



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS TABASCO**

**POSTGRADO EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO**

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CLORURO DE SODIO (NaCl) POR  
CLORURO DE POTASIO (KCl)  
EN QUESO TIPO PORO, BALANCAN, TABASCO**

**ANA DEL CARMEN RODRÍGUEZ ALMEIDA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**H. CÁRDENAS, TABASCO**

**2013**

La presente tesis, titulada: **Sustitución parcial de cloruro de sodio (NaCl) por cloruro de potasio (KCl) en queso tipo poro, Balcan, Tabasco**, realizada por la alumna: **Ana del Carmen Rodríguez Almeida**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO**

**CONSEJO PARTICULAR**



CONSEJERO: \_\_\_\_\_

**DR. ADOLFO BUCIO GALINDO**



ASESOR: \_\_\_\_\_

**DR. JOSÉ ANDRÉS HERRERA CORREDOR**



ASESOR: \_\_\_\_\_

**DR. APOLONIO VALDÉS BALERO**

H. Cárdenas, Tabasco, México, 6 de Diciembre de 2013

# SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CLORURO DE SODIO (NaCl) POR CLORURO DE POTASIO (KCl)

## EN QUESO TIPO PORO, BALANCAN, TABASCO

Ana Del Carmen Rodríguez Almeida, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2013

El consumo excesivo de sodio en alimentos se asocia con enfermedades de hipertensión arterial, osteoporosis entre otras. El consumo de sodio puede reducirse consumiendo alimentos con bajos contenido de sodio.

El objetivo fue estudiar en qué proporción el cloruro de sodio (NaCl) puede ser sustituido por cloruro de potasio (KCl) sin afectar la calidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica del queso poro. El queso poro fue salado con 5 mezclas de NaCl/KCl obteniéndose los siguientes 5 tratamientos T1-100/0, T2-90/10, T3-80/20, T4-70/30 y T5-60/40, % respectivamente; siendo T1 el control 100 % NaCl. Las variables determinadas en el queso fueron: tamaño del queso, peso del queso, humedad, materia seca, proteínas, grasa, sal, cenizas, acidez titulable, Na, Ca, K, pH y aw.

Se determinó color y textura de los quesos, además se hicieron análisis microbiológicos bacterias lácticas, mohos y levaduras y salmonella spp. Después de analizar las variables del queso poro, se observó que el tratamiento que se acerca al control en las características físicas, fisicoquímicas, y sensoriales fue el tratamiento T3-80/20. Con base en los resultados se puede concluir que la mezcla de NaCl/KCl 80/20 (tratamiento T3) puede ser usada para sustituir el queso poro comercial sin afectar la calidad. Con el análisis sensorial, se logró identificar que los atributos de mayor importancia para la aceptabilidad sensorial de los consumidores fueron, salados y amargos. Los quesos poro de los tratamientos T2-90/10 y T4-70/30 también fueron aceptados por los consumidores, ya que los atributos fueron los de los quesos poro comercial.

**Palabras claves:** *Queso poro*, sustitución de NaCl, KCl.

PARTIAL REPLACEMENT OF SODIUM CHLORIDE (NaCl) BY POTASSIUM  
CHLORIDE (KCl) CHEESE TYPE IN PORE, BALANCÁN, TABASCO.

Ana Del Carmen Rodríguez Almeida, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2013

Excessive consumption of sodium in foods is associated with diseases of hypertension, osteoporosis and others. Sodium intake can be reduced by eating foods with low sodium content.

The objective was to study how much sodium chloride (NaCl) can be replaced by potassium chloride (KCl) without affecting the physicochemical, sensory and microbiological pore cheese. The pore cheese was salted with five mixtures of NaCl/KCl obtaining the following 5 treatments T1-100/0, T2-90/10, T3-80/20, T4-70/30 and T5-60/40, % respectively; T1 being 100% NaCl control. The variables determined in cheese were size of the cheese, the cheese weight, moisture, dry matter, protein, fat, salt, ash, acidity, Na, Ca, K, pH and Aw.

We determined the color and texture of cheeses and microbiological analyzes were lactic acid bacteria, molds and yeasts and salmonella spp. After analyzing the variables pore cheese was observed that the treatment takes over control of the physical, physicochemical and sensory was T3-80/20 treatment. Based on the results it can be concluded that the mixture of NaCl/KCl 80/20 (treatment T3) can be used to replace the commercial pore cheese without affecting the quality. In sensory analysis, we identified that the most important attributes for consumer sensory acceptability were, salty and bitter. Pore cheeses and T4-70/30, T2-90/10 treatments were also accepted by consumers, since the attributes of the cheeses were commercial pore.

**Keywords:** Cheese pore, replacing NaCl, KCl.

## AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por brindar su apoyo a través de la beca otorgada para el estudio de maestría en el programa de producción agroalimentaria en el trópico.

Al **Colegio de Posgraduados Campus Tabasco** por permitirme realizar mis estudios de postgrado dentro del programa de Producción Agroalimentaria en el Trópico.

Ala **Sociedad de productores de queso poro genuino de Balancán SPR de RL** y a la **línea 12** por el financiamiento otorgados para la realización de este estudio de maestría.

Al **Dr. Adolfo Bucio Galindo** por sus enseñanzas, su apoyo incondicional, buenos consejos, por trasmitirme sus enseñanzas, y dirigir el desarrollo de la tesis.

Al **Dr. José Andrés Herrera Corredor** por su orientación y dirigir el análisis sensorial de la tesis.

**Dr. Apolonio Valdés Balero; integrante de mi consejo particular** por sus aportaciones para mejorar la presente investigación.

## **DEDICATORIA**

### ***A DIOS.***

*Por permitirme realizar esta investigación, por la fortaleza que me da cada día, y acompañarme siempre.*

### ***A Mis Padres.***

*Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a sus consejos, por el amor que siempre me han brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad.*

### ***A Mis Hermanos.***

*Porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.*

## CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEORÍCO</b>	<b>3</b>
<b>2. 1. Queso</b>	<b>3</b>
2. 1. 1. Queso poro	4
2. 1. 2. Descripción	4
<b>2. 2. Características sensoriales</b>	<b>5</b>
2. 2. 1. Proceso de elaboración del queso poro (tradicional)	5
<b>2. 3 Sal en productos lácteos</b>	<b>8</b>
2. 3. 1. El NaCl en el salado de los quesos	9
2. 3. 2. La absorción de sal en el queso	11
2. 3. 3. Efecto de la sal en la percepción del sabor	11
<b>2. 4. Métodos de salado</b>	<b>12</b>
2. 4. 1. Salado en seco	12
2. 4. 2. Salado superficial o poco profundo	13
2. 4. 3. Salado profundo	13
2. 4. 4. Salado con salmuera	13
2. 4. 4. 1. Preparación de la salmuera	14
<b>2. 5. Generalidades microbiológicas</b>	<b>15</b>
2. 5. 1. Factores que influyen en la calidad microbiológica del queso	16
2. 5. 2. Organismos indicadores	16
<b>2. 6. Evaluación sensorial</b>	<b>17</b>
2. 6. 1. Tipos de pruebas sensoriales	18
2. 6. 1. 1. Pruebas discriminativas	18
2. 6. 1. 2. Pruebas descriptivas (de perfil)	19
2. 6. 1. 3. Pruebas afectivas	20
<b>2. 7. Textura</b>	<b>20</b>
<b>3. Objetivos</b>	<b>22</b>
<b>3. 1. Objetivo general</b>	<b>22</b>
<b>3. 2. Objetivos específicos</b>	<b>22</b>
<b>3. 3. Hipótesis</b>	<b>22</b>
<b>4. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>23</b>

<b>4. 1. Obtención de los quesos</b>	<b>23</b>
4. 1. .1 Elaboración de la salmuera y combinando de NaCl y KCl	23
<b>4. 2 Características físicas del queso tipo poro</b>	<b>24</b>
4. 2. 1. Tamaño del queso tipo poro	24
4. 2. 2. Peso del queso tipo poro	24
<b>4. 3 Salado del queso tipo poro en relación al tiempo de inmersión en salmuera</b>	<b>24</b>
4. 3. 1. Salado y mezclado del queso poro con NaCl/KCl	24
<b>4. 4 Análisis químicos</b>	<b>25</b>
4. 4. 1. Humedad y materia seca	25
4. 4. 2. Cenizas	25
4. 4. .3 Lípidos (Método de Soxhlet)	25
4. 4. 4 Proteína	25
4. 4. 5. Contenido de sal (NaCl)	26
4. 4. 6. Acidez	27
4. 4. 7. pH	27
4. 4. 8. Actividad de agua (Aw)	25
<b>4. 5. Minerales</b>	<b>28</b>
<b>4. 6. Textura del queso tipo poro.</b>	<b>28</b>
<b>4. 7. Color</b>	<b>28</b>
<b>4. 8. Microbiológicos</b>	<b>29</b>
4. 8. 1 Bacterias lácticas	29
4. 8. 2. Hongos y recuentos de levaduras	30
4. 8. 3 Salmonella spp.	30
<b>4. 9. Análisis sensorial</b>	<b>31</b>
4. 9. 1. Prueba triangular	31
4. 9. 2. Prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas)	32
<b>4. 10. Diseño experimental y análisis estadístico</b>	<b>32</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>34</b>
<b>5. 1. Características físicas del queso tipo poro</b>	<b>34</b>
5. 1.1. Tamaño y peso del queso tipo poro	34
<b>5. 2. Salado del queso tipo poro por inmersión en salmuera en función del tiempo.</b>	<b>34</b>
<b>5. 3. Características químicas del queso tipo poro.</b>	<b>35</b>
<b>5. 4. Minerales</b>	<b>38</b>



<b>5. 5. Características de textura de los quesos salados con diferentes concentraciones de NaCl y KCl</b>	<b>38</b>
<b>5. 6. Características de color de los quesos salados con diferentes concentraciones de NaCl y KCl</b>	<b>40</b>
<b>5. 7. Microbiológicos</b>	<b>41</b>
<b>5. 8. Evaluación sensorial</b>	<b>43</b>
5. 8. 1. Análisis triangular	43
5. 8. 2. Prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas)	43
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>8. LITERATURA CITADA</b>	<b>50</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>57</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características sensoriales del queso poro	5
Cuadro 2. Efecto inhibitorio del NaCl sobre el desarrollo de diferentes microorganismos	10
Cuadro 3. Definiciones de los parámetros de textura	20
Cuadro 4. Mezclas de NaCl/KCl evaluadas en el queso tipo poro	24
Cuadro 5. Microorganismos examinados, medios selectivos empleados y características de las colonias con las que se realizó la identificación	31
Cuadro 6. Comparaciones de la prueba de triangulo	32
Cuadro 7. Características físicas del queso tipo poro	34
Cuadro 8. Composición promedio del queso tipo poro	36
Cuadro 9. Minerales Ca, K, y Na en el queso poro con diferentes concentraciones de NaCl/KCl	37
Cuadro 10. Características de textura de las combinaciones de NaCl y KCl los de quesos poro	39
Cuadro 11. Color del queso poro	40
Cuadro 12. Valores de la calidad microbiológica de los quesos poro salados con diferentes concentraciones de NaCl/KCl.	42
Cuadro 13. Prueba triangular con los quesos salados con NaCl/KCl.	43
Cuadro 14. Prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) con los quesos salados con NaCl/KCl con queso comercial (control)	44
Cuadro 15. Comparaciones de la prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) atributo salado	44
Cuadro 16. Comparaciones de la prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) atributo amargo	45

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de elaboración del queso poro (Villegas, 2003).	8
Figura 2. Etapas de elaboración del salado del queso poro.	23
Figura 3. Texturometro (TextureAnalyzer EZ-S)	28
Figura 4. Escala cromática L, a, b y Colorímetro Hunter Lab.	29
Figura 5. Salado en inmersión en salmuera en función del tiempo.	34
Figura 6. Contenido de concentración de Ca y Na en el queso poro en función del salado en inmersión en salmuera.	38
Figura 7. Desarrollo del análisis de textura del queso poro salado con NaCl/KCl	40
Figura 8. Color del queso poro comercial y con todos los tratamientos	41
Figura 9. Desarrollo del análisis de sensorial de prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) del queso poro salado con NaCl/KCl	47

## ANEXOS

Anexo 1. Prueba de triangulo_____	57
Anexo 2. Tabla de nivel de significancia de la prueba triangular_____	58
Anexo 3. Prueba de 3-AFC_____	59

## I. INTRODUCCIÓN

El queso tipo poro es un producto regional que se elabora en la Zona de Los Ríos en el Estado de Tabasco; concretamente en los municipios de Balancán y Tenosique. El queso tipo poro es un queso fresco, o ligeramente madurado, de pasta blanda y prensada, elaborado con leche cruda de vaca (Cervantes *et al.*, 2006).

En el proceso de elaboración del queso, la incorporación de cloruro de sodio es un factor muy importante, el cual ayuda a mejorar la conservación del queso, regulando el desarrollo microbiológico y controlando el desarrollo de microorganismos indeseables; además de contribuir en el sabor y aroma (Madrid, 1999). El descenso que se produce en la actividad de agua frena el desarrollo microbiano, así como las acciones enzimáticas y aumenta el potencial organoléptico del queso (Guine, 2007). El salado en queso se hace por 3 métodos: adición directa en la cuajada, frotación en superficie (como es el caso de muchos quesos artesanales) e inmersión en salmuera. La inmersión en salmuera ha sustituido a los otros métodos, tiene la ventaja de una incorpora la sal rápida y uniforme. El método de salmuera no se ha evaluado en muchos quesos artesanales como es el caso del queso poro.

Aunque la sal contiene muchas características importantes en los quesos, su consumo excesivo con lleva a problemas de salud. La ingesta excesiva de sodio ha sido relacionado la hipertensión arterial junto con la obesidad como causantes de enfermedades cardiovasculares en el mundo, convirtiéndose en una de las problemáticas sociales con incidencia importante en la salud de las personas (OMS, 2006). La presión arterial alta implica un aumento desproporcionado de los valores de la presión en relación a la edad, aspecto que de no controlarse puede provocar graves daños a la salud e incluso causar la muerte de la persona que padezca esta enfermedad. Por lo que comer menos sodio a menudo puede ayudar a bajar la presión arterial, que a su vez, puede reducir el riesgo de padecer enfermedades cardíacas (FDA, 2007). La alternativa de sustitución parcial de NaCl por KCl puede ayudar a regular la ingesta de sodio en la dieta diaria de las personas, teniendo con el riesgo de tener cambios en la calidad del producto final.

El queso tipo poro contiene aproximadamente 4 % de sal, por lo que su consumo arriba de 150 g excede el límite diario establecido por la OMS; la ingesta diaria recomendada de sodio para el adulto humano está 2,4g de NaCl, por día (Kaplan, 2000).

Consumir aproximadamente dos a tres veces más Na de lo necesario, y en una ingesta excesiva causa efectos tóxicos, o al menos no deseable, fisiológicos; los más significativos

son la hipertensión y el aumento de la excreción de calcio, lo que puede conducir a la osteoporosis. El queso, incluso cuando se consume en grandes cantidades, afecta a la contribución relativa de la ingestión de Na, cuando una gran cantidad de queso es consumido con un alto contenido de sal como el queso azul, queso feta y queso Domiati. Sin embargo, hay interés en muchos países en la producción de queso bajo en sodio, por lo menos ciertos sectores de la población. El enfoque más común en la actualidad consiste en sustituir una porción del NaCl (30-40%) por KCl; El KCl tiende a causar amargura incluso arriba del 1% de la dosis aceptada por el consumidor.

Por lo consiguiente, el nivel de sal influye notablemente en el sabor y propiedades de aroma, reología y textura del queso y, por lo tanto, la calidad general (Guinee, 2004).

## 2. MARCO TEORÍCO

### 2. 1 Queso

La gran diversidad de tipos de queso que existen en el mundo dificulta conceptualizar una definición única que los incluya a todos. El queso “es el producto de la coagulación de la leche de ciertos mamíferos mediante la renina (presente en el cuajo) o enzimas similares, o por la presencia del ácido láctico producido por microorganismos agregados o propios de la leche, del cual una parte de la humedad es eliminada por corte de la cuajada, calentamiento y/o prensado con subsecuente moldeado, prensado, afinado y conservado en condiciones convenientes” (Villegas, 2003).

La FAO (1966) definió el queso como aquel "producto fresco o madurado obtenido por coagulación de la leche entera u otros productos lácteos como nata, leche parcial o totalmente desnatada, suero de mazada o de sus mezclas, y posterior separación del suero".

De acuerdo a la composición, “es el producto, fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa, si se trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Veisseyre, 1988).

De acuerdo a la NOM 243 se define el queso como unproducto elaborado de la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida de la coagulación de la caseína con 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-243-SSA1-201).

Los quesos se pueden clasificar a diferentes criterios:

- a) De acuerdo al contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.
- b) De acuerdo al método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos.

c) De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada

### **2.1.1 Queso poro**

El queso poro es un producto elaborado en la región de los ríos que incluye los municipios de Balancan, Tenosique, Emiliano Zapata y Jonuta. Este queso es elaborado con leche bronca (cruda) con un proceso de elaboración característico de la región que se ha transmitido por tradición a través de las generaciones.

Las familias que elaboran este queso aseguran que el queso poro tiene futuro ya que se ha pensado exportarlo, lo cual hasta ahora no ha sido posible. El objetivo principal de los productores de queso poro es que logre consolidarse a nivel local, nacional e internacional y su denominación de origen sea un hecho, el queso poro es originalmente tabasqueño.

### **2. 1. 2 Descripción**

El queso de poro es un queso medianamente madurado de pasta blanda y prensada, elaborando con leche cruda entera de vaca. A menudo experimenta una ligera maduración involuntaria por tardar su distribución y comercialización.

Se presenta al mercado en piezas pequeñas, prismático-rectangulares planas, con un peso que oscila entre 300 g y 1 kg. Las piezas vienen recubiertas con parafinas (con parafina transparente) y envueltas en papel celofán amarillo, bajo en el cual luce una etiqueta.

La pasta de este queso se encuentra fuertemente desmineralizada debido al reposo prolongando (varias horas) de cuajada húmeda en el molde. El proceso de desmineralización es causado por la acidez de la pasta que aumenta con el tiempo (reduciendo el pH) constituyéndose esta en un factor para su conservación. Otra característica notable de la pasta desmineralizada es su friabilidad (se desmorona fácilmente) cuando ya ha perdido mucha humedad y calcio; por ejemplo, y si el queso ha madurado algunas semanas.

El queso fresco, al cortarse o tajarse la pasta parece separarse en capas y; a veces luce pequeños hoyos. Lo primero es debido a la disposición de la cuajada en capas durante el moldeado, habiendo transcurrido, cierto tiempo entre dos aplicaciones sucesivas; lo segundo es el efecto, probablemente, de la actividad de microfloragásogena (tal vez coliformes) (Cervantes *et al.*, 2006).



## 2. 2 Características sensoriales

La evaluación sensorial es un área de la ciencia de alimentos que puede ser extremadamente útil para la mejora de la calidad de los alimentos. Es por esto que resulta de suma importancia conocer e identificar las características sensoriales de cada tipo de alimento, para así, como consumidor y productores saber que esperar o a que aspirar en la elaboración de un alimento (Pedrero *et al.*, 1989). Para el caso que ocupa este trabajo, el queso, en el siguiente Cuadro 1 se muestra algunos términos que auxilian en la determinación del perfil organoléptico.

<b>Cuadro 1. Características sensoriales del queso poro</b>	
Olor a leche	Aroma asociado con leche desnatada o productos derivados de leche.
Sensación suave	Sensación de suavidad en la boca.
Fragilidad	Aptitud que presenta la muestra a generar numerosos trozos desde el principio de la masticación.
Gusto ácido	Sabor elemental producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de los cuerpos ácidos.
Gusto salado	Califica el sabor elemental producido por soluciones acuosas de diversas sustancias tales como el NaCl.
Poroso	Número de celdillas en la muestra.
Dureza	Resistencia que presenta la muestra a un pequeño desplazamiento de las mandíbulas.

Fuente: Villegas (2003)

### 2. 2. 1 Proceso de elaboración del queso poro (tradicional)

**Recepción de la leche.** En esta primera fase se hace un control de calidad de la materia prima de la leche bajo el aspecto físico, químico y microbiológico.

Higieniza. Eliminan las impurezas sólidas que proceden de la ganadería.

**Adición del suero ácido a la leche.** A la leche cruda y fresca de fabricación se le agrega alrededor de 5% en volumen, de suero ácido, de la víspera. El suero ácido cumple la función de un cultivo láctico, aunque rusticó; su propósito es desarrollar, rápidamente, acidez en la pasta durante el reposo y moldeado de la cuajada.

**Reposo de la cuajada.** Después del cortado del gel, en bloques, se le permite un reposo que tarda entre 2 y 4 horas. El propósito de esta operación es propiciar la multiplicación de microorganismos acidificantes nativos de la leche y, consecuentemente, el desarrollo de acidez en la masa. Los bloques quedan sumergidos en el suero.

**Moldeado.** Se efectúa disponiendo la cuajada (cortada en bloques) en moldes prismáticos-rectangulares de madera. Por auto compresión la pasta exuda suero gradualmente el cual escapa por los orificios laterales del molde y por la abertura inferior del mismo.

Entre dos capas sucesivas de cuajada se aplica sal fina con el fin de acelerar el drenado del suero e inhibe, aunque sea parcialmente, la multiplicación de bacterias coliformes (abundantes en la leche tropical).

Es precisamente esta disposición de la cuajada en capas habiendo transcurrido lapsos de varios minutos entre dos aplicaciones sucesivas, lo que produce la característica pasta “hojaldrada” del queso poro. Los “poros” mismo probablemente son “ojos” mecánicos (por prensado insuficiente o por inclusión de suero), o bien el producto de gases liberando por bacterias gaseosas (quizá del grupo coli-aerogenes).

**Reposo de la cuajada en moldes.** El moldeado, se efectúa cuatro “vires” o inversiones de los moldes en un lapso de 2-4 horas; el propósito es que el auto prensado de la masa sea uniforme por las dos caras de la pieza, después del último “vire”, la cuajada permanece dentro de los moldes durante un tiempo prolongado, entre 15 y 20 horas. El propósito es continuar acidificando (y desmineralizando) la pasta y lograr una buena consistencia en las piezas, antes del prensado.

**Prensado.** Este se lleva a cabo empleando prensas rústicas de madera resistente. En ellas cada “queso verde” queda sujeto a la pesa de concreto o de metal. La pesa se desplaza a lo largo de la palanca durante el lapso de prensado (20-24 horas), intensificándose gradualmente la presión.

**Maduración parcial de la pasta.** Se efectúa colocando las piezas de queso recién desmoldeado, en un armario de madera, cerrado. Dentro de este se mantienen las piezas en pilas durante dos días. Debido a la elevada temperatura que reina dentro del armario (entre 30 y 40°C), se produce una “MADURACION” acelerada de la pasta; esto repercute en el fuerte olor sabor, característico del queso poro.

**Salado.** El salado final del queso se realiza frotando cada pieza con sal fina, en sucesivas aplicaciones, durante 3 días. Después de cada frotado, las unidades se reintroducen en el armario de “MADURACION”.

**Raspado de la costra.** Posteriormente al salado, se imparte a las piezas un oreo de 2-4 horas a temperatura ambiente; luego, empleando un cuchillo o una espátula se limpia el “limo” que se ha generado en la corteza de cada queso por la actividad microbiana de superficie.

**Parafinado.** Se lleva a cabo sumergiendo las piezas de queso, previamente lavadas y oreadas, en un baño de parafina blanda fundida. El objetivo es formar una barrera contra la deshidratación del producto y la invasión de mohos.

**Envuelto.** Las piezas de queso, ya parafinadas se envuelven en papel celofán amarillo debajo del cual se coloca una etiqueta de identificación comercial.

El queso poro se comercializa a los pocos días de producido; sin embargo, por problemas de distribución puede ocurrir que su venta se retarde varias semanas; durante ese tiempo la pasta del queso continua un proceso de maduración, hasta llegar al consumidor. En cuanto a rendimiento, en este producto se obtienen cifras que oscilan entre 9 y 11 kg de queso por 100 L. De leche procesada; obviamente, en función de la calidad de la leche, según la época del año (Villegas, 2003).

## Proceso de elaboración del queso poro

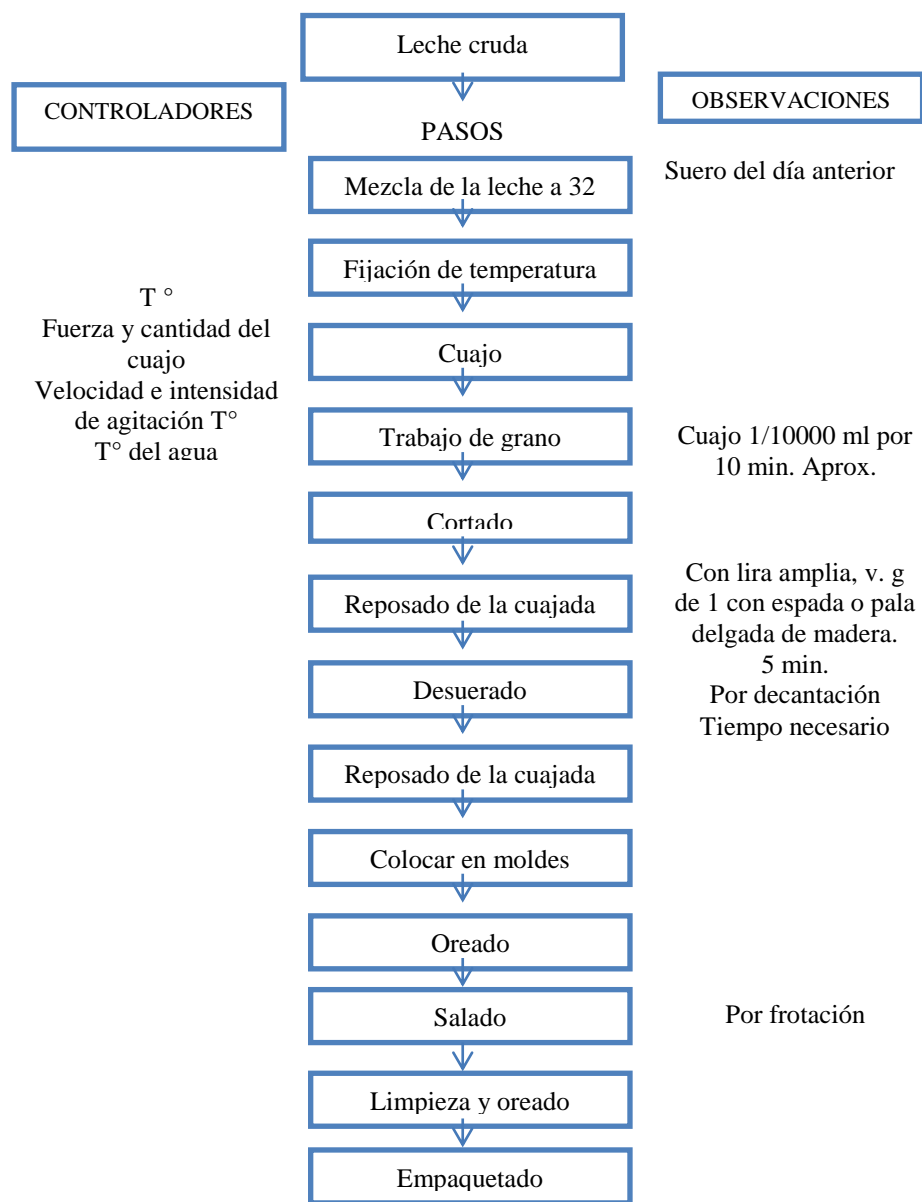


Figura 1. Proceso de elaboración del queso poro (Villegas, 2003).

### 2. 3 Sal en productos lácteos

El producto lácteo en el que está involucrado el uso de la sal en el queso. La concentración de la sal y los diferentes procesos para su aplicación pueden variar de acuerdo con la región de fabricación y el tipo de queso preparado. Usualmente la sal es adicionada para controlar el crecimiento de las bacterias ácido lácticas y para prevenir el crecimiento de microorganismos no deseados. Adicionalmente la sal presenta una función secundaria en el proceso, la cual es

el aportar un sabor adicional al queso, que de otra forma presentaría un sabor demasiado suave (Rowney *et al.*, 2004).

La sal afecta las propiedades funcionales del queso en varias formas: altos niveles de sal generan cambios en el contenido de aceite libre, humedad y viscosidad aparente del queso (Kindstedt *et al.*, 1992). En contraste, bajas concentraciones pueden afectar la cantidad de suero presente (Guo *et al.*, 1997; Paulson *et al.*, 1998).

La concentración y la distribución de la sal en el queso tiene una gran influencia sobre varios aspectos en la calidad del queso (Fox, 2000), incluida la textura, la modificación de la capacidad de retención de agua dentro de la matriz del queso, influenciando sus propiedades físicas (Paulson, 1998; Madadlou *et al.*, 2006).

### **2. 3. 1 El NaCl en el salado de los quesos**

El NaCl contribuye directamente al salado en el queso, un sabor que es generalmente muy apreciado. El sabor del queso sin sal es insípido y acuoso, con una concentración mínima del 0,8%, w / w, requerida para superar los sabores insípidos, estos contribuyen indirectamente al sabor de los quesos para su control de influencia en las actividades microbianas y enzimáticas que, a su vez, influyen en la lactosa metabolismo, el pH del queso, la degradación de las grasas y la caseína en la formación de compuestos aromáticos como los péptidos, aminoácidos libres y ácidos grasos libres.

La sal y la humedad tienen un efecto importante sobre la actividad de agua, y por lo tanto ejercen control sobre el crecimiento microbiano, la actividad enzimática y bioquímica tienen cambios durante la maduración del queso. La sal afecta la microbiología del queso mediante el aumento de la presión osmótica en su fase acuosa, provoca la deshidratación de las células bacterianas, ya sea haciéndolos inactivo o impedir su crecimiento. El efecto de la preservación de NaCl se debe a su efecto sobre actividad de agua.

La actividad de agua ( $a_w$ ) de las variedades de queso no es lo suficientemente bajo para evitar el desarrollo de levaduras, mohos y muchas bacterias. Sin embargo, NaCl en combinación con un bajo potencial redox, bajo pH y baja temperatura de maduración, es suficiente para el control del crecimiento microbiano y el crecimiento de patógenos.

En los quesos salados en salmuera, la sal se difunde de la superficie del queso hacia el interior. La acidificación y el crecimiento de los arrancadores cesan debido al agotamiento de lactosa, la alta o baja temperatura antes de una concentración inhibitoria de la sal, se obtiene en el centro del queso. Por lo tanto, por la poca importancia práctica que los arrancadores

termófilo *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus spp.* Como *Lb. helveticus* y *Lb. Delbrueckii* sub sp. *Lactis* son menos tolerantes al NaCl que *Lactococcus spp.*

Otras bacterias producidas en el queso son de ácido propiónico. El crecimiento de las bacterias del ácido propiónico se inhibe incluso por los niveles bajos en la sal. La inhibición del crecimiento en los niveles de sal es de 0. 5-3%.

Esta concentración de sal no inhibe el crecimiento de *B. linens* pero evita el crecimiento de microorganismos proteolíticos y la formación de costras en la superficie del queso.

Quesos madurados con *bacilosopia* en salmuera, por lo general también tienen *frotis* de líquido (diluir la salmuera) aplicado a su superficie durante la maduración. Esto promueve el crecimiento de una micro-flora superficial halo-tolerante incluyendo *coryneforms*, *brevi bacteria*, micrococos y *estafilococos* que son capaz de crecer en > 10% de NaCl (Guine, 2007).

La sal es uno de los aditivos alimenticios más empleados, siendo muy empleada como conservante a través de los siglos. También por sus propiedades en el realce del sabor de los alimentos (Fitzgerald y Buckley, 1985; Van Hekken y Strange, 1993).

Una alta concentración de sal genera cambios en el metabolismo celular, debido al efecto osmótico, generando un efecto en diferentes concentraciones a diferentes clases de microorganismos, tal como se puede observar en la Cuadro 2.

<b>Cuadro 2. Efecto inhibitorio del NaCl sobre el desarrollo de diferentes microorganismos</b>	
% NaCl	Microorganismos
5	<i>Clostridium botulinum</i> tipo E; <i>Pseudomonas fluorescens</i> .
6	<i>Shigella</i> ; <i>Klebsiella</i> .
8	<i>E. coli</i> ; <i>Bacillus cereus</i> ; <i>Clostridium botulinum</i> tipo A; <i>Clostridium perfringens</i>
10	<i>Clostridium botulinum</i> Tipo B; <i>Vibrio parahaemolyticus</i>
15	<i>Bacillus subtilis</i> ; <i>streptococci</i>
18	<i>Staphylococcus aureus</i>
25	Algunas especies de <i>Penicillium</i> y <i>Aspergillus</i> .
26	<i>Halobacterium halobacium</i> ; <i>Bacterium prodigiosum</i> algunas especies de <i>Spirillum</i> .

Fuente: Fitzgerald y Buckley (1985); Van Hekken y Strange (1993).

### 2. 3. 2 La absorción de sal en el queso

La cinética de absorción de sal por una pieza de queso, con base en la difusión del compuesto en la pasta, se ajusta a la siguiente expresión:

Formula de expresión de absorción de sal

$$S = 2C \cdot \frac{A}{V} \left( \frac{D \cdot \theta}{\pi} \right)^{1/2}$$

Dónde:

S= La concentración de sal en la pasta de queso (en g por 100 Cm)

C= La concentración de la sal en la salmuera (g por 100g de agua)

A= El área superficial de la pieza del queso (en cm<sup>2</sup>)

V= El volumen de la pieza (en cm<sup>3</sup>)

D= El coeficiente de difusión de la sal para la pasta específica del queso, según sus características composicionales y texturales. (Cm<sup>2</sup>/s)

$\pi = 3.1416$

$\theta$ = Tiempo para alcanzar una concentración dada (en segundos)

La concentración, está en función del área y volumen de la pieza, el contenido de difusión de la sal siendo coeficiente de difusión y del tiempo de inmersión.

De la expresión matemática anterior puede calcularse, o en todo caso estimar, el tiempo requerido para salar por inmersión en salmuera un queso de ciertas características específicas, como geoméricamente (esférico, cilíndrico plano, cilíndrico alargado, piramidal, etc.) y el tipo de pasta (cerrada, porosa, etc.). Para ello debe considerarse lo siguiente:

Estimar experimentalmente del coeficiente de difusión.

Manejar la salmuera a una temperatura constante.

Fijar el nivel de sal en la salmuera y mantenerlo constante.

Agitar la salmuera para evitar variaciones en la concentración de la sal.

Asegurar que el volumen de la salmuera sea muy grande en relación con el de las piezas del queso.

Mantener constante el pH de la salmuera (Casp, 2002).

### 2. 3. 3 Efecto de la sal en la percepción del sabor

La influencia del cloruro de sodio en la percepción del sabor salado puede explicarse por la presencia del ion cloruro Cl<sup>-</sup> y su efecto sobre las células receptoras de la lengua (Murphy *et al.*, 1981). La difusión de aniones de tamaño grande a través de las células receptoras del

sabor es limitada, siendo las sales con aniones de mayor tamaño menos efectivas en la estimulación de estas células (Delwiche *et al.*, 1999).

## **2. 4 Métodos de salado**

Los quesos con textura dura se salan principalmente por inmersión en una salmuera (18-27 % de cloruro de sodio), a temperaturas dependientes del tipo de queso, que varían de 8 a 16°C. El tiempo de inmersión varía desde 15 min hasta cinco días, dependiendo del tamaño del queso y del tipo de la cuajada.

La fase de la salazón detiene la producción del ácido, por lo que el pH de la cuajada no disminuye después de la salazón (Ventura, 1952).

El nivel de sal tiene un efecto significativo sobre los atributos o propiedades sensoriales; mientras que la hidrólisis de la caseína producida por la quimosina aumenta al incrementar los niveles. La hidrólisis de la  $\beta$ - caseína es inhibida por enzimas, reduciendo así la incidencia de péptidos con sabores amargos. Los niveles de sal mucho mayores de 5 % pueden determinar la degradación del queso por otros microorganismos (Gösta, 2003).

Los métodos de salazón de los quesos pueden ser de diferente formas de elaboración, ya sea por salado en seco, salado superficial, salado profundo, y salado en salmuera (Ventura, 1952).

### **2. 4. 1 Salado en seco**

El salado en seco se puede realizar manualmente o mecánicamente. La sal se aplica manualmente desde una base que contenga gran cantidad, y se aplica lo más uniforme posible sobre la cuajada, una vez que sea descargado todo el suero. Para conseguir una distribución completa, la cuajada se debe remover durante 5 - 10 minutos.

El salado en seco tiene desventaja de ser una labor intensiva en mano de obra; una de las ventajas es que los artesanos tienen la oportunidad de verificar la condición del queso casi todos los días. Sin embargo el salado en seco puede ofrecer una ventaja para quesos madurados al aire. Por ejemplo no se produce una salmuera duradera lo que significa que no hay deshechos o exceso o limpieza de salmuera, ya que la humedad que se genera en la superficie del queso se evapora finalmente.

Otra ventaja es la creación de una corteza, de hecho una corteza muy densa. Esto ocurre cuando la sal expulsa una humedad del queso a la superficie del queso. A una concentración muy alta de sal, existe en movimiento veloz de humedad hacia la superficie del queso, donde



se evapora. Cuando el queso se seca rápidamente en la superficie, forma una capa densa (Gösta, 2003).

#### **2. 4. 2 Salado superficial o poco profundo**

Un sistema de salado poco profundo, el queso flota en compartimientos donde tiene lugar el salado en una cara. Para mantener la superficie húmeda, el queso se sumerge por debajo de la superficie a intervalos mediante rodillos en el extremo de cada compartimiento. El procedimiento de inmersión se puede programar (Scott *et al.*, 1998).

#### **2. 4. 3 Salado profundo**

El sistema de salado profundo en jaulas suspendidas se basa en el mismo principio. Las jaulas se dimensionan para albergar más o menos una tanda, y una jaula ocupa un compartimiento, que tiene una profundidad de 2. 5-3 metros.

Para conseguir un tiempo de salado uniforme (con el principio FIFO, first in firstout, es decir el primero que entra es el primero que sale), la jaula cargada se vacía cuando se ha cumplido ya la mitad del tiempo, enviándose el queso hasta una jaula vacía. De otra forma si el primero que entra es el último en salir, se podría tener varias horas de diferencia en tiempo de salado entre los quesos que se cargan al principio y los cargados al final. El sistema de salado profundo se debe siempre diseñar con un compartimiento extra dotado de una jaula vacía (Gèosta, 2003).

#### **2. 4. 4 Salado con salmuera**

Una salmuera es una disolución de sal en agua, dentro de proporciones o concentraciones variables y que no exceden nunca de los límites fijados por las propias posibilidades de saturación (Ventura, 1952).

La salazón en salmuera se ha usado ampliamente en los quesos con la cuajada lavada, puesto que la eliminación de la lactosa con el lavado limita la caída del pH del queso. Mientras que la velocidad de la captación de la sal aumenta con la temperatura de la salmuera, la temperatura está limitada por la liberación de grasa de la salmuera y por el crecimiento microorganismos indeseables, por lo que en la práctica se usan temperaturas de < a 15°C, que dan una solubilidad máxima de 26% de sal.

Cuanto mayor sea el nivel de sal, tanto más rápida será la captación de sal y mayor la deshidratación del queso, debido a la diferencia de presión osmótica entre el queso y la salmuera. La salmuera se irá diluyendo progresivamente e ira acumulando componentes en el

queso. Los quesos deben mantenerse en estantes durante la inmersión en salmuera para asegurar el contacto máximo con la superficie del queso y mediante la circulación de la salmuera, se fomentara la captación y distribución más uniforme de la sal.

Cuando los quesos fuertemente prensados se salan con salmuera, la corteza puede tener 16-18% de sal durante cierto tiempo.

El cloruro de sodio es el componente más principal en la salmuera, pero el cloruro de calcio es otro componente más importante. Como el NaCl en la salmuera, el calcio influye en el equilibrio del sistema. Tratar de producir un queso con salmuera sin añadir calcio producirá defectos en la superficie y la corteza. Esto es porque el calcio migra dentro o fuera del queso en un intento de equilibrar la concentración. Para controlar esta migración se debe asegurar el nivel de calcio en la salmuera coincida con el nivel de calcio en el queso.

El calcio y el pH de la salmuera deben ajustarse al pH del queso. De hecho, el pH afecta el movimiento del calcio en la salmuera. Si el pH es muy bajo los iones de calcio salen del queso mientras que los iones de hidrogeno de la salmuera fluyen hacia dentro. Las proteínas de la superficie del queso se encogerán y se podrán observar cortezas pequeñas y firmes. Un pH más alto en la superficie del queso tiene el efecto en las proteínas produciendo una sustancia grasosa y resbalosa.

El pH del queso también afecta el índice de absorción de sal. Los quesos ácidos absorben sal más rápido porque tienen poros más grandes (Wendorff, 2010).

#### **2. 4. 4. 1 Preparación de la salmuera**

Preparar una salmuera no requiere grandes cuidados, se debe tener en cuenta el equipamiento disponible y otros aspectos que pueden ajustarse para obtener una mayor y más rápida eficiencia de salado.

Se debe calcular los litros de salmuera a elaborar, para ello se ha de tener en cuenta que son necesarios entre 3 y 4 litros de salmuera por cada kg de queso a salar. Entonces, de acuerdo a la producción de queso de la planta y al tiempo de salado de cada queso se calculará el volumen definitivo.

Se considerara los equipos disponibles para preparar la salmuera. Se prepara en tinas de elaboración de quesos, aprovechando el sistema de agitado de las mismas para disolver la sal. Se debe procurar sal de muy buena calidad, limpia y principalmente con bajo contenido de sulfatos, ya que estos últimos pueden llegar a proporcionar sabor amargo a los quesos. La sal debe de ser apta para consumo humano y preferentemente sal quebrada o entrefina.

Se debe agregar el volumen de agua previsto y para lograr la total disolución de la misma se debe agitar, también se debe verificar que la tina de acero inoxidable no contenga sustancias extrañas.

Antes de su uso se debe ajustar la cantidad de sal de manera que presente entre 20 y 22° Baumé (medidor de concentración de soluciones o densidad líquidos más densos que el agua).

También se debe ajustar el pH de la solución a un valor similar al del queso a salar, esto no influye sobre la velocidad de salado, pero si previene una serie de defectos en la corteza del queso. Este ajuste de pH se realiza con ácido láctico, no debe utilizarse otros ácidos ya que se pueden formar sustancias tóxicas dentro de la salmuera u otros sabores. El valor más común de uso es entre 5.1 y 5.3 en la escala de referencia; sin embargo este depende en función del pH.

Por último se debe adicionar cloruro de calcio a razón de 0,5 a 0,6 %, este colabora con el desarrollo de una corteza firme y seca, previniendo quesos de cáscara pegajosa y blanda (Guinee, 2007).

## **2.5 Generalidades microbiológicas**

El crecimiento microbiano es un proceso autocatalítico: no habrá crecimiento sin la presencia de al menos una célula viable, y la tasa de crecimiento aumentaría de acuerdo con la cantidad de biomasa viable presente. La pauta de crecimiento es la misma para bacterias y hongos.

Las bacterias requieren determinadas condiciones para multiplicarse rápidamente, la multiplicación rápida causa problemas relacionados con la seguridad alimentaria de un alimento. En condiciones ideales este crecimiento rápido puede llegar a un tiempo de generación menor que 20 min.

Los factores que influyen en el crecimiento microbiano en los alimentos y tanto las asociaciones que se desarrollan, también determinan la naturaleza de la alteración y cualquier riesgo para la salud que se planteen. La fase logarítmica de crecimiento puede verse afectada si se acorta su longitud, controlando los factores de crecimiento (Caballero *et al.*, 2008).

Los factores de crecimiento se dividen en 4 grupos

Propiedades físico-químicas del propio alimento (factores intrínsecos)

Condiciones del ambiente del almacenamiento (factores extrínsecos)

Propiedades e interacciones de los microorganismos presentes (factores implícitos)

Factores del tratamiento (factores intrínsecos)

Factores que influyen en el desarrollo de las asociaciones microbianas en los alimentos son:

Factores intrínsecos: Nutrientes, pH, potencial redox, actividad de agua, constituyentes antimicrobianos, estructuras biológicas, factores ambientales o extrínsecos, humedad relativa, temperatura, atmosfera gaseosa (Pinzón, 2006).

### **2. 5. 1. Factores que influyen en la calidad microbiológica del queso**

Cosentino y Palmas (1997), mencionan que la calidad microbiológica es estrictamente dependiente de la materia prima, siendo además necesaria una optimización de los parámetros del tratamiento térmico. Se ha encontrado una disminución en el rendimiento de los quesos, debido a la acción de las enzimas, lo que conlleva a pérdidas económicas en la industria quesera del orden de 1,4 a 4,2 %. Al igual se detectaron sabores rancios y a jabón, en quesos almacenados, después de 2 a 4 meses, elaborados con leche pasteurizada con recuentos de  $3,0 \times 10^7$  ufc/ml de bacterias psicrótrofas. La rancidez fue evidente en quesos con 6 meses de maduración elaborados con leche que fue almacenada a 5°C por 72 horas, teniendo un recuento de bacterias psicrotróficas de  $10^6$  ufc/ml. Para evitar estos problemas hay que practicar correctamente los procedimientos de higiene, en conjunto con la mantención de bajas temperaturas de almacenamiento igual o inferior a 4°C (Cromie, 1992).

### **2. 5. 2. Organismos indicadores**

La presencia de microorganismos no necesariamente significa peligro en los alimentos o deficiencia en la calidad de los mismos. En cada alimento puede encontrarse levaduras inocuas, mohos y bacterias (Muralles, 2002).

El término de microorganismos indicadores se aplica para evaluar la calidad, higiene, limpieza o esterilidad del producto alimentario (materia prima, maquinaria, personal operativo, producto en proceso o terminado). Los microorganismos indicadores no son patógenos pero frecuentemente asociados a éstos, y son utilizados para reflejar el riesgo de la presencia de agentes productores de enfermedades. El número de estos microorganismos indica un tratamiento inadecuado (producción, proceso, almacenamiento y/o distribución) o una contaminación posterior ocurrida en el proceso del alimento) (Castillo, 2007).

Como microorganismos indicadores puede mencionarse:

1. Coliformes totales: Es un grupo de organismos indicadores, son anaerobios facultativos, Gram-negativo, fermentadores de lactosa en presencia de bilis a 37 °C (Adams, 1997).

Este grupo incluirá la mayoría de las cepas de *E. coli* pero también incluye organismos como *Citrobacter spp* y *Enterobacter spp* que no son predominantemente de origen fecal (Muralles, 2002).

2. Coliformes fecales: Es un grupo conformado por bacilos Gram-negativo, no esporulados, fermentadores de lactosa a 44 - 45°C e incluye por lo menos a los miembros de 3 géneros de la familia Enterobacteriaceae: *Escherichia spp*, *Enterobacter spp*, y *Klebsiella spp* (Adams, 1997).

Las investigaciones microbiológicas han puesto de manifiesto que *Salmonella spp* procede del intestino del hombre y de los intestinos de los animales de sangre caliente; además puede sobrevivir y multiplicarse en determinados sustratos. El hallazgo de *Salmonella spp* en algún alimento es evidencia suficiente de que no es seguro para el consumo humano ya que se puede suponer que hay entero patógenos donde hay contaminación fecal.

La *Salmonella spp*. Es el reservorio primario para la salmonella es el tubo intestinal de muchos animales, incluyendo las aves, animales de granja y reptiles. Los humanos se infectan a través de la ingestión de agua o alimentos contaminados y el agua se contamina por la introducción de heces de cualquier animal que excrete salmonella. La infección por vía alimentaria resulta de la ingestión de carne contaminada o por manos sucias, las cuales actúan como intermediarios en la transferencia de salmonella de una fuente infectada (NOM-114-SSA1-1994).

## **2. 6. Evaluación sensorial**

Según Pedrero *et al.*,(1989) la evaluación sensorial se define como una disciplina científica empleada para medir y cuantificar las características de los alimentos, las cuales se perciben a través de los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído.

Según el Instituto de Tecnólogos de Alimentos, la Evaluación Sensorial es la disciplina científica que se enfoca en evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a los estímulos (características de los alimentos y materiales) percibidos a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (IFT, 1975).

## **2. 6. 1. Tipos de pruebas sensoriales**

Dentro de las pruebas analíticas, existen tres tipos principales de pruebas para realizar un análisis sensorial. Las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas; se elegirán unas u otras dependiendo del objetivo que se pretenda alcanzar en un determinado estudio (Gutiérrez, 2000).

### **2. 6. 1. 1. Pruebas discriminativas**

Las pruebas discriminativas consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no, además se utilizan estas pruebas para describir la diferencia y para estimar su tamaño.

Las pruebas discriminativas se clasifican en: pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad.

Pruebas de diferenciación: Entre las pruebas de diferenciación las que más se utilizan para comparar entre dos y cinco muestras a la vez son: comparación de pares, prueba de dúo-trío y prueba triangular. Para comparar más de cinco muestras se utilizan pruebas de escalar de control y pruebas de ordenamiento (Sancho *et al.*, 1999).

Prueba de comparación de pares: Esta prueba consiste en presentar a los panelistas dos muestras del producto alimenticio a evaluar, preguntado en el formulario sobre alguna característica que se esté evaluado del producto como: cuál de las dos muestras es más dulce o más insípida, cuál de las dos muestras es más dura, cuál de las dos muestras es más ácida, etc (Pedrero *et al.*, 1989).

Prueba de dúo trió: Para esta prueba se presenta a los panelistas tres muestras simultáneas, de las cuales una de ellas está marcada como muestra de referencia con la letra “R” y dos muestras codificadas, con números aleatorios.

El panelista debe diferenciar las muestras codificadas y definir cuál es igual a la muestra patrón. Se le debe indicar al panelista que pruebe primero la muestra de referencia y luego si las muestras codificadas (Sancho *et al.*, 1999).

Prueba de triangulo: Esta prueba consiste en presentar a los panelistas simultáneamente tres muestras codificadas, de las cuales dos son iguales y una diferente. El panelista debe identificar la muestra diferente. Las muestras se deben presentar a cada panelista en diferente orden.

Prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas): En esta prueba se determina si existen diferencias sensorialmente perceptible entre dos muestras, comparando tres muestras a la vez, de las cuales dos son iguales entre si y la otra diferente; el panelista determina cuál de las dos muestras es mayor o menor en términos de un atributo específico (por ejemplo, dulzura).

Prueba de orden: Consiste en que los panelistas ordenen de menor a mayor una serie de muestras. Por ejemplo, ordenarlas de menor a mayor la intensidad de dulzor, color, dureza, etc. El orden de las muestras representa una escala ordinal.

Pruebas de sensibilidad: Las pruebas de sensibilidad se emplean para el entrenamiento de panelistas, en donde se determina la habilidad de cada uno de los panelistas para el reconocimiento y percepción de los cuatro sabores básicos. Estas pruebas se clasifican en: prueba de umbral absoluto y prueba de umbral de diferencia

Como umbral se conoce a la mínima cantidad percibida de un estímulo el cual puede ser de detección o reconocimiento (Pedrero *et al.*, 1989).

#### **2. 6. 1. 2. Pruebas descriptivas (de perfil)**

Las pruebas descriptivas son similares a las pruebas de evaluación de intensidad, excepto que los panelistas deben evaluar la intensidad de varias características de la muestra en vez de evaluar sólo una característica. En estas pruebas, los panelistas entrenados hacen una descripción sensorial total de la muestra, incluyendo apariencia, olor, sabor, textura y sabor residual. Hay muchos tipos de pruebas descriptivas dentro de las que se incluyen, el Perfil de Sabor y el Perfil de Textura (Stone y Sidel 1985); y el Análisis Descriptivo Cuantitativo (Stone *et al.*, 1980, 1974).

Perfil de sabor: Esta prueba permite detectar pequeños cambios en el sabor del producto que está siendo evaluado. Se aplica entonces para desarrollar y mejorar sabores en los productos alimenticios para hacerlos más agradables y también se emplea esta prueba para detectar olores desagradables.

Perfil de textura: La prueba de perfil de textura junto con el aroma, color, sabor y aspecto constituyen lo que puede definirse como calidad sensorial de los alimentos. La textura se define como el conjunto de propiedades mecánicas y de estructura (geométricas y de superficie) de un producto perceptibles por los mecano receptores, los receptores táctiles y en algunos casos, por lo auditivos y visuales (Pedrero *et al.*, 1989).

### 2. 6. 1. 3. Pruebas afectivas

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como “pruebas orientadas al consumidor” y las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto”.

Prueba de referencia: Esta sirve para determinar entre la muestra 2 o 3 es preferida por determinados consumidores (Chamorro y Losada, 2002).

### 2. 7 Textura

La textura es la manifestación funcional y sensorial de lo estructural, mecánico y de aquellas propiedades superficiales de los alimentos detectados a través de los sentidos de la vista, el tacto y el oído, lo cual depende de las propiedades físicas y fisicoquímicas del producto, de manera tal que su medición puede ser aplicada como indicador de calidad de un alimento (Szczeniak, 2002; Clark, 2009).

Existen muchos parámetros mediante los cuales se puede caracterizar o distinguir un alimento en sus características texturales, dentro de estos se encuentran la firmeza, elasticidad, cohesión, friabilidad etc. La firmeza es una de las características texturales de mayor importancia, la cual se percibe en la primera masticación y que además se puede medir con el instrumento texturometro teniendo una buena correlación con lo percibido en la boca (Dimonaco *et al.*, 2008).

Las propiedades mecánicas se manifiestan por la reacción del queso al estrés provocado por una presión ejercida desde un texturómetro, lo cual simula la fuerza de masticación (Pinho *et al.*, 2004), este aparato permite establecer la fuerza necesaria para efectuar una prueba de dos compresiones, en función del tiempo, lo cual se denomina análisis del perfil de textura. En el Cuadro 3 se presentan las definiciones de las características texturales de mayor importancia.

<b>Cuadro 3. Definiciones de los parámetros de textura</b>	
Parámetros	Definición
Firmeza	Alta resistencia a la de formación por aplicación de estrés.
Dureza	Fuerza necesaria para conseguir en el alimento una deformación determinada.



Elasticidad	Velocidad a la que un alimento, deformado por una fuerza externa, recupera su condición inicial una vez que ha desaparecido la acción de dicha fuerza.
Cohesividad	Fortaleza que mantiene unidos los enlaces internos que existen entre las distintas partículas que integran un alimento.
Adhesividad	Trabajo necesario para vencer las fuerzas atractivas entre las superficies de los materiales de un alimento puestos en contacto.
Gomosidad	Energía necesaria para desintegrar un alimento semisólido hasta una situación que sea apta para su deglución.
Viscosidad	Velocidad con la que fluye un alimento por unidad de energía aplicada, o de fuerza que le obliga a moverse.
Masticabilidad	Propiedad mecánica de la textura relacionada con la cohesividad, el tiempo necesario y el número de masticaciones requeridas para dejar un producto sólido listo para ser tragado. Los principales adjetivos correspondientes a diferentes niveles de masticabilidad son: tierno, masticable y correoso.

Fuente: Bello (2000).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3. 1 Objetivo general**

Generar información para hacer propuestas de mejoras tecnológicas en el proceso de salado del queso tipo poro.

#### **3. 2 Objetivos específicos**

- Evaluar el método de salado por salmuera como método alternativo al salado por frotación en superficie en el queso poro.
- Determinar la concentración máxima de KCl que puede ser utilizada para sustituir el NaCl en el queso poro tradicional, sin que cambien significativamente las características fisicoquímicas y sensoriales del queso poro.

#### **3. 3 Hipótesis**

La sustitución parcial de NaCl por KCl en el queso poro no afecta las características físicas y químicas del queso permitiendo obtener un producto con características sensoriales y de textura iguales al queso poro comercial o sin la adición de sustitutos de sal.

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4. 1 Obtención de los quesos

Se utilizó queso poro sin salar, perteneciente al municipio de Balancán, se localiza en la región de los ríos, teniendo como cabecera municipal a la ciudad de Balancán de Domínguez que se ubica al norte del estado de Tabasco (Enciclopedia de Municipios de México, 2005).

Se colectaron muestras directamente de la quesería recién elaborados los quesos. Las muestras se sometieron a análisis y posteriormente durante un período de tiempo determinado se registraron los resultados. Así mismo, se determinara la temperatura, el pH y las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales para cada muestra de acuerdo a la NOM-121-SSA1 (1994).

Las muestras fueron transportadas al Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco de acuerdo a la NOM-109-SSA1-1994.

#### 4. 1. 1 Elaboración de la salmuera y combinando de NaCl y KCl

Los queso tipo poro, colectados fueron inmersos en salmuera (3 L de solución contenida de acetato de sodio 12. 6g, cloruro de sodio 840 g, y cloruro de calcio 4. 0 g) está fue ajustada con (ácido láctico 3. 6 ml) el pH similar al del queso (3. 7) a salar, así mismo a 20° Baumé (medidor de concentración de soluciones o densidad líquidos más densos que el agua), y una temperatura de 20°C. Posteriormente se dejó reposar durante 4 horas. Después del salado, fueron colocadas en charolas plásticas para escurrir el agua a 25°C durante 24 horas. Para el tratamiento T1-100/0 (control) se saló frotando cada pieza con sal fina, en sucesivas aplicaciones, durante 3 días. En la Figura 2 se muestra el salado del queso poro por inmersión en salmuera mezclado con NaCl/ KCl.

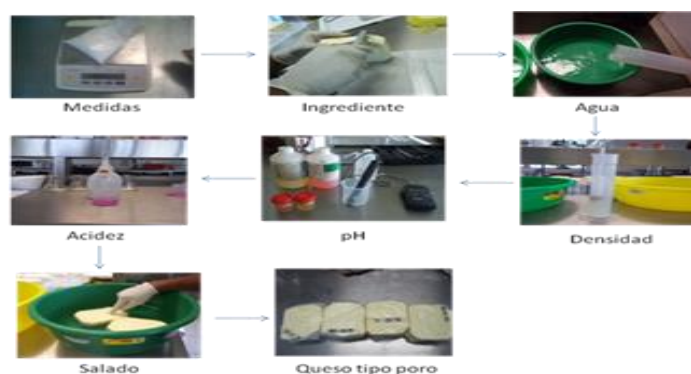


Figura 2. Etapas de elaboración del salado del queso poro.

## **4. 2 Características físicas del queso tipo poro**

### **4. 2. 1 Tamaño del queso tipo poro**

Para determinar el tamaño del queso se midió el largo, ancho y grosor con un calibrador (Vernier Digimatic, Marca Mitutoyo Corp.), con rango de medida de 0. 01-150 mm. La muestra consistió en 20 quesos tipo poro tomados al azar. Los datos se expresan en su media y desviación estándar.

### **4. 2. 2 Peso del queso tipo poro**

La muestra consistió en 20 quesos tipo poro tomados al azar. Los datos se reportan en media y desviación estándar. Se pesaron en una microbalanza Sartorius (Basic), con una capacidad de 4100 g y precisión de 0. 1 g.

## **4. 3 Salado del queso tipo poro en relación al tiempo de inmersión en salmuera**

Se estudió la concentración de sal del queso poro comercial fabricado de forma artesanal por método de frotación en superficie, posteriormente se estudió el tiempo que requiere la concentración de sal del queso comercial para ser salado en inmersión en salmuera. En el punto 4. 4 y 5. 2 se describe a detalle el salado en inmersión en salmuera.

### **4. 3. 1 Salado y mezclado del queso poro con NaCl/KCl**

El tratamiento T1-100/0 NaCl se realizó por el método de frotación en superficie utilizando 100 % de NaCl, este consistió en frotar los quesos durante 3 días (Villegas, 2004).

Se mezcló NaCl y KCl en diferentes proporciones para preparar los cuatro tratamientos. Todos los tratamientos se hicieron con en 3 litros de agua para cada uno (cuadro 4).

**Cuadro 4. Mezclas de NaCl/KCl evaluadas en el queso tipo poro.**

<b>Tratamiento</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
(NaCl/KCl (%))	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40
Proporción	10:0	9. 1	4:1	2. 3:1	1. 5:1

#### 4. 4. Análisis químicos

##### 4. 4. 1. Humedad y materia seca

La humedad del queso tipo poro se determinó de acuerdo al método indirecto por secado en estufa, que consiste en secar una muestra de queso, a temperatura de 110°C por 3 horas a presión atmosférica. Se utilizó una estufa modelo HDT-28 Marca TECSA, con un rango de temperatura de 0-250°C.

Para calcular el porcentaje se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(P2 - P1)}{M} \times 100$$

Dónde:

P2= Peso de la cápsula y la muestra húmeda en gramos

P1= Peso de la cápsula y la muestra seca en gramos

M = Peso de la muestra en gramos

**NOTA:** Se realizó la determinación por triplicado y la diferencia no debe ser superior al 5 % del promedio (A. O. A. C, 1990).

##### 4. 4. 2. Cenizas

La ceniza consistió en colocar 3 g de muestra de queso poro a un crisol de porcelana con una temperatura de 550°C, este previamente a peso constante. El porcentaje de cenizas se determinó bajo la siguiente fórmula, en base a la Norma NMX-F-066-S-1978

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P2 - P1)}{M} \times 100$$

En donde:

P2= Peso del crisol con las cenizas

P1= Peso del crisol Vacío

M = Peso de la muestra en gramos

##### 4. 4. 3. Lípidos (Método de Soxhlet)

La determinación de grasa se realizó con 3 g de muestra de queso tipo poro, sometido a 4 horas de extracción, el disolvente fue éter de petróleo posteriormente se determinó el extracto seco por diferencia de peso, del que se elimina el disolvente.

El porcentaje de grasa se determinó mediante la fórmula:

$$\% G = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100$$

Dónde: % G = Porcentaje de extracto etéreo.  $m_1$  = Matraz a peso constante (g).  $m_2$  = Matraz con extracto etéreo (g).

m= Peso de la muestra (g) (A. O. A. C, 1990).

#### 4. 4. 4. Proteína

Pesar exactamente alrededor de 1 g de muestra y transferir a un matraz kjeldahl; añadir 2 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 10 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidro, 25 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado y unas perlas de vidrio; colocar el matraz en el digestor y calentar cuidadosamente a baja temperatura, hasta que todo el material esté carbonizado, y aumentar gradualmente la temperatura hasta que la solución esté completamente clara y dejar por 30 minutos más; enfriar antes de añadir 200 ml de agua para diluir, agregar 6 ó 7 gránulos de zinc, y 50 ml de  $\text{NaOH}$  1:1 resbalando por las paredes; conectar inmediatamente el aparato de destilación para recibir el destilado en un matraz Erlenmeyer de 500 ml que contenga 50 ml de ácido bórico al 4% y 5 gotas de indicador (el final del tubo debe introducirse en el ácido); destilar hasta que haya pasado todo el  $\text{NH}_3$  (aproximadamente 150 ml); quitar el matraz y titular el destilado con  $\text{HCL}$  0.1 N.

$$\% \text{ PROTEINA} = \frac{14 \times N \times 100 \times \text{factor}(6.38)}{m \times 100}$$

Dónde:

V: 50 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1 N - gasto  $\text{NaOH}$  0.1 N o gasto de  $\text{HCl}$  0.1 N

m : masa de la muestra, en gramos

Factor: 6.38 (lácteos).

#### 4. 4. 5. Contenido de sal (NaCl)

Para las determinaciones de  $\text{NaCl}$  en el queso tipo poro, se utilizó el método volumétrico de la AOAC (2004) y aproximadamente 3 g de muestra descortezada y bien molida. La muestra se deposita en un matraz con 25 ml de  $\text{KNO}_3$  0.1N para favorecer la reacción con los cloruros presentes. Después de hervir la mezcla con 10 ml de  $\text{HNO}_3$ , exento de halógenos y 50 ml de agua destilada por 10 min se agregaron 15 ml de solución de permanganato de potasio al 5 %, en fracciones de 3 ml para obtener una solución amarilla transparente. Una vez enfriada y filtrada en un matraz aforado de 250 ml, la solución se lavó minuciosamente en agua

destilada a 20°C, se agregaron 25ml AgNO<sub>3</sub> a 0.05M (o su equivalente) y se valoró el exceso de la solución de AgNO<sub>3</sub> 0.1N en alícuotas de 100 ml con una solución de KCNS 0.1 N. Como indicador se adicionaron 2 ml de solución saturada de sulfato de amonio hierro III hasta obtener un precipitado café oscuro a rojizo.

#### **4. 4. 6. Acidez**

La determinación se realizó de acuerdo al método de Villegas (2003), el cual consiste en añadir agua destilada a 40°C a 10 g de queso finamente molido contenido en un frasco volumétrico para aforar a un volumen de 100 ml. Después de agitar la mezcla vigorosamente y filtrarla, se tomaron 25 ml de filtrado, correspondientes a 2.5 g de muestra, y se tituló con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N y 5 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador.

En general la titulación se realizó de la manera siguiente. Se llenó una bureta con una solución de NaOH 0.1 N valorada y se registró la lectura de la cantidad de solución en la bureta. La muestra en solución se depositó en un matraz Erlenmeyer y se le adicionaron 5 gotas (una por una) de fenolftaleína al 1%, para realizar la titulación con agitación lenta. Cuando se dio el vire de la solución a color rosa se suspendió la adición de NaOH y se continuó agitando por 15 segundos para estabilizar la reacción. En caso contrario, se adicionó una gota extra de NaOH para terminar la titulación. Se tomó la lectura del volumen dispensado en la bureta y se estimó la cantidad NaOH usado para neutralizar la acidez de la muestra. Con estos valores se estimó la acidez de cada muestra.

#### **4. 4. 7. pH**

Se realizó con un potenciómetro con electrodo de vidrio (Marca Hanna, modelo 993100). Previo a la determinación, 3 g de muestra se mezclaron con agua destilada (v. g. 1/3 de su peso) para obtener una pasta suave en la cual se insertó el electrodo para tomar la lectura. Cabe señalar que la lectura de pH realizada con una mezcla así tratada es ligeramente más elevada debido al efecto de dilución producido por el agua incorporada.

#### **4. 4. 8. Actividad de agua (Aw)**

Se realizó con un dispositivo Aw sprint, marca Novasina, modelo TH-500. Consta de una celda, la cual tiene un sensor por medio de cual mide la humedad relativa del quesí, funciona entre 0°C a 50°C.

Se coloca una muestra del producto obtenido en la celda, y se efectua la lectura a 25°C.

#### 4. 5 Minerales

La determinación de las concentraciones de los minerales de calcio, potasio y sodio se trataron de la siguiente forma: se tomaron 3 g de queso, se secaron en estufa a 100°C durante 12 horas y se colocaron en mufla a 550°C hasta volverse ceniza, se agregó HCl al 0. 25 N para completar la oxidación. Para cuantificar calcio, potasio y sodio se usó un espectrofotómetro de absorción atómica (Instrumentation Laboratory, Wilmington, Mass.), modelo IL 551 equipado con lámparas IL para Ca, K, Na.

Para todas las calibraciones se utilizaron patrones Merck, Titrisol. El análisis de K, Ca, Na se realizaron por el método de absorción atómica utilizándose un espectrofotómetro UV-Vis Spectronic Genesys 5 (Milton Roy, U. S. A).

#### 4. 6 Textura del queso tipo poro.

La determinación de la textura del queso tipo poro se realizó utilizando un texturómetro (Texture Analyzer, marca Zhimadzu modelo EZ-S). Este equipo está diseñado para determinar la fuerza de compresión y tensión (Figura 3). Tiene un sensor de fuerza de 500 N. Se aplicó la técnica sugerida para el queso tipo poro. El análisis que se utilizó fue el programa TRAPEZIUM Rheometer.



Figura 3. Texturometro (TextureAnalyzer EZ-S)

#### 4. 7. Color

La determinación de color de los quesos poro se realizó con un colorímetro de reflexión, marca Hunter Lab, Modelo Miniscan (USA) (Figura 4). El colorímetro se calibró con una placa blanca de porcelana proporcionada por el proveedor y sus valores fueron ( $L= 93. 64$ ,  $a=-0. 73$  y  $b= 0. 29$ ). Con este se midió el color de los quesos poro. Se colocó el equipo sobre la



superficie y se realizó el escaneo de color en los tratamientos. Los valores que caracterizan los colores son a (rojo), b (amarillo) y L. El eje L o luminosidad (designa brillantez) va de del 0 que corresponde al negro, al 100 correspondiente al blanco (Figura 4). Los otros dos ejes de coordenadas a y b representan variación del rojo (valores positivos) al verde (valores negativos), amarillo (valores positivos) y el azul (valores negativos). Respectivamente (Hunter Lab, 2001).

Una vez obtenidos los valores de L, a y b, se obtuvo el valor de  $\Delta E$  utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Dónde:  $\Delta E$ = Diferencia total del color, entre el color de la muestra y el de referencia.

$\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  = Diferencias absolutas de los valores correspondientes de L, a y b de los valores determinados en la muestra, menos los valores de la los quesos control (Tratamiento 100% NaCl). Se reportaron los valores de L, a, b y  $\Delta E$ .

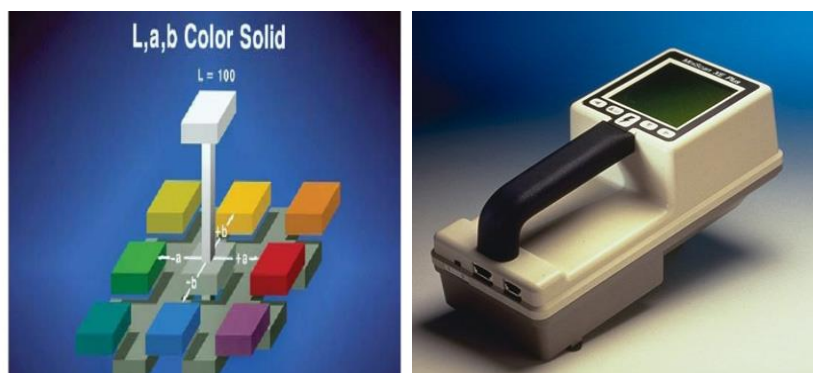


Figura 4. Escala cromática L, a, b y Colorímetro Hunter Lab.

#### 4. 8. Microbiológicos

De acuerdo a la NOM-109-SSA1-1994 para procedimientos de la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico se tomaron las muestras de queso poro.

##### 4. 8. 1 Bacterias lácticas

Las bacterias lácticas, además de ácido láctico, producen sustancias capaces de inhibir el crecimiento de otras bacterias, entre estas sustancias se encuentran las bacteriocinas y el peróxido de hidrógeno.

Detección de bacterias lácticas. Se tomaron 25 g de la muestra homogeneizada en bolsas polietileno estériles. Adicionando 225 ml del medio de preenriquecimiento estéril (PBW). Posteriormente se asepticamente en un recipiente estéril de boca ancha con tapón de rosca agitando para dejarlo reposar a temperatura ambiente con la tapa bien enroscada. Se realizó diluciones 1:10 hasta  $1:10^{-5}$  se tomó 1 ml de muestra y se disolvió en 9 ml de solución estéril, se sembraron en placas con MRS agar por el método de cultivo en superficie. Después de la siembra las placas se incubaron en una atmosfera aeróbica por 3 días a una temperatura de 35°C para examinar la presencia de colonias lactobacilos y otras bacterias lácticas; para el recuento de UFC/g se multiplico por el inverso de la dilución.

#### **4. 8. 2. Hongos y recuentos de levaduras**




Detección de hongos y recuentos de levaduras. Se tomaron 25 g de la muestra homogeneizada en bolsas polietileno estériles. Adicionando 225 ml del medio de pre enriquecimiento estéril (PBW). Se transfirió asepticamente en un recipiente estéril de boca ancha con tapón de rosca agitando para dejarlo reposar a temperatura ambiente con la tapa bien enroscada. Se realizó diluciones 1:10 hasta  $1:10^{-5}$  se tomó 1 ml de muestra y se disolvió en 9 ml de solución estéril, se sembraron en placas con agar dextrosa y papa. Marca BIOXON. Después de la siembra las placas se incubaron por 24 - 48 a una temperatura de 25°C para examinar la presencia el contenido de levaduras y mohos; para el recuento de UFC/g se multiplico por el inverso de la dilución (NOM-243-SSA1-2010).

#### **4. 8. 3 Salmonella spp.**

La salmonella son microorganismos patógenos de mayor importancia en la leche y otros productos lácteos, ya que frecuentemente se asocian con brotes de enfermedades (ICMSF, 2006).

Detección de *Salmonella spp.* Se tomaron 25 g de la muestra homogeneizada en bolsas de polietileno estériles. Adicionando 225 ml del medio de pre enriquecimiento estéril (PBW). Se transfirió asepticamente en un recipiente estéril de boca ancha con tapón de rosca agitando para dejarlo reposar a temperatura ambiente con la tapa bien enroscada. Se realizó diluciones 1:10 hasta  $1:10^{-5}$  se tomó 1 ml de muestra y se disolvió en 9 ml de solución estéril, se sembraron en placas con agar salmonella - Marca Fluka. Después de la siembra las placas se incubaron por 24 - 48 a una temperatura de 35°C para examinar la presencia de colonias de Salmonella; para el recuento de UFC/g se multiplico por el inverso de la dilución. NOM-114-SSA1-1994. En el Cuadro 5 se presentan los microorganismos analizados.

**Cuadro 5. Microorganismos examinados, medios selectivos empleados y características de las colonias con las que se realizó la identificación.**

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>RESULTADOS</b>	
<i>Lácticas totales</i>	Agar MRS	Colonias pequeñas de color blanco	
<i>Mohos y levaduras</i>	Agar papa – dextrosa	Colonias pequeñas de color verde y gris	
<i>Salmonella ssp</i>	Agar para salmonella Fluka	Colonias pequeñas de color rosa	

(NOM-243-SSA1-2010)

#### **4. 9. Análisis sensorial**

La calidad sensorial de los quesos depende de un gran número de factores relacionados entre sí, características de textura y sabor. Las mismas se determinan a través del análisis sensorial, utilizando panel de evaluadores.

Se trabajó con panel no entrenado, formado por 144 personas que analizaron las pruebas sensoriales del queso tipo poro. Previo al ensayo las muestras fueron estabilizadas durante 1 hora a 25°C. Las mismas, fueron presentadas dentro de un plato, cortadas en forma de cuadrada de 2 x 2 cm y se identificaron con números de tres dígitos elegidos al azar. En cada repetición el código utilizado fue diferente.

##### **4. 9. 1. Prueba triangular**

En esta prueba se realizó para determinar si existen diferencias sensorialmente perceptible entre dos muestras, comparando tres muestras a la vez, de las cuales dos son iguales entre si y la otra diferente. Para ello se tiene 3 muestras codificadas en las siguientes combinaciones:

AAB, ABA, ABB, BBA, BAB, BAA. Cabe señalar que se utilizó para la lectura la tabla de número crítico de respuestas correctas en una prueba de triángulo (Costell E. y Duran L. 1981).

#### 4. 9. 2. Prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas)

Se determinó si existen diferencias entre 2 muestras, comparando 2 muestras desconocidas contra una tercera llamada referencia, esto para indicar cuál de las desconocida son igual a la referencia dada (Meilgaard *et al.*, 2007).

Los atributos evaluados del queso son los siguientes:

Sabor – Salado

Amargo

Se utilizó para la lectura en el programa R versión 3. 0 en el ambiente R Studio y el paquete Sens R para el análisis de los resultados de las pruebas.

#### 4. 10. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar de 5 tratamientos; a los resultados se les realizó un ANOVA y una comparación de medias de Tukey para identificar los tratamientos con diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). Para los análisis estadísticos de los resultados se utilizó el software infoStat y R versión 3. 0. 0

En el Cuadro 6 se presentan las comparaciones de la prueba de triángulo y el Cuadro 7 la prueba de 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas)

#### Prueba de triángulo

Tres muestras codificadas de queso poro en las siguientes combinaciones: AAB, ABA, ABB, BBA, BAB, BAA

**Cuadro 6. Comparaciones de la prueba de triángulo**

Testigo-Testigo-Tratamiento (AAB)	Testigo-Tratamiento-Testigo (ABA)	Testigo-Tratamiento- Tratamiento (BBA)
Tratamiento-Tratamiento- Testigo (BAA)	Tratamiento-Testigo- Tratamiento (BAB)	Testigo-Tratamiento- Tratamiento (BAA)

A- Testigo

B- Tratamiento **II** (90 NaCl/10 KCl), **III** (80 NaCl/20 KCl), **IV** (70 NaCl/30 KCl), **V** (60 NaCl/40 KCl))

**Prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas)**

Tres muestras codificadas de queso poro. En la prueba 3-AFC, el juez elige la muestra de mayor intensidad de percepción.

A

B

C

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5. 1 Características físicas del queso tipo poro

#### 5.1.1 Tamaño y peso del queso tipo poro

En el Cuadro 7, se presentan las características físicas del queso tipo poro. El tamaño promedio de peso del queso tipo poro fue de  $382.12 \pm 50.09$  cm.

**Cuadro 7. Características físicas del queso tipo poro**

Queso	Peso g	Largo (cm)	Ancho (cm)	Grosor (cm)
Queso poro	$382.12 \pm 50.09$	$14.51 \pm 0.62$	$9.74 \pm 9.74$	$2.91 \pm 0.36$

Media  $\pm$  Desviación estándar

### 5. 2 Salado del queso tipo poro por inmersión en salmuera en función del tiempo.

El contenido de sal de los quesos salados tradicionalmente fue de  $4.5 \pm 0.3$  % con lo cual este valor se utilizó como referencia para estudiar el tiempo necesario para los quesos salados por inmersión en salmuera hasta obtener el nivel de sal típico de los quesos en la figura 4 se observa el contenido de sal del queso poro en función del tiempo.

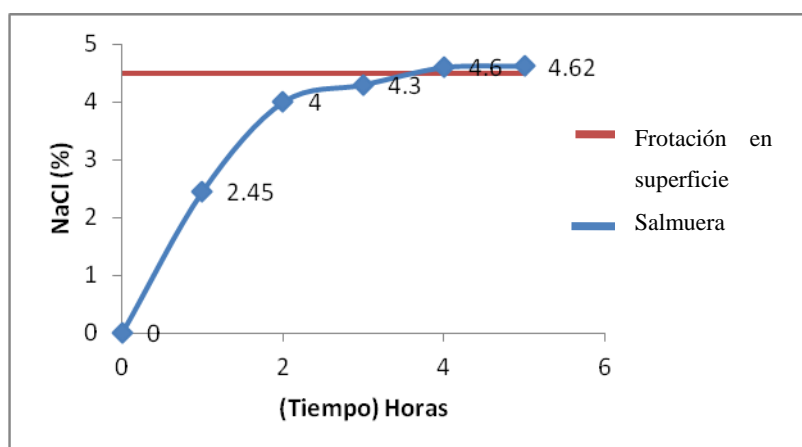


Figura 5. Salado en inmersión en salmuera en función del tiempo.

Los resultados indican que el tiempo de 4 horas los quesos absorbieron el contenido de sal que normalmente tiene el queso poro

### **5. 3 Características químicas del queso tipo poro.**

En el Cuadro 8 se presentan las características fisicoquímicas del queso tipo poro. Los tratamientos no presentaron diferencias significativas en pH, acidez, humedad, materia seca, cenizas, grasas, proteínas. Sin embargo para actividad de agua (aw) y NaCl se encontraron diferencias significativas. Esas diferencias en actividad de agua (aw) pueden ser consecuencia del mayor contenido de KCl en los quesos poro. Los resultados de actividad de agua (aw) fluctuaron entre 0. 86 a 0. 83; donde el valor más alto fue para el T5-60/40 y el más bajo para el T1-100/0. En la actividad de agua (aw) los tratamientos T2- 90/10 y T3- 80/20 similares al queso comercial. Los valores de actividad de agua (aw) valores debajo de 0. 96 son inhibitorios de la mayoría de bacterias patógenas, excepto *Staphylococcus aureus* que crece a una actividad de agua (aw) tan bajos como 0. 86 (Jay, 2000). Algunas cepas de *Salmonella* tienen su límite de actividad de agua (aw) mínimo de 0. 94 (Lianou y Koutsoumanis, 2011). Para reducir el riesgo de la presencia de esos patógenos, se recomendaría disminuir la actividad de agua (aw) al límite para el queso poro.

El contenido de sal (NaCl) es un parámetro importante en el queso poro. Esta es utilizada como ingrediente para realzar el sabor y la conservación del queso. Sin embargo, el incremento del consumo de sal (NaCl) en alimentos puede causar problemas en la salud humana. Entre las enfermedades que se inducen son la hipertensión arterial, cardiovasculares entre otras. El contenido de sal de los quesos tipo poro mostró diferencias significativas entre casi todos los tratamientos, los valores de sal oscilaron en un rango de 4. 71 - 4. 34 %, con una mayor concentración de sal en el tratamiento T2-90/10 y menor el tratamiento T5-60/40 puede ser debida a las diferentes concentraciones utilizadas de NaCl y KCl en el queso poro. Al igual puede ser consecuencia de una absorción más rápida de NaCl en el queso poro que estos se encuentran por encima de los límites máximos tolerables para la ingesta excesiva de sodio en el ser humano. El exceso esta relacionando con enfermedades, como la hipertensión arterial que con lleva a enfermedades cardiovasculares, convirtiéndose en una problemática social con incidencia importante sobre la salud de las personas (OMS, 2006).

**Cuadro 8. Composición promedio del queso tipo poro**

Parámetro	Composición promedio				
	T1-100/0	T2-90/10	T3-80/20	T4-70/30	T5-60/40
Humedad	39.96±12.4a	42.26±5.16a	40.1±8.62a	41.14±8.07a	36.4±8.1a
Materia seca	60.2±2.96	57.86±5.14a	59.9±8.62a	58.86±8.07a	63.6±6.65a
Cenizas	4.3±1.36a	4.44±1.04a	4.40±0.97a	4.42±0.71a	4.35±0.95a
Grasa	41.31±5.16a	44.54±7.75a	44.92±8a	40.26±5.06a	39.97±4.5a
Proteína	37.7±1.01a	38.37±1.28 <sup>a</sup>	36.44±2.81a	38.06±3.07a	36.9±1.91a
Sal	4.5±0.19a	4.71±0.10 <sup>a</sup>	4.57±0.14ab	4.53±0.09a	4.34±0.13c
Acidez	0.97±0.6a	0.99±0.12a	1±0.6a	0.94±.14a	0.93±0.11a
pH	3.6±0.50a	3.73±0.41a	3.8±0.08a	3.92±0.05a	3.73±0.47a
Aw	0.83±0.02b	0.84±0.03b	0.85±0.02a	0.86±0.01a	0.86±1.1a

Medias con la misma letra, en la misma columna, no tienen diferencias significativas (Tukey, p= 0.05), Aw = Actividad de agua.

Para Jaros *et al.*, (2001) la composición fisicoquímica, es muy importantes ya que el contenido de grasa, proteínas y humedad, afecta las propiedades texturales del queso.

Pinho *et al.*, (2004) mencionan que a mayor contenido de humedad mayor contenido de aw en el queso y por lo tanto es más susceptible al ataque por microorganismos sin contar con las condiciones de almacenamiento adecuadas.

#### **5. 4 Minerales**

En el Cuadro 9 se presentan los minerales Ca, K, y Na en el queso poro tratado con diferentes concentraciones de NaCl/KCl.

La concentración de minerales presento varios cambios en relación al queso tradicionalmente salado.

En los tratamientos T2-/90/10 al T5-60/40 el contenido de calcio (Ca) se encuentra en nivel superior al queso poro comercial. Todos los tratamientos presentaron mayor concentración de potasio que el queso control. La solución de salmuera presenta un contenido de calcio.



El tratamiento T5-60/40 se encuentra en los límites significativos y el tratamiento T2-90/10 en rango; sin embargo para los tratamientos T4-70/30 y T5-60/40 se encuentran con bajo contenido de potasio (K).

El contenido de sodio disminuyó en casi todos los tratamientos T2-90/10, T3-80/20 y T4-70/40 a excepción al tratamiento T5-60/40 de los quesos que fueron salados con KCL

El contenido de potasio (K) se incrementa a medida que el sodio disminuye, esto trae como consecuencia un sabor amargo e insípido. Por lo que el Na y el K tienen una correlación inversa entre los tratamientos de salado. Esto puede ser debido a intercambio de cationes de Na-K (Guineey Fox 2004). Según la NOM 243 los límites permisibles o tolerados para aditivos alimentarios como son el calcio, potasio y sodio son 3,000 mg/kg esto para quesos frescos, procesados y madurados.

**Cuadro 9. Minerales Ca, K, y Na en el queso poro con diferentes concentraciones de NaCl/KCl**

Minerales	Tratamientos		
	Ca (mg/100g)	K (mg/100g)	Na(mg/100g)
T1-100/0	915. 4±152. 6b	108. 2±16. 9c	1340±35. 5ab
T2-90/10	1336. 5±16. 6 <sup>a</sup>	709. 2±74. 4a	710±4. 9c
T3-80/20	1346. 6±163. 4a	634. 3±29. 1a	842. 3±6. 6bc
T4-70/30	1446. 5±125. 4a	444. 4±80b	950±19abc
T5-60/40	1338. 7±97. 3 <sup>a</sup>	351±34. 2b	1361±9. 4 <sup>a</sup>

Medias con la misma letra, en la misma fila, no tienen diferencias significativas (tukey, p= 0. 05)

En la Figura 6 se destaca el aporte relativo de calcio, y sodio en los quesos poro, respecto a los valores permitidos.

Los 5 tratamientos de quesos poro mezclados con NaCl/KCl se encuentran dentro del límite permitido según la NOM 243 en quesos frescos, procesados y madurados el límite máximo para aditivos alimentarios es 3,000 mg/kg (sólo o mezclado, expresado como ácido ascórbico).

Algunos estudios han reportado la sustitución parcial de NaCl por KCl en algunos productos como quesos Feta y Kefalograviera. El uso de cloruro de potasio como sustituto del cloruro de sodio, manifiesta algunos inconvenientes como es el sabor amargo y la sensación de un menor sabor salado lo que implica la necesidad de mayores cantidades de KCl para obtener

un mismo nivel en la sensación del sabor salado (Guven y Karaca, 2001 así como Katsiari *et al.*, 2000, 2001).

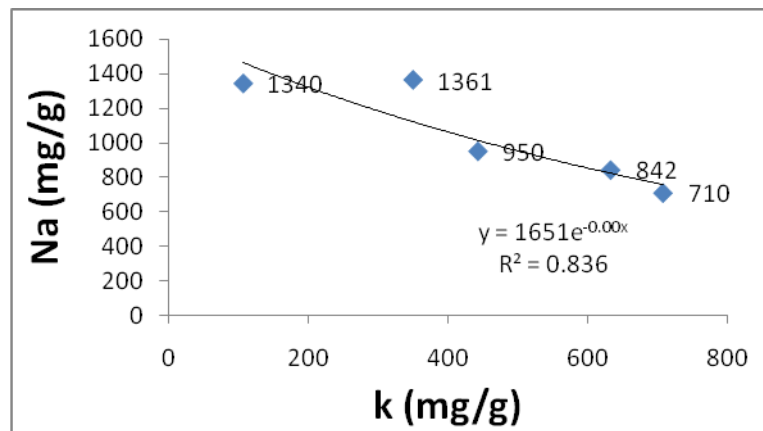


Figura 6. Contenido de concentración de Ca y Na en el queso poro en función del salado en inmersión en salmuera.

### 5. 5 Características de textura de los quesos salados con diferentes concentraciones de NaCl y KCl

Se observaron diferencias significativas en los atributos de textura. La dureza es una característica importante en el queso tipo poro comercial desde el punto de vista funcional. La dureza está relacionada con la masticación teniendo un comportamiento similar. En el parámetro masticación se presentó diferencias significativas en el T4-70/30 y T5-60/40.

Los valores reportados para la dureza presentaron una disminución en 3 tratamientos: T2-90/10, T3-80/20 y T4-70/30 con sustitución de NaCl/KCl, por lo que a mayor concentración de KCl menor dureza excepto en el tratamiento T5-60/40.

En gomosidad y masticación en los tratamientos T4-70/30 y T5-60/40 presentaron una disminución respecto al queso poro comercial. En el Cuadro 11 se presentan los resultados de las características de textura de las combinaciones de NaCl y KCl (figura 7) los de quesos poro, en los cuales se puede observar su composición promedio.

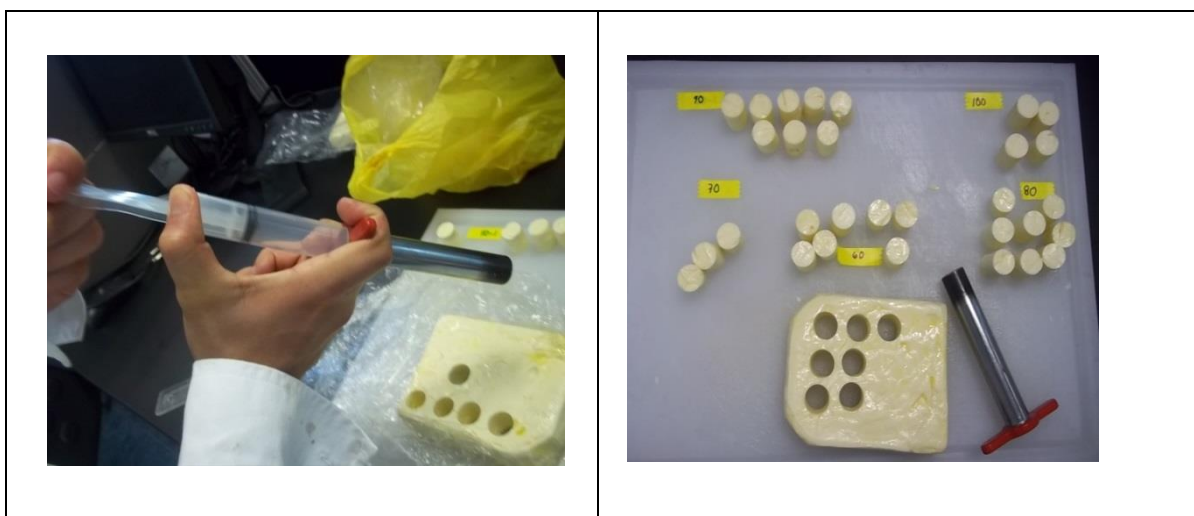
En un estudio realizado por Sallami *et al.* (2003), reportaron que algunos quesos por ejemplo el queso Cheddar sufren cambios en la textura debido al contenido de humedad, ya que pequeñas variaciones de humedad pueden causar diferencias en los parámetros reológicos, lo cual está correlacionado con la disminución de textura.

Según Castañeda (2002), la dureza aumentó en la medida en que el contenido de grasa, proteína y humedad disminuyeron, un incremento en materia grasa y contenido de agua debilitan la estructura proteica, mientras que una disminución de los mismos provoca un endurecimiento en el queso.

**Cuadro 10. Características de textura de las combinaciones de NaCl y KCl los de quesos poro**

Tratamiento	Dureza (N)	Cohesión	Floculación	Gomosidad (N)	Elasticidad	Masticación (N)
T1- 100/0	43.56±5.9a	0.09±0.05ab	0.66±0.1b	9.01±7.8ab	0.79±0.5ab	10.52±9a
T2 - 90/10	32.49±5.2b	0.06±0.05a	0.66±0.1ab	8.35±5.ab	1±0.4a	9.68±6.4a
T3 - 80/20	31.42±5.4b	0.05±0.03a	0.69±0.01a	11.57±0.8a	0.57±0.5ab	13.67±0.8a
T4 - 70/30	33.52±8.1b	0.08±0.4ab	0.65±0.02a	1.6±0.01c	0.28±1b	6.2±0.01b
T5 - 60/40	29.85±2.5c	0.06±0.11b	0.67±0.3ab	3.93±5bc	0.58±0.5ab	5.34±7ab

Medias con la misma letra, en la misma fila, no tienen diferencias significativas (tukey, p= 0.05)



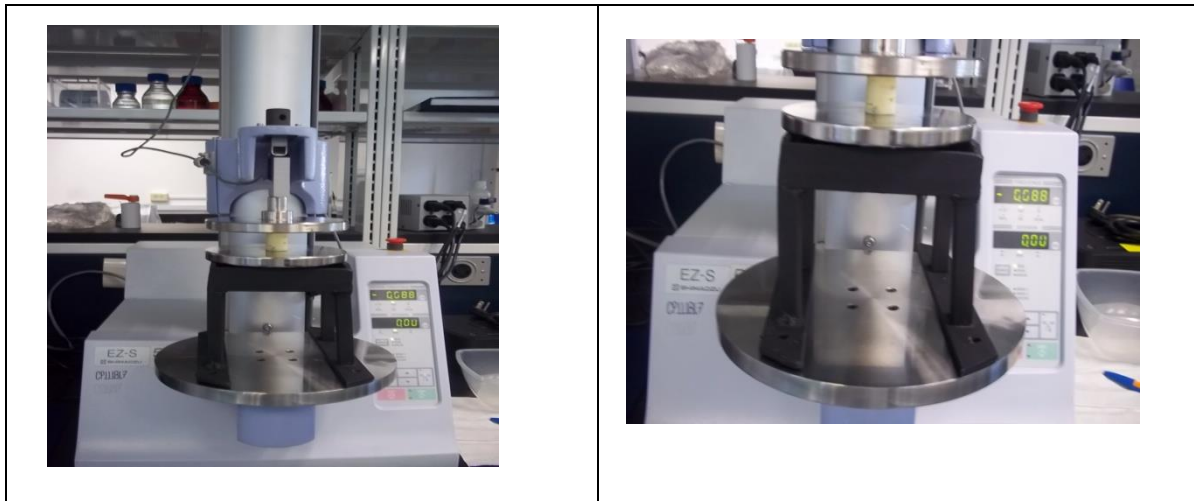


Figura 7. Desarrollo del análisis de textura del queso poro salado con NaCl/KCl

### 5.6 Características de color de los quesos salados con diferentes concentraciones de NaCl y KCl

El color de los quesos poro es importante para la aceptación del producto por el consumidor, ya que existen diferentes tipos de quesos, hay zonas en el país que prefieren quesos blancos o quesos amarillos. El color es importante ya que el queso comercial tiene un color característico que si lo cambias el consumidor no lo va a reconocer (Villegas, 2003).

En el Cuadro 11 y figura 8 se muestra el color de los quesos de las diferentes concentraciones. Para la luminosidad (L) se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, fluctuando entre 91.93 y 90.69. Donde el valor más bajo correspondió al tratamiento T5- 60/40 y el más alto al tratamiento T1-100/0.

Para (a) (verde) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Para (b) (amarillo) se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T5-60/40 y con respecto al T2-90/10, T3-80/20 y el T4-70/30 se mostró más similar al queso comercial. Para  $\Delta E$  no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

**Cuadro 11. Color del queso poro**

<b>Tratamientos</b>	<b>L</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b><math>\Delta E</math></b>
T1- 100/0	92. 50a	0. 32a	21. 34a	
T2 -90/10	91. 93a	0. 75a	20. 57ab	3. 23a
T3 -80/20	91. 28b	0. 80a	20. 14abc	3. 09a

T4 -70/30	91.14b	0.85a	19.29bc	2.87a
T5 -60/40	90.69b	0.87a	18.74c	2.16a

L= Luminosidad, A= Rojo, B= Amarillo,  $\Delta E$ = Diferencia total del color, entre el color de la muestra y el de referencia.

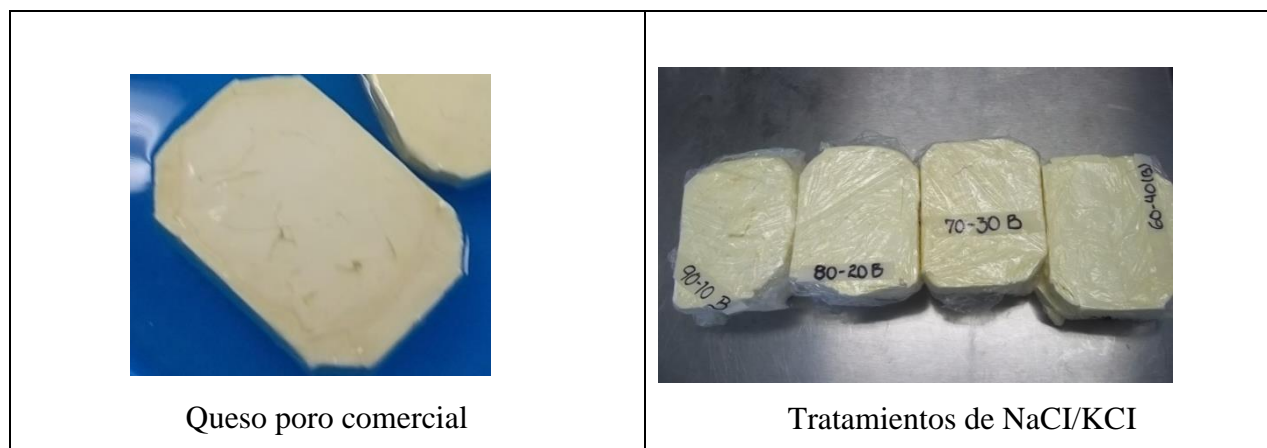


Figura 8. Color del queso poro comercial y con todos los tratamientos

### 5.7 Microbiológicos

En la Cuadro 12 se observa los valores de las Bacterias lácticas, hongos y levaduras, y *Salmonella* de los quesos de los diferentes tratamientos de NaCl/KCl. Las Bacterias lácticas son un grupo de bacterias que producen ácido láctico, son muy utilizadas en la industria alimentaria por su habilidad para acidificar y por lo tanto preservar alimentos de las esporas; estas contribuyen al sabor, textura, aroma y valor nutricional de alimentos.

Las bacterias lácticas oscilaron entre  $2.47 \times 10^4$ - $8.26 \times 10^3$ , respectivamente. Estas presentaron una alta de concentración en el queso poro.

En relación a mohos y levaduras se encontraron los valores permitidos o tolerados basados en la NOM 243, por lo que la usencia de mohos se relaciona con los niveles de ácidéz presentados (Steinkraus, 2002). Lo anterior indica que las muestras de queso poro cumplen con los parámetros de calidad establecidos en la NOM-243-SSA1-2010.

Gauthier (2002), demostró que las bacterias patógenas se reaccionan de manera diferente a las bacterias ácido lácticas, esto en relación a las variaciones de pH.

En México de acuerdo con lo descrito en la NOM-243-SSA1-2010, los intervalos tolerados o permitidos de presencia de contenido microbiano salmonella ausencia en 25 g o mL en quesos frescos, madurados y procesados.

En cinco tratamientos analizados, se detectó Salmonella en quesos poro. La presencia de salmonella en el queso poro es motivo de cuidado. Por lo que se ha demostrado que Salmonella sobrevive en condiciones diversas de contaminación como puede ser cruzada durante la recolección de leche en la ordeña, así como el almacenamiento, transporte y malas prácticas de manufactura durante la fabricación del queso. Estas fuentes de contaminación pueden contribuir a la presencia de salmonella en el queso poro, por lo que nos indica una alta capacidad de adaptación a condiciones adversas o desfavorables (D'Aoust, 1997 y Villegas, 2004).

Ratman *et al.* (1984), mencionan que la presencia de salmonella, se incrementa cuando se preparan productos lácteos con leche sin pasteurizar, o bien, cuando el tratamiento térmico de pasteurización es insuficiente.

Eckner *et al.* (1990), demostraron que la salmonella puede desarrollarse a bajos niveles de pH (4,5) y acidez titulable (superior a 0,6 %) logrados durante el proceso del queso Mozzarella.

Leyer y Jhonson (1992), demostraron la habilidad de la salmonella para adaptarse a ambientes ácidos, como es el caso del queso poro, lo que constituye un importante mecanismo de supervivencia que las capacita para persistir en productos lácteos fermentados y posiblemente en otros alimentos ácidos.

White y Custer (1976), señalaron al pH por debajo de 5,7 aparentemente pueden contribuir a la disminución de salmonella.

**Cuadro 12. Valores de la calidad microbiológica de los quesos poro salados con diferentes concentraciones de NaCl/KCl.**

		Tratamientos			
Bacterias	Testigo	T2-90/10	T3-80/20	T4-70/30	T5-60/40
UFC/g	(T1-100/0)				
<i>Bacterias lácticas</i>	8. 26x10 <sup>3</sup>	2. 04x10 <sup>4</sup>	2. 47x10 <sup>4</sup>	1. 31x10 <sup>3</sup>	1. 97x10 <sup>4</sup>

<i>Mohos</i>	y	$7.35 \times 10^3$	$1.44 \times 10^4$	$1.18 \times 10^4$	$1.06 \times 10^4$	$1.39 \times 10^4$
<i>levaduras</i>						
<i>Salmonella spp</i>		$6.45 \times 10^2$	$1.55 \times 10^3$	$2.49 \times 10^3$	$2.29 \times 10^3$	$2.60 \times 10^3$

## 5. 8 Evaluación sensorial

### 5. 8. 1 Análisis triangular

De acuerdo a la tabla de Meilgaard *et al.*, (2007) con un nivel al 5% en la prueba triangular los tratamientos T2-90/10, T3-80/20 y T4-70/30 fueron similares al tratamiento control (comercial) por los panelistas, sin embargo el tratamiento T5-60/40 mostro diferencias significativas en comparación al queso comercial. En el Cuadro13se presentan los datos prueba triangular con los quesos salados con NaCl/KCl.

**Cuadro 13. Prueba triangular con los quesos salados con NaCl/KCl.**

Tratamiento	Nº correcto de respuesta del total de pruebas (0. 05)	Valor-p
T2 -90/10	19/40	>0. 05
T3 -80/20	24/40	>0. 05
T4 -70/30	20/40	>0. 05
T5 -60/40	9/40	<0. 05

### 5. 8. 2 Prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas)

En el Cuadro 14 y figura 9 se presentan los resultados prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) con los tratamientos de NaCl/KCl en cada uno de sus tratamientos.

Los tratamientos T2-90/10 % NaCl/KCl y T3-80/20 no mostraron diferencias significativas en cuanto al sabor salado y amargo por lo que se acepta la hipótesis nula (Ho) de no diferencias entre el 100 % NaCl en relación a la sustitución de KCl.

Los tratamientos T4-70/30 y T5-60/40 presentaron un sabor más amargo y menos salado respecto al queso comercial (NaCl 100%).

En el cuadro 15 y 16 se presentan las comparaciones de la prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) de los atributos salado y amargo.

**Cuadro 14. Prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) con los quesos salados con NaCl/KCl con queso comercial (control)**

Tratamiento	más salado	menos salado	más amargo	menos amargo
T2 -90/10	>0.005	>0.005	>0.005	>0.005
T3 -80/20	>0.005	>0.005	>0.005	>0.005
T4 -70/30	>0.005	<0.005	<0.005	>0.005
T5 -60/40	>0.005	<0.005	<0.005	<0.005

**Cuadro 15. Comparaciones de la prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) atributo salado**

**SALADO**

Tratamiento	Marque el queso que tiene menos sal			
<b>90/10</b>	90/10	com	com	
	com	90/10	com	
	com	com	90/10	
	Marque el queso que tiene más sal			
	com	90/10	90/10	
	90/10	com	90/10	
	90/10	90/10	com	
	<b>80/20</b>	<b>marque el queso que tiene menos sal</b>		
		80/20	com	com
com		80/20	com	
com		com	80/20	
Marque el queso que tiene más sal				
com		80/20	80/20	
Marque el queso que tiene más sal				
80/20		com	80/20	
80/20		80/20	com	
<b>70/30</b>	<b>Marque el queso que tiene menos sal</b>			
	70/30	com	com	
	com	70/30	com	
	com	com	70/30	



---

	com	70/30	70/30
	70/30	com	70/30
	70/30	70/30	com
<b>60/40</b>	<b>Marque el queso que tiene menos sal</b>		
	60/40	com	com
	com	60/40	com
	com	com	60/40
60/40	Marque el queso que tiene más sal		
	com	60/40	60/40
	60/40	com	60/40
	60/40	60/40	com

---

**Cuadro 16. Comparaciones de la prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas)**

**atributo amargo**

**AMARGO**

**Tratamiento Marque el queso que tiene menos sabor amargo**

---

<b>90/10</b>	90/10	com	com
	com	90/10	com
	com	com	90/10
	Marque el queso que tiene más sabor amargo		
	com	90/10	90/10
	90/10	com	90/10
	90/10	90/10	com
<b>80/20</b>	<b>Marque el queso que tiene menos sabor amargo</b>		
	80/20	com	com
	com	80/20	com
	com	com	80/20
	Marque el queso que tiene más sabor amargo		
	com	80/20	80/20
	80/20	com	80/20
	80/20	80/20	com

---

---

**70/30** **Marque el queso que tiene menos****sabor amargo**

70/30 com com

com 70/30 com

com com 70/30

Marque el queso que tiene más sabor  
amargo

com 70/30 70/30

70/30 com 70/30

70/30 70/30 com

**60/40** **Marque el queso que tiene menos****sabor amargo**

60/40 com com

com 60/40 com

com com 60/40

Marque el queso que tiene más sabor  
amargo

com 60/40 60/40

60/40 com 60/40

60/40 60/40 com



Figura 9. Desarrollo del análisis de sensorial de prueba 3-AFC (Selección Forzada con 3 Alternativas) del queso poro salado con NaCl/KCl

## 6. CONCLUSIONES

- Con el salado en inmersión en salmuera, los resultados muestran que el tiempo necesario para salar el queso poro fue de 4 horas por lo que en ese tiempo los quesos absorbieron el contenido de sal que normalmente tiene el queso poro.
- La composición química de los quesos salados poro inmerso en salmuera con mezclas de NaCl/KCl no existieron diferencias significativas con respecto a los quesos artesanales a excepción de la actividad de agua ( $a_w$ ) y cloruro de sodio (NaCl) en los tratamientos T1-100/0 y T2-90/10.
- El calcio (Ca) no presentó diferencias significativas, en relación al potasio (K) si presentó diferencias significativas al igual que el sodio (Na).
- Los quesos poro tratado presentaron color similar a los quesos artesanales con una tonalidad amarillenta, cromaticidad, y luminosidad.
- La sustitución parcial de NaCl por KCl en el salado del queso poro afectó la textura del en los tratamientos T2-90/70, T3-80/30 y T4-70/30 queso poro respecto al queso poro comercial.
- Se encontró presencia de salmonella en el queso poro analizado por lo que su calidad microbiología es deficiente con respecto a la NOM243-SSA1-2010.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar una investigación microbiológica más compleja.
- También se recomienda utilizar las prácticas de higiene de procesos, en base a la elaboración y distribución del queso.

## 8. LITERATURA CITADA

Adams, MR., Moss, MO. 1997. Microbiología de los Alimentos Acribia, S. A., Zaragoza: Pág. 464 (Pág. 100-115, 241-254,255-258).

AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C

Batro Pablo. 2010. Quesos Artesanales. Albatros. Pág. 159.

Bello Gutiérrez José. 2000. Ciencia bromatológica: Principios generales de los alimentos. Editorial Díaz de Santos. España, Madrid. Pág. 573

Caballero Torres Ángel E., Leyva Castillo V., Zagovalov T. K. Martino., Puig Peña. Otero Fernández Eyda., Trebejo Garcia., Roche M., Oscar García Díaz., Villazón Rubí., Macías Matos C., Mosquera Daymara., Becquer Lombard A., Díaz Lorenzo T., Cardona Galvez M. y Morejón Pedro. 2008. Temas higiene de los alimentos. La Habana. Editorial ciencias médicas., Pág. 382.

Casp Vanaclocha Ana y Requena J. abril. 2002. Procesos de conservación. Segunda edición. Mundi - Prensa S. A.

Castañeda, Roberto. 2002. La reología en la tipificación y la caracterización de quesos. *En:* Tecnología Láctea Latinoamericana. Vol. 20, No. 26; Pág. 48- 53

Castillo Ángel Edna Patricia. 2007. Determinación del contenido de coliformes fecales y E. coli en porciones de almuerzos que venden en cafeterías formales e informales de 10 centros regionales de la universidad de san Carlos de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad De Ciencias Químicas y Farmacia., Química Bióloga., Guatemala

Chamorro Concepción y Losada Manuel M. 2002. El Análisis Sensorial de los Quesos. Mundi - Prensa. Pág. 235

- Clark S., Costello M., Drake M. y Bodyfelt F. 2009. The sensory evaluation of dairy products. (2Ed). Springer. New York. Pág. 571.
- Cosentino S. y Palmas F. 1997. Hygienic conditions and microbial contamination in six ewe's-milk-processing plants in Sardinia, Italy. *Journal of Food Protection* 60:283 - 287
- Costell E. y Duran L. 1981. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. III. Planificación, selección de jueces y diseño estadístico. *Rev. Agroqui. Tecnol. Aliment.* 21 (4). Pág. 54- 470.
- Cromie S. 1992. Psychrotrophs and their enzyme residues in cheese milk. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 47 (7): Pág. 96 - 99.
- Delwiche J. F., Halpern B. P. y Simone J. A. 1999. Anion size of sodium salts and simple taste reaction times. *Physiology and Behavior* 66: Pág. 27 - 32.
- Díaz Rivero Cándida y González de García Bedirva. 2001. Staphylococcus Aureus en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de calidad sanitaria, Laboratorio de Microbiología de Alimentos - Departame de Microbiología y Parasitología - Facultad de Farmacia - Universidad de Los Andes, Mérida -Venezuela REPN Vol 2 No. 3
- Dimonaco R., Cavella S. y Masi P. 2008. Predicting sensory cohesiveness, hardness and Springiness of solid foods from instrumental Measurements. *Journal of Texture Studies*. 39: Pág. 129 - 149.
- Eckner, K. F.; Roberts, R. F.; Strantz, A. A.; Zotola, E. A. 1990. Characterization and behavior of salmonella javiana during the manufacture of mozzarella chesse. *J. Food Prot.* 53 (6): 461-6.
- FAO. 1966. Código de principios referentes a la leche y productos lácteos. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Roma.

- FDA (Food and Drug Administration). 2007. Cómo usar la etiqueta de información nutricional. Pág. 24. [www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Consumers/Seniors](http://www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Consumers/Seniors)
- Fitzgerald E. y Buckley J. 1985. Effect of total and partial substitution of sodium chloride on the quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 68: 3127 - 3134.
- Gauthier R. 2002. La salud intestinal, clave de la productividad. *Los avicultores y su entorno*. 5(27):84-90.
- Gösta Bylund. 2009. Dairy processing handbook, Editorial Tetra Pak Processing Systems AB. Pág 452.
- Guine T. P. 2004. Salting and the role of salt in cheese. *International Journal of Dairy Technolog.* Vol 57.
- Guine T. P. 2007. Salt in cheese. En P. L. H. Mc. Sweeney (editor). *Cheese problems solved*. Woodhead Publishing Limited. pág 424
- Guo M. R., Gilmore J. A. y Kindstedt P. S. 1997. Effect of sodium chloride on the serum phase of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 80 (12): 3092-3098
- Gutiérrez José Bello. 2000. *Ciencia Bromatológica: Principios Generales de Los Alimentos*. Ed. Díaz de Santos. pág 596.
- Guven M., Karaca O. B. 2001. Proteolysis levels of white cheeses salted and ripened in brines prepared from various salts. *International Journal of Dairy Technology* 54: 29–33.
- ICMSF. 2006. *Microorganism in Foods 6, Microbial ecology of food commodities*. Kluwer Academics, Second Edition. Plenum Publishers. Londres, U. K.
- Jaros, D.; Petrag, J.; Rohm, H. and Ulberth, F. 2001. Milk fat composition affects mechanical and rheological properties of processed cheese. En: *Applied Rheology*. Vol. 11, no. 1; Pág. 19-25.



Jay JM. *Modern Food Microbiology*. 6th edition. Aspen Publishers, Inc., Maryland. 2000.

Kaplan N M (2000). The dietary guideline for sodium: should we shake it up? *American Journal of Clinical Nutrition* 71 1020–1026.

Katsiari M. C., Alichanidis E, Voutsinas L. P. y Roussis I. G. 2000. Reduction of Sodium Content in Feta Cheese by Partial Substitution of NaCl by KCl. *Int Dairy J* 10(95 - 46).

Katsiari M. C., Alichanidis E., Voutsinas L. P., Roussis I. G. 2000. Proteolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal* 10: 635-646.

Katsiari M. C., Alichanidis E., Voutsinas L. P., Roussis I. G. 2001. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. *Food Chemistry* 73: 31-43.

Kindstedt P. S., Kiely L. J. y Gilmore J. A. 1992. Variation in composition and functional properties within brine-salted Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 75 (11): 2913 - 2921.

Laborda M. A. y Rubiolo A. C. 1999. Proteolysis of Fynbo Cheese Salted with NaCl/KCl and Ripened at Two Temperatures. *Journal of food science*. Volume 64, No. 1.

Leyer, G. J. y Johnson, E. A. 1992. Acid adaptation promotes survival of salmonella spp. In chesse. *Appl. Environ. Microbiol.* 58(6):2075-2080

Lianou, A., Koutsoumanis, K. P. 2011. A stochastic approach for integrating strain variability in modeling *Salmonella enterica* growth as a function of pH and water activity. *International Journal of Food Microbiology*, 149, 254-261

Madadlou A. ,Khosrowshahi A.,Mousavi M. E. y Farmani J. 2007. The influence of brine concentration on chemical composition and texture of Iranian White cheese. *Journal of Food Engineering* 81 (2): 330 - 335

- Madrid R., Cenzano I. y Madrid J. 1990. Tratamientos generales de la leche que entra en una quesería (II). Industrias Lácteas Españolas, Pág. 133: 39, 42 -43, 46 – 47
- Meilgaard, M., B. T. Carr, y G. V. Civille. 2007. Sensory Evaluation Techniques. 2ª ed. CRC Press, Inc. USA. Pág 354.
- Meilgaard, M., B. T. Carr, y G. V. Civille. 2007. Sensory Evaluation Techniques. 2ª ed. CRC Press, Inc. USA. Pág. 354
- Miró A., Ríos de Selgrad M. 1999. Calidad microbiológica de los quesos blancos venezolanos analizados en el Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel". Rev. Inst. Nac. Hig; 30:14 - 20
- Muralles, B. A. 2002. Determinación del contenido de Coliformes y E. coli en tres porciones de los almuerzos que se venden en 10 cafeterías de la ciudad Universitaria. (Tesis de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). Pág 32.
- Murphy C. L., Cardello A. V. y Brand J. G. 1981. Tastes of fifteen halide salts following water and NaCl: anion and cation effects. Physiology and Behavior 26: 1083-1095
- OMS (World Health Organization). 2006. Reducción del consumo de sal en la población. Informe de un foro y una reunión técnica de la OMS. Paris. Pág. 78.
- Paulson B. M., McMahon D. J. y Oberg C. J. 1998. Influence of sodium chloride on appearance, functionality, and protein arrangements in non-fat Mozzarella cheese. Journal of Dairy Science 81 (8): 2053 - 2064
- Pedrero F. Daniel L. y Pangborn Rose Marie. 1989. Evaluación de los alimentos. Métodos analíticos. Alhambra mexicana, S. A de C. V. México, D. F. Pág. 251.
- Pelaez C. 1985. Control de calidad microbiológico de productos lácteos terminados. Revista Española de Lechería, 3 (mayo – junio): 21- 29.

- Pinho O., Mendes E., Alves M. M. y Ferreira I. 2004. Chemical, physical and sensorial characteristics of "Terrincho" ewe cheese. *Journal of Dairy science*. 87(2):249 - 257.
- Pinho, O. E. Mendes, M. Alves and I. Ferreira. 2004. Chemical, physical, and Sensorial Characteristics of "Terrincho" Ewe Cheese: Changes during Ripening and Intravarietal Comparison. *J. Dairy Sci.* (87) 249-257.
- Pinzón Fernández Alfredo. 2006. Determinación del índice de bacterias mesofilas aerobias presentes en la leche cruda versus leche pasteurizada que se comercializan en la zona urbana de la ciudad de Popayán. Universidad Nacional Abierta y a Distancia., Popayán.
- Ratman, S., Marsh, S. B., Butler, R. W. 1984. A major outbreak of salmonellosis in Newfoundland traced to contaminated cheese: Laboratory aspects. Abstract. *Conjoint Meeting on Infections Diseases PE 13*. Can. Assoc. Clin. Mic. Inf. D. S.
- Rowney M. K., Roupas P., Hickey M. W. y Everett D. W. 2004. Salt - induced structural changes in 1-day old Mozzarella cheese and the impact upon free oil formation. *International Dairy Journal* 14: 809 - 816.
- Sallami, L., E. E. Kheadr, I. Fliss, y J. C. Vuilleumard. 2004. Impact of Autolytic, Proteolytic, and Nisin-Producing Adjunct Cultures on Biochemical and Textural Properties of Cheddar Cheese. *J. Dairy Sci.* 87:1585-1594.
- Sancho Valls Josep, Bota Prieto Enric y De Castro Martín Juan José. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ed. Universitat Barcelona. Pág. 336.
- Scott R. K., Robinson R., Wilbey. R. A. y Barrado Marcos Andrés. 1998. Fabricación de quesos. Acribia S. A. Pág. 198.
- Spahr, U. y Url B. 1994. Behaviour of pathogenic bacteria in cheese - A synopsis of experimental data. *Bulletin of the International Dairy Federation* N° 298: 2 - 13.
- Stone Herbert y Sidel Joel L. 1985. *Sensory Evaluation Practices*. 3ra Ed. Academic Press, Nueva York, NY, EE. UU.

- Stone Herbert, Sidel Joel L. y Bloomquist J. 1980. Quantitative descriptive analysis. *Cereal Foods World*, 25(10):642.
- Stone Herbert. Sidel Joel L., Oliver S., Woolsey A. y Singleton R. C. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*, 28(1 1):24
- Szczesniak, A. S. 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality*. 13: 215 – 225.
- Ur Rehman S., Mcsweeney P. y Fox P. 1999. A study on the role of the indigenous microflora of raw milk on the ripening of Cheddar cheese. *Milchwissenschaft* 54 (7): 388 - 392
- Van Hekken D. L. y Strange E. D. 1993. Functional properties of dephosphorilated bovine whole casein. *Journal of Dairy Science* 76: 3384-3391.
- Veisseyre R. T. 1998. *Lactología técnica*. 2a. Ed. Editorial Acribia. España. Pág. 14.
- Ventura Santiago Matallana y Potro Valeriano Riesco. 1952. La salazón de los quesos. El manchego, típico queso español. Ministerio de agricultura Madrid. Pág. 12.
- Villegas A., *Los quesos Mexicanos*. 2003. 2a. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 189 - 193 Pág.
- Villegas de G. A. 2004. *Tecnología quesera*, Trillas, México. 147-148.
- Wendorff W. L. 2010. Brining Cheese. Dept. of Food Science/Wisconsin Center for Dairy Research. Univ. Of Wisconsin – Madison.
- White, C. H. y Custer, E. W. 1976 survival of de salmonella in cheddar chesse. *J. milk food technol.* 28(5):328-331

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Prueba de triangulo

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del producto: \_\_\_\_\_

Frente a usted hay tres muestras de queso poro dos son iguales y una diferente, saboree cada una con cuidado y marque con una “ X ” la muestra diferente.

MUESTRAS	MUESTRA DIFERENTE
0833	_____
3165	_____
4454	_____

Comentarios

---

---

---

---

---

## Anexo 2. Tabla de nivel de significancia de la prueba triangular

Tabla 1  
Niveles de significación de la prueba triangular

Número de respuestas	Número mínimo de respuestas necesarias para alcanzar un nivel de significación de			Número de respuestas	Número mínimo de respuestas necesarias para alcanzar un nivel de significación de			Número de respuestas	Número mínimo de respuestas necesarias para alcanzar un nivel de significación de		
	5%	1%	0,1%		5%	1%	0,1%		5%	1%	0,1%
5	4	5	-	37	18	20	22	69	31	32	33
6	5	6	-	38	19	21	23	70	31	34	37
7	5	6	7	39	19	21	23	71	31	34	37
8	6	7	8	40	19	21	24	72	32	34	38
9	6	7	8	41	20	22	24	73	32	35	38
10	7	8	9	42	20	22	25	74	32	35	39
11	7	8	10	43	20	23	25	75	33	36	39
12	8	9	10	44	21	23	26	76	33	36	39
13	8	9	11	45	21	24	26	77	34	36	40
14	9	10	11	46	22	24	27	78	34	37	40
15	9	10	12	47	22	24	27	79	34	37	41
16	9	11	12	48	22	25	27	80	35	38	41
17	10	11	13	49	23	25	28	81	35	38	41
18	10	12	13	50	23	26	28	82	35	38	42
19	11	12	14	51	24	26	29	83	36	39	42
20	11	13	14	52	24	26	29	84	36	39	43
21	12	13	15	53	24	27	30	85	37	40	43
22	12	14	15	54	25	27	30	86	37	40	44
23	12	14	16	55	25	28	30	87	37	40	44
24	13	15	16	56	26	28	31	88	38	41	44
25	13	15	17	57	26	28	31	89	38	41	45
26	14	15	17	58	26	29	32	90	38	42	45
27	14	16	18	59	27	29	32	91	39	42	46
28	15	16	18	60	27	30	33	92	39	42	46
29	15	17	19	61	27	30	33	93	40	43	46
30	15	17	19	62	28	30	33	94	40	43	47
31	16	18	20	63	28	31	34	95	40	44	47
32	16	18	20	64	29	31	34	96	41	44	48
33	17	18	21	65	29	32	35	97	41	44	48
34	17	19	21	66	29	32	35	98	41	45	48
35	17	19	22	67	30	33	36	99	42	45	49
36	18	20	22	68	30	33	36	100	42	46	49

NOTAS

1. Los valores dados en la tabla han sido calculados a partir de la fórmula exacta de la distribución binomial de parámetro  $p = 1/3$  con  $n$  respuestas.

2. Cuando el número de respuestas es superior a 100 ( $n > 100$ ) es necesario utilizar la fórmula siguiente, basada en la aproximación de la distribución binomial a la normal y que proporciona el número real de juicios a obtener con un error como máximo de 1 unidad.

El número mínimo de respuestas ( $X$ ) es el valor entero más próximo a: 
$$X = 0,4174z \cdot \sqrt{n} + \frac{(2n+3)}{6}$$

donde

$z = 1,64$ , para  $\alpha < 0,05$

$z = 2,33$ , para  $\alpha < 0,01$

$z = 3,10$ , para  $\alpha < 0,001$

### Anexo 3. Prueba de 3-AFC

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del producto: \_\_\_\_\_

Frente a usted hay tres muestras de queso poro, saboree cada una con cuidado y marque con una “ X ” EL QUESO QUE TIENE MENOS SAL

241

201

387

Comentarios

---

---

---