificación no puede transformarse en lactosuero ácido (Spreer.1997).

En el cuadro 6 se muestra los valores de la composición del lactosuero fresco, dulce y ácido.

Cuadro No. 6 Composición del lactosuero fresco, dulce y ácido.

	Suero dulce	Suero ácido
Agua	93-94%	94-95%
Extracto seco	6-7%	5-6%
Lactosa	4.5-5%	3.8-4.2%
Ácido láctico	trazas	Hasta 0.8%
Proteínas	0.8-1%	0.8-1%
Ácido cítrico	0.15	0.1%
Cenizas	0.5-0.7%	0.7-0.8%
Valor de pH	6.45%	Alrededor de 5

(Spreer.1997).

Las proteínas del lactosuero, se definen como aquellas que se mantienen en solución tras precipitar las caseínas a pH 4,6, a una temperatura de 20°C.

La composición proteica del lactosuero presenta diferencias notables dependiendo de la especie considerada. Mientras no se diga otra cosa, se hará referencia a la especie bovina.

Las proteínas del lactosuero pueden ser de síntesis mamaria, como la α -lactalbúmina y la β -lactoglobulina, que representan conjuntamente el 70% de las proteínas del lactosuero de vaca, y la lactoferrina, o bien de transferencia sanguínea, como la albúmina y las inmunoglobulinas.

Las propiedades funcionales del lactosuero vienen dadas por las de sus dos principales proteínas, α -lactalbúmina y β -lactoglobulina. Entre ellas destacan su solubilidad, incluso a pH 4,5, si no se calientan, sus propiedades emulsionantes y espumantes y su capacidad de gelificación.

Se recuperan por ultrafiltración o intercambio iónico, con secado a temperaturas lo más bajas posible para evitar su desnaturalización.

α - lactoalbúmina

La α -lactoalbúmina es una proteína que se encuentra en la leche de casi todas las especies, con la excepción de algunas focas. Su misión biológica es la síntesis de la lactosa, siendo la estructura reguladora de una galactosil transferasa mamaria. En ausencia de α -lactoalbúmina, esta enzima transfiere la galactosa a los glicanos de las glicoproteínas.

La α -lactoalbúmina se sintetiza como respuesta a los procesos hormonales que inducen la lactación. Una vez sintetizada, la α -lactoalbúmina es transportada al aparato de Golgi, donde se une a la galactosil transferasa, su acción se produce al aumentar la afinidad de la galactosiltransferasa por la glucosa. La α -lactoalbúmina se secreta en la leche, junto con la lactosa, en las vesículas secretoras producidas a partir de las membranas del aparato de Golgi. La α -lactoalbúmina es la segunda proteína en concentración en el lactosuero de vaca (entre 1 y 1,5 mg/ml), y la más abundante en el lactosuero humano.

Desde el punto de vista nutricional, la α -lactoalbúmina es importante dada la abundancia de triptófano, 4 residuos por molécula, lo que representa un 6% en peso. La α -lactoalbúmina es una de las proteínas de la leche que pueden causar alergia.

β - lactoglobulina

La β -lactoglobulina es la proteína más abundante en el lactosuero bovino, en el que alcanza concentraciones de 2 a 4 mg/ml, representando alrededor de la mitad de las proteínas del lactosuero. Está presente también en la leche de otras especies, como la yegua y la cerda, pero no se encuentra en la leche humana. Está formada por una sola cadena de 162 aminoácidos, con un peso molecular de unos 18.400. Su secuencia se conoce desde 1976.

La función de la β -lactoglobulina no se ha establecido todavía con seguridad, aunque probablemente, al menos en el caso de los rumiantes,

se trata de una proteína transportadora de ácidos grasos, que ejerce su función en el tubo digestivo del lactante.

Inmunoglobulinas

Las inmunoglobulinas son proteínas que forman parte del sistema de defensa contra microorganismos. La estructura básica, con forma de Y está constituida por dos cadenas ligeras y dos cadenas pesadas. Cada cadena ligera está unida a una cadena pesada por un puente disulfuro, mientras que las dos cadenas pesadas se unen entre sí mediante dos puentes disulfuro. Las cadenas pesadas están glicosiladas.

En la leche de vaca, aproximadamente el 80% de la inmunoglobulinas presentes en la leche son IgG. La concentración de estas proteínas en la leche es de entre 0,4 y 1 mg/ml, aunque es muchísimo más elevada en el calostro.

Albúmina

La albúmina de la leche es la misma que se encuentra en la sangre, y procede de ella. Es una proteína relativamente grande, con una cadena formada por 528 aminoácidos. En el lactosuero se encuentra en una concentración de alrededor de 0,4 mg/ml.

Lactoferrina

La lactoferrina es una proteína fijadora de hierro, emparentada estructuralmente con la transferrina de la sangre y con la ovotransferrina del huevo. Tiene carácter básico, con un punto isoeléctrico próximo a 9. Es una glicoproteína que está formada por dos lóbulos, unidos por una hélice de tres vueltas. Los dos lóbulos tienen un 37% de homología de secuencia, por lo que es probable que proceden de una proteína antecesora de la mitad de tamaño. Como estructura secundaria, domina la hélice alfa.

La lactoferrina obtenida del lactosuero bovino se utiliza en algunos países, especialmente en Japón, como ingrediente de alimentos infantiles. También se ha propuesto su utilización como agente antimicrobiano en la protección de la carne y de productos cárnicos. La posible utilidad de la lactoferrina como ingrediente de alimentos infantiles o para uso farmacéutico ha hecho que el gen de la lactoferrina humana se haya clonado en *Aspergillus awamori* y en un arroz transgénico (Anónimo 6).

2.3.3 USOS Y APLICACIONES

Existen dos formas de aprovechar el lactosuero:

1. Aprovechamiento del lactosuero no transformado como alimento para el ganado o como bebidas de lactosuero.
2. Aprovechamiento industrial del lactosuero.

Importancia y aprovechamiento del lactosuero no transformado

Antiguamente, el lactosuero se tendía a considerar un producto residual que, en parte, no se aprovechaba. Sin embargo, el lactosuero es un subproducto rico en componentes valiosos cuyo aprovechamiento, es de gran importancia para la economía nacional. Su importancia reside principalmente en los siguientes aspectos:

- a. Aprovechamiento completo y efectivo de la leche como materia prima.
- b. Obtención de componentes lácteos de alto valor para emplearlos en la industria alimentaria, en la industria farmacéutica y como alimento para el ganado.

- c. Reducción de las aguas residuales con forme a lo dispuesto en las leyes de protección del medio ambiente (valor CBO_5 del lactosuero = 30.000-60.000 mg de O_2 por litro de aguas residuales).

Una gran parte del lactosuero se destina, en forma de lactosuero entero no transformado, a la alimentación animal casi exclusivamente para engorda del ganado porcino. No obstante, con la carne de los cerdos cebados con suero solo se aportan para la alimentación humana del 20 a1 40% de los nutrientes contenidos en el lactosuero.

La ciencia de la nutrición animal busca constantemente nuevas maneras para aprovechar mejor el suero, lo que se consigue gracias a la obtención de componentes lácteos aislados, pero a la vez se ha de intentar destinar cada vez más componentes del suero a la alimentación humana (Spreer, 1997).

Hoy en día la industria esta tratando de aprovechar al máximo los componentes básicos como los de desecho, reciclándolos y adaptándolos de una forma u otra para que nada se tire y todo se transforme. Sin duda alguna, la leche es uno de los elementos mejor aprovechados, pues contiene una gran cantidad de elementos altamente apreciados y aprovechados. Por ello se está utilizando casi todo lo que ella contiene.

Sin embargo el suero que por largo tiempo se ha vertido en los campos se está aprovechando de diversas formas. Hoy en día las proteínas derivadas del suero se emplean casi en todas las categorías de alimentos gracias a sus propiedades funcionales, por ejemplo:

1. Permanecen solubles en bajos pH.
2. Son apropiadas en productos acidificados (bebidas a base de jugos, aderezos).
3. Se puede utilizar para ensaladas y cremas para untar
4. Poseen una muy buena capacidad de gelatinización.

5. Disponen de una buena capacidad para aumentar la viscosidad (lo que permite estabilizar emulsiones en productos horneados).

Estas proteínas derivadas del suero, pueden ser muy útiles para llegar a una buena estabilización de moléculas de grasa solubles. También se está investigando la habilidad que las proteínas derivadas del suero pueden estabilizar los alimentos congelados

Se ha encontrado que el impacto de las proteínas en el tamaño de los cristales de hielo, depende del tipo de proteína, y que las proteínas no retardaron el crecimiento de los cristales de hielo, pero los produjeron de menor tamaño inicial. Por lo que se está investigando la relación entre el crecimiento de los cristales de hielo y la influencia de varias fracciones de suero y tipos de azúcar (Anónimo 2).

2.3.4 PRODUCCION DE SUERO.

La producción de suero esta relacionada directamente con la producción de queso, el rendimiento de queso es del 10% aproximado; por consiguiente el rendimiento de suero es del 90%. La Unión Europea es el principal productor de quesos seguido por los Estados Unidos. México ocupa el octavo lugar con una producción de 138,000.00 toneladas, por lo tanto; la cantidad de suero producido por las industrias lácteas es de 1'242,000.00 litros para el 2006. En el cuadro 7 se muestra la producción mundial de queso.

Cuadro No. 7 Producción mundial de queso.

País/ año	Miles de toneladas							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Australia	320	373	374	413	368	389	376	395
Brasil	434	445	460	470	460	470	480	495
Canadá	329	328	329	350	342	305	307	308
E.U	3,581	3,746	3,747	3,877	3,881	4,026	4,145	4,275
Japón	35	34	34	36	35	35	37	38
México	126	134	140	145	126	134	136	138
Nueva Zelanda	245	297	281	312	301	308	300	295
Otros	990	999	1,050	1,017	990	1,099	1,181	1,229
Rusia	285	220	260	340	335	350	355	360
Unión Europea	5,290	5,861	5,865	5,993	6,100	6430	6,515	6,580
Total	10,781	11,619	12,540	12,953	12,938	13,546	13,832	14,113

(Anónimo 15)

2.4 ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS

En los primeros tiempos el analista de alimentos se preocupaba principalmente de la adulteración notoria. Ahora hay una tendencia creciente para examinar los alimentos desde un punto de vista más positivo de acuerdo a su composición.

Los alimentos procesados son producidos dentro de límites de los estándares prescritos por los fabricantes, establecidos también para cumplir con requisitos legales y con otros reconocidos como convenientes. Esto se logra mediante la estandarización del proceso, tanto como sea posible en cada una de las siguientes etapas: en la

granja, la materia prima, el proceso mismo y finalmente el producto elaborado y su almacenamiento. Esto ha necesitado el desarrollo de técnicas adecuadas para el análisis y control rápidos, que pretenden reemplazar métodos subjetivos para evaluar cualidades sensoriales mediante procedimientos más objetivos.

El conocimiento de los mínimos constituyentes de los alimentos ha mejorado mucho, particularmente por la aplicación de técnicas más modernas de separación, identificación y medición

2.4.1. PROTEÍNAS

Entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida.

Las proteínas constituyen gran parte del cuerpo animal; lo mantienen como unidad y lo hacen funcionar. Se las encuentra en toda célula viva. Ellas son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y la sangre; de enzimas, anticuerpos y muchas hormonas.

Desde un punto de vista químico, las proteínas son polímeros grandes. Una sola molécula proteínica contiene cientos, e incluso miles, de unidades de aminoácidos, las que pueden ser de unos 20 tipos diferentes. El número de combinaciones diferentes, es decir, el número de moléculas proteínicas distintas que pueden existir, es casi infinito. Es probable que se necesiten decenas de miles de proteínas diferentes para formar y hacer funcionar un organismo animal; este conjunto de proteínas no es idéntico al que constituye un animal de tipo distinto.

Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en período de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso. Los organismos adultos que tienen su peso estabilizado están en equilibrio dinámico, en el que sus proteínas se degradan y se regeneran continuamente, aunque su composición permanece constante. Para ello debe existir en la dieta un suministro regular y continuo de proteínas.

2.4.2 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Determinación directa de proteínas

- Procedimiento de método kjeldhal
- Métodos calorimétricos
- Destilación directa
- Métodos al infrarrojo

Análisis de proteína por método de kjeldhal

Aunque se ha modificado durante años, el procedimiento básico de Kjeldhal mantiene aún su posición como la técnica más fidedigna para la determinación de nitrógeno orgánico. En consecuencia, es incluido entre los métodos oficiales estatuidos y es aprobado por las organizaciones internacionales. Además, los resultados obtenidos mediante el método de Kjeldhal se usan para calibrar los métodos físicos y los automáticos.

Se han empleado muchos catalizadores. Se ha considerado que el más efectivo es el mercurio en forma de óxido mercúrico; así como el selenio, que es casi tan efectivo como aquél, pero ambos tienen riesgos tóxicos y problemas para desecharlos.

También se ha conseguido reducir el tiempo de digestión por adición de sulfato de sodio o de potasio que elevan la temperatura de digestión. Los catalizadores metálicos se pueden obtener en forma de tableta muy convenientes, compuestas en una base de sulfato de potasio.

Tradicionalmente, el amoníaco liberado del líquido de digestión alcalinizado se destila en una cantidad de ácido diluido normal, que finalmente es titulado con álcali normal para dar el contenido en nitrógeno orgánico en la muestra. Ahora es más popular destilarlo a una solución de ácido bórico al 4 % y titular directamente al amoníaco condensado como $\text{NH}_4 \text{OH}$ con ácido sulfúrico normal.

Factores de conversión de nitrógeno a proteína cruda

La determinación de nitrógeno total por los procedimientos normales de Kjeldhal no incluye la forma de nitrógeno inorgánico, por ejemplo, los nitritos y nitratos. Sin embargo, los métodos radioquímicos pueden detectar y medir el nitrógeno en todas las formas de combinación. En ciertos alimentos es alto el nitrógeno no proteínico (pescado, frutas y legumbres), pero los factores usados comúnmente para convertir nitrógeno en proteína cruda están basados en el contenido promedio de nitrógeno en las proteínas contenidas en ciertos alimentos en particular. La FAO/WHO (1973) recomendaron incluir los siguientes factores que se muestran en la tabla 8.

Cuadro No. 8 Factores de conversión para proteína

ALIMENTO	FACTOR DE CONVERSION
Trigo-harina entera	5,83
Harinas (excepto la entera)	5,70
Salvado	6,31
Arroz	5,95
Cebada, avena, centeno	5,83
Maíz	6,25
Soya.	5,71
Nueces-cacahuates, nueces del Brasil	5,41
Almendras	5,18
Otras nueces	5,30
Leche y productos lácteos	6,38
Gelatina.	5,55
Todos los otros alimentos	6,25

(Anónimo 7)

2.4.3. AGUA

"Lo primero es el agua; mejor que la victoria olímpica y más importante que el oro". En efecto, el agua es esencial para la pesca, como medio de transporte y como generador de energía eléctrica. El agua es el único ingrediente de los alimentos que está prácticamente presente en todos ellos su cantidad, estado físico y dispersión en los alimentos afecta su aspecto, olor, sabor y textura. Las reacciones químicas y las interacciones físicas del agua y de sus posibles impurezas con otros componentes de los alimentos determinan frecuentemente alteraciones importantes durante su elaboración (Anónimo 8).

2.4.4. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

Hay muchos métodos para la determinación del contenido de humedad de los alimentos, variando en su complicación de acuerdo a los tres tipos de agua y a menudo hay una correlación pobre entre los resultados obtenidos. Sin embargo, la generalidad de los métodos da resultados reproducibles, si las instrucciones empíricas se siguen con fidelidad y pueden ser satisfactorios para uso práctico.

Los métodos pueden ser clasificados como por secado, destilación, por métodos químicos e instrumentales.

1. Métodos por secado
2. Métodos de destilación
3. Métodos químicos
4. Métodos instrumentales

(Anónimo 7)

Determinación de agua por destilación azeotrópica.

Los azeotrópos son mezclas de dos o más líquidos distintos que presentan un punto de ebullición determinado constante que es superior o inferior al punto de ebullición de los componentes puros individuales. Una

mezcla azeotrópica no puede separarse en sus componentes por destilación, por que la fase de vapor y la líquida a partir de un cierto punto tienen la misma composición. Este comportamiento de dos líquidos se utiliza en la determinación del agua por destilación. Aunque la precisión del método sea menor que el de los métodos gravimétricos, debido por ejemplo a errores en la lectura del tubo de medida, a la destilación junto con el agua de otras sustancias miscibles o a reacciones de degradación de los alimentos que contienen azúcar o proteínas, la ventaja de la destilación azeotrópica radica en su duración relativamente corta y en la posibilidad de utilizar pesos de muestra mayores.

La muestra de alimento se destila añadiendo tolueno o xileno. El azeotrópo formado, tolueno/agua (Kp.84°C) o xileno/agua (Kp. 92°C), se separa debido a la reducida densidad del tolueno o xileno tras la condensación. El agua arrastrada se mide al terminar la destilación con ayuda de un tubo calibrado.

El porcentaje de agua A se calcula de acuerdo con la ecuación indicada. Como el método en si mismo presenta una desviación de 0.5 – 1 %, el resultado expresado como volumen de agua /100 g de muestra se puede expresar mas exactamente como peso de agua en g / 100 g.

$$A (\%) = \frac{(V + 0.1)}{P} \times 100$$

Donde:

V = volumen leído de agua en ml.

0.1 = corrección debida al agua presente en el aparato.

P = peso de la muestra en g

(Matissek, et al., 1992).

A pesar de sus limitaciones, este método ofrece algunas ventajas, especialmente si se seleccionan bien los disolventes:

- La temperatura se mantiene constante, la del punto de ebullición del disolvente.
- puede seguirse la marcha de la velocidad de destilación por simple inspección visual; ¡Cuando se aclara en el colector la capa superior del disolvente la destilación ha concluido!
- Es un método más rápido que las técnicas de deshidratación.
- No precisa aparatos complicados.

2.4.5. GRASA

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores (mantequilla, por ejemplo).

Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. Se encuentran lípidos, tanto en vegetales como en los animales. Muchos vegetales acumulan considerables cantidades de lípidos en los frutos y semillas. Los animales tienen grasa en las diferentes partes de su cuerpo, especialmente entre la piel y los músculos, en la médula de los huesos y alrededor de las vísceras.

Hay lípidos sólidos, denominados grasas, y líquidos denominados aceites. El término grasa se emplea para aquellas mezclas que son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, en tanto que el término aceite se aplica a mezclas que son líquidas a temperatura ambiente.

Existen diferentes familias o clases de lípidos, pero las propiedades distintivas de todos ellos derivan de la naturaleza hidrocarbonada de la porción principal de su estructura.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes, actuando:

- 1) Como componentes estructurales de las membranas.
- 2) Como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico.
- 3) Como cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos.
- 4) Como componentes de la superficie celular relacionados con el reconocimiento de las células, la especificidad de especie y la inmunidad de los tejidos.

Algunas sustancias clasificadas entre los lípidos poseen una intensa actividad biológica: se encuentran entre ellas algunas de las vitaminas y hormonas.

Aunque los lípidos constituyen una clase bien definida de biomoléculas, veremos que con frecuencia se encuentran combinados covalentemente o mediante enlaces débiles, con miembros de otras clases de biomoléculas, constituyendo moléculas híbridas tales como los glucolípidos, que contienen lípidos y glúcidos, y las lipoproteínas que contienen lípidos y proteínas. En estas biomoléculas las propiedades químicas y físicas características de sus componentes están fusionadas para cumplir funciones biológicas especializadas.

2.4.6. DETERMINACIÓN DE GRASA

Métodos volumétricos

Estos consisten en disolver la muestra en ácido sulfúrico y separar la grasa por centrifugación en tubos de vidrio calibrados especialmente. En los EUA se usa el método de Babcock y en los países europeos el método de Gerber es el usado comúnmente en las determinaciones de rutina de grasa en leche y en productos lácteos. Para ciertos alimentos, en particular los no lácteos, se obtiene una separación más limpia si se usa una mezcla de los ácidos acético y perclórico en lugar del ácido sulfúrico (Anónimo 9).

III MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR.

El estudio se realizo en el laboratorio de tecnología de productos lácteos del Departamento de Producción Animal y en el laboratorio de Nutrición y Alimentos del mismo Departamento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.2. LECHE.

La leche se obtuvo de ganado lechero Holstein, del establo de la Universidad

3.3. SUERO.

El suero que se empleo para realizar el presente trabajo fue suero dulce que se obtuvo en la fabricación de queso fresco (tipo panela), con un rendimiento de suero de 87% y el resto de queso.

3.4. FILTRADO PROTEICO DEL SUERO DE LECHE

Las proteínas que se emplearon fueron extraídas del suero de leche previamente acidificado por 12 horas a temperatura ambiente, el cual fue calentado a una temperatura de 85 - 90 ° C / 20 min. Después se dejó enfriar y reposar por 24 horas para ser filtrado y posteriormente se mantuvo en refrigeración con una humedad de 50 a 70.

3.5. FERMENTO

El cultivo que se empleo para realizar la fermentación fue yogurt comercial el cual contiene las siguientes especies bacterianas: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

3.6. ESTABILIZANTES

Para alcanzar la consistencia requerida del yogurt se utilizo 0.3 % de grenetina comercial.

3.7. MATERIALES

Se emplearon reactivos y material de uso común de laboratorio y en el proceso de elaboración del queso y obtención del concentrado proteico.

3.8. EQUIPO

1. Balanza analítica Ohaus, modelo TS 120
2. Estufa Blue M, modelo 5W-17-TA
3. Centrifuga Dr. N Gerber, modelo HS 44-A
4. Refrigerador American, modelo RC-270
5. DV-E-Viscometer, Brook field.

3.9. METODOLOGIA

3.9.1 ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO (PANELA)

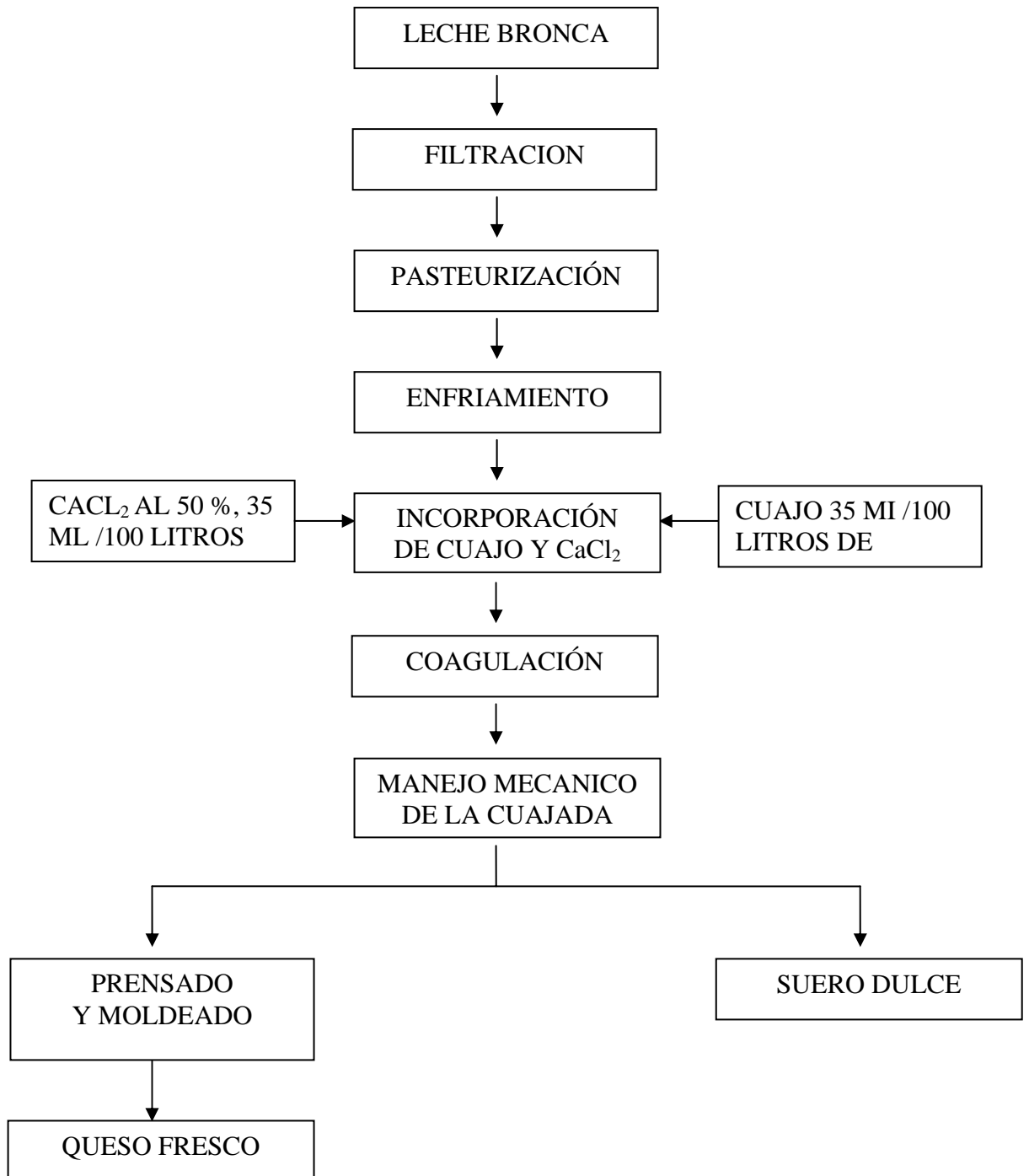


Figura No. 1 Diagrama de flujo de elaboración de queso fresco

3.9.2. EXTRACCIÓN Y FILTRADO DE LAS PROTEÍNAS DEL SUERO DE LECHE

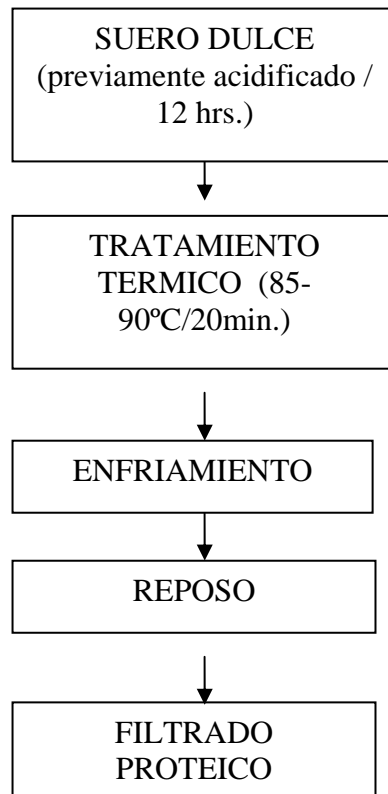


Figura No.2 Diagrama de flujo de la extracción y filtrado de las proteínas del suero de leche.

3.9.3. ELABORACIÓN DE YOGURT INCORPORANDO LAS PROTEÍNAS FILTRADAS

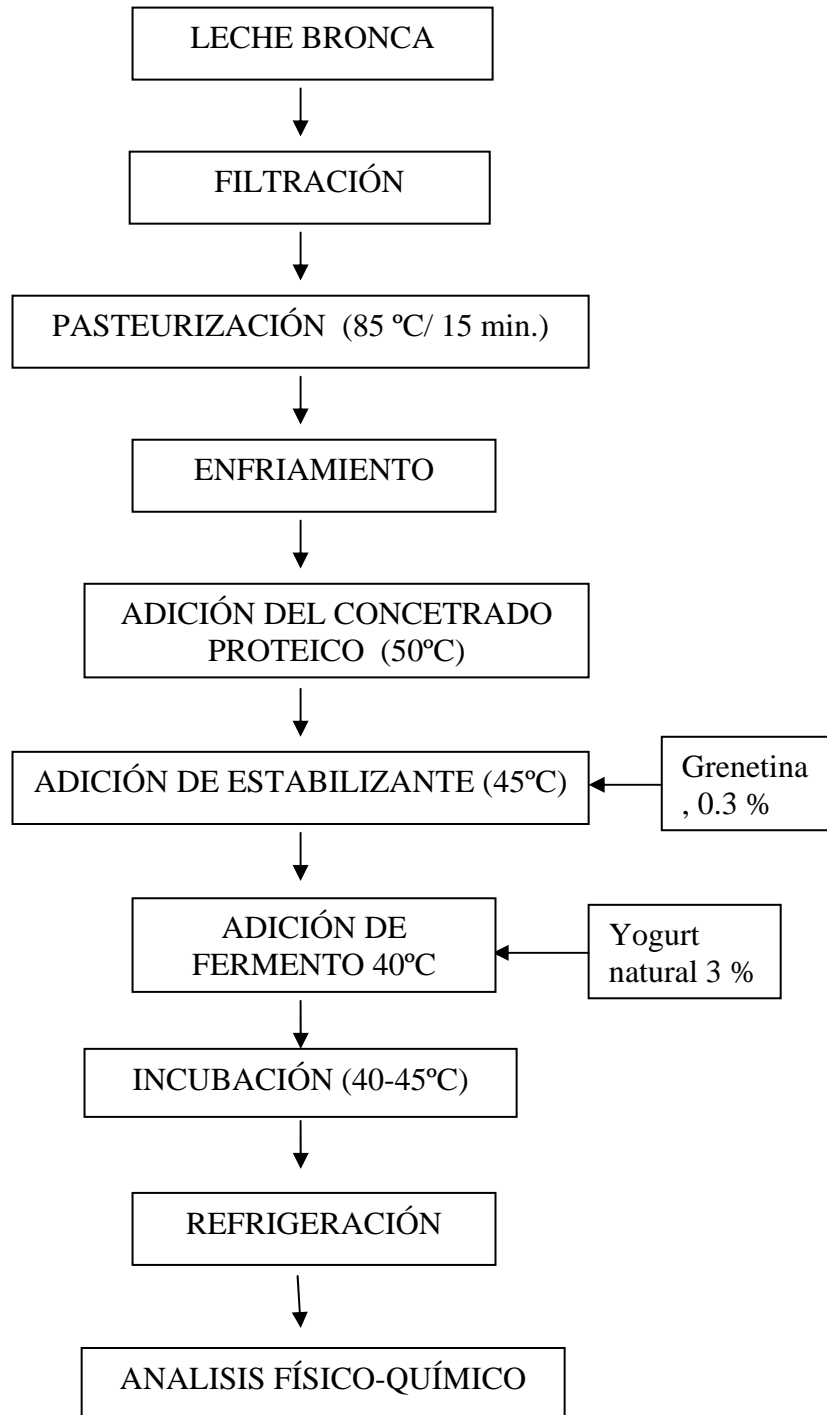


Figura No.3 Diagrama de flujo de la elaboración de yogur incorporando las proteínas filtradas.

3.9.4. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DEL FILTRADO DE PROTEINAS Y DEL YOGURT.

Después de la elaboración del yogurt, se llevo acabo el análisis químico proximal. A continuación se mencionan los componentes y sus respectivos métodos aplicados.

Los sólidos totales, humedad, proteína, grasa, acidez se analizaron por los métodos oficiales recomendados por la AOAC, (1980).

Los métodos que se utilizaron son: para la proteína el método de Kjeldhal, la grasa por Gerber, la humedad por destilación azeótropica, los sólidos totales por desecado, la acidez por titulación.

La viscosidad se midió con un viscosímetro Brookfield, utilizando una aguja no. 5 a una temperatura de 3 a 5 °C. Se hizo por duplicado en cada uno de los tratamientos.

Para el concentrado proteico se utilizaron los mismos métodos.

Los resultados de estos análisis se muestran en cuadros 11, 12 y 13, en promedio de tres repeticiones de cada análisis y cada tratamiento.

3.9.5. DESARROLLO DE LOS TRATAMIENTOS.

Empleando el concentrado proteico se trabajo con tres tratamientos:

1. Blanco (0 % de) concentrado proteico.
2. 5 % de concentrado proteico.
3. 10 % concentrado proteico.
4. 15 % concentrado proteico.

3.9.6. CINÉTICAS DE ACIDIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES YOGURES

Las fermentaciones se llevaron a cabo durante un tiempo aproximado de 3 a 4 horas de incubación hasta que la acidez llegara a 75- 80 °D que es la acidez de un yogurt, de acuerdo a la norma.

Para la producción de yogurt con adición de las proteínas filtradas del suero de leche, se realizaron tres tratamientos (adicionando 5 %, 10 % y 15 % de las proteínas filtradas), en cada tratamiento se hicieron 13 fermentaciones, analizando los resultados obtenidos en los yogures en función de los valores de acidez.

Como resultado de las fermentaciones en los diferentes tratamientos se obtuvo promedios de cuatro repeticiones de las cinéticas de acidificación que se muestran en las figuras 11, 12, 13 y 14.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL FILTRADO DE PROTEÍNAS DEL SUERO DE LECHE

En el cuadro 9 se presenta la composición proximal promedio del filtrado de las proteínas.

Cuadro No. 9 composición promedio del concentrado proteico

Componentes %	Concentrado proteico (Base húmeda %)
Proteína	11.71
Humedad	65
Sólidos totales	35
Grasa ^a D	9

4.2 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LOS YOGURES OBTENIDOS POR LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

Los resultados proximales de los diferentes tratamientos se muestran en el cuadro 10.

Cuadro No. 10 Promedio general final de la composición de los yogures obtenidos por los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTOS				
COMPONENTES	Blanco	5%	10%	15%
%				
Proteína	3.287	3.806	3.883	4.487
Humedad	87.294	86.977	86.275	84.985
Sólidos totales	12.614	13.021	13.814	15.011
Grasa	3.222	3.611	4.244	4.777
Acidez ° D	74.384	75.615	80.461	79.923

De acuerdo a la literatura citada, Norma Mexicana (NMX-F-444-1983), no existe mucha diferencia con los resultados obtenidos en los tratamientos.

Con lo que respecta al blanco, rebasó los límites de humedad en un 0.29 % de humedad y no alcanzó la acidez deseada. En el caso del primer tratamiento (5 % de concentrado proteico) se observó que son parecidos a la literatura y al blanco, además hubo un pequeño aumento en % de proteína con un 0.60% y en la grasa con 0.41 %.

En el segundo tratamiento (10 % de concentrado proteico), el contenido proteico es muy similar al anterior (5%) y también se observó un aumento de grasa de 1% con respecto al blanco.

En el tercer tratamiento (15 % de concentrado proteico), hay un aumento de proteína de 1.2 %, de grasa en un 1.5 %, los sólidos totales aumentaron en un 2.39 % y por lo tanto la humedad disminuyo.

Cuadro No. 11 Promedio de la composición química del yogurt
(primera repetición)

TRATAMIENTOS				
COMPONENTES				
%	Blanco	5%	10%	15%
Proteína	3.117	3.625	3.455	3.835
Humedad	86.467	86.507	85.785	84.185
Sólidos totales	13.280	13.490	14.212	15.8125
Grasa	3.783	4.233	5.116	5.616
Acidez ° D	74	77.25	83.75	79.75

En el cuadro 11 se observa que los valores son muy similares al cuadro anterior, con excepción al contenido proteico del blanco ya se bajo y aumento en el primer tratamiento. También hubo diferencia en el valor de la acidez en el blanco y tercer tratamiento.

Cuadro No. 12 Promedio de la composición química del yogurt
(segunda repetición)

TRATAMIENTOS				
COMPONENTES				
%	Blanco	5%	10%	15%
Proteína	3.607	3.77	3.897	4.807
Humedad	87.03	86.7	86.142	84.880
Sólidos totales	12.972	13.3	14.107	15.117
Grasa	3.616	3.933	4.75	5.383
Acidez ° D	73.75	75.75	78.25	77.75

Cuadro No. 13 Promedio de la composición química del yogurt
(tercera repetición)

TRATAMIENTOS				
COMPONENTES	Blanco	5%	10%	15%
%				
Proteína	3.168	3.98	4.216	4.754
Humedad	88.75	87.973	87.106	86.193
Sólidos totales	11.25	12.026	12.893	13.803
Grasa	2.266	2.666	2.866	3.333
Acidez ° D	77.333	73	79.666	82

En los cuadros 12 y 13 los datos obtenidos son muy semejantes y solo existe diferencia en el valor de la acidez ya que algunos no alcanzaron la acidez.

4.3. VALORES DE VISCOSIDAD DE LOS YOGURES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

La figura 4 nos muestra la viscosidad del yogurt a una temperatura de 3-5 °C en los diferentes tratamientos.

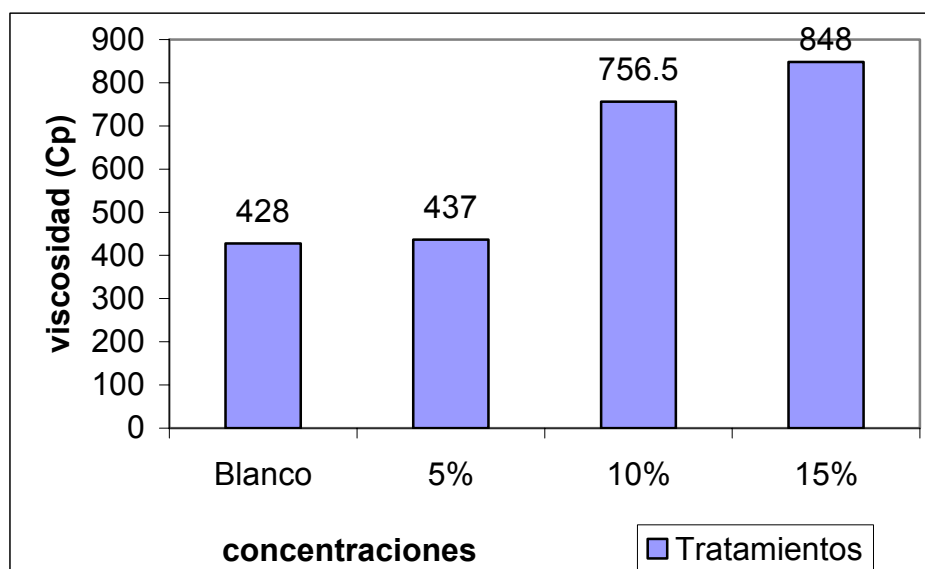


Figura No.4 Promedios de viscosidad de los yogures en los diferentes tratamientos

De acuerdo a los valores obtenidos en la figura anterior de la viscosidad nos damos cuenta que entre mayor concentración de proteína es mayor la viscosidad por lo que el tratamiento de 15 % de concentrado proteico es el de mayor viscosidad el cual es similar al de la literatura.

4.4. CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA EN LOS DIFERENTES YOGURES.

Las figuras 5, 6, 7 y 8 nos muestran por separado el porcentaje de proteína de los yogures adicionados de filtrado de proteína de suero de leche en cada tratamiento.

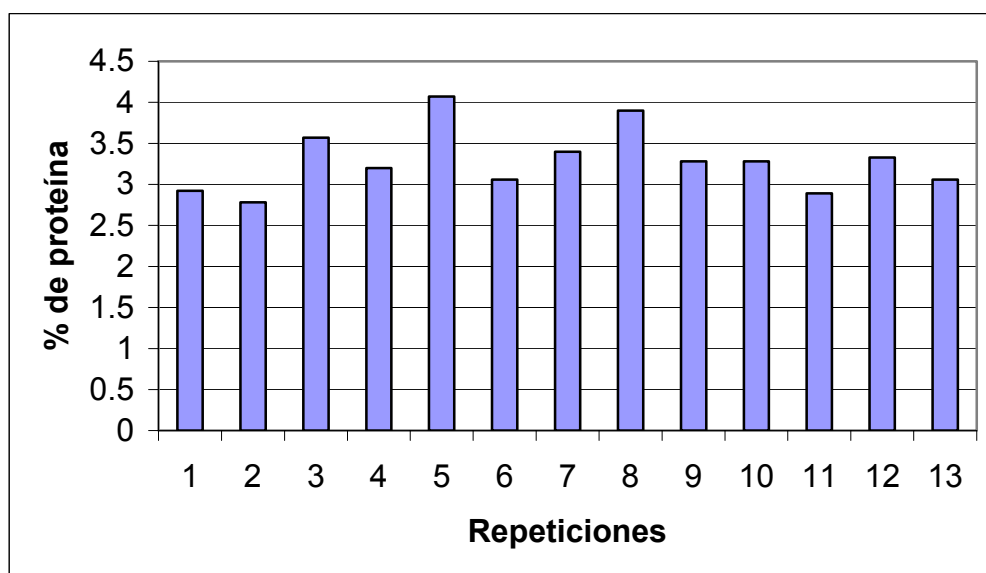


Figura No. 5 Concentraciones de las proteínas obtenidas en el primer tratamiento (yogurt testigo).

De acuerdo con la figura 5 se puede decir que el porcentaje del contenido proteico varia en las distintas fermentaciones realizadas teniendo un rango de 2.8 -4.0 %.

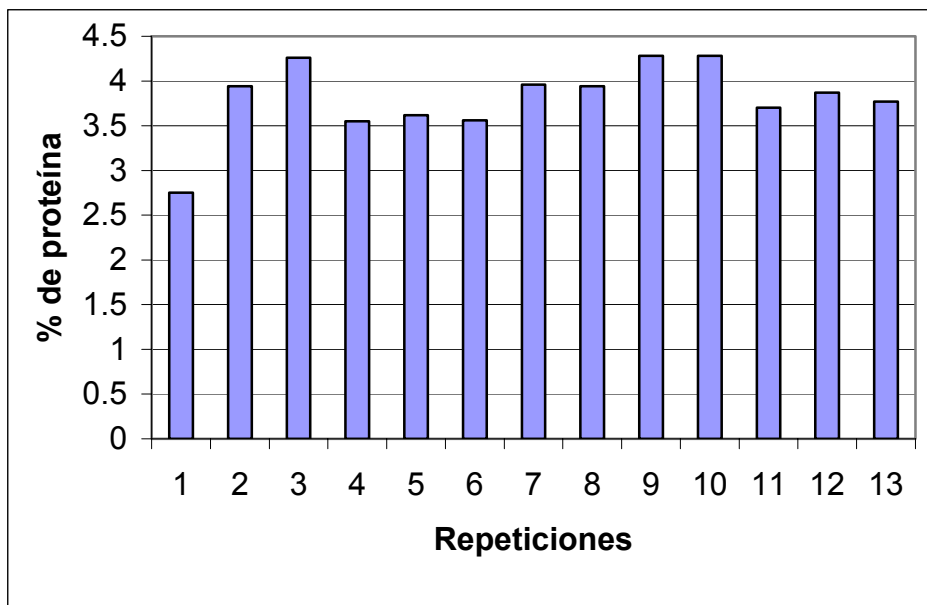


Figura No. 6 Concentraciones de las proteínas obtenidas en el segundo tratamiento (5%).

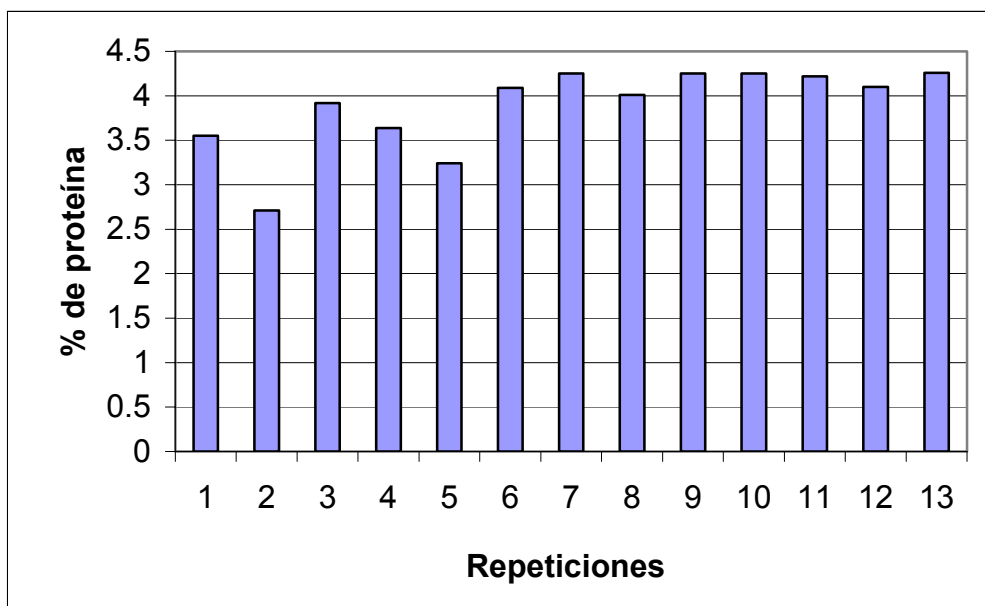


Figura No. 7 Concentraciones de las proteínas obtenidas en los yogures del tercer tratamiento (10%).

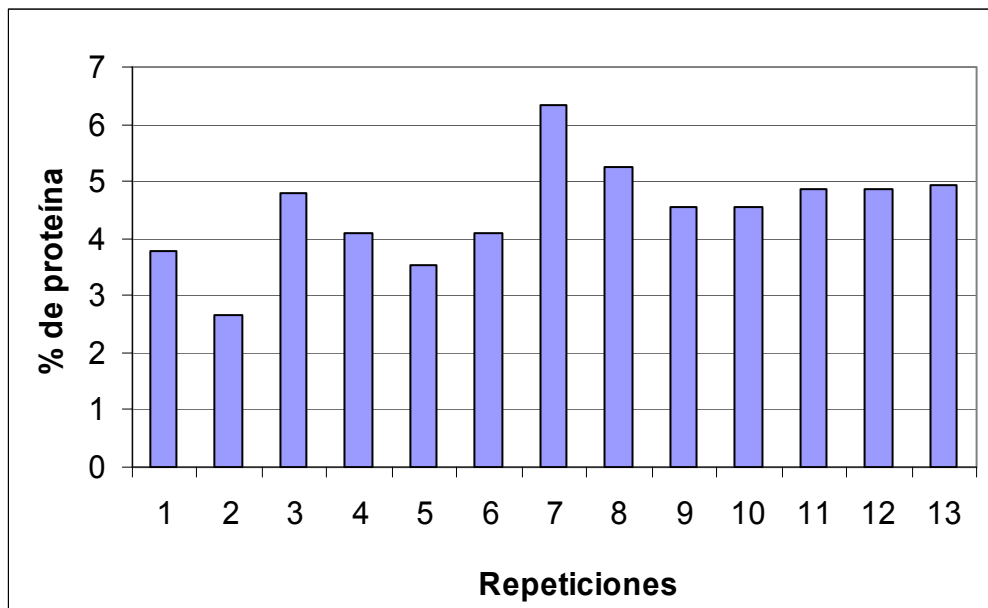


Figura No.8 Concentraciones de las proteínas obtenidas en el cuarto tratamiento (15%).

En las figuras anteriores podemos observar que también existe una variación en los porcentajes del contenido proteico en el caso del primer tratamiento (5%) se tiene un rango de 2.75 a 4.28 % de proteína, en el segundo (10%) es de 2.7 a 4.2 % de proteína y en el tercero (15%) es de 2.7 a 6.3 % de proteína.

La causa de que exista una amplia variación en cada una de las repeticiones puede deberse a que el concentrado proteico que se le adiciono no tenía el mismo porcentaje de humedad (60-70 %) y por lo tanto no era igual el porcentaje de proteína (9.5-13 %).

El promedio de la concentración de proteínas de los yogures obtenidos por los diferentes tratamientos se muestra en la figura No. 9

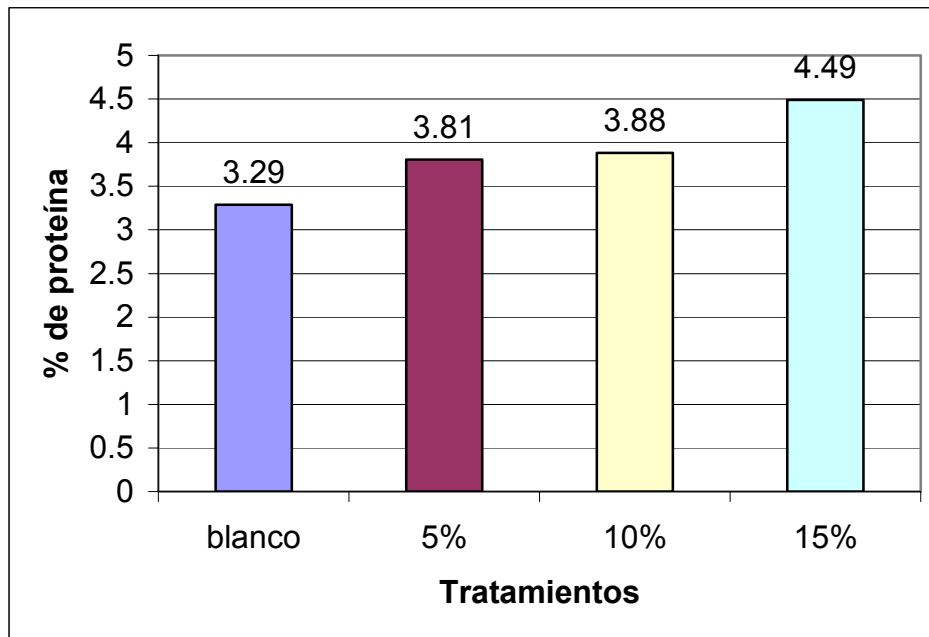


Figura No. 9 Promedio de la concentración de proteína en los diferentes tratamientos del yogurt.

En la figura 9 se observa que hay un incremento en los tres tratamientos con respecto al blanco y lógicamente al incrementar la adición del filtrado de proteína aumenta la concentración final de la misma en el yogurt.

4.4. CINÉTICAS DE ACIDIFICACIÓN DE LOS YOGURES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

En la figura No. 10 se aprecia el promedio general final de todas cinéticas de acidificación de los yogures en los diferentes tratamientos.

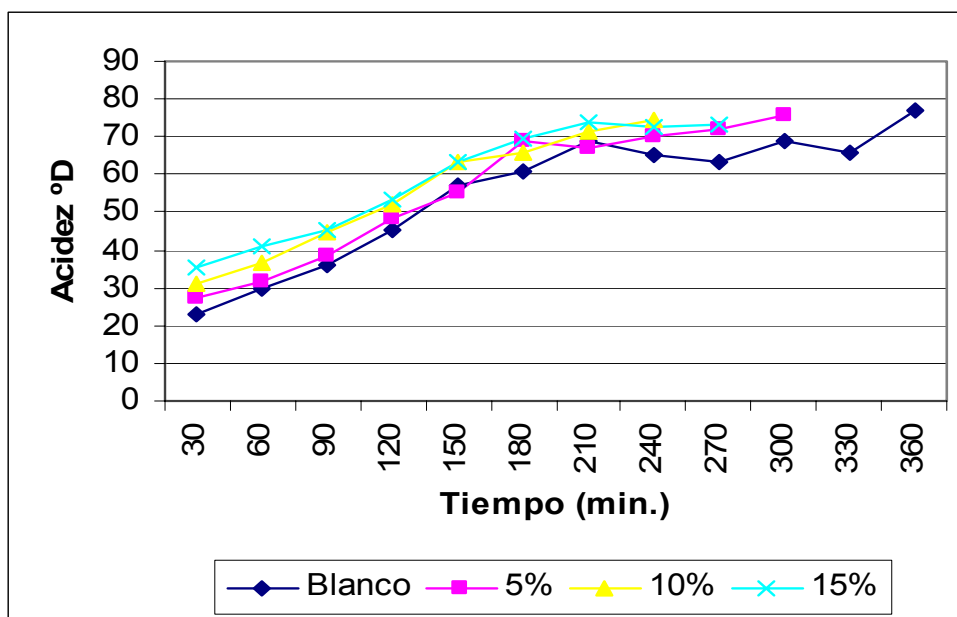


Figura No.10 Cinéticas de la acidificación del yogurt con diferentes concentraciones de proteína de suero de leche.

En las figuras No. 11, 12, 13 14 se muestran el promedio de cuatro repeticiones de las cinéticas de fermentación del suero con los cuatro tratamientos.

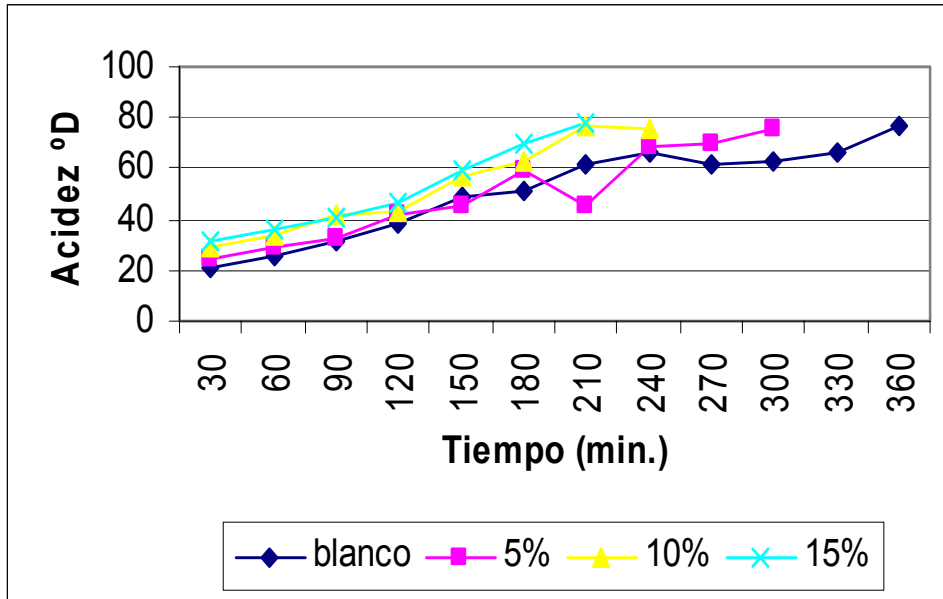


Figura No. 11 Comportamiento promedio de las cinéticas de fermentación del yogurt (primera repetición)

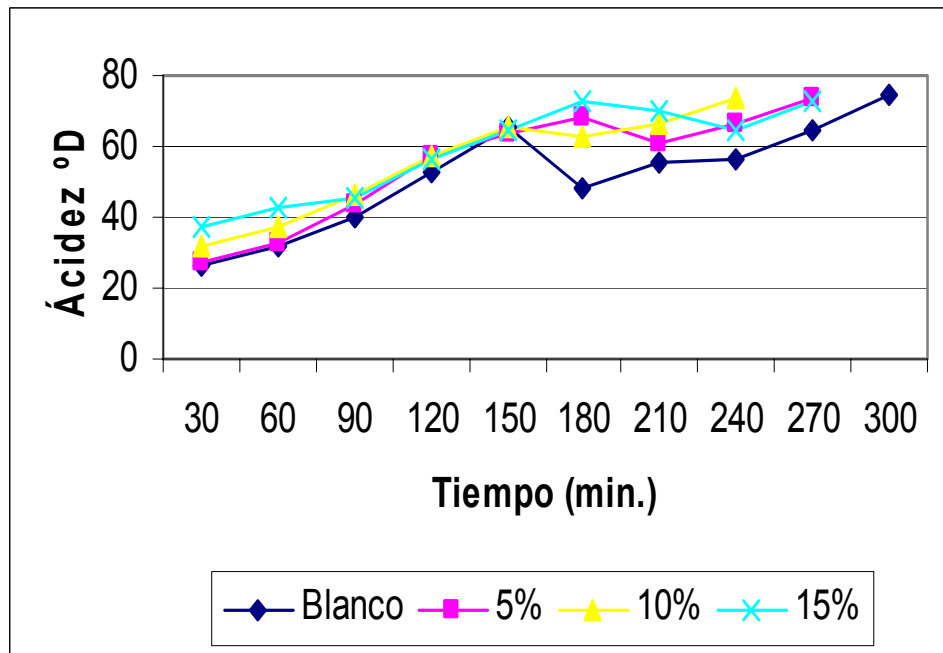


Figura No.12 Comportamiento promedio de las cinéticas de fermentación del yogurt (segunda repetición)

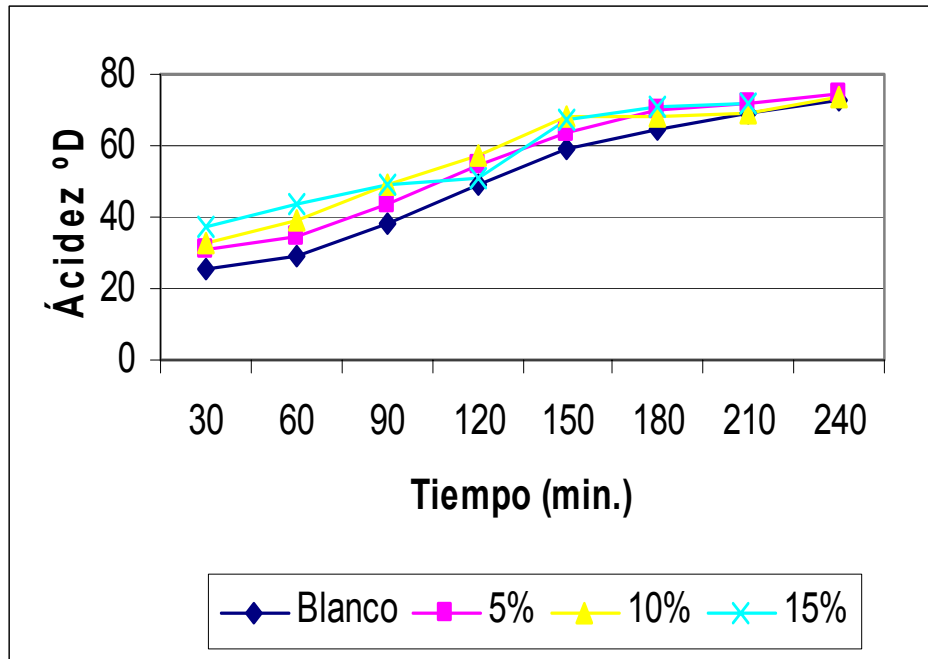


Figura No. 13 Comportamiento promedio de las cinéticas de fermentación del yogurt (tercera repetición)

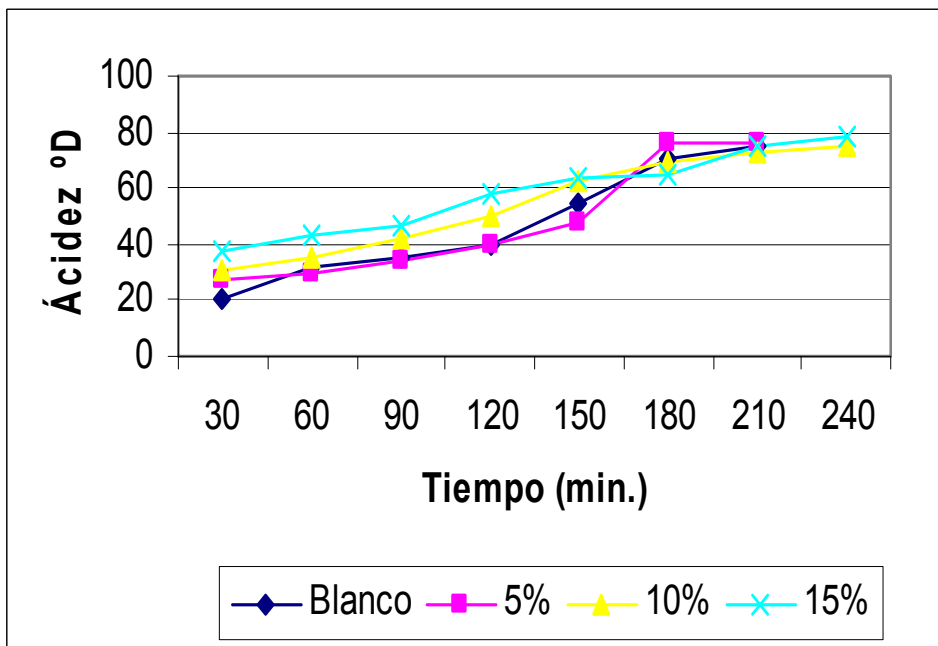


Figura No. 14 Comportamiento promedio de las cinéticas de fermentación del yogurt (cuarta repetición)

En las figuras anteriores se observa el comportamiento de la acidez de las fermentaciones en los diferentes tratamientos los cuales nos muestran que el que el blanco y el primer tratamiento (5 %) son las que tardaron más en alcanzar el valor de acidez deseado y el tercer tratamiento fue el que tardaba menos tiempo. Aunque en la figura No. 13 las curvas de fermentación nos muestran que todas las fermentaciones alcanzan la acidez en el mismo tiempo de cuatro horas.

Cabe mencionar que los valores en el producto final de algunas muestras disminuyen provocada por la sinéresis presente, pudiendo ser causada por una temperatura demasiado alta durante la incubación.

V CONCLUSIONES

Se encontró que en los tres tratamientos existe un aumento general en la composición química del yogurt: proteínas, grasa, sólidos totales.

Se observó que en los tres tratamientos si hay aumento en el porcentaje de proteína con respecto al blanco de 3.287 % a 3.806 % de proteína del primer tratamiento, 3,883 % de proteína del segundo tratamiento y 4.487 % de proteína del tercer tratamiento.

El concentrado proteico disminuyó el tiempo que tarda para alcanzar la acidez de 75-80 °D. Por lo que el tercer tratamiento de 15 % de concentrado proteico alcanzo la acidez necesaria, más rápido en aproximadamente 90 minutos menos que el blanco.

Además se observó que el concentrado proteico ayuda a tener mayor viscosidad. Teniendo una gran variación de 428 centipoises del blanco a 432 centipoises del primer tratamiento, 756.5 centipoises del segundo hasta llegar a 848 centipoises del tercero.

El suero de quesería es buena fuente de proteína, que se puede aprovechar en distintos alimentos para evitar la contaminación de los mantos acuíferos.

El suero de quesería puede ser una nueva fuente de materia prima para alimentos enriquecidos y a su vez una nueva forma de aprovechar todos los componentes de la leche.

VI RECOMENDACIONES

Buscar otras alternativas para el aprovechamiento del lactosuero ayudando con esto a reducir la contaminación de las aguas de los mantos acuíferos.

Hacer evaluaciones sensoriales para conocer si este yogurt enriquecido con las proteínas filtradas de suero de leche es del gusto del consumidor.

VII LITERATURA CITADA

AOAC, (1980), oficial método of análisis. Dairy products. Associations of official Analytical Chemists, washington, D.C. USA.

Desrosier N. W., (1986), Elementos de Tecnología de Alimentos, Ed. CECSA, 4ta impresión, México, D.F., Pág.419, 465-467.

Egan H., Kira R. S., Sawyer R., (1993), Análisis Químico de Alimentos de Pearsón., 5ta impresión., Ed. CONTINENTAL, S.A. DE C. V., México, D. F., pag. 448 Y 449.

García G. M., Quintero R. A., López-Munguía C. A., (2004), Biotecnología Alimentaria, 5ta impresión., Ed. LIMUSA, México, D.F., Pag.166, 167, 197.

Hart. F. L., Fisher. H. J., (1971), Análisis Modernos de los Alimentos. ACRIBIA, Zaragoza. España .pag. 1-5.

Matissek R., Schnepel F-M., Steiner G., (1992), Análisis de los Alimentos. Fundamentos – Métodos – Aplicaciones. ACRIBIA S.A., Zaragoza, España. pag. 8-10.

Spreer E. (1991), Lactología Industrial, Ed. ACRIBIA S. A., 2da Edición, Zaragoza, España, Pág. 7 -27, 429, 444, 527- 529.

Varnam A. H., Surherland J. P., (1994), Leche y Productos Lácteos, Tecnología, Química y Biotecnología., ACRIBIA S.A., Zaragoza, España., Pág. 1, 167-190.

Villegas de G. A., (2004), Tecnología Quesera, 1ra edición, Ed. TRILLAS, México, D.F., Pág.14 y 15.

Anónimo 1 (en línea) (12 de febrero del 2006)

<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/anleche.html>

Anónimo 2 (en línea) (23 de enero del 2006)

<http://www.mundohelado.com/materiasprimas/leche/proteinas-suero-leche.htm>

Anónimo 3 (en línea) (16 de febrero del 2006)

<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/anleche.html>

Anónimo 4 (en línea) (15 de diciembre de 2005)

<http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm>

Anónimo 5 (en línea) (23 de enero del 2006)

<http://www.mundohelado.com/materiasprimas/yogurt/yogurt04.htm>
mundohelado.com

Anónimo 6 (en línea) (28 de abril del 2006)

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/lactosuero.html>

Anónimo 7 (en línea) (3 de abril del 2006)

<http://www.monografias.com/trabajos/alimentos/alimentos.shtml>

Anónimo 8 (en línea) (28 de abril del 2006)

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth/11.html

Anónimo 9 (en línea) (18 de febrero del 2006)

<http://www.monografias.com/trabajos15/determinacion-umedad/determinacion-humedad.shtml>

Anónimo 10 (en línea) (15 de mayo del 2006)
(NMX-F-444-1983). <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/NOM/NMX-F-444-1983.pdf>

Anónimo 11 (en línea) (25 de enero del 2006)
<http://www.nutricioncomunitaria.com/a1.asp>

Anónimo 12 (en línea) (23 de mayo del 2006)
<http://html.rincondelvago.com/productos-lacteos.html>

Anónimo 13 (en línea) (23 de mayo del 2006)
<http://www.aandd.jp/whatnew/2004jansv10Yogurt.html>

Anónimo 14 (en línea) (23 de mayo del 2006)
http://ift.confex.com/ift/2004/techprogram/paper_25422.htm

Anónimo 15 (en línea) (14 mayo del 2006)
www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comestargr.html

VIII ANEXOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR

Variable: proteína

Anexo No. 1 Análisis de varianza del porcentaje de proteína
en los diferentes tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	3	9.422913	3.140971	9.4174	0
Error	48	16.009399	0.333529		
Total	51	25.432312			

C. V = 14.94 %

Anexo No. 2 Tabla de medias del porcentaje de proteína en
los diferentes tratamientos

Tratamiento	Repeticiones	Media
1	13	3.287693
2	13	3.806154
3	13	3.883847
4	13	4.487692

Anexo No. 3 Comparación de medias del porcentaje de proteína
en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	
4	4.4877	A
3	3.8838	B
2	3.8062	B
1	3.2877	C

Nivel de significancia = 0.05

Por lo anterior podemos decir que hay diferencia altamente significativa entre las medias de los tratamientos, además el tratamiento 3 y cuatro son iguales.

Variable: grasa

Anexo No.4 Análisis de varianza del porcentaje de grasa en los
diferentes tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	3	12.740784	4.246928	3.5265	0.025
Error	32	38.537231	1.204288		
Total	35	51.278015			

C. V = 27.68 %

Anexo No.5 Tabla de medias del porcentaje de grasa en
los diferentes tratamientos

Tratamiento	Repeticiones	Media
1	9	3.222222
2	9	3.611112
3	9	4.244444
4	9	4.777778

Anexo No.6 Comparación de medias del porcentaje de grasa
en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	
4	4.7778	A
3	4.2444	A B
2	3.6111	B
1	3.2222	B

Nivel de significancia = 0.05

Por lo anterior podemos decir que hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, además el tratamiento 4 y 3 son iguales y el 1, 2 y 3 también lo son.

Variable: humedad

Anexo No. 7 Análisis de varianza del porcentaje de humedad
en los diferentes tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	3	35.21875	11.7395583	6.2377	0.002
Error	40	75.28125	1.882031		
Total	43	110.5			

C. V = 1.59 %

Anexo No.8 Tabla de medias del porcentaje de humedad en
los diferentes tratamientos

	Repeticiones	Media
1	11	87.297279
2	11	86.993637
3	11	86.294548
4	11	84.976372

Anexo No. 9 Comparación de medias del porcentaje de humedad
en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	
1	87.2973	A
2	86.9936	A
3	86.2945	A
4	84.9764	B

Nivel de significancia = 0.05

Por lo anterior podemos decir que hay diferencia altamente significativa entre las medias de los tratamientos entre el tratamiento 1,2, 3 contra el cuatro.

Variable: sólidos totales

Anexo No. 10 Análisis de varianza del porcentaje de sólidos totales
en los diferentes tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	3	37.081543	12.360515	7.297	0.001
Error	40	67.756839	1.693921		
Total	43	104.838379			

C. V = 9.55 %

Anexo No.11 Tabla de medias del porcentaje de sólidos totales
en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Repeticiones	Media
1	11	12.619999
2	11	13.023636
3	11	13.839089
4	11	15.022727

Anexo No.12 Comparación de medias del porcentaje de sólidos totales
en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	
4	15.0227	A
3	13.8391	B
2	13.0236	B C
1	12.6200	C

Nivel de significancia = 0.05

Podemos decir que hay diferencia altamente significativa entre las medias de los tratamientos, además el tratamiento 2 y 3 son iguales. El 2 y 1 también son iguales entre ellos.

Variable: acidez

Anexo No. 13 Análisis de varianza de la acidez (° Dornic)
en los diferentes tratamientos

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	3	362.21875	120.739586	3.2848	0.028
Error	48	1764.3125	36.756512		
Total	51	2126.53125			

C. V = 7.81 %

Anexo No. 14 Tabla de medias de la acidez (° Dornic) en
los diferentes tratamientos

Tratamiento	Repeticiones	Media
1	13	74.384613
2	13	75.615387
3	13	80.461540
4	13	79.923080

Anexo No. 15 Comparación de medias de acidez (° Dornic)
en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	
3	80.4615	A
4	79.9231	A B
2	75.6154	B C
1	74.3846	C

Nivel de significancia = 0.05

Como se puede observar existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. El tratamiento 3 y 4 son iguales además de que también el 4 y 2 lo son y el 2 y 1.