

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA



FACULTAT DE VETERINARIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS

**Proyecto de investigación para la obtención del título del Master en Calidad de  
alimentos de origen animal**

**Título del proyecto**

**“ELABORACIÓN Y ESTUDIO DE QUESOS SEMI Y CURADOS SIN  
LACTOSA REDUCIDOS EN SAL POR SUSTITUCIÓN”**

**Autor:**

**Dayana Maite Palacios Sotomayor**

**Directores:**

**Dra. Bibiana Juan Godoy**

**Dr. Antonio José Trujillo Mesa**

**Bellaterra (Barcelona)**

**2018**

Antonio José Trujillo Mesa, Catedrático de Universidad y Bibiana Juan Godoy, Profesora Agregada del Departament de Ciència Animal i dels Aliments, de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona,

**INFORMAN:**

Que el trabajo de investigación titulado: “Elaboración y estudio de quesos semi y curados sin lactosa reducidos en sal por sustitución” ha sido realizado bajo su supervisión dentro del módulo Trabajo Fin de Máster del Máster Oficial de Calidad de Alimentos de Origen Animal de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Y para que así conste firman el presente documento en:

Bellaterra, Julio de 2018

Dr. Antonio José Trujillo Mesa

Dra. Bibiana Juan Godoy



Bibiana Juan Godoy

## **LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS**

**ANOVA:** Análisis de varianza

**GLM:** Modelos Lineales Generales

**K:** Potasio

**KCl:** Cloruro de potasio

**Na:** Sodio

**NaCl:** Cloruro de sodio

**QC:** Queso control

**QP0:** Queso sumergido en salmuera 60% NaCl-40%KCl con 0,8% de potenciador de sabor

**QP1:** Queso sumergido en salmuera 60% NaCl-40%KCl con 1,3% de potenciador de sabor

**QR:** Queso sumergido en salmuera 60% NaCl-40%KCl

**TPA:** Análisis de perfil de textura

## **Índice**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Determinación de las condiciones de salado .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1. Preparación de salmueras .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2. Elaboración de los quesos.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.3. Determinación de sal .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Estudio de los quesos reducidos en sal .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Estudio de los quesos reducidos en sal .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1. Elaboración de los quesos.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2. Análisis físico-químicos .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3. Análisis microbiológicos .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4. Análisis de color .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.5. Análisis de textura .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.6. Evaluación sensorial .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.7. Análisis Estadístico .....</b>	<b>10</b>
<b>3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1. Determinación de las condiciones de salado .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2. Quesos reducidos en sal.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2.1. Análisis físico-químicos .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2.2. Análisis microbiológico.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.3. Análisis de color .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.4. Análisis de textura .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.5. Análisis sensorial.....</b>	<b>16</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>20</b>
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>23</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Nomenclatura de los quesos usados en el estudio.....	8
<b>Tabla 2.</b> Concentración de sal de los quesos sumergidos en las distintas salmueras. ....	11
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de sal de los quesos a los 30 y 60 días de maduración.....	11
<b>Tabla 4.</b> Valores medios y desviación estándar de pH de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración. ....	12
<b>Tabla 5.</b> Valores medios y desviación estándar de extracto seco (%) de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración. ....	12
<b>Tabla 6.</b> Valores medios y desviación estándar de los aminoácidos libres (mg Leu/100 g queso) de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración. ....	13
<b>Tabla 7.</b> Valores medios y desviación estándar de los recuentos microbiológicos (log ufc/g) de los quesos semi y curados a los 30 y 60 días de maduración.....	14
<b>Tabla 8.</b> Valores medios y desviación estándar de color de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración. ....	15
<b>Tabla 9.</b> Valores medios y desviación estándar de los parámetros de TPA (análisis de perfil de textura) de los quesos semi y curados a los 30 y 60 días de maduración. ....	16
<b>Tabla 10.</b> Valores medios y desviación estándar de los parámetros sensoriales de los quesos semi y curados a los 30 y 60 días de maduración.....	16

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Impresión global de los catadores en el test sensorial de preferencia-aceptación de los quesos. QC: Queso Control; Q1: Queso salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso con salmuera 60% NaCl-40% KCl añadiendo 0,8% de potenciador; QP1: Queso con salmuera 60% NaCl-40% KCl añadido 1,3% de potenciador.....	18
--	----

## **RESUMEN**

Se ha estudiado la elaboración de quesos semi y curados sin lactosa, reducidos en sal por sustitución de NaCl por KCl. Primero se valoraron distintas salmueras para poder llegar al valor de reducción necesario. Los quesos fueron madurados 30 y 60 días valorándose la concentración de sal, análisis físicoquímicos (pH, extracto seco), aminoácidos libres, color, textura y análisis sensorial. Mediante el uso de una salmuera de NaCl (60%) y KCl (40%) se pudo obtener quesos semi y curados con una reducción del 51%. La reducción de sal por sustitución no modificó los valores de pH, extracto seco, crecimiento microbiano ni textura de los quesos. Las pequeñas diferencias de color encontradas a nivel instrumental tampoco fueron detectadas por los catadores, los cuales valoraron los quesos reducidos en sal por sustitución como ligeramente menos salados. Con la reducción de sal se pudo observar que aumentó el valor de aminoácidos entre quesos y entre tiempo de maduración, mostrando el valor más elevado en los quesos reducidos en sal con mayor porcentaje de potenciador. La adición de potenciador de sabor incrementó el sabor salado a los 30 días, mejorando la aceptación sensorial de estos quesos. Sin embargo, a los 60 días de maduración fueron más aceptados los quesos reducidos sin adición de potenciador, el cual produjo quesos ligeramente más salados y ácidos.

## **ABSTRACT**

A study about semi cheese and cured lactose-free has been made, salt reduced by replacement of NaCl for KCl. First different brines were evaluated to be able to reach the necessary value of reduction. Cheeses were ripened 30 and 60 days evaluating the salt concentration, analyses physic-chemical (pH, dry extract), free amino acids; color, texture and sensory analysis were evaluated. Using NaCl (60%), and KCl (40%) brines could get semi cheeses and cured with a 51% reduction. Salt substitution reduction did not affect the values of pH, dry extract, microbial growth or texture of the cheese. Small color differences found at the instrumental level were not detected by tasters, which valued reduced cheese salt substitution as slightly less salty. With salt reduction was able to observe that the value of amino acids between cheese and time maturation increased, showing the highest value in the cheese salt-free with higher percentage of enhancer. The addition of flavor enhancer increased salty taste at 30 days, improving the sensory acceptance of these cheeses. However, within 60 days of ripening cheeses reduced without addition of enhancer, which resulted in slightly saltier cheese and acids cheese were more accepted.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, las tendencias alimenticias a nivel mundial han sufrido grandes cambios. Actualmente, los consumidores son más conscientes de la relación entre la alimentación y la salud, y conocen que, en particular, el consumo excesivo de sal y grasas saturadas aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes tipo II (Fernández et al., 2012). Además, en las últimas dos décadas la prevalencia de obesidad en adultos se ha triplicado en Europa y los niveles de población con sobrepeso y obesidad están acercándose rápidamente a los de los Estados Unidos (IASO, 2012). Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado la disminución de la sal en todos los tipos de alimentos, para reducir los problemas de salud asociados con su alta ingesta, la cual no debería exceder de 5 g/día (OMS, 2007). Otra de las problemáticas actuales es el rápido aumento progresivo de las personas intolerantes a la lactosa (Parker et al., 2017), por ello se ha incrementado el consumo de productos lácteos donde la lactosa ha sido hidrolizada o productos alternativos sin lactosa.

Por todas estas razones, el presente trabajo se centra en el desarrollo de un queso sin lactosa y bajo en sal que, al mismo tiempo, mantenga de la manera más fiel posible el sabor, textura y olor de los quesos tradicionales, ayudando a mejorar y mantener la salud de los consumidores sin que por ello deban renunciar a la calidad del producto.

El queso es una de las formas de comida más antiguas y su utilización se remonta a 7000 años a. C.. Hoy en día, es un producto que se consume en gran cantidad en todo el mundo, si bien la cantidad consumida varía de un país a otro (Cruz et al., 2011). Es una fuente rica de nutrientes esenciales como proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, que son parte integral de una dieta saludable (Ash et al., 2010). La sal de sodio se usa de forma extensa y efectiva como conservante y potenciador del sabor del queso, siendo imprescindible para sus características fisicoquímicas y sensoriales (Mendil et al., 2006). El cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) afecta al perfil composicional del queso, así como a la actividad del agua, el crecimiento microbiano y la actividad de enzimas. Por último influye a la sinéresis de la cuajada y solubilidad e hidratación de la proteína durante el curso de la maduración, conduciendo a la mejora sincronizada en sabor y textura (Johnson et al., 2009 ; Murtaza et al., 2012 ; Rulikowska et al., 2013). La reducción de la cantidad de  $\text{NaCl}$  en el queso representa un gran desafío para la industria, ya que la sal ejerce funciones específicas que influyen en el sabor, cuerpo, textura y vida útil del producto y su consumo está

directamente relacionado con el estilo de vida, así como con otros factores psicológicos, sociales, económicos, culturales, sensoriales y tecnológicos (Purdy et al., 2007).

Para poder calificar en Europa un queso como “bajo en sal”, éste no puede contener más de 0,12 g de sodio por 100 g. Para etiquetar el caso de “muy bajo contenido de sal”, el queso no puede contener más de 0,04 g de sodio por 100 g, y si se quiere declarar que es un producto “reducido” en sodio, o su valor equivalente en sal, debe tener una reducción como mínimo del 25% respecto a su homólogo (Reglamento, 1924/2006).

Existe una tendencia actual en la industria alimentaria dirigida a reducir el NaCl en los alimentos procesados. Sin embargo, aparecen muchos desafíos asociados a su reducción en el queso, como la textura (dureza, elasticidad), el sabor (salado, ácido, amargo) y los problemas de vida útil. La industria láctea tiene que superar estos desafíos para producir consistentemente queso con contenido de sal reducido (Agarwal et al., 2011). Una alternativa tecnológica generalizada para reducir el contenido de sodio en el queso es reemplazar el NaCl por cloruro de potasio (KCl), que contribuye a mantener el sabor salado reduciendo el contenido de sal en los alimentos (Sihufe et al., 2006; Grummer et al., 2013). Diversos estudios constataron que con una reducción del 25% de NaCl no se vió afectada la palatabilidad del queso fresco Minas (Gomes et al., 2011) ni en el queso Sao Joao (Soares et al., 2016), mientras otros observaron que reducciones menores al 30% no presentaron diferencias significativas en las características sensoriales y el nivel de aceptación por parte de los consumidores (Ramírez, 2015). Sin embargo, a mayores niveles de sustitución de NaCl por KCl aparece mayor percepción del sabor metálico, que a menudo se asocia con el sabor amargo, haciendo necesaria la adición de agentes enmascaradores del sabor (Felicio et al., 2016).

Una posibilidad para reducir los sabores indeseables aportados por los sustitutos sería el uso de potenciadores del sabor, compuestos que activan los receptores en la boca y la garganta, ayudando a reducir el nivel de sal (Brandsma et al., 2006). Esta sustitución ayuda a minimizar el sabor desagradable metálico causado por la adición excesiva de KCl y obtener una mayor reducción de sodio en el producto (Cruz et al., 2011).

La hipótesis de este estudio se centra, por tanto, en la reducción del contenido de sal en quesos semi curados y curados mediante la sustitución de NaCl por KCl en la salazón, mejorando el sabor con un potenciador que no afecte negativamente la calidad del producto.

Así, el objetivo de este estudio fue obtener quesos semicurados y curados sin lactosa y con contenido reducido en sodio con características sensoriales mejoradas por el uso de un potenciador de sabor, dirigidos tanto a personas intolerantes a la lactosa como a la población en general.

## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1. Determinación de las condiciones de salado**

El proceso de salazón constituye un paso importante en el desarrollo de un queso, ya que la cantidad de sal juega un papel crítico no solo en la calidad sino también en la conservación y seguridad (Guinee y Sutherland, 2011). Por lo tanto, el nivel de sal para cada tipo de queso debe regularse dentro de un cierto rango óptimo, que se define según las condiciones bajo las cuales se realiza esta operación. En este estudio se elaboraron una serie de salmueras con diferentes proporciones de NaCl y KCl con el objetivo de obtener la reducción de un mínimo del 25% de sal en el queso para poder ser considerado reducido en sal

#### **2.1.1. Preparación de salmueras**

Se prepararon cuatro tipos de salmuera diferentes, todas ellas al 20% de sal. En primer lugar, la salmuera usada para los quesos control se elaboró con 100% de NaCl (Sal Costa, S.A., Barcelona, España). Para la segunda solución se usó el 60% NaCl - 40% KCl (KALI GmbH, Kasel, Alemania). La tercera se preparó con 50% NaCl - 50% KCl, y por último la cuarta salmuera se elaboró mediante 75% KCl y 25% NaCl. Todas las salmueras se prepararon 24 h antes de la prueba y se almacenaron en cubetas hasta su uso.

#### **2.1.2. Elaboración de los quesos**

Para la elaboración de los quesos se partió de lotes de 190 L de leche cruda de la Granja Can Badó SAT (Santa Agnès de Malanyanes, Barcelona), las cuales se pasteurizaron a 72 °C por 15 s en un pasteurizador de placas (Garvia SA, Barcelona) de caudal nominal 500 L/h. Un día antes de la pasteurización de las leches se añadió 0,5% de  $\beta$ -galactosidasa producida vía microbiológica a partir de *Kluyveromycetes lactis* (Laboratorios Larbus, Madrid) para hidrolizar la lactosa de la leche en refrigeración a 4 °C. Las condiciones de tiempo de incubación de la enzima y dosis utilizada se estudiaron previamente para obtener una leche con una concentración de lactosa <10 mg/L.

La leche fue atemperada a 32 °C previo a la adición del 2% de fermento láctico compuesto de *Lactococcus lactis* subps *lactis* y *Lactococcus lactis* subps *cremoris* (Cimpa S.A.S, Bogotá, Colombia). Seguidamente se adicionó una solución al 50% de cloruro de calcio

al 0,01% (Laboratorios Arroyo, Peñacastillo, España) y 0,03 % de una solución coagulante a base de quimosina (Laboratorios Arroyo, Peñacastillo, España). La coagulación se realizó a 32 °C durante 45 min, para luego proceder al corte de la cuajada realizando cortes verticales y horizontales hasta obtener cubos de aproximadamente 1 cm. Posteriormente se realizó un recalentamiento a 36 °C durante 10 min antes de proceder al desuerado. Inmediatamente se realizó el moldeado (moldes de 1,2 kg) y prensado (1 h/0,5 kg, 1 h/1 kg, 2 h/3 kg, 3 h/2 kg) mediante una prensa vertical (Garvia SA, Barcelona).

Los quesos fueron salados por inmersión en las respectivas salmueras durante 4,5 h y colocados posteriormente en una cámara de maduración a 14 °C y 85% de humedad relativa

### **2.1.3. Determinación de sal**

El contenido de sodio y potasio de los quesos se determinó mediante el método de espectrofotometría ICP-OES a partir de un espectrofotómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente de Pekin-Elmer (modelo Optimo 4300DV). Previamente las muestras fueron digeridas en un digestor de microondas (Milestone, modelo Ultrawave) utilizando HNO<sub>3</sub>.

## **2.2. Estudio de los quesos reducidos en sal**

### **2.2. Estudio de los quesos reducidos en sal**

#### **2.2.1. Elaboración de los quesos**

Los quesos semicurados y curados se elaboraron utilizando el protocolo tradicional de fabricación descrito anteriormente y madurándolos hasta los 30 y 60 días, respectivamente. Una parte del lote de quesos elaborados se sumergió en la salmuera realizada al 100% de NaCl, para elaborar los quesos control (QC). Con otra parte del lote de quesos se sumergieron en la salmuera 60% de NaCl-40% de KCl, siendo los quesos reducidos (QR). Para evitar el posible sabor amargo causado por el KCl, a una fracción del lote de quesos se le adicionó previamente a la cuajada un potencializador de sabor comercial (*Maxarome Select Powder AGGL*, DSM, Holanda) añadido al 0,8% (QPO) y

1,3% (QP1), los cuales fueron después sumergidos en la misma salmuera de 60% de NaCl- 40% de KCl (Tabla 1).

**Tabla 1.** Nomenclatura de los quesos usados en el estudio.

Quesos	Potenciador de sabor	Condiciones de Salado	
		Composición	Tiempo
QC		20% (100% NaCl) 20% (60% NaCl- 40% KCl)	4,5 h
QR		20% (60% NaCl- 40% KCl)	4,5 h
QP0	0,80%	40% KCl) 20% (60% NaCl-	4,5 h
QP1	1,30%	40% KCl)	4,5 h

### 2.2.2. Análisis físico-químicos

Las muestras de queso obtenidas a los días 30 y 60 de maduración fueron analizadas para extracto seco (ES) mediante desecación en estufa a 102 °C hasta peso constante (IDF 4A, 1982). Para la medición de pH de los quesos, se homogenizaron las muestras en proporción 1:1 de queso y agua destilada y se valoró mediante un electrodo de inmersión utilizando un pH-metro (GLP 21 modelo 2001; Crison Instruments SA, Alella). La determinación de aminoácidos libres se realizó mediante el método de Cd-ninhidrina descrito por Folkertsma y Fox (1992) a partir de la fracción de nitrógeno soluble obtenida por el método de Kuchroo y Fox (1982). Para ello se pesaron 30 g de queso en un erlemeyer y se añadió 60 mL de agua destilada. Después se homogenizó con un homogeneizador electromecánico durante 5 min a 5000 rpm. La suspensión de queso obtenida se llevó al baño maría a 40 °C por 1 h con agitación, y se centrifugó a 7000 rpm durante 30 min a 10 °C. La muestra obtenida se filtró con lana de vidrio. A 30 mL del filtrado se le añadió 4 mL de ácido acético (Sigma-Aldrich, España) al 10% (v/v), 3,5 mL de acetato sódico 1 M (Sigma-Aldrich, España) y agua destilada hasta un peso aforado de 50 g, dejando en reposo de 12 h en la nevera. Seguidamente se filtró la solución con filtro Whatman N °1. Los resultados de aminoácidos libres se expresaron como miligramos de Leu por 100 g de queso.

### **2.2.3. Análisis microbiológicos**

Para realizar los análisis microbiológicos se tomaron 10 g de cada queso y se homogenizaron con 90 mL de solución agua de peptona (Oxoid Microbiology Products, Hampshire, Reino Unido), mezclando en un homogeneizador de palas (Stomacher® 400 Circulator, Seward Ltd, West Sussex, Reino Unido) por 2,5 min y un homogeneizador (Pulsifier®, Microgen Bioproducts Ltd, Surrey, Reino Unido) por 1 min. Se realizó el recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales, lactococos y lactobacilos en Plate Count Agar (PCA, Oxoid Microbiology Products), M17 (Oxoid Microbiology Product) y MRS (Oxoid Microbiology Products) con 10% de lactosa (Oxoid Microbiology Products), respectivamente, incubados a 30 °C durante 48 h. El recuento de enterobacterias se realizó con el medio Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA, Oxoid Microbiology Products) incubado por 24 h a 37 °C.

### **2.2.4. Análisis de color**

Se realizó la determinación del color de los quesos con un colorímetro portátil Hunter Lab (MiniScan XETM, Hunter laboratory Inc., Reston, EEUU) a los días 30 y 60 de maduración. La toma de muestras se realizó dividiendo el queso por la mitad y midiendo en 6 puntos distintos de las caras interiores. Se obtuvieron valores según el espacio de color CIE Lab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) donde, el valor de  $L^*$  (luminosidad) varía de 0 a 100, el parámetro  $a^*$  corresponde a la transición del color rojo (valores positivos) a verde (valores negativos) y  $b^*$  la transición del color amarillo (valores positivos) a azul (valores negativos).

### **2.2.5. Análisis de textura**

El análisis de perfil de textura (TPA) se realizó utilizando un texturómetro TA-TX2 Texture Analyser (State Microsystem, Survey, Reino Unido) con una célula de descarga de 245 N y a una velocidad de cabezal de 50 mm/min. A los 30 y 60 días de maduración se tomaron 8 muestras para cada queso, con un corte en forma de cubo con una dimensión de 1,5 cm<sup>3</sup>, comprimiendo los cubos hasta el 50% de deformación de su altura original. Los parámetros mecánicos obtenidos fueron: dureza, adhesividad, fracturabilidad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad.

### **2.2.6. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial se llevó a cabo a los días 30 y 60 de maduración por un grupo de 10 panelistas familiarizados con análisis sensorial de quesos. Los quesos se cortaron en pequeños triángulos debidamente codificados con un número de tres dígitos al azar. Los panelistas evaluaron los resultados de color, olor (intensidad), sabor (amargo, salado, ácido, regusto) y textura (dureza, friabilidad, adhesividad y elasticidad) respecto al queso control en una escala de -3 a 3, donde los valores +/-1 significaban una desviación LIGERA del atributo valorado respecto al control, +/-2 significaban una desviación MODERADA del atributo valorado respecto al control, +/-3 significaban una desviación GRANDE del atributo valorado respecto al control. El panel de catadores también dio su impresión global de las muestras de quesos mediante un test de preferencia-aceptación utilizando una escala hedónica de 9 puntos con notaciones alfanuméricas que iban desde me gusta muchísimo (9) hasta me desagrada muchísimo (1) (Anexo I).

### **2.2.7. Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico se realizó un ANOVA factorial utilizando el procedimiento GLM (Modelos Lineales Generales) de StatSoft, Inc. (2004) STATISTICA (sistema de software de análisis de datos, versión 7, Estados Unidos), tomando los tratamientos de salado y tiempo de maduración como variables. Para determinar si existían diferencias significativas se realizó el test de Duncan con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ . El experimento completo de tratamiento de elaboración de los diferentes tipos de quesos se realizó por duplicado.

## **3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. Determinación de las condiciones de salado**

En la Tabla 2 se muestran las concentraciones de sal en los distintos quesos. El queso sumergido en la salmuera al 100% de Na presentó 6,7 mg de Na/g queso. Los quesos colocados en las salmueras al 60% Na-40% K, 50% Na-50% K y 25% Na-75% K presentaron una reducción de sodio del 51, 54 y 75%, respectivamente, cumpliendo todos ellos con la reglamentación de quesos reducidos. Es por ello, que se seleccionó la salmuera del 60%Na-40%K para evitar los posibles defectos de sabor causados por concentraciones mayores de K.

**Tabla 2.** Concentración de sal de los quesos sumergidos en las distintas salmueras.

Proporción de sal	Sal (mg)/queso (g)		% (Sal en quesos)
	Na (mg/g)	K (mg/g)	% Reducción Na
100 % Na	6,7		
60% Na-40% K	3,3	4,2	51%
50% Na-50% Na	3,1	5,3	54%
25% Na-75% K	1,7	6,7	75%

### 3.2. Quesos reducidos en sal

#### 3.2.1. Análisis físico-químicos

La cantidad de sal de los quesos analizados a los 30 y 60 días de maduración se muestra en la Tabla 3. A los 30 y 60 días de maduración los quesos presentaron una reducción del  $26,3 \pm 1,52\%$  y  $34 \pm 3,60\%$ , respectivamente, respecto al queso control, cumpliendo con la denominación de quesos reducidos (Reglamento 1924/2006).

**Tabla 3.** Cantidad de sal de los quesos a los 30 y 60 días de maduración.

Días	Quesos <sup>1</sup>	Sal (mg)/queso (g)	
		Na (mg/g)	K (mg/g)
30	QC	7,33	
	Q1	5,53	6,47
	QP0	5,40	6,17
	QP1	5,28	6,45
60	QC	8,66	
	Q1	5,37	6,56
	QP0	5,97	7,15
	QP1	5,79	6,91

<sup>1</sup>QC :Queso control, salmuera 100% NaCl); QR: Queso en salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 0,8% de potenciador; QP1: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 1,3% de potenciador.

En la Tabla 4 se muestran los valores de pH de los diferentes quesos durante el tiempo de maduración (30 y 60 días). Como se puede observar, la reducción de sal por sustitución aumentó el pH de los quesos a los 30 días, teniendo el QR un valor más elevado que QC. Resultados similares obtuvieron Ayyash et al. (2011) en queso Mozzarella, observando que los quesos con sustitución parcial de NaCl por KCl mostraron valores de pH más altos en comparación con el control después de 30 días de almacenamiento, atribuyéndolo al mayor pH de la solución de KCl respecto a la solución de NaCl . En el presente estudio no hubo diferencias de pH en los diferentes tipos de queso entre los 30 y 60 días de

maduración, seguramente debido a que la fermentación láctica ya había finalizado a los 30 días.

**Tabla 4.** Valores medios y desviación estándar de pH de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración.

Quesos <sup>1</sup>	Días de maduración							
	30			60				
QC	4,83	±	0,03	Aa	4,82	±	0,01	Aa
QR	4,90	±	0,06	Ab	4,85	±	0,03	Aa
QP0	4,86	±	0,01	Aab	4,87	±	0,06	Aa
QP1	4,86	±	0,02	Aab	4,88	±	0,09	Aa

<sup>1</sup>QC :Queso control, salmuera 100% NaCl; QR: Queso en salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 0,8% de potenciador; QP1: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 1,3% de potenciador.

A-B Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

a-b Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

La reducción de sal ni la adición del potenciador afectó el valor de extracto seco de los quesos (Tabla 5), el cual aumentó con el tiempo de maduración debido a la evaporación del agua bajo la acción de las condiciones de la cámara climática. Según Guinee (2004) este fenómeno es causado por el efecto del NaCl, que migra de la corteza hacia el interior de los quesos durante la maduración y expulsa el agua del queso.

**Tabla 5.** Valores medios y desviación estándar de extracto seco (%) de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración.

Quesos <sup>1</sup>	Días de maduración							
	30			60				
QC	53,09	±	2,03	Aa	57,05	±	0,67	Ba
QR	52,32	±	0,94	Aa	57,19	±	0,72	Ba
QP0	53,02	±	1,63	Aa	57,22	±	0,72	Ba
QP1	52,43	±	0,26	Aa	57,79	±	1,05	Ba

<sup>1</sup>QC :Queso control, salmuera 100% NaCl; QR: Queso en salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 0,8% de potenciador; QP1: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 1,3% de potenciador.

A-B Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

a-b Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

La Tabla 6 muestra el nivel de proteólisis secundaria de los quesos por valoración de aminoácidos libres totales, observándose que la reducción de sal aumentó el valor de aminoácidos, por efecto de las proteasas y péptidasas endógenas y microbianas (Rank et al., 1985).

También Murtaza et al. (2014) observaron que la reducción de sal aumentaba la proteólisis en queso Cheddar, debido a una mayor descomposición de las caseínas por

acción de las proteasas. La baja concentración de sal aumenta la solubilización de la caseína haciendo que la actividad proteolítica se estimule a niveles bajos del NaCl.

El valor de aminoácidos libres en los quesos aumentó con el tiempo, mostrando el valor más elevado en los quesos reducidos en sal con mayor porcentaje de potenciador. Silva et al. (2018) en queso Prato reducido en sodio con potenciadores de sabor exhibieron valores de proteólisis altos en comparación con el control, probablemente debido a la actividad tanto del cuajo y del cultivo iniciador utilizado en el queso.

**Tabla 6.** Valores medios y desviación estándar de los aminoácidos libres (mg Leu/100 g queso) de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración.

Quesos <sup>1</sup>	Días de maduración					
	30		60			
<b>Aminoácidos Libres</b>	QC	4,10	±	0,10 <sup>Aa</sup>	5,15	± 1,16 <sup>Ba</sup>
	QR	4,60	±	0,03 <sup>Ab</sup>	5,74	± 0,80 <sup>Bab</sup>
	QP0	4,83	±	0,06 <sup>Ac</sup>	6,52	± 1,17 <sup>Bbc</sup>
	QP1	4,87	±	0,27 <sup>Ac</sup>	7,18	± 0,48 <sup>Bc</sup>

<sup>1</sup>QC :Queso control, salmuera 100% NaCl; QR: Queso en salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 0,8% de potenciador; QP1: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 1,3% de potenciador.

A-B Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

a-b Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

### 3.2.2. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de todas las muestras de queso se realizó a los 30 y 60 días de maduración (Tabla 7). Se analizaron mesófilos totales, lactobacilos, lacotococos y enterobacterias. No se observaron diferencias significativas en el crecimiento microbiano, mostrando que la reducción de sal de los quesos o la inclusión del potenciador de sabor no alteró la flora microbiana de los quesos. Guinee et al. (2004) describieron que el KCl tiene la misma capacidad que el NaCl para crear presión osmótica y modular la actividad del agua en el queso, lo que podría explicar el mismo crecimiento microbiano. Durante el tiempo de maduración los recuentos de estos grupos microbianos se redujeron, siendo esta reducción significativa ( $P<0,05$ ) en el queso control, pero no en los quesos reducidos en sal.

A los 30 días de maduración se detectaron recuentos de ~2,43 log ufc/g de media en los quesos, pero a los 60 días no se detectaron enterobacterias. Esto podría estar relacionado con la competencia que existente entre las bacterias del fermento utilizado y las enterobacterias.

**Tabla 7.** Valores medios y desviación estándar de los recuentos microbiológicos (log UFC/g) de los quesos semi y curados a los 30 y 60 días de maduración.

Microorganismos	Quesos <sup>1</sup>	Días de maduración		
		30		60
Mesófilos Totales	QC	8,53 ±	0,38 Aa	7,05 ± 0,47 Ba
	QR	8,40 ±	0,81 Aa	7,30 ± 1,27 Aa
	QP0	8,20 ±	0,87 Aa	7,15 ± 1,21 Aa
	QP1	8,18 ±	0,84 Aa	7,53 ± 0,90 Aa
Lactobacilos	QC	8,65 ±	0,29 Aa	7,13 ± 0,32 Ba
	QR	8,40 ±	0,87 Aa	7,08 ± 1,59 Aa
	QP0	8,33 ±	0,72 Aa	7,40 ± 1,04 Aa
	QP1	8,23 ±	0,84 Aa	7,73 ± 0,84 Aa
Lactococos	QC	8,60 ±	0,35 Aa	7,23 ± 0,38 Ba
	QR	8,50 ±	0,75 Aa	7,13 ± 1,42 Aa
	QP0	8,48 ±	0,49 Aa	7,48 ± 0,90 Aa
	QP1	8,48 ±	0,67 Aa	7,60 ± 0,58 Aa
Enterobacterias	QC	2,75 ±	0,17 Ab	ND ± ND
	QR	2,68 ±	0,10 Ab	ND ± ND
	QP0	1,70 ±	0,33 Aa	ND ± ND
	QP1	2,48 ±	0,17 Ab	ND ± ND

<sup>1</sup>QC :Queso control, salmuera 100% NaCl); QR: Queso en salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 0,8% de potenciador; QP1: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 1,3% de potenciador

A-B Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

a-b Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

ND Valor no detectado

### 3.2.3. Análisis de color

En la Tabla 8 se muestran los valores obtenidos para los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración.

A los 30 días de maduración se observó un ligero aumento de la luminosidad ( $L^*$ ) con la reducción de sal, que fue significativo en el queso reducido en sal con la adición del potenciador a la concentración más elevada. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en los parámetros  $a^*$  y  $b^*$ . Gheisari et al. (2014) en queso Blanco observaron que la sustitución de NaCl por KCl no tuvo un efecto significativo sobre los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  en las muestras.

En general, se observó una disminución de  $L^*$  y  $a^*$ , y un incremento de  $b^*$  con el tiempo de maduración. Diezhandino et al. (2016) en queso azul observó que los valores de luminosidad ( $L^*$ ) disminuyeron significativamente ( $P<0,001$ ) durante los primeros dos meses de maduración, y posteriormente se mantuvieron constantes hasta el final de la

maduración. Esto se atribuye a la concentración de los componentes del queso como consecuencia de la deshidratación de los mismos durante la maduración.

A los 60 días de maduración no hubo diferencias significativas de luminosidad entre los quesos, pero sí que se observó un aumento del parámetro  $a^*$  y una disminución de  $b^*$  en los quesos añadidos de potenciador, lo que significa quesos más rojizos y menos amarillentos. El potenciador utilizado presentaba una fuerte coloración amarillenta lo que podría explicar estos resultados. Sin embargo, estas diferencias instrumentales de color no fueron detectadas por los catadores.

**Tabla 8.**Valores medios y desviación estándar de color de los quesos semicurados y curados a los 30 y 60 días de maduración.

Parámetros	Quesos <sup>1</sup>	Días de maduración		
		30	60	
$L^*$	QC	90,67 ± 1,14 <sup>Aa</sup>	90,01 ± 0,81 <sup>Aa</sup>	
	QR	90,87 ± 0,58 <sup>Bab</sup>	89,77 ± 1,24 <sup>Aa</sup>	
	QP0	91,19 ± 1,07 <sup>Bab</sup>	90,38 ± 0,92 <sup>Aa</sup>	
	QP1	91,54 ± 0,55 <sup>Bb</sup>	90,04 ± 0,88 <sup>Aa</sup>	
$a^*$	QC	1,76 ± 0,18 <sup>Ba</sup>	1,42 ± 0,10 <sup>Aa</sup>	
	QR	1,75 ± 0,16 <sup>Ba</sup>	1,42 ± 0,06 <sup>Aa</sup>	
	QP0	1,70 ± 0,26 <sup>Aa</sup>	1,53 ± 0,13 <sup>Ab</sup>	
	QP1	1,74 ± 0,25 <sup>Aa</sup>	1,56 ± 0,15 <sup>Ab</sup>	
$b^*$	QC	14,86 ± 0,72 <sup>Aa</sup>	15,86 ± 0,54 <sup>Bb</sup>	
	QR	15,01 ± 0,53 <sup>Aa</sup>	15,50 ± 0,68 <sup>Aab</sup>	
	QP0	14,38 ± 0,70 <sup>Aa</sup>	15,13 ± 0,87 <sup>Ba</sup>	
	QP1	14,73 ± 0,77 <sup>Aa</sup>	15,18 ± 0,42 <sup>Aa</sup>	

<sup>1</sup>QC :Queso control, salmuera 100% NaCl); QR: Queso en salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 0,8% de potenciador; QP1: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 1,3% de potenciador

A-B Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

a-b Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

### 3.2.4. Análisis de textura

En el análisis del perfil de textura no se observaron diferencias entre los quesos. Costa et al. (2018) tampoco hallaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en el perfil de textura de los quesos Prato con reducción de sodio.

Con el tiempo de maduración se pudo observar un aumento en la dureza de los quesos, correspondiéndose con el incremento de extracto seco (Tabla 5) que conlleva la concentración de proteína (Flourty et al., 2009).

**Tabla 9.** Valores medios y desviación estándar de los parámetros de TPA (análisis de perfil de textura) de los quesos semi y curados a los 30 y 60 días de maduración.

Parámetros	Quesos <sup>1</sup>	Días de maduración			
		30		60	
Dureza (N)	QC	8,29 ±	1,52 Aa	9,53 ±	1,32 Ba
	QR	7,75 ±	0,96 Aa	9,55 ±	0,95 Ba
	QP0	7,81 ±	0,92 Aa	9,31 ±	1,76 Ba
	QP1	7,19 ±	0,51 Aa	9,89 ±	1,26 Ba
Cohesividad (-)	QC	0,46 ±	0,12 Aa	0,53 ±	0,08 Aa
	QR	0,40 ±	0,04 Aa	0,50 ±	0,11 Aa
	QP0	0,45 ±	0,30 Aa	0,48 ±	0,11 Aa
	QP1	0,48 ±	0,03 Aa	0,53 ±	0,13 Aa
Elasticidad (-)	QC	0,40 ±	0,07 Aa	0,39 ±	0,03 Aa
	QR	0,44 ±	0,07 Aa	0,45 ±	0,14 Aa
	QP0	0,40 ±	0,12 Aa	0,43 ±	0,07 Aa
	QP1	0,44 ±	0,08 Aa	0,42 ±	0,03 Aa
Gomosidad (N)	QC	4,26 ±	1,23 Aa	4,53 ±	1,22 Aa
	QR	4,44 ±	0,38 Aa	4,66 ±	1,21 Aa
	QP0	4,79 ±	2,35 Aa	4,38 ±	1,13 Aa
	QP1	4,17 ±	0,26 Aa	5,10 ±	1,35 Aa
Masticabilidad (N)	QC	0,17 ±	0,02 Aa	0,18 ±	0,05 Aa
	QR	0,16 ±	0,02 Aa	0,21 ±	0,08 Aa
	QP0	0,17 ±	0,06 Aa	0,19 ±	0,06 Aa
	QP1	0,19 ±	0,02 Aa	0,21 ±	0,05 Aa
Adhesividad (N × s)	QC	-0,02 ±	0,02 Aa	-0,03 ±	0,04 Aa
	QR	-0,10 ±	0,27 Aa	-0,02 ±	0,02 Aa
	QP0	-0,03 ±	0,02 Aa	-0,02 ±	0,03 Aa
	QP1	-0,01 ±	0,01 Aa	-0,01 ±	0,03 Aa

<sup>1</sup>QC :Queso control, salmuera 100% NaCl); QR: Queso en salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 0,8% de potenciador; QP1: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 1,3% de potenciador

A-B Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente (P<0,05).

a-b Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (P<0,05).

### 3.2.5. Análisis sensorial

En la Tabla 10 se muestran los valores obtenidos en el ensayo sensorial de caracterización de los quesos a los días 30 y 60 de maduración.

**Tabla 10.**Valores medios y desviación estándar de los parámetros sensoriales de los quesos semi y curados a los 30 y 60 días de maduración.

Parámetros	Quesos <sup>1</sup>	Días de maduración			
		30		60	
Color	QC	0,00 ±	0,00 Aa	0,00 ±	0,00 Aa
	QR	-0,19 ±	1,05 Aa	0,06 ±	0,57 Aa

	QP0	-0,31	±	1,09	Aa	-0,31	±	0,79	Aa
	QP1	-0,22	±	0,95	Aa	-0,13	±	0,89	Aa
Olor	QC	0,00	±	0,00	Aa	0,00	±	0,00	Aa
	QR	-0,56	±	1,15	Aa	-0,25	±	0,58	Aa
	QP0	-0,25	±	0,86	Aa	0,19	±	0,91	Aa
	QP1	-0,53	±	1,12	Aa	0,06	±	1,34	Aa
Dureza	QC	0,00	±	0,00	Aa	0,00	±	0,00	Aa
	QR	-0,13	±	0,72	Aa	-0,13	±	0,62	Aa
	QP0	-0,13	±	1,15	Aa	-0,06	±	1,00	Aa
	QP1	0,50	±	1,03	Aa	0,19	±	0,54	Aa
Elasticidad	QC	0,00	±	0,00	Aa	0,00	±	0,00	Aa
	QR	0,08	±	1,13	Aa	0,19	±	0,66	Aa
	QP0	-0,50	±	0,89	Aa	-0,34	±	1,00	Aa
	QP1	-0,47	±	0,99	Aa	-0,59	±	0,92	Aa
Adhesividad	QC	0,00	±	0,00	Aa	0,00	±	0,00	Aa
	QR	-0,09	±	0,64	Aa	-0,13	±	0,89	Aa
	QP0	-0,47	±	1,15	Aa	0,19	±	0,98	Aa
	QP1	-0,09	±	0,69	Aa	0,03	±	0,87	Aa
Friabilidad	QC	0,00	±	0,00	Aa	0,00	±	0,00	Aa
	QR	-0,22	±	0,98	Aa	-0,25	±	0,68	Aa
	QP0	0,06	±	1,61	Aa	-0,16	±	1,09	Aa
	QP1	0,03	±	0,89	Aa	-0,25	±	0,68	Aa
Amargo	QC	0,00	±	0,00	Aa	0,00	±	0,00	Aa
	QR	0,07	±	0,80	Aa	0,13	±	0,81	Aa
	QP0	0,19	±	0,75	Aa	0,19	±	0,91	Aa
	QP1	0,06	±	1,18	Aa	0,25	±	1,18	Aa
Salado	QC	0,00	±	0,00	Ab	0,00	±	0,00	Aa
	QR	-0,67	±	0,82	Aa	-0,25	±	0,86	Aa
	QP0	-0,25	±	0,93	Aab	0,88	±	0,81	Bb
	QP1	-0,34	±	0,98	Aab	0,31	±	1,01	Aa
Acido	QC	0,00	±	0,00	Ab	0,00	±	0,00	Aab
	QR	-0,80	±	1,15	Aa	-0,13	±	0,89	Aa
	QP0	-0,06	±	1,24	Aab	0,63	±	1,09	Ab
	QP1	-0,19	±	1,17	Aab	0,25	±	1,00	Aab
Regusto	QC	0,00	±	0,00	Aa	0,00	0,00	Aa	
	QR	-0,47	±	0,83	Aa	-0,25	±	0,68	Aa
	QP0	0,06	±	1,00	Aa	0,25	±	0,77	Aa
	QP1	0,19	±	1,11	Aa	-0,13	±	0,72	Aa

<sup>1</sup>QC :Queso control, salmuera 100% NaCl); QR: Queso en salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 0,8% de potenciador; QP1: Queso en salmuera 60%-40% añadido de 1,3% de potenciador

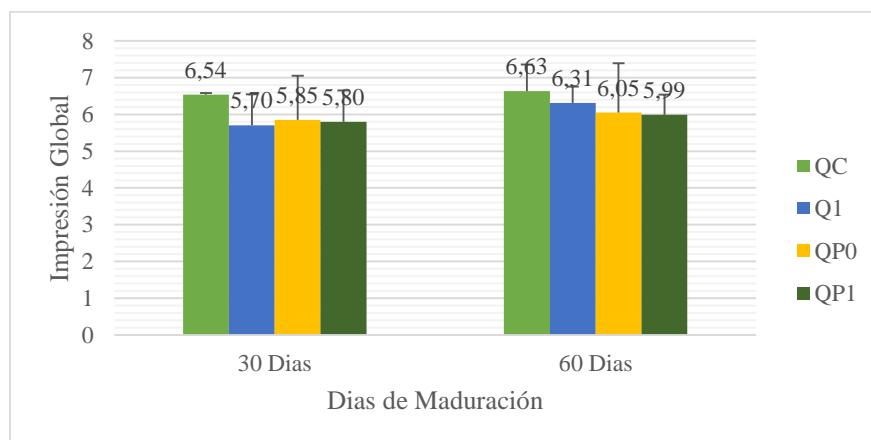
A-B Medias en la misma fila con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

a-b Medias en la misma columna con diferente superíndice difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

Como se puede observar, los catadores no detectaron diferencias en el color de los quesos, mostrando que las pequeñas diferencias encontradas a nivel instrumental (Tabla 8) no son suficientes para ser detectadas por el ojo humano. Los catadores tampoco observaron diferencias con los parámetros textura, coincidiendo con los resultados instrumentales (Tabla 9), olor ni regusto.

En el caso del sabor, a los 30 días se valoraron los quesos reducidos en sal por sustitución como menos salados, aunque las diferencias no llegaron a 1, lo cual se define como diferencia ligera respecto al control. La adición del potenciador aumentó el valor salado y a los 60 días estos quesos presentaron resultados positivos, al contrario del queso QR, el cual presentó valores negativos. Igualmente, las diferencias fueron mínimas, no llegando al valor de 1. Lo mismo ocurrió para el sabor ácido. Por lo tanto, podemos deducir que la sustitución de sodio por potasio provocó una ligera disminución del sabor salado y ácido de los quesos semimaduros; sin embargo, la adición del potenciador fue evidenciada en los quesos maduros, siendo ligeramente los más salados y ácidos.

Como se observa en la Figura 1, el queso que presentó mayor puntuación de aceptación global a los 30 días fue el QC, seguramente debido a que tenía un sabor mínimo a salado y ácido, lo cual hizo que los catadores valoren a los quesos Q1, QP0 y QP1 en la misma escala de preferencia. A los 60 días, la adición del potenciador aumentó la preferencia en los quesos sustituidos, los quesos reducidos en sal por sustitución fueron mejor valorados que a los 30 días, mostrando que cuanto más madura el queso menos afecta la reducción de sal. Las diferencias de valoración entre quesos fueron mínimas.



**Figura 1.** Impresión global de los catadores en el test sensorial de preferencia-aceptación de los quesos. QC: Queso Control; Q1: Queso salmuera 60% NaCl-40% KCl; QP0: Queso con salmuera 60% NaCl-40% KCl añadiendo 0,8% de potenciador; QP1: Queso con salmuera 60% NaCl-40% KCl añadido 1,3% de potenciador.

#### **4. CONCLUSIONES**

Es posible elaborar quesos semimaduros y maduros sin lactosa y reducidos en sal por sustitución con cloruro de potasio con características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales aceptables. Para quesos semimaduros, la adición de potenciador de sabor mejora su aceptabilidad. Sin embargo, la aceptación de los quesos reducidos aumenta con el tiempo de maduración, siendo innecesario, la adición del potenciador de sabor para elaborar quesos reducidos con 60 días de maduración, convirtiéndolos en ligeramente más ácidos y salados, y con menos aceptación.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Agarwal, S., McCoy, D., Graves, W., Gerard, P.D., Clark, S. 2011. Sodium content in retail Cheddar, Mozzarella, and process cheeses varies considerably in the United States. *International Journal of Dairy Science*, 94: 1605-1615.
- Ash, A., Wilbey, A. 2010. The nutritional significance of cheese in the UK diet. *International Journal of Dairy Technology*, 63: 305-319.
- Ayyash, M.M., Shah, N.P. 2011. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 94: 3761-3768.
- Ayyash, M.M., Shah, N.P. 2011. The effect of substituting NaCl for KCl in Nabulsi cheese: chemical composition, total viable count and texture profile. *Journal of Dairy Science*, 94: 2741-2751.
- Brandsma, I. 2006. Reducing sodium. A European perspective attitudes and regulations regarding sodium in foods pose challenges for the food industry. *Food Technology*, 60: 24-29.
- Costa, R.G.B., Alves, R.C., Cruz, A.G., Sobral, D., Teodoro V.A.M., Goncalves, L.C., Paula, J.C.J., Landin, T.B., Elisangela, M.M. 2018. Manufacture of reduced-sodium Coalho cheese by partial replacement of NaCl with KCl. *International Dairy Journal*, 87: 37-43.
- Cruz, A.G., Faria, J.A.F., Pollonio, M.A.R., Bolini, H.M.A., Celeghini, R.M.S., Granato, D., Shah, N.P. 2011. Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. *Trends in Food Science and Technology*, 22: 276-291.
- Diezhandino, I., Fernandez, D., Sacristan, N., Combarros, P., Prito, B., Fresno, J.M. 2016. Rheological, textural, colour and sensory characteristics of a Spanish blue cheese (Valdeón cheese). *International Journal of Dairy Technology*, 65: 1118-1125.
- Felicio, T.L., Esmerino, E.A., Vidal, V.A.S., Cappato, L.P., Garcia, R.K.A., Cavalcanti, R.N., Cruz, A.G. 2016. Physico-chemical changes during storage and sensory acceptance of low sodium probiotic Minas cheese added with arginine. *Food Chemistry*, 196: 628-637.

- Fernandez, M.G., Marset, J.B., Lesmes, I.B., Izquierdo, Q.J., Sala, F.X., Salvado, S.J. 2012. Recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia para la prevención y el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos (conceso FESNAD-SEEDO). Metodología y resumen ejecutivo (I/III). *Nutrición Hospitalaria*, 27: 789-99.
- Floury, J., Camier, B., Rousseau, F., Lopez, C., Tissier, J.P., Famelart, M.F. 2009. Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure–texture relationships. *Food Science and Technology*, 42: 1611-1620.
- Gheisari, H.R., Aminlari, M., Sabbagh, N., Moraveji, M. 2014. Chemical and microbiological changes during ripening of Iranian salt-substituted probiotic white cheese. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 6: 102-115.
- Gomes, A.P., Cruz, A.G., Cadena, R.S., Celeghini, R.M.S., Faria, J.A.F., Bolini, H.A.M. 2011. Effect of sodium reduction on the physicochemical characteristics and sensory acceptance of Minas fresh cheese. *Journal of Dairy Science*, 94: 2701-270.
- Grummer, J., Bobowski, N., Karalus, M., Vickers, Z., Schoenfuss, T. 2013. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 96: 1401-1418.
- Guinee, T.P. 2004. Salting and the role of salt in cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57: 99-109.
- Guinee, T.P., Sutherland.B.J. 2011. Salting of Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 1:595-606.
- IASO. 2012. Overweight and obesity in the UE27. [http://www.iaso.org/site\\_media/uploads/v2PDFforwebsiteEU27.pdf](http://www.iaso.org/site_media/uploads/v2PDFforwebsiteEU27.pdf).
- Mendil, D. 2006. Mineral and trace metal levels in some cheese collected from Turkey. *Food Chemistry*, 96: 532-537.
- Murtaza, M.A., Rehman, S.U., Anjum, F.M., Huma, N., Tarar, O.M., Mueen-ud-Din, G. 2012. Organic acids contents of buffalo milk Cheddar cheese as influenced by accelerated ripening and sodium salt. *Journal Food Biochemistry*, 36: 99-106.
- Organización Mundial de la Salud. 2007. Reducción del consumo de sal en las poblaciones: Informe de un foro de la OMS y una reunión técnica. Consultado el

7 de agosto de 2008. [http://www.who.int/dietphysicalactivity/reducingsaltintake\\_EN.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/reducingsaltintake_EN.pdf).

- Parker, A.M., Watson, R.R. 2017. Lactose Intolerance. *Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease*;16: 205-2011.
- Purdy, J., Armstrong, G. 2007. Dietary salt and the consumer: reported consumption and awareness of associated health risks. *Reducing Salt in Foods*, pp 99-123.
- Ramirez, J.S. 2015. La sal en queso: diversas interacciones. *Revista Científica de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 28:303:316
- Rank, T.C., Grappin, R., Olson, N.F. 1985. Secondary proteolysis of cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*., 68: 801-805.
- Reglamento (CE) nº 1924/2006 del parlamento europeo y del consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos, 404: 9-25.
- Rulikowska, A., Kilcawley, K.N., Doolan, I.A., Gomez, A.M., Nongonierma, A.N., Hannon, J.A., Wilkinson, M.G. 2013. The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. *International Dairy Journal*, 28: 45-55.
- Sihufe, G.A., Zorrilla, S.E., Rubiolo, A.C. 2006. Secondary proteolysis of Fynbos cheese salted with NaCl/KCl brine and ripened at various temperatures. *Food Chemistry*, 96: 297-303.
- Silva, H.A.L., Balthazar, C.F., Esmerino, E.A., Viera, A.H., Cappato, L.P. 2018. Effect of sodium reduction and flavor enhancer addition on probiotic Prato cheese processing. *Journal of Dairy Science*, 99: 247-255.
- Soares, C., Fernando, A.L., Alvarenga, N., Martins, A.P. 2016. Substitution of sodium chloride by potassium chloride in São João cheese of Pico Island. *Dairy Science and Technology*, 96: 637-655.

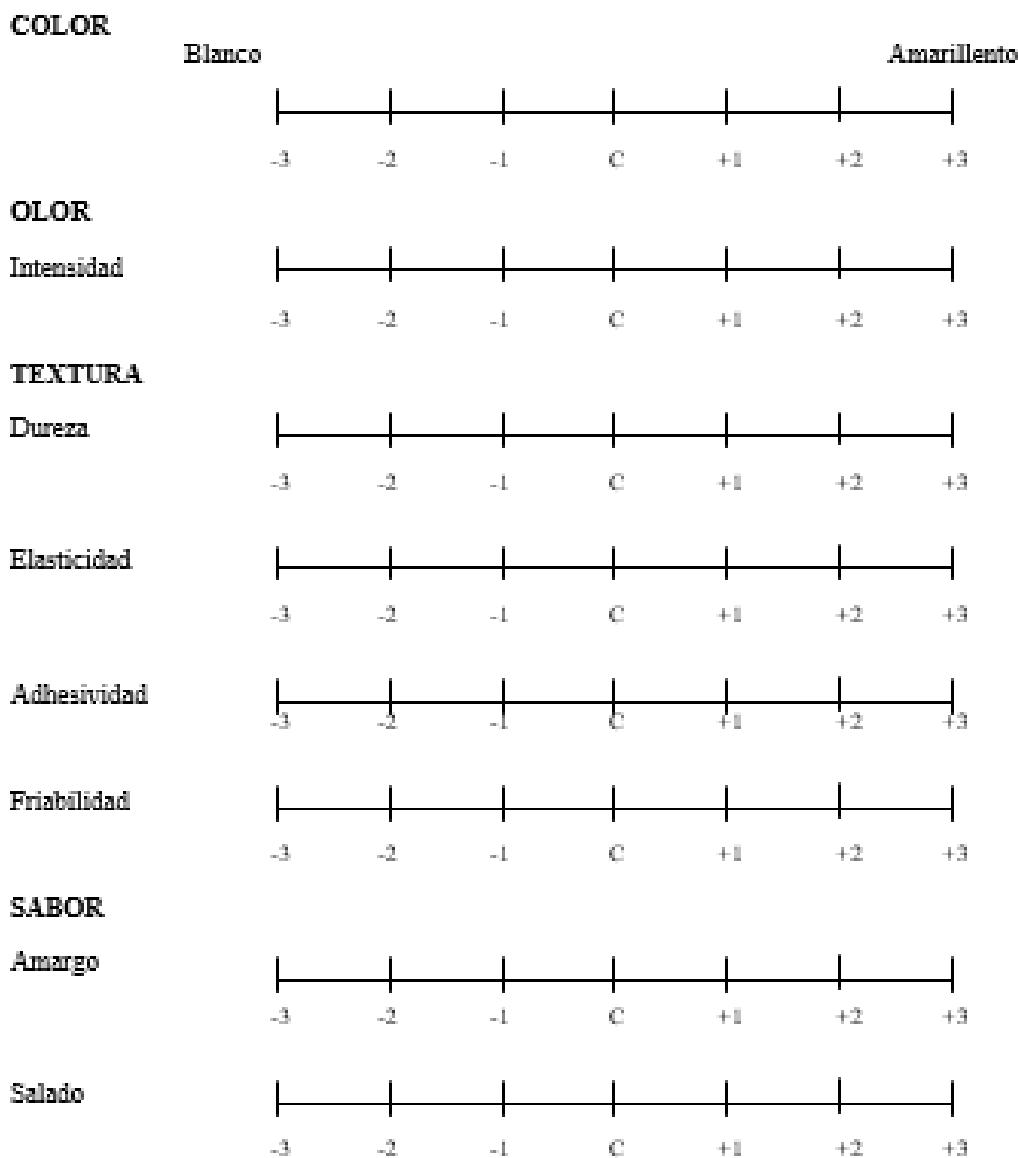
## **6. ANEXOS**

**FECHA:**

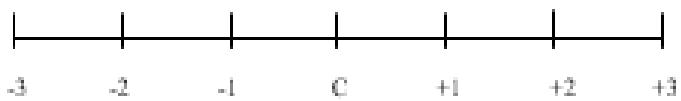
**NOMBRE DEL CATADEOR:**

Cátese atentamente las muestras de queso y señálese la valoración que se considere para cada carácter respecto al control. Teniendo en cuenta:

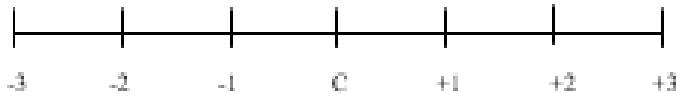
- +/- 1: significa una desviación LIGERA del atributo valorado respecto al control  
+/- 2: significa una desviación MODERADA del atributo valorado respecto al control  
+/- 3: significa una desviación GRANDE del atributo valorado respecto al control



Ácido



Regusto



¿A qué?

Preferencia

- Me gusta muchísimo (9)
- Me gusta mucho (8)
- Me gusta moderadamente (7)
- Me gusta ligeramente (6)
- Ni me gusta ni disgusta (5)
- Me desagrada ligeramente (4)
- Me desagrada moderadamente (3)
- Me desagrada mucho (2)
- Me desagrada muchísimo (1)

Observaciones

¡MUCHAS GRACIAS!