

# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**EFFECTO DE LA VARIACIÓN EN ACIDEZ Y TEMPERATURA SOBRE  
EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE QUESOS TIPO PANELA Y  
CHIHUAHUA**

**POR**

**JESSICA WENDOLYN RODRÍGUEZ LARA**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para  
obtener el título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**Efecto de la variación en acidez y temperatura sobre el rendimiento y la  
calidad de quesos tipo Panela y Chihuahua**

**TESIS**

Presentada por:

**JESSICA WENDOLYN RODRÍGUEZ LARA**

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

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLGÍA DE ALIMENTOS**

Aprobada por:



M.C. Oscar N. Reboloso Padilla

Presidente



M.C. Xóchitl Ruelas Chacón

Vocal



M.C. Carmen Pérez Martínez

Vocal



M.C. Sergio Sánchez Martínez

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"  
Vocal



Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Coordinador de la División de Ciencia Animal



COORDINACION DE  
CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre 2009

## INDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>vii</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>viii</b>
<b>I    <b>INTRODUCCIÓN.....</b></b>	<b>1</b>
1.1   Justificación.....	3
1.2   Objetivo General.....	3
1.3   Objetivos Específicos.....	3
1.4   Hipótesis.....	3
<b>II   <b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b></b>	<b>4</b>
2.1   Leche.....	4
2.1.1   Definición .....	4
2.1.2   Composición Físicoquímica.....	4
2.1.2.1    Agua.....	5
2.1.2.2    Carbohidratos.....	5
2.1.2.3    Lípidos.....	6
2.1.2.4    Sustancias Nitrogenadas.....	7
2.1.2.5    Minerales y Vitaminas.....	7
2.1.2.6    Ácidos Orgánicos.....	8
2.1.2.7    Enzimas.....	8
2.1.2.8    Microbiología de la leche.....	9

	2.1.2.9	Propiedades Fisicoquímicas.....	9
2.2		Queso.....	11
	2.2.1	Definición.....	11
	2.2.2	El Queso en México.....	11
	2.2.3	Clasificación de los Quesos.....	11
	2.2.4	Producción de Quesos.....	13
2.3		Elaboración del Queso.....	15
	2.3.1	Coagulación.....	18
	2.3.1.1	Fase primaria o Enzimática.....	18
	2.3.1.2	Fase secundaria o de Coagulación....	20
	2.3.2	Factores que Intervienen en la Coagulación.....	20
	2.3.2.1	Temperatura.....	20
	2.3.2.2	Acidez.....	21
	2.3.2.3	Potencial de Hidrógeno (pH).....	21
	2.3.2.4	Dosis de Cuajo.....	21
	2.3.2.5	Concentración de Iones Calcio.....	22
	2.3.2.6	Tiempo.....	22
	2.3.3	Corte de la Cuajada.....	22
	2.3.4	Desuerado.....	22
	2.3.5	Salado.....	23
	2.3.6	Moldeo.....	23
	2.3.7	Madurado.....	23
2.4		Composición Fisicoquímica del Queso.....	24
2.5		Evaluación Sensorial.....	25
	2.5.1	Importancia de la Evaluación Sensorial.....	25
	2.5.2	Pruebas Sensoriales.....	25
	2.5.2.1	Análisis Discriminativos.....	25

<b>III</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1	Localización.....	27
3.2	Leche.....	27
3.3	Materiales.....	27
3.4	Métodos.....	28
	3.4.1 Análisis de la Acidez .....	28
	3.4.2 Quesos de prueba.....	29
	3.4.2.1 Queso Panela.....	30
	3.4.2.2 Queso Chihuahua.....	31
	3.4.3 Recepción de la Leche.....	32
	3.4.4 Filtración.....	32
	3.4.5 Tratamiento Térmico.....	32
	3.4.6 Enfriamiento.....	32
	3.4.7 Inoculación.....	33
	3.4.8 Adición de $\text{CaCl}_2$ y Cuajo.....	33
	3.4.9 Coagulación.....	33
	3.4.10 Desuerado.....	33
	3.4.11 Cheddarizado.....	33
	3.4.12 Salado.....	34
	3.4.13 Moldeado.....	34
	3.4.14 Prensado.....	34
	3.4.15 Desmoldado y Refrigerado.....	34
	3.4.16 Pesado.....	35
3.5	Evaluación Sensorial.....	35

<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>36</b>
4.1	Rendimientos.....	36
4.2	Análisis Estadístico.....	40
4.3	Evaluación Sensorial de los Quesos.....	45
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VI</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>53</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Composición de la leche de diferentes especies (por cada 100 gramos).....	5
<b>Cuadro 2.</b>	Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100ml).....	8
<b>Cuadro 3.</b>	Propiedades físico-químicas de las diferentes leches.....	10
<b>Cuadro 4.</b>	Clasificación de los quesos de acuerdo al grado de maduración.....	12
<b>Cuadro 5.</b>	Clasificación de los quesos por tipo de pasta.....	12
<b>Cuadro 6.</b>	Clasificación de los quesos según la consistencia de la pasta.....	13
<b>Cuadro 7.</b>	Países con mayor producción de queso.....	13
<b>Cuadro 8.</b>	Producción de queso en México, 2002.....,	14
<b>Cuadro 9.</b>	Producción de quesos en el país.....	15
<b>Cuadro 10.</b>	Enzimas coagulantes y su origen.....	19
<b>Cuadro 11.</b>	Repetición 1. Queso panela.....	37
<b>Cuadro 12.</b>	Repetición 2. Queso panela.....	37
<b>Cuadro 13.</b>	Repetición 3. Queso panela.....	37
<b>Cuadro 14.</b>	Prueba de escalamiento para queso panela.....	38
<b>Cuadro 15.</b>	Repetición 1. Queso Chihuahua.....	39
<b>Cuadro 16.</b>	Repetición 2. Queso Chihuahua.....	39
<b>Cuadro 17.</b>	Repetición 3. Queso Chihuahua.....	39
<b>Cuadro 18.</b>	Prueba de escalamiento para queso Chihuahua.....	40
<b>Cuadro 19.</b>	Promedios de queso panela.....	41
<b>Cuadro 20.</b>	Análisis de varianza para queso panela (tratamientos I y II).....	41
<b>Cuadro 21.</b>	Tabla de Medias para queso panela (tratamientos I y II)...	41

<b>Cuadro 22.</b>	Análisis de varianza para queso panela (tratamientos I y III).....	42
<b>Cuadro 23.</b>	Tabla de medias para queso panela (tratamientos I y III)..	42
<b>Cuadro 24.</b>	Análisis de varianza para queso panela (tratamientos I, II y III).....	42
<b>Cuadro 25.</b>	Tabla de medias para queso panela (tratamientos I, II y III).....	43
<b>Cuadro 26.</b>	Promedios de queso Chihuahua.....	43
<b>Cuadro 27.</b>	Análisis de varianza para queso Chihuahua (tratamientos I y II).....	44
<b>Cuadro 28.</b>	Tabla de medias para queso Chihuahua (tratamientos I y II).....	44
<b>Cuadro 29.</b>	Análisis de varianza para queso Chihuahua (tratamientos I, II y III).....	44
<b>Cuadro 30.</b>	Tabla de medias para queso Chihuahua (tratamientos I, II y III).....	44
<b>Cuadro 31.</b>	Análisis de varianza para queso Chihuahua (tratamientos I, II y III).....	45
<b>Cuadro 32.</b>	Tabla de medias para queso Chihuahua (tratamientos I, II y III).....	45
<b>Cuadro 33.</b>	Serie 1. Queso panela.....	46
<b>Cuadro 34.</b>	Serie 2. Queso panela.....	46
<b>Cuadro 35.</b>	Serie 1. Queso Chihuahua.....	46
<b>Cuadro 36.</b>	Serie 2. Queso Chihuahua.....	47

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Estructura de la lactosa.....	6
<b>Figura 2.</b>	Estructura de los triglicéridos (R1, R2, R3, representan las cadenas de ácidos grasos que le otorgan a los triglicéridos sus características individuales).....	7
<b>Figura 3.</b>	Diagrama de flujo de la elaboración de queso panela...	29
<b>Figura 4.</b>	Diagrama de flujo de la elaboración de queso Chihuahua.....	30
<b>Figura 5.</b>	Queso panela.....	34
<b>Figura 6.</b>	Queso Chihuahua.....	36

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios** por darme la oportunidad de vivir y conocer a tantas personas especiales para mí, por darme la oportunidad de finalizar mi trabajo de investigación, por colmarme de bendiciones y permitirme llegar a este gran día.

**A mis padres** por apoyarme siempre y en todo momento, por amarme tanto como yo a ellos, por creer siempre en mí. Gracias por guiarme por un buen camino, por confiar en mí y estar siempre a mi lado.

**A Marisol y Erick** por creer en mí y apoyarme siempre, en todo momento, por su amistad y cariño y gracias por estar a mi lado en tantos buenos momentos y sobre todo en los más difíciles.

**Al Q.F.B Oscar Noé Reboloso Padilla** por la confianza depositada en mí, por su ayuda y paciencia, por brindarme parte de su tiempo y su conocimiento. A la **M.C. Xóchitl Ruelas Chacón** por su apoyo en todo momento, por su ayuda, confianza y tiempo. Por todo mil gracias.

**A mis amigos** por su comprensión y apoyo, por tener siempre una palabra de apoyo y una sonrisa sincera, por su cariño y amistad incondicional, por los buenos momentos que hemos pasado juntos, especialmente a Belén, Claudia, Ana, Héctor, Luis, Maira, Lolita, Laura, Marbella, Loyo, Eli, Benito y tantos más. Sin dejar de lado el gran apoyo que me brindaron Laurita y Chacha en el laboratorio, muchas gracias.

**A mi Tía Mary, Fer, Danny y Miguelo** que han estado conmigo, que me han apoyado, gracias por su cariño y por todos los buenos momentos. Los amo.

**Abue** gracias por tus palabras de aliento, tu cariño y apoyo. Gracias por estar a mi lado siempre.

## DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado especialmente a Dios y a mis padres, a mi hermana Marisol y su esposo Erick por todo el apoyo que me han brindado siempre, por estar a mi lado en todo momento, por siempre creer en mí y brindarme su amor incondicional.

Porque gracias a ustedes he logrado a llegar hasta este momento tan importante en mi vida, porque sin su fuerza, confianza, paciencia y amor yo no podría seguir adelante.

Los amo, gracias y felicidades por este logro que también es de ustedes.

También dedico este trabajo a todas aquellas personas que siempre creyeron en mí, que fueron parte de mi vida y dejaron algo su huella. Para todas aquellas personas que de alguna manera han estado a mi lado en este camino.



## CAPÍTULO I

---

### INTRODUCCIÓN

Se entiende por leche natural y cruda, la leche producida por la secreción de la glándula mamaria de vacas, cabras, ovejas o búfalas, que no haya sido calentada a una temperatura superior a 40°C ni sometida a un tratamiento de efecto equivalente (Chamorro, 2002).

La leche se compone principalmente de agua en un 80%, proteínas (caseína, globulina y albúmina), lactosa, enzimas (fosfatasa, catalasa, xantinoxidasa, reductasa, peroxidasa y lipasa), grasas, vitaminas (vitamina A, vitamina D, vitamina B<sub>1</sub> y vitamina B<sub>2</sub>), minerales (calcio, sodio, potasio, magnesio y hierro) y sales minerales (nitratos, sulfatos, carbonatos y fosfatos).

El queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. Está compuesto por caseína, grasa, sales insolubles, agua y pequeñas cantidades de lactosa, albúmina y sales solubles de la leche, que son concentradas por coagulación de la leche, debido a la acción del cuajo. Después de la coagulación, parte del agua de la leche es removida mediante el calentamiento, agitación, desuerado y prensado de la cuajada.

El queso, desde el punto de vista nutricional, es considerado como un alimento altamente nutritivo, debido a su variado contenido de materias nitrogenadas, materias grasas, calcio, fósforo y vitaminas.

La elaboración del queso y el rendimiento del mismo, se ven condicionados por varios factores, entre los que se tiene:

- La temperatura.
- La acidez.
- Porcentaje de grasa.
- La humedad del queso.

- El método de fabricación y cuidados adoptados en el corte, trabajo del grano, etc., pues la falta de cuidado se refleja en pérdidas de materia seca en el suero que posteriormente afectan el rendimiento.

La temperatura, como ya se mencionó, juega un papel muy importante en el tiempo que tarda la leche en cuajar, teniendo así que la temperatura óptima de cuajado es entre 39 y 43 °C.

La acidez de la leche permite conocer su aptitud para el consumo o su transformación. La leche destinada para elaborar quesos deberá tener una acidez inferior a los 25 °D (Delorme, 1978), es decir que contiene 25 decigramos de ácido láctico por litro.

Por lo anterior, y teniendo como objetivo primordial el mejorar el rendimiento final en la elaboración de los quesos panela y Chihuahua, en el presente trabajo se aplicaron algunas modificaciones con respecto a la temperatura de pasteurización y acidez de la leche, que comúnmente son aplicadas en dicho proceso.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios al lograr un aumento el rendimiento de queso panela aproximadamente en un 2% al aplicar el tratamiento de mayor temperatura y acidez alta, mientras que para el queso Chihuahua fue de casi 5% mayor en relación al proceso estándar.

Sin embargo, dados los resultados del análisis de varianza, se determina que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, en otras palabras, el testigo produce el mismo efecto que el aumento en temperatura y/o acidez.

Asimismo resulta importante mencionar que se llevó a cabo una evaluación sensorial, en la cual se pidió a los jueces identificar las diferencias entre cada muestra de queso. Los resultados finales de dicha evaluación indicaron que no se percibe diferencia alguna entre las muestras, lo cual nos puede decir que las variaciones aplicadas no representan un cambio en la aceptación del consumidor.

**PALABRAS CLAVE:** rendimiento, pasteurización, acidez, queso.

## **1.1 JUSTIFICACIÓN**

Hoy en día, el mercado mexicano de quesos ha estado enfocado principalmente a la producción de quesos frescos al representar cerca del 85 % de la producción nacional, por esto se debe considerar la importancia de aplicar cambios que permitan optimizar los procesos de elaboración de dichos productos.

En base a lo anterior, con el presente trabajo se pretende sentar las bases para llevar a cabo modificaciones en la elaboración de los quesos panela y Chihuahua con la finalidad de aumentar el rendimiento de los mismos, y tomando muy en cuenta la aceptación del consumidor, es decir que no presente alteración alguna en cuanto la textura y sabor del mismo.

## **1.2 OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Evaluar el rendimiento final del queso panela y Chihuahua variando la acidez de la leche y temperatura de pasteurización.

## **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Modificar la temperatura de pasteurización en la elaboración de queso.
- ❖ Modificar la acidez de la leche en la elaboración de queso.
- ❖ Determinar si el rendimiento se ve afectado por la variación de temperatura y acidez.

## **1.4 HIPÓTESIS**

La temperatura de pasteurización y la acidez de la leche, influyen en el rendimiento final del queso.



## **2.1. LECHE**

### **2.1.1. Definición**

Se entiende por leche natural y cruda, la leche producida por la secreción de la glándula mamaria de vacas, cabras, ovejas o búfalas, que no haya sido calentada a una temperatura superior a 40°C ni sometida a un tratamiento de efecto equivalente (Chamorro, 2002).

La leche es un producto nutritivo complejo que posee más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua.

### **2.1.2. Composición Físicoquímica**

Entre los principales componentes de la leche, encontramos agua, carbohidratos, lípidos, sustancias nitrogenadas (proteínas), sales minerales, vitaminas, ácidos orgánicos, enzimas, gases y flora microbiana. En el cuadro 1 podemos encontrar los valores de algunos de estos componentes en leche de diferentes especies.

El componente más abundante de la leche es el agua y en ella se encuentran, en disolución, las sales y los azúcares; las proteínas, en su mayor parte, en estado coloidal y la materia grasa, en emulsión.

El conjunto de los componentes (excluido el agua y los gases) constituye el extracto seco de la leche. El contenido en extracto seco es uno de los factores que más influye en la aptitud de la leche para hacer queso y dentro de él la materia seca útil (MSU= Grasa + Proteína) (Chamorro, 2002).

Cuadro 1. Composición de la leche de diferentes especies  
(por cada 100 gramos)

Nutriente	Vaca	Búfalo	Humano
Agua, g	88,0	84,0	87,5
Energía, Kcal	61,0	97,0	70,0
Proteína, g	3,2	3,7	1,0
Grasa, g	3,4	6,9	4,4
Lactosa, g	4,7	5,2	6,9
Minerales, g	0,72	0,79	0,20

### 2.1.2.1 Agua

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 cantidad de agua en la leche refleja ese balance.

El agua es el componente mayoritario de la leche (83-89%) y tiene una gran importancia en la elaboración del queso ya que muchos de los procesos físico-químicos y microbiológicos, requieren de su presencia.

### 2.1.2.2 Carbohidratos

El principal carbohidrato de la leche es la lactosa y se encuentra en disolución molecular. A pesar de que es un azúcar, la lactosa no se percibe por el sabor dulce. La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y promedia alrededor de 5% (4.8%-5.2%).

La lactosa, gracias a los microorganismos y enzimas presentes en la leche, sufre varios tipos de fermentaciones, originándose así, principalmente, ácido láctico, ácido propiónico y otros componentes, que dan al queso su gusto y olor característicos.

Además de la lactosa, en la leche también se encuentra glucosa, galactosa y sacarosa en pequeñas cantidades (Figura 1).

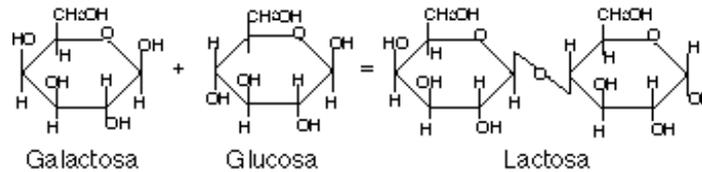


Figura 1. Estructura de la lactosa

### 2.1.2.3 Lípidos

Normalmente, los lípidos o grasas, constituyen desde el 3,5 hasta el 6,0% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación.

La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos (Figura 2) (Anónimo 1).

La materia grasa juega un papel muy importante en la calidad organoléptica de los quesos:

- Influye sobre la textura de la pasta de los quesos.
- Actúa como disolvente de componentes del olor, modificando los umbrales de percepción.
- Interviene en los equilibrios entre las formas disociadas y no disociadas de los ácidos grasos.

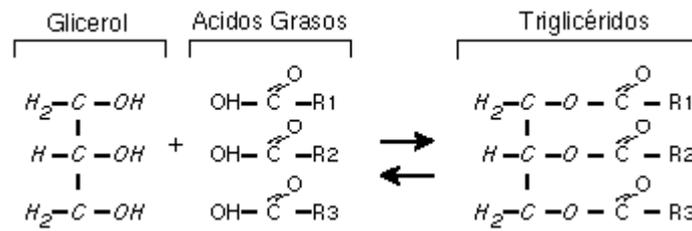


Figura 2. Estructura de los triglicéridos (R1, R2, R3, representan las cadenas de ácidos grasos que le otorgan a los triglicéridos sus características individuales)

### 2.1.2.4 Sustancias Nitrogenadas

La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en forma de proteína. Las proteínas se encuentran en dos fases diferentes:

- Fase micelar inestable, formada por partículas sólidas en suspensión (micelas de caseína).
- Fase soluble estable, constituida por diversos polímeros protéicos hidrófilos (proteínas solubles o proteínas del suero).

### 2.1.2.5 Minerales y Vitaminas

La leche contiene sales, en su mayoría de tipo mineral (fosfatos, cloruros, bicarbonatos), aunque también las hay de origen orgánico (citratos y lactatos). Ejercen gran influencia sobre las características de la leche a pesar de su porcentaje tan bajo (0.7%).

En la leche hay vitaminas hidrosolubles (grupo B y la C), y vitaminas liposolubles (A, E, D, K). El contenido de vitaminas no ejerce ninguna influencia en la elaboración de quesos.

El cuadro 2 nos muestra las concentraciones en las que se encuentran los minerales y las vitaminas en la leche.

Cuadro 2. Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100ml)

MINERALES	mg/100 ml	VITAMINAS	ug/100 ml <sup>1</sup>
Potasio	138	Vit. A	30,0
Calcio	125	Vit. D	0,06
Cloro	103	Vit. E	88,0
Fósforo	96	Vit. K	17,0
Sodio	8	Vit. B1	37,0
Azufre	3	Vit. B2	180,0
Magnesio	12	Vit. B6	46,0
Minerales trazas <sup>2</sup>	<0,1	Vit. B12	0,42
		Vit. C	1,7

<sup>1</sup> ug = 0,001 gramo

<sup>2</sup> Incluye cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, selenio, iodo y otros.

### 2.1.2.6 Ácidos orgánicos

El ácido cítrico es un componente característico de la leche, éste permite que la leche tenga el suficiente calcio en forma de citrato cálcico. Las concentraciones de ácido cítrico en la leche suelen estar entre 1.5 y 1.7 g/l. La leche contiene otros ácidos orgánicos en muy pequeñas cantidades.

### 2.1.2.7 Enzimas

Participan en el desarrollo de la fermentación láctica, imprescindible en la maduración del queso para que las proteínas a su vez se transformen adecuadamente. Las proteasas y lipasas son particularmente importantes debido a sus efectos sobre las proteínas y lípidos de los quesos, tanto para la textura como para su sabor y aroma.

### **2.1.2.8 Microbiología de la leche**

La leche cruda puede considerarse un “producto vivo”, ya que contiene un gran número de microorganismos por mililitro; esto es lo que se denomina carga microbiana. La presencia de microflora activa determina la variabilidad y la alterabilidad, dos de las principales propiedades de la leche.

De manera general, los microorganismos de la leche están involucrados en:

- La conservación de la leche fluida, cruda o pasteurizada, y los productos derivados de ella, determinan su vida de anaquel.
- La generación o transmisión de enfermedades en los consumidores, el riesgo es mayor si la leche es cruda.
- La impartición de características sensoriales deseables en los derivados lácteos.
- La transformación de la leche en derivados, con diferente grado y tipo de fermentación (Villegas, 2004).

### **2.1.2.9 Propiedades Fisicoquímicas**

Existen muchos factores que pueden llegar a afectar la composición de la leche tal como variaciones de la raza, variaciones de vaca a vaca, variaciones de manejo y consideraciones de alimentación, variaciones estacionales, y variaciones geográficas.

Las propiedades fisicoquímicas de la leche son consecuencia de su composición y estructura.

Cuadro 3. Propiedades fisicoquímicas de las diferentes leches\*

<b>Propiedad</b>	<b>Leche de vaca</b>	<b>Leche de oveja</b>	<b>Leche de cabra</b>
<b>Densidad a 20°C (g/ml)</b>	1,0270 – 1,0320	1,0340 – 1,0350	1,0260 – 1,0420
<b>Viscosidad (mPa.s)</b>	1,236	2,936	1,186
<b>Tensión superficial (N / m)</b>	50	49,9	52
<b>Índice de refracción (<math>N_0^{20}</math>)</b>	1,3440 – 1,3485	1,3490	1,3454 - 1,4548
<b>Temperatura de congelación (°C)</b>	-0,55	-0,583	-0,570
<b>Acidez (% ácido láctico)</b>	0,15 – 0,18	0,18 – 0,22	0,16 – 0,18
<b>pH</b>	6,50 – 6,70	6,60 – 6,68	6,50 – 6,80

\*Según diferentes fuentes.

## **2.2 QUESO**

### **2.2.1 Definición**

“Quesos, productos elaborados con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida por la coagulación de la caseína de cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado” (NOM-121-SSA1-1994).

### **2.2.2 El Queso en México**

Es complicado definir el origen del queso dado que su elaboración se ha realizado desde hace muchos años en diferentes partes del mundo. Sin embargo, en México, el queso se elabora desde tiempos de la Colonia, cuando los conquistadores españoles trajeron a la Nueva España los primeros hatos de ganado criollo. Pronto se desarrollaron zonas de fuerte actividad ganadera como la de los Altos de Jalisco, que desde antaño ha estado vinculada a la actividad productora del queso (Villegas, 1993).

### **2.2.3 Clasificación de los Quesos**

Existe una gran variedad de quesos (cerca de 2000 tipos registrados), sin embargo, las diferencias existentes dentro de cada variedad con respecto al tamaño, forma, presentación, recubrimiento, tipo de leche, sistema de fabricación, etc.; hace que su clasificación resulte extremadamente complicada.

Las características de cada queso vienen definidas por su tamaño, forma, peso, color, y aspecto externo así como algunos datos analíticos, como

son: porcentaje de grasa, de sal, de humedad, de extracto seco, etc. (Scott, 1991).

Generalmente se toman en cuenta los siguientes criterios para la clasificación de los quesos: tipo de pasta, consistencia de la pasta, grado de maduración, forma de coagulación, contenido de materia grasa en la pasta, agentes maduradores, grado de cocimiento de la pasta, entre otros.

Una clasificación muy general de los diferentes tipos de quesos, de acuerdo a los criterios antes mencionados, se muestra en los cuadros 4, 5 y 6.

Cuadro 4. Clasificación de los quesos de acuerdo al grado de maduración

<b>Pasta</b>	<b>Ejemplos</b>
Frescos	Panela, Queso Crema, Cottage, Quesos rancheros
Medianamente madurados	Chihuahua, Manchego, Gouda, Chapingo
Fuertemente madurados	Cotija (genuino), Añejo, Camembert, Roquefort, Parmesano

Fuente: Villegas, 1993

Cuadro 5. Clasificación de los quesos por tipo de pasta

<b>Pasta</b>	<b>Ejemplos</b>
Untable	Doble Crema, Cottage, Petit Suisse
Tajable	Chihuahua, Manchego, Edam, Gouda, Gruyère, Chapingo
Rallable	Añejo, Cotija, Parmesano
Hilada	Oaxaca, Asadero, Guaje (Huasteco), Mozzarella

Fuente: Villegas, 1993

Cuadro 6. Clasificación de los quesos según la consistencia de la pasta

<b>Pasta</b>	<b>Ejemplos</b>
Blanda	Quesos untables (Crema, Cottage), Panela, Queso Crema, Quesos rancheros mexicanos
Semidura	Chihuahua, Manchego, Edam, Cheddar, Gouda, Chapingo
Dura	Cotija, Añejo, Parmesano

Fuente: Villegas, 1993

#### 2.2.4 Producción de Quesos

La producción mundial de quesos para el 2003 se mantuvo en cifras similares al 2002, a diferencia del crecimiento sostenido en años anteriores. El consumo crece marginalmente 0.9%, explicado por aumentos en Estados Unidos y Rusia, que son suficientes para compensar descensos en otros países (Cuadro 7) (datos de la FAO).

Cuadro 7. Países con mayor producción de queso

Estados unidos	900 000 ton/año
Francia	730 000
Rusia	500 000
Alemania	470 000
Italia	316 000
Argentina	179 000
Gran Bretaña	120 000
Nueva Zelanda	96 000
Canadá	94 000

En México se elaboran más de treinta tipos diferentes de quesos, la mayor parte artesanales y de difusión regional, sin embargo, existen cuatro variedades originales de queso mexicano que se reconocen en casi toda la República: el Oaxaca, en forma de trenza enmadejada y que se deshebra fácilmente; el Cotija, que se deja madurar de 6 a 12 meses y al que a veces se le unta de chile para protegerlo del moho; el Chihuahua, que “inventaron” los menonitas del norte de México; y el tipo Manchego. Además en México existen quesos casi desconocidos fuera de la región donde se producen, lo cual los hace más atractivos.

Cuadro 8. Producción de queso en México, 2002

<b>Quesos</b>	<b>Producción (ton)</b>
Amarillo	23,169
Chihuahua	10,294
Doble crema	19,528
Fresco	46,412
Oaxaca	17,283
Panela	13,848
Tipo manchego	7,122
<b>Total</b>	<b>137,656</b>

Fuente: SIAP, SAGARPA, 2003

Los principales estados productores son: Aguascalientes, Jalisco, Coahuila, Chihuahua, Veracruz, Guanajuato, Estado de México, Michoacán, Chiapas, Querétaro, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco, San Luis Potosí y otros.

La producción de queso en México es importante, por lo que da una idea de la cantidad de leche que se destina a este producto. Otra cosa importante es, que se da un aproximado de cuanta enzima de origen animal se emplea en la elaboración del queso así como su importancia (Solórzano, 2004).

Los valores de producción de diferentes tipos de quesos que se elaboran en México se pueden observar en la cuadro 9.

Cuadro 9. Producción de quesos en el país

PERIODO	Amarillo (ton)	Chihuahua (ton)	Doble crema (ton)	Fresco (ton)	Manchego (ton)	Oaxaca (ton)	Panela (ton)
1994	1,179	1,025	1,195	3,326	1,442	771	673
1995	1,405	752	1,095	3,740	1,329	970	682
1996	1,341	730	879	3,046	1,427	968	680
1997	1,311	873	765	2,937	1,452	948	676
1998	1,500	946	969	2,941	765	945	882
1999	1,564	882	1,098	3,142	812	948	735
2000	1,736	863	1,373	3,525	823	1,224	780
2001	1,789	913	1,737	3,601	642	1,320	937
2002	1,945	925	1,752	3,790	707	1,398	1,007
2003/01 p/	1,744	849	1,536	3,834	459	1,267	1,101
2003/07	1,586	846	1,598	3,773	509	1,221	1,254
p/ Cifras preliminares a partir de la fecha que se indica							
FUENTE: INEGI. Encuesta Industrial Mensual.							

### 2.3 ELABORACIÓN DEL QUESO

Generalmente, las etapas que se acostumbran en el proceso de elaboración de quesos, en una planta procesadora son:

1. Recepción de la leche. La leche debe cumplir ciertos requisitos en cuanto a calidad, disposición y aptitud para la fermentación.

2. Filtración. Se eliminan las impurezas gruesas que contenga, ya que son foco de crecimiento bacteriano.
3. Deodorización o desaereación. Para evitar la oxidación de las grasas y formación de posibles aromas ajenos a la leche, es conveniente eliminar el aire y oxígeno incluidos en la leche durante el ordeño, la recolección, el transporte y los bombeos.
4. Almacenamiento refrigerado. Es necesario para conservar la calidad de la leche.
5. Clarificación. Si la leche debe esperar bastante tiempo antes de ser pasteurizada, se centrifuga después de la filtración a una temperatura de entre 5 - 10°C. Sin embargo, uno de los factores que mejoran la clarificación por centrifugación es una mayor temperatura en la leche (ya que disminuye la viscosidad), por lo que se suele combinar con la pasteurización.
6. Pasteurización. Las razones para el proceso de pasteurización de la leche destinada a la elaboración de quesos son las siguientes:
  - Destrucción de organismos patógenos.
  - Aumento de la vida de anaquel del producto final.
  - Inactivación de enzimas.
  - Disminución de la viscosidad.
  - Aumento de temperatura que permite la adición o incorporación de ingredientes a la fórmula (grasa, caseinato, emulsivos, estabilizadores, etc.).

Es importante señalar que, aunque generalmente se llama pasteurización a la etapa de calentamiento durante un período determinado, estrictamente hablando, la pasteurización no está completa sin el enfriamiento posterior (Chamorro, 2004).

7. Incorporación de los ingredientes de la fórmula. Algunos de los ingredientes que se han utilizado para la fabricación de quesos en los últimos años son: leche en polvo, grasa butírica y vegetal, crema, estabilizadores, emulsivos, caseinato de sodio y de calcio, caseína ácida, sustitutos de leche, suero en polvo, colorantes y saborizantes.

8. Homogenización. El propósito que se persigue en esta fase es desintegrar y dividir finamente los glóbulos de grasa, disminuyendo su tamaño de 3-4  $\mu$  a 0.3-0.4  $\mu$ . La temperatura de pasteurización, normalmente es la misma temperatura de homogenización.
9. Enfriamiento. Después de la homogenización, se procede a enfriar todo el volumen a temperatura de inoculación o de cuajado, según el tipo de queso que se pretenda fabricar. Normalmente la temperatura a la cual se lleva la leche es de 30°C a 32°C.
10. Inoculación. Debido a que durante la pasteurización se destruyen las bacterias lácticas que producen la acidificación de la leche, se acostumbra la adición de algunos tipos de fermentos lácticos que son especialmente seleccionados por su capacidad para:
  - Acidificar la leche.
  - Inhibir el desarrollo de otros tipos de bacterias.
  - Activar enzimas proteolíticas durante la maduración.
  - Activar enzimas lipolíticas durante la maduración.
  - Desarrollar gases como el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).
  - Producir sustancias aromáticas típicas de los quesos.
11. Premaduración. La duración de esta fase dependerá del tipo de queso que se elabora y de la clase de cultivos iniciadores que se emplean. El tiempo de premaduración suele ser corto. Se controla a través del monitoreo del pH.
12. Incorporación de aditivos. Con objeto de corregir y mejorar las características de la leche para fabricar quesos se suelen utilizar algunos productos, como lo son: cloruro cálcico, fosfato disódico, nitrato potásico (NaNO<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub>), colorantes y enzimas.

Para iniciar la elaboración del queso se debe tener la leche pasteurizada con los métodos apropiados. La fabricación de los quesos comprende tres fases esenciales: el cuajado o coagulación de la leche, el desuerado de la cuajada y el afinado o maduración.

### **2.3.1. Coagulación**

La etapa fundamental del proceso de queso es la coagulación; ésta se interpreta como modificaciones fisicoquímicas de micelas de caseína bajo la acción de enzimas proteolíticas y/o ácidos orgánicos que determinan la formación de una red proteica denominada coágulo o gel, dando lugar a la cuajada y al suero.

Algunos ejemplos de los tipos de cuajo existentes y su origen (animal, vegetal, microbiano) los podemos encontrar en el cuadro 10.

#### **2.3.1.1. Fase Primaria o Enzimática**

Corresponde a la hidrólisis de la caseína  $\kappa$  a nivel de un enlace peptídico PHE (105)-MET (106), enlace particularmente lábil en razón a la naturaleza de los aminoácido implicados, de la presencia de una serina adyacente y a la de radicales hidrofóbicos (leucina e isoleucina) a cada lado del enlace roto. La cadena de la caseína  $\kappa$  se encuentra de esta manera cortada en dos segmentos desiguales: el segmento 1-105 corresponde a la paracaseína  $\kappa$  y el segmento 106-169 al caseinomacropéptido. Todas las formas de caseína  $\kappa$  contenga o no carbohidratos, están sujetas a esta hidrólisis, la cual se efectúa a una gran velocidad.

La paracaseína  $\kappa$  sujeta a las caseínas  $\alpha$  y  $\beta$  permanecen integradas dentro de la micela; posee un carácter básico e hidrofóbico marcado. El caseinomacropéptido que contiene todos los radicales glucídicos eventualmente presentes, se separa de la micela y pasa al suero. Posee un carácter ácido e hidrófilo.

La molécula de paracaseína  $\kappa$  posee una composición, una estructura y en consecuencia unas características muy diferentes a las de la caseína  $\kappa$  original; en particular carece de las propiedades estabilizantes frente al calcio.

Cuadro 10. Enzimas coagulantes y su origen.

Grupo	Fuente	Ejemplo de nombres	Componente enzimático activo
Animal	Estomago Bovino	Cuajo Bovino, cuajo de ternero, cuajo en pasta	Quimosina A y B, Pepsina (A) y Gastricinaídem más Lipasa
	Estómago Ovino	Cuajo de cordero, oveja	Quimosina y Pepsina
	Estómago Caprino	Cuajo de cabrito, cabra	Quimosina y Pepsina
	Estómago Porcino	Coagulante porcino	Pepsina A y B, Gastricina
Microbiano	<i>Rhizomucor miehei</i>	Hannilase	Proteasa aspártica de <i>R. miehei</i>
	<i>Rhizomucor pusillus</i>	Coag. Pusillus	Proteasa aspártica de <i>R. pusillus</i>
	<i>Cryphonectria parasitica</i>	Coagulante de parasítica	Proteasa aspártica de <i>C. parasitica</i>
FPC(Quimosina producida por fermentación)	<i>Aspergillus niger</i>	Chymax	Quimosina B
	<i>Kluyveromyces lactis</i>	-	Quimosina B
Vegetal	<i>Cynara cardunculus</i>	Cardo	Cyprosina 1,2,y3 y/o Cardosina A y B
<b>Tomado del Foro Electrónico sobre Enzimas Coagulantes. FEPALE, 2003</b>			

### **2.3.1.2 Fase Secundaria o de Coagulación**

La fase secundaria, fácilmente observable en la leche coagulada y mantenida a una temperatura conveniente, presenta un mecanismo todavía poco conocido.

### **2.3.2 Factores que Intervienen en la Coagulación**

Como la mayoría de los quesos que se elaboran son producto del cuajado enzimático, son diversos los factores que pueden interferir en la actividad de la enzima. Así que se considera que para que se produzca la coagulación de la caseína en la leche por la acción del cuajo, es necesario tener las mejores condiciones en los factores esenciales como lo son:

#### **2.3.2.1 Temperatura**

La temperatura juega un papel muy importante en el tiempo que tarda la leche en cuajar. Cuando la temperatura es menor de 10°C, la coagulación no tiene lugar. En el intervalo entre 10 y 20°C la acción del cuajo es muy lenta y el tiempo de cuajado se prolonga. La temperatura óptima de cuajado es entre 39 y 43°C (Veisseyre, 1972).

Las temperaturas de 21-27°C suelen dar lugar a la formación de cuajadas blandas y gelatinosas. A 30°C éstas son más firmes y no se desmenuzan en pequeñas partículas al cortarlas, mientras que a 33-36°C suelen producirse cuajadas firmes y gomosas que desueran lentamente. Por debajo de 20°C y por encima de 50°C el cuajo muestra muy poca actividad.

Esta influencia de la temperatura es consecuencia de la conjugación de dos efectos, uno sobre la reacción enzimática y el otro sobre la fase de coagulación. Los dos efectos son muy diferentes (Madrid, 1994).

### **2.3.2.2 Acidez**

La acidez de la leche permite darse cuenta de su estado de conservación, del cuidado y aseo que se ha tenido al manipularla y de su aptitud para el consumo o su transformación.

La acidez normal de una leche de vaca es de 16 a 20 °D, lo que quiere decir que contiene de 16 a 20 decigramos de ácido láctico por litro. En contacto con el aire o con otros medios, se desarrollan fermentos lácticos en abundancia, que hacen aumentar la acidez; cuando ésta es de 40 °D, la leche se corta al calentarla, y si llega a los 70 °D, se corta aún a la temperatura ordinaria.

La leche destinada para elaborar quesos deberá tener una acidez inferior a los 25 °D (Delorme, 1978).

### **2.3.2.3 Potencial de Hidrógeno (pH)**

La influencia del pH sobre el tiempo de coagulación y la dureza del gel es muy elevada. El tiempo de coagulación es más corto y el gel más duro en la medida que el pH desciende por debajo del pH normal de la leche. Contrariamente, a pH elevado, superior a 7, no se produce la coagulación la enzima es inactivada rápidamente. Los valores óptimos de pH oscilan entre 6.2 y 6.5 (Eck, 1990).

### **2.3.2.4 Dosis de Cuajo**

Cuando los demás parámetros (pH, T, Ca<sup>++</sup>) permanecen constantes la velocidad de coagulación es directamente proporcional a la dosis de cuajo utilizada, esto es, a mayor disponibilidad de cuajo se acelera la transformación de la leche en cuajada.

### **2.3.2.5 Concentración de Iones Calcio**

Las leches bajas en contenido de calcio dificultan la acción del cuajo y prolongan el tiempo de coagulación. La adición de cloruro de calcio a la leche aumenta la concentración de iones de calcio, facilitando la actuación de los diversos tipos de cuajo.

La p-caseína resultante del desdoblamiento de la caseína sólo se gelifica en presencia de sales de calcio en solución. Los iones de calcio positivos son necesarios para la floculación de las micelas de p-caseinato cálcico, negativamente cargadas.

### **2.3.2.6 Tiempo**

El tiempo necesario para completar la etapa de coagulación varía grandemente dependiendo de los factores indicados anteriormente, pero se puede determinar monitoreando el pH, o basándose en la experiencia de quesero.

### **2.3.3 Corte de la Cuajada**

Una vez coagulada la leche, la operación del corte de la cuajada se realiza con unas herramientas llamadas liras que tienen alambres espaciados y colocados, ya sea en forma vertical u horizontal. La función de esta operación es facilitar la expulsión del suero de la cuajada. Esta es una de las razones para utilizar estabilizadores y emulsivos ya que evitan que se pierda grasa y humedad excesiva durante el desuerado inicial y posteriormente durante el resto del proceso.

### **2.3.4 Desuerado**

Es el fenómeno que completa la coagulación y tiene por objeto obtener un sustrato que será sometido a la acción de las enzimas durante el afinado.

Así mismo es la separación del lactosuero que impregna a la cuajada (fase sólida) en forma ya sea lenta o rápida de acuerdo al tipo de gel y a las condiciones de dicha operación (tiempo, temperatura).

### **2.3.5 Salado**

Cuyo papel fundamental es regular el desarrollo microbiano, contribuye también al desuerado de la cuajada; se realiza en seco o por inmersión en un baño de salmuera.

En el primer caso, el cloruro sódico que recubre la superficie del queso, absorbe cierta cantidad de agua no solo de las capas superficiales, sino también del interior del queso.

El salado en salmuera se lleva a cabo sumergiendo el queso en una solución que contiene alrededor del 10 al 26% de cloruro de sodio y la permanencia en ella es de pocos minutos a varios días dependiendo del tipo de queso. La penetración de la sal es gradual y tiene lugar por un proceso osmótico.

### **2.3.6 Moldeo**

El objetivo fundamental del moldeo es lograr que se soliden los granos de cuajada formando grandes piezas cuyas dimensiones dependen de la variedad de queso a elaborar.

Los quesos pueden adquirir su forma introduciendo la cuajada en moldes individuales o moldeado conjuntamente toda la cuajada que es cortada luego en piezas de tamaño adecuado (Dilanjan, 1974).

### **2.3.7 Madurado**

La maduración del queso comienza durante el salado, pero la transformación de los componentes de la leche que pasan a constituirlo

comienzan mucho antes; de hecho, la lactosa, las sales y la microflora comienzan a experimentar ya cambios cualitativos y cuantitativos durante la preparación de la leche previa a la coagulación, el tratamiento y manipulación de la cuajada y las operaciones de moldeo y prensado. Estos procesos madurativos se desarrollan con gran intensidad. Porque transcurren a temperaturas óptimas para el crecimiento microbiano.

La microflora del queso está constituida por la propia microflora de la leche, los gérmenes acidificantes y los cultivos puros adecuados para cada variedad de queso, inoculados en el momento apropiado.

La mayor parte de la microflora de casi todos los tipos de queso está constituida por fermentos lácticos (bacterias lácticas o ácido láctico) (Dilanjan, 1974).

## **2.4 COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL QUESO**

La composición básica del queso (agua, proteínas, grasa y sal o cenizas), está influenciada por varios factores; algunos de ellos son los siguientes: composición y tipo de la leche utilizada (de vaca, cabra, oveja, yegua, reno o búfala), el procedimiento de elaboración (forma en que se realiza la coagulación, el prensado, el salado), el estado de maduración, las preferencias de los consumidores, entre otros (Díaz, 2007).

La proporción de agua puede variar entre 20 y 75%; la de sustancias nitrogenadas entre 11 y 30%; y aún más en los quesos magros; la de grasa entre 16 y 40%, excepto en los quesos absolutamente magros en que apenas se llega a 5 ó 6% y las de cenizas entre 2 y 6% (Morelli, 1974).

A nivel mundial existen quesos muy húmedos como los de pasta blanda y untables (70 a 80% de agua), hasta los muy secos (20 a 30% de agua), de pasta dura y rayable (Villegas, 2004).

## **2.5 EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial, es una disciplina científica que nos sirve para medir, analizar e interpretar aquellas características de los alimentos que logran ser percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y audición.

El análisis o evaluación sensorial, es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico-químico o microbiológico, que solo dan información parcial acerca de alguna de sus propiedades, éste permite darse una idea global del producto de forma rápida, llegando a informar en algunos casos, su grado de aceptación o rechazo (Cornejo, 2004).

### **2.5.1 Importancia de la Evaluación Sensorial**

La evaluación sensorial es de gran importancia prácticamente en todas las etapas de producción y desarrollo en la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto, además de ayudar en el control de calidad y estandarización del mismo (Díaz, 2008).

La evaluación sensorial es de gran utilidad en la industria ya que puede ser aplicada para la mejora de un producto mediante el estudio de los defectos sensoriales o atributos deseables tras la modificación de la forma del mismo, ya sea por eliminación, sustitución o adición de un nuevo componente o bien, por la modificación del proceso de elaboración del producto.

### **2.5.2 Pruebas Sensoriales**

#### **2.5.2.1 Análisis Discriminativos**

*Comparación pareada.*

En esta prueba se presenta un par de muestras codificadas para su comparación, una de ellas presenta el estándar o control y la otra un

tratamiento experimental. La comparación se hace en base a una característica especificada, como el grado de dulzura o dureza.

El resultado de las comparaciones variadas no indica la calidad de las muestras sino sólo si hay una diferencia.

#### *Prueba triangular.*

Esta prueba consiste en presentar al evaluador tres muestras codificadas, se le dice que dos son iguales y una es distinta y se le pide identificar la muestra impar. No debe emplearse cuando en la muestrea hay más de dos tratamientos o cuando es difícil obtener muestras homogéneas (Larmond, 1977).

#### *Prueba Dúo-trío.*

Consiste en presentar al evaluador tres muestras, una se marca R (que es referencia) y las otras dos están codificadas. Una de las muestras codificadas es idéntica a R y la otra es distinta, se le pide al evaluador que identifique la muestra impar (Larmond, 1977).

#### *Prueba de ordenamiento.*

En esta prueba se le pide al evaluador que ordene varias muestras codificadas de acuerdo a la intensidad de alguna de sus características en particular.

El método de ordenamiento casi siempre se usa para seleccionar uno o dos de las mejores muestras de un grupo, más que para probar completamente todas las muestras. Este método es rápido y permite probar varias muestras, pero no debe ordenarse a la vez más de seis muestras de cualquier producto (Ureña y D´arrigo, 1999).



### 3.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo fue realizado en las instalaciones del Laboratorio de Lácteos del Departamento de Producción Animal y el Laboratorio de Nutrición y Alimentos perteneciente al Departamento del mismo nombre, situados ambos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### 3.2 LECHE

La leche empleada en la realización del presente trabajo fue obtenida de las instalaciones del establo de la misma Universidad.

### 3.3 MATERIALES

- Cuajo
- Cloruro de calcio (solución al 50%)
- Cultivo láctico
- Sal
- Recipientes de aluminio
- Moldes de acero
- Agitadores
- Manta cielo
- Termómetro
- Parrilla de calentamiento
- Refrigerador
- Bureta

- Pipetas
- Vasos de precipitados
- Solución de fenolftaleína 1%
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N
- Recipientes plásticos
- Escurridores
- Cucharones
- Balanza granataria
- Película plástica
- Charolas

### 3.4 MÉTODOS

#### 3.4.1 Análisis de la Acidez

- Se tomó una muestra de 9 mL y se colocó en un vaso de precipitados.
- Se agregaron 3 gotas de fenolftaleína al 1%.
- Se tituló con NaOH al 0.1 N, hasta observar una coloración rosa pálido.
- Tomando los mililitros gastados se calculó el grado de acidez con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{(\text{mL NaOH})(0.09)(100)}{\text{mL muestra}}$$

$$0.01 \% = 1 \text{ }^{\circ}\text{D}$$

### **3.4.2 Quesos de Prueba**

Se elaboraron quesos tipo Panela y Chihuahua siguiendo la técnica empleada en el laboratorio de Lácteos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, realizando algunas variaciones en la temperatura de pasteurización y la acidez de la leche.

En las figuras 3 y 4, se muestra el proceso para la elaboración de dichos quesos.

### 3.4.2.1 Queso Panela

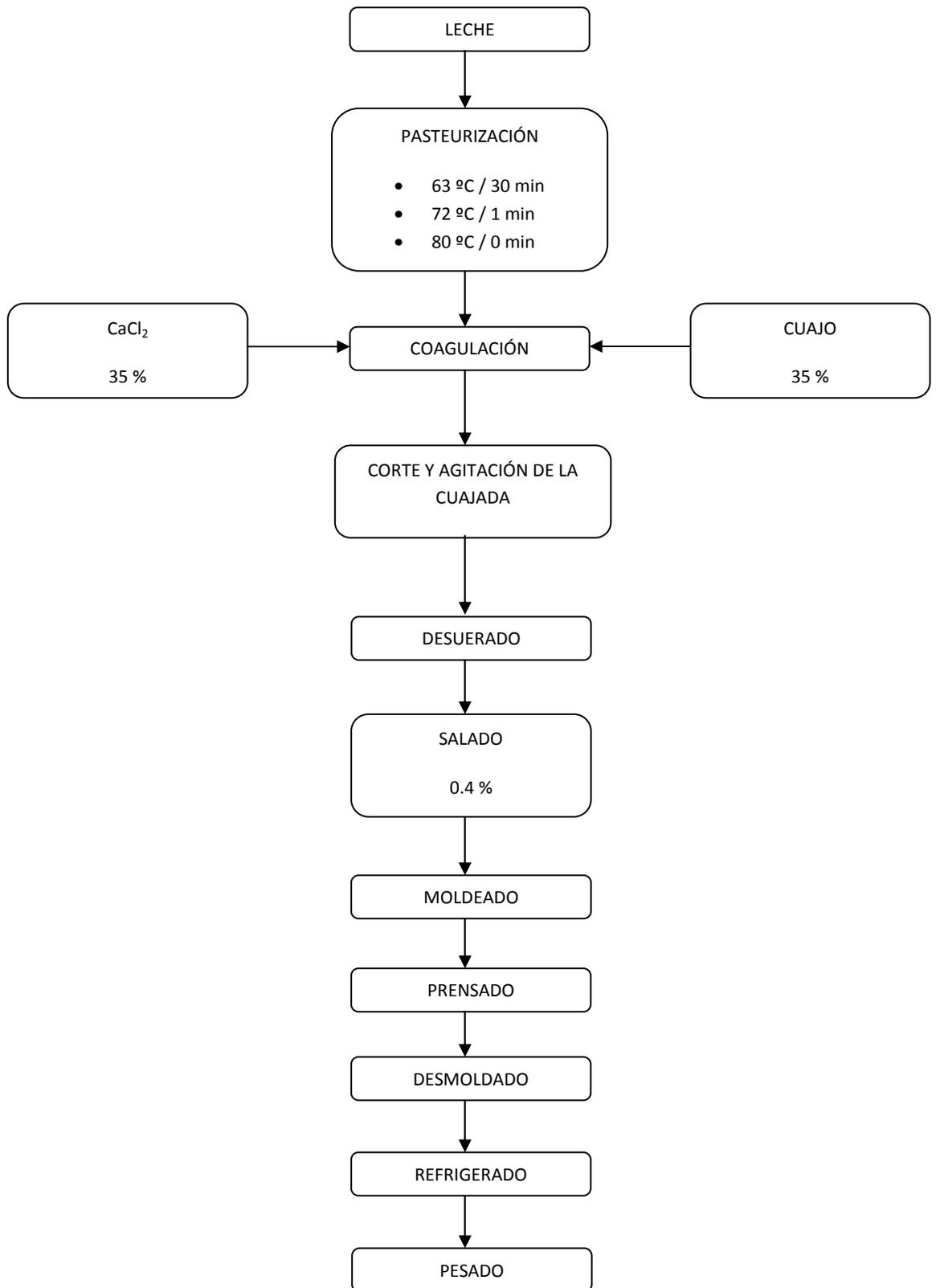


Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de queso panela

### 3.4.2.2 Queso Chihuahua

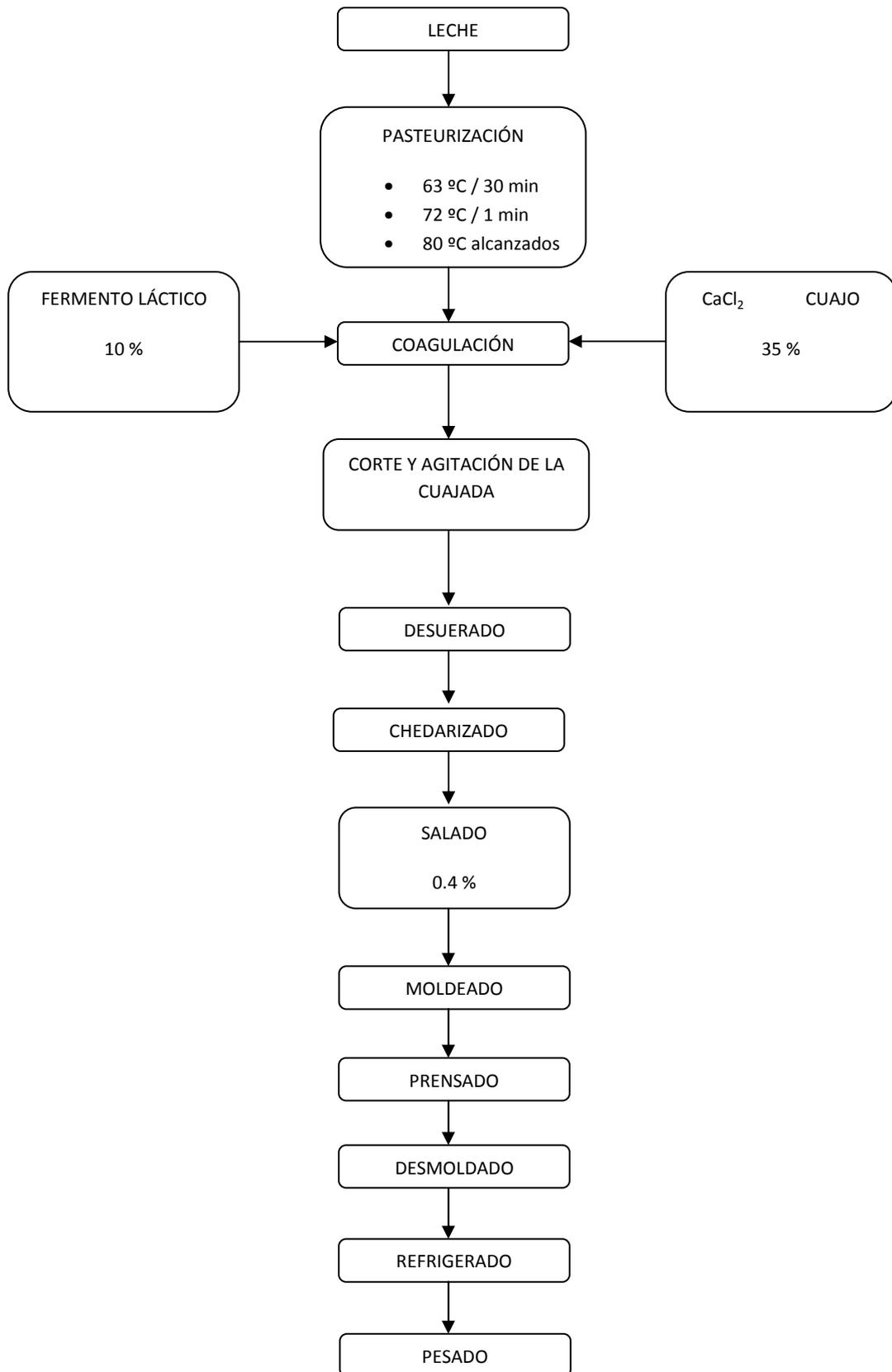


Figura 4. Diagrama de flujo de la elaboración de queso Chihuahua

### **3.4.3 Recepción de la Leche**

La leche se recibió fresca de las instalaciones del establo de la misma Universidad.

Se determinó el volumen de leche a procesar para cada tratamiento (aproximadamente 20 L). Agitando el bote lechero para la toma de la muestra para el análisis de acidez (9 mL).

### **3.4.4 Filtración**

La leche se filtró haciéndola pasar por un colador de malla de punto cerrado, para eliminar las partículas extrañas que pudieran pasar al queso.

### **3.4.5 Tratamiento Térmico**

La leche fue vertida en un recipiente de aluminio que a su vez fue colocado sobre una parrilla de calentamiento. El tratamiento térmico aplicado a la leche para el presente trabajo fue:

- 63 °C durante un lapso de 30 minutos
- 72 °C durante un lapso de 1 minuto
- 80 °C sin tiempo de permanencia

### **3.4.6 Enfriamiento**

Transcurrido el tiempo correspondiente a cada tratamiento térmico, se procedió al enfriamiento de la leche, que consistió en el empleo de un baño de agua fría hasta alcanzar una temperatura de 40 °C.

### **3.4.7 Inoculación**

En la elaboración de queso Chihuahua se realizó un proceso de inoculación previo a la adición de  $\text{CaCl}_2$  y cuajo, el cual consistió en agregar directamente un fermento láctico en una proporción de 0.1% con respecto a la cantidad de leche empleada.

### **3.4.8 Adición de $\text{CaCl}_2$ y Cuajo**

Tanto el  $\text{CaCl}_2$  como el cuajo fueron añadidos en una proporción del 0.035 % en razón a la cantidad de leche empleada.

### **3.4.9 Coagulación**

La leche ya adicionada, se dejó coagular durante 30 – 40 minutos. Esta etapa se llevó a cabo a temperatura ambiente.

### **3.4.10 Desuerado**

Pasado el tiempo de coagulación, se procedió a cortar la cuajada con el empleo de liras horizontales y verticales. Durante este proceso se elevó ligeramente la temperatura y se agitó la cuajada de manera lenta para facilitar la expulsión de suero.

Con la ayuda de un recipiente plástico la cuajada fue vaciada en un escurridor donde se llevó a cabo el desuerado.

### **3.4.11 Cheddarizado**

Este procedimiento se realizó solo en la elaboración de queso Chihuahua. Consistió en un pre-prensado de la cuajada y calentamiento de la misma para activar la acción de los microorganismos los cuales ayudan a acidificar la pasta.

El bloque de cuajada formado fue cortado en cubos de mediano tamaño.

#### **3.4.12 Salado**

Se utilizó sal fina, para la elaboración de queso panela se agregó a la cuajada 0.4 % de sal en base a la cantidad de leche empleada.

En el caso del queso Chihuahua, se agregó a los cubos de queso 0.45 % de sal en base a la cantidad de leche empleada.

#### **3.4.13 Moldeado**

Se moldeó colocando, con la ayuda de un cucharón, la cuajada dentro de moldes cilíndricos con capacidad de 1 kg aproximadamente, los cuales fueron previamente esterilizados y cubiertos con manta cielo para evitar el contacto directo de la cuajada con las paredes y la tapa del molde.

#### **3.4.14 Prensado**

Los moldes llenos y cerrados se colocaron en una prensa durante 30 minutos. Transcurrido este tiempo, se retiraron de la prensa y los quesos se voltearon para asegurar así un buen prensado del queso y una mejor presentación del mismo.

Los moldes fueron nuevamente colocados en la prensa durante un tiempo aproximado de 10 horas.

#### **3.4.15 Desmoldado y Refrigerado**

Transcurridas las 10 horas, los quesos fueron desmoldados y colocados sobre charolas cubiertas con una película plástica. Posteriormente fueron colocados en refrigeración, manteniéndolos así durante 1 hora.

### 3.4.16 Pesado

Una vez transcurrido el tiempo, los quesos fueron sacados de refrigeración y se pesaron en una balanza digital calibrada.

Con este dato se pudo realizar el cálculo del porcentaje de rendimiento (%R) de los quesos con la siguiente fórmula:

$$\%R = \frac{\text{Kg de queso obtenido}}{\text{L de leche empleada}} (100)$$

### 3.5 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial aplicada a cada queso fue la prueba de comparación pareada simple (Pedrero, 1989).

Un ejemplo del formato utilizado como hoja de evaluación fue el siguiente:

Nombre:		Fecha:		Serie:	
INSTRUCCIONES. Probar las muestras de izquierda a derecha y para cada par indicar con una "X" si son iguales o diferentes. No se trague las muestras y enjuáguese la boca entre cada par.					
Par	Muestras		Diferentes	Iguales	
1	248	192			
2	340	250			
3	152	376			
Comentarios:					
¡Gracias!					



#### 4.1 Rendimientos

Se elaboraron quesos tipo panela (figura 5) y Chihuahua (figura 6) variando la acidez de la leche y la temperatura de pasteurización y se realizaron 3 repeticiones para cada tratamiento.



Figura 5. Queso panela

Los resultados obtenidos en la elaboración de queso panela para cada una de las repeticiones se muestran en los cuadros 11, 12 y 13. Para el análisis estadístico, que más adelante se describe, se manejaron los datos sombreados en cada cuadro.

Cuadro 11. Repetición 1. Queso panela

Acidez (°D)	Temperatura (°C)	Leche (Lts)	Queso (Kg)	Rendimiento (%)
17	63	20	2.002	10.01
17	72	20	2.104	10.52
16	80	20	1.434	7.17
20	63	20	1.766	8.83
21	72	19	2.070	10.89
20	80	23	2.666	11.59

Cuadro 12. Repetición 2. Queso panela

Acidez (°D)	Temperatura (°C)	Leche (Lts)	Queso (Kg)	Rendimiento (%)
17	63	20	2.424	12.12
17	72	26	2.826	10.86
16	80	20	2.320	11.6
20	63	20.5	2.342	11.42
20	72	16	1.738	10.86
20	80	13.3	1.370	10.30

Cuadro 13. Repetición 3. Queso panela

Acidez (°D)	Temperatura (°C)	Leche (Lts)	Queso (Kg)	Rendimiento (%)
17	63	15	1.580	10.53
17	72	15	1.616	10.77
17	80	20	2.245	11.23
20	63	19.6	2.174	11.09
20	72	20	2.204	11.02
20	80	20	2.292	11.46

Cuadro 14. Prueba de escalamiento para queso panela

Acidez (°D)	Temperatura (°C)	Leche (Lts)	Queso (Kg)	Rendimiento (%)
17	80	300	40.108	13.39

Los resultados obtenidos, en general, indican un rendimiento ligeramente mayor en los quesos de temperatura alta y acidez alta.

La prueba de escalamiento (cuadro 14) se realizó para la verificación de los resultados obtenidos anteriormente, obteniendo un rendimiento mayor al esperado.



Figura 6. Queso Chihuahua

Los resultados que se obtuvieron en la elaboración de queso panela para cada una de las repeticiones se muestran en los cuadros 15, 16 y 17. Para el análisis estadístico, que más adelante se describe, al igual que en el caso del queso panela, se manejaron los datos sombreados en cada cuadro.

Cuadro 15. Repetición 1. Queso Chihuahua

Acidez (°D)	Temperatura (°C)	Leche (Lts)	Queso (Kg)	Rendimiento (%)
16	63	20	1.990	9.95
16	72	20	2.014	10.07
15.5	80	20	1.854	9.27
20	63	20	1.662	8.31
20	72	20	1.836	9.18
20	80	26	2.714	10.43

Cuadro 16. Repetición 2. Queso Chihuahua

Acidez (°D)	Temperatura (°C)	Leche (Lts)	Queso (Kg)	Rendimiento (%)
16	63	20	2.018	10.09
16	72	20	2.044	10.22
16	80	20	1.918	9.59
20	63	30	2.804	9.35
20	72	20	2.032	10.16
20	80	20	1.916	9.58

Cuadro 17. Repetición 3. Queso Chihuahua

Acidez (°D)	Temperatura (°C)	Leche (Lts)	Queso (Kg)	Rendimiento (%)
15	63	20	1.972	9.86
15	72	20	1.932	9.66
15	80	20	2.102	10.51
20	63	20	1.832	9.16
20	72	20	2.120	10.6
20	80	20	2.178	10.89

Cuadro 18. Prueba de escalamiento para queso Chihuahua

Acidez (°D)	Temperatura (°C)	Leche (Lts)	Queso (Kg)	Rendimiento (%)
17	80	300	45.220	15.07
17	72	300	32.128	10.70

Los resultados obtenidos, en general, indican un rendimiento ligeramente mayor en los quesos de temperatura alta y acidez alta.

En la prueba de escalamiento (cuadro 18) se observa claramente un mayor rendimiento en el queso de temperatura alta en comparación con el queso de temperatura media.

#### 4.2 Análisis Estadístico

Para este análisis, se empleó el programa estadístico UANL de la Universidad Autónoma de Nuevo León, a manera de determinar si el rendimiento final de los quesos se ve afectado por la variación de los parámetros fisicoquímicos: temperatura y acidez.

Se calcularon los valores promedio para cada uno de los tratamientos, utilizando los valores sombreados de los cuadros 11, 12 y 13 para queso panela y 15, 16 y 17 para queso Chihuahua. En el cuadro 19, el tratamiento I se refiere al tratamiento testigo, es decir, temperatura de 72 °C y 17 °D; el tratamiento II es la variación de acidez (20 °D); finalmente, el tratamiento III es la variación de temperatura (63 ° y 80 °C).

En el cuadro 19, se observa la tabla de valores manejados para el análisis estadístico del queso panela. El análisis de varianza realizado con el paquete UANL se muestra en el cuadro 20 al igual que en el cuadro 21 se muestra la tabla de medias para el mismo tipo de queso.

Cuadro 19. Promedios de queso panela

Tratamientos	I	II	III
Repeticiones			
R1	10.52	10.436	9.4
R2	10.86	10.86	11.36
R3	10.77	11.19	11.0775

En base a los valores del cuadro 19, se realizó el análisis de varianza correspondiente a la comparación en los tratamientos I, II y III. En el cuadro 20 se muestra el análisis de varianza de la comparación entre el testigo (I) y la variación en acidez (II). Así mismo, en el cuadro 21 se muestra la tabla de medias basada en el análisis de varianza de la misma comparación de tratamientos.

Cuadro 20. Análisis de Varianza para queso panela (tratamientos I y II)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.018799	0.018799	0.2163	0.666
ERROR	4	0.347717	0.086929		
TOTAL	5	0.366516			

**C.V. = 2.74 %**

Cuadro 21. Tabla de Medias para queso panela (tratamientos I y II)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIAS
1	3	10.716667
2	3	10.828667

En los cuadros 22 y 23 se muestran el análisis de varianza y la tabla de medias correspondientes a la comparación de tratamientos I y III.

Cuadro 22. Análisis de Varianza para queso panela (tratamientos I y III)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.016174	0.016174	0.0280	0.869
ERROR	4	2.307251	0.576813		
TOTAL	5	2.323425			

**C.V. = 7.12%**

Cuadro 23. Tabla de medias para queso panela (tratamientos I y III)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIAS
1	3	10.716667
2	3	10.612499

En los cuadros 24 y 25 se muestran los valores del análisis de varianza y la tabla de medias correspondientes a la comparación de los tratamientos I, II y III.

Cuadro 24. Análisis de Varianza para queso panela (tratamientos I, II y III)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.069946	0.034973	0.0809	0.923
ERROR	6	2.593018	0.432170		
TOTAL	8	2.662964			

**C.V. = 6.13%**

Cuadro 25. Tabla de medias para queso panela (tratamientos I II y III)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIAS
1	3	10.716667
2	3	10.828667
3	3	10.612499

En base a los resultados obtenidos con el análisis de varianza, se determina que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, es decir, el testigo tiene el mismo rendimiento que la variación en acidez y/o temperatura.

En el cuadro 26, se observa la tabla de valores manejados para el análisis estadístico del queso Chihuahua. El análisis de varianza realizado con el paquete UANL se muestra en el cuadro 27 así mismo, en el cuadro 28 se muestra la tabla de medias para el mismo tipo de queso.

Cuadro 26. Promedios de queso Chihuahua

Tratamientos	I	II	III
Repeticiones			
R1	10.07	9.516	9.49
R2	10.22	9.696	9.6525
R3	9.66	10.216	10.105

En base a los valores del cuadro 26, se realizó el análisis de varianza correspondiente a la comparación en los tratamientos I, II y III. En el cuadro 27 se muestra el análisis de varianza de la comparación entre el testigo (I) y la variación en acidez (II). Así mismo, en el cuadro 28 se muestra la tabla de medias basada en el análisis de varianza de la misma comparación de tratamientos.

Cuadro 27. Análisis de Varianza para queso Chihuahua (tratamientos I y II)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.045471	0.045471	0.4207	0.555
ERROR	4	0.432312	0.108078		
TOTAL	5	0.477783			

**C.V. = 3.32%**

Cuadro 28. Tabla de Medias para queso Chihuahua (tratamientos I y II)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIAS
1	3	9.983334
2	3	9.809333

En los cuadros 29 y 30 se muestran el análisis de varianza y la tabla de medias correspondientes a la comparación de tratamientos I y III.

Cuadro 29. Análisis de Varianza para queso Chihuahua (tratamientos I y III)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.082214	0.082214	0.8860	0.598
ERROR	4	0.371155	0.092789		
TOTAL	5	0.453369			

**C.V. = 3.09%**

Cuadro 30. Tabla de Medias para queso Chihuahua (tratamientos I y III)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIAS
1	3	9.983334
2	3	9.749166

En los cuadros 31 y 32 se muestran los valores del análisis de varianza y la tabla de medias correspondientes a la comparación de los tratamientos I, II y III.

Cuadro 31. Análisis de Varianza para queso Chihuahua (tratamientos I, II y III)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.088989	0.044495	0.4201	0.678
ERROR	6	0.635498	0.105916		
TOTAL	8	0.724487			

**C.V. = 3.30%**

Cuadro 32. Tabla de Medias para queso Chihuahua (tratamientos I, II y III)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIAS
1	3	9.983334
2	3	9.809333
3	3	9.749166

Al igual que para el queso panela, y en base a los resultados obtenidos con el análisis de varianza, se determina que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, es decir, el testigo tiene el mismo rendimiento que la variación en acidez y/o temperatura.

#### **4.3 Evaluación Sensorial de los Quesos**

Para esta etapa se utilizó una prueba de diferencias o prueba discriminante, se realizó en 2 series, con esta prueba, para el caso del queso panela, se obtuvieron los resultados presentes en los cuadros 33 y 34.

Cuadro 33. Serie 1. Queso panela

Par	Muestras	Diferentes	Iguales	Sin responder
1	136 – 260	21	9	0
2	202 – 319	16	14	0
3	184 – 259	21	9	0

Cuadro 34. Serie 2. Queso panela

Par	Muestras	Diferentes	Iguales	Sin responder
1	248 – 192	15	13	2
2	340 – 250	18	10	2
3	152 – 376	22	6	2

Para el caso del queso Chihuahua se muestran los resultados en los cuadros 35 y 36.

Cuadro 35. Serie 1. Queso Chihuahua

Par	Muestras	Diferentes	Iguales	Sin responder
1	228 – 120	17	13	0
2	204 – 314	16	14	0
3	160 – 113	10	20	0

Cuadro 36. Serie 2. Queso Chihuahua

Par	Muestras	Diferentes	Iguales	Sin responder
1	143 – 106	13	17	0
2	201 – 131	14	16	0
3	240 – 282	11	19	0

Se realizó una estimación de la diferencia entre dos proporciones para los datos obtenidos de la evaluación sensorial. Se utilizó el siguiente intervalo de confianza para determinar si, en base a los resultados, se percibió alguna diferencia entre los quesos presentados.

$$(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}_1 \hat{q}_1}{n_1} + \frac{\hat{p}_2 \hat{q}_2}{n_2}} < p_1 - p_2 < (\hat{p}_1 - \hat{p}_2) + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}_1 \hat{q}_1}{n_1} + \frac{\hat{p}_2 \hat{q}_2}{n_2}}$$

Para el queso panela se obtuvieron los siguientes resultados:

<u>T – T1</u>	T = 72 °C y 17 °D		T1 = 80 °C y 20 °D	
$z_{\alpha/2} = 1.96^*$				
	Diferentes	Iguales		
Serie 1	16	14	$\hat{p}_1 = \frac{16}{30} = 0.533$	$\hat{q}_1 = \frac{14}{30} = 0.466$
Serie 2	15	13	$\hat{p}_2 = \frac{15}{30} = 0.5$	$\hat{q}_2 = \frac{13}{30} = 0.433$
*Dato obtenido en tablas				

Sustituyendo los valores en la fórmula se obtiene:

$$(0.533-0.5)-1.96 \sqrt{\frac{(0.533)(0.466)}{30} + \frac{(0.5)(0.433)}{30}} < p_1-p_2 < (0.533-0.5)+1.96 \sqrt{\frac{(0.533)(0.466)}{30} + \frac{(0.5)(0.433)}{30}}$$

$$0.033 - 1.96 \sqrt{0.008279 + 0.007216} < p_1-p_2 < (0.033) + 1.96 \sqrt{0.008279 + 0.007216}$$

$$-2.406 < p_1 - p_2 < 2.472786$$

El resultado obtenido muestra valores con diferente signo, lo que nos indica que son iguales, es decir, no se percibe diferencia alguna entre estas dos muestras.

<u>T - T2</u>		T = 72 °C y 17 °D	T2 = 63 °C y 17 °D
$z_{\alpha/2} = 1.96^*$			
	Diferentes	Iguales	
Serie 1	21	9	$\hat{p}_1 = \frac{21}{30} = 0.7$ $\hat{q}_1 = \frac{9}{30} = 0.3$
Serie 2	18	10	$\hat{p}_2 = \frac{18}{30} = 0.6$ $\hat{q}_2 = \frac{10}{30} = 0.333$
*Dato obtenido en tablas			

Al sustituir los valores en la fórmula anterior se obtiene como resultado:

$$0.06386 < p_1 - p_2 < 0.13614$$

El resultado obtenido muestra valores con igual signo, lo que nos indica que son diferentes, es decir, se percibe alguna diferencia alguna entre estas dos muestras.

<b><u>T1 – T2</u></b>		T1 = 80 °C y 20 °D		T2 = 63 °C y 17 °D	
$z_{\alpha/2} = 1.96^*$					
	Diferentes	Iguales			
Serie 1	21	9	$\hat{p}_1 = \frac{21}{30} = 0.7$	$\hat{q}_1 = \frac{9}{30} = 0.3$	
Serie 2	22	6	$\hat{p}_2 = \frac{22}{30} = 0.733$	$\hat{q}_2 = \frac{6}{30} = 0.2$	
*Dato obtenido en tablas					

Al sustituir los valores en la fórmula anterior se obtiene como resultado:

$$-0.2.46886 < p1 - p2 < 0.18068$$

El resultado obtenido muestra valores con diferente signo, lo que nos indica que son iguales, es decir, no se percibe diferencia alguna entre estas dos muestras.

Para el queso Chihuahua se obtuvieron los siguientes resultados utilizando el mismo intervalo de confianza:

<b><u>T – T1</u></b>		T = 72 °C y 17 °D		T1 = 80 °C y 20 °D	
$z_{\alpha/2} = 1.96^*$					
	Diferentes	Iguales			
Serie 1	16	14	$\hat{p}_1 = \frac{16}{30} = 0.533$	$\hat{q}_1 = \frac{14}{30} = 0.466$	
Serie 2	13	17	$\hat{p}_2 = \frac{13}{30} = 0.433$	$\hat{q}_2 = \frac{17}{30} = 0.566$	
*Dato obtenido en tablas					

Al sustituir los valores en la fórmula anterior se obtiene como resultado:

$$-0.2151369 < p_1 - p_2 < 0.351369$$

El resultado obtenido muestra valores con diferente signo, lo que nos indica que son iguales, es decir, no se percibe diferencia alguna entre estas dos muestras.

<b>T – T2</b>		T = 72 °C y 17 °D		T2 = 63 °C y 17 °D	
$z_{\alpha/2} = 1.96^*$					
	Diferentes	Iguales			
Serie 1	10	20	$\hat{p}_1 = \frac{10}{30} = 0.333$	$\hat{q}_1 = \frac{20}{30} = 0.666$	
Serie 2	11	19	$\hat{p}_2 = \frac{11}{30} = 0.366$	$\hat{q}_2 = \frac{19}{30} = 0.633$	
*Dato obtenido en tablas					

Al sustituir los valores en la fórmula anterior se obtiene como resultado:

$$-0.183206 < p_1 - p_2 < 0.176606$$

El resultado obtenido muestra valores con diferente signo, lo que nos indica que son iguales, es decir, no se percibe diferencia alguna entre estas dos muestras.

<b>T1 – T2</b>		T1 = 80 °C y 20 °D		T2 = 63 °C y 17 °D	
$z_{\alpha/2} = 1.96^*$					
	Diferentes	Iguales			
Serie 1	17	13	$\hat{p}_1 = \frac{17}{30} = 0.566$	$\hat{q}_1 = \frac{13}{30} = 0.433$	
Serie 2	14	16	$\hat{p}_2 = \frac{14}{30} = 0.466$	$\hat{q}_2 = \frac{16}{30} = 0.533$	
*Dato obtenido en tablas					

Al sustituir los valores en la fórmula anterior se obtiene como resultado:

$$-0.2151369 < p_1 - p_2 < 0.351369$$

El resultado obtenido muestra valores con diferente signo, lo que nos indica que son iguales, es decir, no se percibe diferencia alguna entre estas dos muestras.



En base a los resultados obtenidos al modificar la técnica para la elaboración de queso panela y queso Chihuahua, se puede decir que el rendimiento final de los quesos, presenta variaciones, es decir, a mayor temperatura se obtiene mayor rendimiento. Asimismo, a mayor acidez de la leche se obtiene un mayor rendimiento final del queso.

En la elaboración y cálculo del rendimiento del queso panela, se observó que utilizando una temperatura de 80 °C y una acidez de 20 °D, se eleva el rendimiento en aproximadamente 2% sobre el rendimiento normal.

Para el queso Chihuahua, bajo las mismas condiciones de temperatura y acidez (80 °C y 20 °D) se observó un rendimiento aproximado del 5% sobre el rendimiento normal.

En base a los resultados del Análisis Estadístico se puede concluir que no existe diferencia significativa entre el rendimiento obtenido con el testigo y el rendimiento obtenido con alguna de las variaciones realizadas a la técnica.

Considerando los resultados obtenidos de la evaluación sensorial con el intervalo de confianza manejado, en el caso del queso panela se percibió alguna diferencia entre el tratamiento testigo y el tratamiento de acidez y temperatura bajas.



- Alaisis, Ch. 1970. Ciencia de la leche. Ed. CECSA. Pp. 225-297.
- Badui, S. 1987. Química de los alimentos, 5ª reimpresión, Ed. Alhambra, México. Pp. 382-390
- Cervantes E. F., Villegas de G. A., Cesin V. A. y Espinoza O. A. (2008). Los Quesos Mexicanos Genuinos. Ed. Mundi-Prensa. México.
- Chamorro M<sup>a</sup>. C., Losada M. El análisis sensorial de los quesos. Ed. Mundi-Prensa Libros, 2002
- Chamorro M<sup>a</sup>. C., Losada M.; El análisis sensorial de los quesos. Ed. Mundi-Prensa Libros, 2004
- Dilanjan, S. 1974. Fundamentos de la elaboración del queso. Ed. Acribia, España. Pp. 39-61
- Adams, M.R. y Moss, M.O. 1997. Microbiología de los alimentos. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Amiot, J. 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España- pp. 254-263
- Bourgeois, C.C., Mescle, J.F. y Zucca, J. 1995. Microbiología Alimentaria. Vol. I. Ed. Acribia, S.A., México, D.F.
- Cornejo, J. 2004. Estudio de la aceptabilidad de Frituras mediante evaluación sensorial en función al índice degradativo del aceite empleado para su fabricación. UAAAN.
- Delorme, J. S. 1978. Manual Práctico de Lechería e Industrias Derivadas. 3ª edición. Ed. Serrahima y URPI, S. L. España.
- Díaz, C. 2008. Mejoramiento de los Atributos de Calidad de la Tortilla de Maíz Empleando Como Aditivo Natural el Pulque (poliuqui).UAAAN

- Díaz, E. 2007. Determinación de las Características Fisicoquímicas y Microbiológicas de Quesos Frescos tipo Sopero Provenientes del Estado de Tabasco. UAAAN.
- Dilanjan, S. Ch. 1984. Fundamentos de la elaboración del queso. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. Pp. 9-13
- Dilanjan, S. 1974. Fundamentos de la elaboración del queso. Ed. Acribia, S. A., Zaragoza, España. pp. 39-61
- Eck, A. et al. 1990. El queso. 1ª edición. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Herrera R. Carlos H., Bolaños Nuria, Lutz C., Giselle. Química de alimentos. Manual de laboratorio. Ed. Universidad de Costa Rica.
- Könemann V. 1999. Guías completa de alimentos “más de 1000 ingredientes exóticos y tradicionales”. Ed. Star Standard Industries Ltd., Köln, Alemania.
- Keating P., Gaona H.; Introducción a la Lactología. 2ª ed. Ed. Limusa, México, D.F. pp. 241
- Luquet, F.M. 1991. Leche y productos lácteos “de la mama a la lechería”. Vol. I. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. Pp. 8-11
- Lynch, M.J., Raphael, S.S., Mellor, L.D., Sapare, P.D. e Inwood, M.J.H. 1987. Métodos de laboratorio. Vol. II. 2ª edición. Ed. Interamericana, S.A. de C.V., México, D.F.
- Madrid A. V. 1994. Nuevo Manual de Tecnología Quesera. 1ª edición. Ed. AMV. Madrid, España.
- Mahaut, M., Jeantet R. y brulé, G. 2003. Introducción a la tecnología quesera. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.
- Morelli, L. 1947. Fabricación de quesos “manuales prácticos”. Ed. Glem., Buenos Aires, Argentina.
- NOM-121-SSA1-1994. Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.

Pamplona, J.D. 2002. Enciclopedia de los alimentos y su poder curativo. Vol. I. Ed. Safeliz, S.L. Zaragoza, España. Pp.9-13.

Pedrero, D. y Pangborn, R. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Editorial Alhambra mexicana, S. A de C. V, México D.F. pp. 74

Robinson, R.K. 1987. Microbiología lactológica. Vol. II. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.

Santos, A. 1987. Leche y sus derivados. Ed. Trillas, S.A de C.V., México, D.F. pp. 183-185

Scholz, W. 1997. Elaboración de quesos de oveja y cabra. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. Pp. 6-9

Scott, M. E.; 1991. Fabricación de queso. 2ª edición. Ed. Acribia Zaragoza, España.

Solórzano, S. A.; 2004. Caracterización de la Actividad Coagulante de la Planta Trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) sobre la leche. UAAAN.

Ureña, P.; D'Arrigo H. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Profesores de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima, Perú.

Veisseyre, R. 1972. Lactología técnica. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. Pp. 325-328.

Villegas de Gante, A. 1993. Los quesos mexicanos. Ed. CIESTAAM., México, D.F.

Villegas de Gante, A. 2004. Tecnología quesera. Ed. Trillas, S.A. de C.V., México, D.F.

Vincent V. María C., Álvarez B. Silvia, Zaragoza C. José L.; Química Industrial Orgánica. Ed. Univ. Politécnica de Valencia, 2006

## **CONSULTAS WEB**

ANÓNIMO 1. "Introducción al análisis sensorial". Consultado el 23 de febrero de 2009. Disponible en: [<http://www.vet.unicen.edu.ar>

ANÓNIMO 2. Consultado el 23 de febrero de 2009. Disponible en: <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/leche-y-derivados/2003/02/04/57228.php>

ANÓNIMO 3. Consultado el 23 de febrero de 2009. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Queso\\_Panela](http://es.wikipedia.org/wiki/Queso_Panela)

ANÓNIMO 4. Consultado el 17 de marzo de 2009. Disponible en: [www.osamayor.com/quesos/](http://www.osamayor.com/quesos/)

ANÓNIMO 5. Consultado el 17 de marzo de 2009. Disponible en: <http://www.saludcampeche.gob.mx/COPRISCAM/11%20Revista%20Electronica/version%207/Espa%F1ol/quesos%20frescos.htm>

ANÓNIMO 6. Consultado el 17 de marzo de 2009. Disponible en: <http://www.esmas.com/mujer/saludable/consejos/417884.html>

ANÓNIMO 7. Consultado el 24 de marzo de 2009. Disponible en: <http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/composicion-leche>

ANÓNIMO 8. Consultado el 24 de marzo de 2009. Disponible en: [http://www.agrobit.com.ar/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000002pr.htm](http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm)

ANÓNIMO 9. Consultado el 24 de marzo de 2009. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2006/vm064b.pdf>

ANÓNIMO 10. Consultado el 24 de marzo de 2009. Disponible en: [http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/presentaciones/aptitud\\_leche/charlas Aptitud\\_2.htm](http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/presentaciones/aptitud_leche/charlas Aptitud_2.htm)

ANÓNIMO 11. Consultado el 24 de marzo de 2009. Disponible en: <http://www.poncelet.es/pagina-34/enciclopedia-del-queso/elaboracion>

ANÓNIMO 12. Consultado el 24 de marzo de 2009. Disponible en: [http://www.science.oas.org/OEA\\_GTZ/LIBROS/QUESO/cap2\\_que.htm](http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/QUESO/cap2_que.htm)

ANÓNIMO 13. Consultado el 2 de septiembre de 2009. Disponible en:  
<http://www.portalechero.com>

ANÓNIMO 14. Consultado el 2 de septiembre de 2009. Disponible en:  
<http://www.alfa-editores.com>

ANÓNIMO 15 Consultado el 2 de septiembre 2009. Disponible en:  
<http://www.geocities.com>

ANÓNIMO 16. Consultado el 29 de agosto de 2009. Disponible en:  
<http://www.alimentacion.enfasis.com>

ANÓNIMO 17. "Principios básicos para la elaboración del queso". Consultado  
el 2 septiembre de 2009. Disponible en:  
<http://www.capraispana.com/queso/basico/principios.htm>