

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA



FACULTAT DE VETERINARIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS

MÁSTER EN CALIDAD DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

Trabajo Final de Máster

**ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD POBLACIONAL DE QUESOS CURADOS
DESLACTOSADOS REDUCIDOS EN SAL**

Adrian Lezcano Armenteros

Directores:

**Dra. Bibiana Juan Godoy
Dr. Antonio José Trujillo Mesa**

**Bellaterra (Barcelona)
2019**

La Dra. Bibiana Juan Godoy profesora agregada y el Dr. Antonio José Trujillo Mesa Catedrático de Universidad, ambos del Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona,

DECLARAN:

Que el trabajo de investigación titulado: **“ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD POBLACIONAL DE QUESOS CURADOS DESLACTOSADOS REDUCIDOS EN SAL”** ha sido realizado bajo su supervisión dentro del módulo Trabajo Fin de Máster, perteneciente al Máster Oficial de Calidad de los Alimentos de Origen Animal de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Y para que así conste, firman el presente documento en:

Bellaterra, julio de 2019

BIBIANA
JUAN
GODOY

Firmado digitalmente por
BIBIANA JUAN GODOY
Nombre de reconocimiento
(DN): c=ES, ou=vegeu https://
www.aoc.cat/CATCert/
Regulacio, sn=JUAN GODOY,
givenName=BIBIANA,
serialNumber=40533775R,
cn=BIBIANA JUAN GODOY
Fecha: 2019.08.22 17:12:36
+02'00'

Dra. Bibiana Juan Godoy

ANTONIO
JOSE
TRUJILLO
MESA

Firmado
digitalmente por
ANTONIO JOSE
TRUJILLO MESA
Fecha: 2019.08.20
02:25:14 +02'00'

Dr. Antonio José Trujillo Mesa

Ans

Adrian Lezcano Armenteros

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, agradecer a la Dra. Bibiana Juan Godoy y al Dr. Antonio José Trujillo, directores de tesis, por todo el apoyo, exigencia, orientación y constancia durante todos estos meses de trabajo y a cada uno de los profesores del máster, por haber aportado un granito de arena a mi formación. En segundo lugar, quiero agradecer a la Facultad de Medicina Veterinaria, de la UAB, por haberme acogido durante este año académico y darme la oportunidad de pertenecer a su grupo de estudiantes en formación.

A mis compañeros de máster, con los que compartí, momentos de alegría, de estrés, de aventuras, de estudio. En especial a Montserrat Pérez, Ariadna Rubio, Matteo Federici, Thamara Dare y Nerea García, por permitirme trabajar y compartir con ellos y a los que considero parte de mi familia.

A mi segunda familia Carlos Alonso, Coralia Hernández y Ana Karla Alonso, por todo el apoyo incondicional en todo momento, por aceptarme como un más en la familia y por permitirme cumplir un sueño. A toda mi familia, mi papa, mi hermana, mis abuelos, que son lo más grande que me ha dado la vida.

A mi novia, confidente, amiga, mi todo, por estar a mi lado, por todo el apoyo, hasta el cansancio, por tu aliento, por tu cariño, por no dejarme caer en los momentos más difíciles,

Y en especial a mi mayor tesoro, el gran amor de mi vida, mi Madre, quien es y será mi mayor inspiración, por la que hoy estoy aquí. Cada paso que doy, cada triunfo que tengo lleva su nombre, A todos y a cada uno de ellos, mis más sinceros agradecimientos.

Listado de Abreviaturas

ANOVA: Análisis de varianza

A_w: Actividad de Agua

CaCl₂: Cloruro de Calcio

MgCl₂: Cloruro de Magnesio

K: Potasio

KCl: Cloruro de potasio

Na: Sodio

NaCl: Cloruro de sodio

QC: Queso control

QR: Queso reducido en sodio

QR+P: Queso reducido en sodio + potenciador de sabor

QS: Queso reducido por sustitución del 40% de Na por K

QS+P: Queso reducido por sustitución del 40% de Na por K + potenciador de sabor

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT..... | 2 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. MATERIALES y MÉTODOS | 8 |
| 2.1. Elaboración de quesos | 8 |
| 2.2. Análisis físico-químico | 9 |
| 2.2.1. Determinación de pH | 9 |
| 2.2.2. Determinación de extracto seco | 9 |
| 2.2.3. Determinación del contenido de NaCl y KCl..... | 9 |
| 2.3. Evaluación sensorial | 10 |
| 2.4. Análisis estadístico | 11 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 12 |
| 3.1. Resultados físico-químicos | 12 |
| 3.2. Resultados análisis sensorial | 14 |
| 4. CONCLUSIONES | 22 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA | 23 |
| 6. ANEXOS..... | 29 |

RESUMEN

La ingesta de sal se ha incrementado en los últimos años, lo que ha influenciado la creciente aparición de trastornos de salud en las personas que la consumen en exceso. Hoy en día es un reto para la industria alimentaria reducir la concentración de sal de sus productos, sin afectar las características físico químicas, así como la calidad sensorial de estos. En este trabajo se evaluó la aceptabilidad y preferencia, por parte de un panel de consumidores, de quesos deslactosados semicurados y curados reducidos en sal. Para cumplir este objetivo se elaboraron quesos reducidos en sal por dos métodos consistentes en la reducción del tiempo de salado en salmuera (queso QR) y en la sustitución de un 40% de NaCl por KCl (queso QS) de la salmuera. También se estudió la adición a los quesos reducidos de un potenciador de sabor a base de extracto de levadura (quesos QR+P y QS+P). Se determinó el pH, los sólidos totales y los niveles de aceptabilidad y preferencia de los quesos por el panel de consumidores a los 30 y 60 días de maduración, valorándose la influencia del género y edad del panel de consumidores sobre la aceptabilidad de los quesos, así como el efecto de adición de un queso control salado convencionalmente (queso QC) en la preferencia de los catadores. Con los métodos utilizados se obtuvo una reducción de sodio entre 29,85 y 26,47% en quesos curados a 30 y 60 días, cumpliendo con el Reglamento Europeo 1924/2006. La reducción de sal no afectó el pH ni el contenido de sólidos totales de los quesos, manteniendo valores similares al QC tanto a los 30 como 60 días de maduración. Durante el test de aceptabilidad, los QR y QS fueron mejor valorados por los consumidores que los quesos con potenciador de sabor (QS+P y QR+P) a los 30 y 60 días de maduración, asociado a la aparición de características negativas como acidez, amargor, sabor picante y textura inadecuada. Al añadir el QC en el test de preferencia, este presentó una mayor valoración respecto a los quesos reducidos (QR y QS) de 60 días de maduración, pero una valoración similar en el caso de los quesos semimaduros de 30 días. Los factores género y edad no influyeron en la aceptabilidad de los quesos reducidos en sodio.

Palabras clave: quesos reducidos en sodio; características sensoriales; panel de consumidores; test de aceptabilidad; test de preferencia.

ABSTRACT

Salt intake has increased in recent years, which has influenced the growing occurrence of health disorders in people who consume it excessively. Nowadays, it is a challenge for the food industry to reduce salt concentration of these products without affecting the physico-chemical characteristics as well as the sensory quality. In this work, the consumer acceptability and preference of deslactosed semi-cured and cured reduced salt cheeses were evaluated. To achieve this objective, reduced salt cheeses were made by two methods based on the reduction in salting time in brine (QR cheese) and in the replacement of 40% NaCl by KCl (QS cheese). The addition of a flavor enhancer (yeast extract) was also studied in reduced salt cheeses (QR and QS cheeses). The pH, total solids and levels of acceptability and preference of cheeses by consumers at 30 and 60 days of ripening were determined. The influence of gender and age on the consumer acceptability of cheeses was also evaluated, as well as the effect of adding a control cheese conventionally salted (QC cheese) on the tasters' preference. With the methods used, a sodium reduction between 29,85 and 26,47% in 30- and 60-days-old ripened cheeses was obtained, complying with European Regulation 1924/2006. The salt reduction did not affect the pH or total solids content of cheeses, maintaining similar values to the QC at 30 and 60 days of ripening. During the acceptability test, QR and QS were better rated by consumers than cheeses with flavor enhancer (QS + P and QR + P) at 30 and 60 days of ripening, associated with the appearance of negative characteristics such as acidity, bitterness, spicy taste and inappropriate texture. When adding QC in the preference test, it presented a higher score with respect to the 60 days ripening reduced cheeses (QR and QS), but a similar score when the cheeses tasted were those with 30 days of ripening. Gender and age factors did not influence the acceptability of reduced sodium cheeses.

Key words: sodium reduced cheeses; sensory characteristics; consumer panel; acceptance test; preference test.

1. INTRODUCCIÓN

La sal (NaCl) se ha utilizado como potenciador del sabor y conservante de muchos alimentos durante siglos (Collinsworth, 2013). El consumo de sal es esencial, ya que interviene en funciones como los potenciales de membranas celulares, en el control de la volemia, desarrollo muscular y neuronal, así como su participación en el control de la presión arterial en el organismo (Romero, 2013).

Hoy en día la mayoría de la población consume sal en exceso, debido a su uso generalizado en una variedad de alimentos; sin embargo, el alto consumo de sal se asocia con la hipertensión (presión arterial alta), un factor de riesgo importante para las enfermedades cardiovasculares y los accidentes cerebrovasculares, principal causa de muerte en el mundo (OMS, 2018).

La Organización Mundial de la Salud ha recomendado reducir el consumo de sodio a 2 g/día (equivalente a 5 g de sal por día), debido a las afecciones que provoca en los consumidores (OMS, 2016). No obstante, en muchos países (España, Portugal, Países del Caribe) debido a la cultura alimentaria de cada región, el consumo habitual es de 9-12 g/día y en otros, como es el caso de México, Argentina y Uzbekistán, hasta de 11 g/día (Argüelles et al., 2018).

Son cada vez más los países que están adoptando medidas para reducir el consumo de sal, pero es preciso intensificar la acción si deseamos aminorar las consecuencias sanitarias de un consumo excesivo de sal, especialmente en los países de ingresos bajos o medianos, donde el riesgo de mortalidad atribuible a la hipertensión arterial es más del doble que en los países de ingresos altos. Para ello es necesario que se lleve a cabo esta acción desde todos los enfoques posibles: reduciendo el contenido de sal en los alimentos tanto a nivel industrial como en las viviendas, o crear conciencia en los ciudadanos, para poder obtener resultados satisfactorios (OPS, 2018). En la alimentación, el 80 % del consumo de sal proviene de alimentos elaborados, ya sea por ser particularmente ricos en sal (platos preparados, carnes y embutidos, fideos instantáneos, quesos, entre otros), o porque suelen consumirse en grandes cantidades (pan y productos de cereales elaborados). También se añade sal a los alimentos durante la cocción (en forma de caldo o cubitos de caldo) o bien en la mesa como la salsa de soja o salsa de pescado (OMS, 2016).

El queso es una de las formas más antiguas de conservación de la leche y su utilización se remonta a 7000 años a.C. (Cruz et al., 2011), siendo uno de los productos más apreciados de nuestra gastronomía. Sin embargo, a pesar de ser una fuente rica en proteínas, lípidos, vitaminas

y otros nutrientes esenciales, es uno de los alimentos con mayor concentración de sodio debido al proceso de salado a que se somete (Ash y Wilbey, 2010).

La sal juega un papel fundamental en la regulación de muchos aspectos del queso; junto al pH, la actividad de agua (a_w) y el potencial redox, contribuye a la minimización del deterioro y la prevención del crecimiento de la microbiota alterante y patógena. Por otro lado, y no menos importante, promueve cambios físicos y químicos en el proceso de maduración, regula el crecimiento de organismos deseables, incluyendo las bacterias ácido lácticas, modulando la actividad enzimática para potenciarlo (Ramírez et al., 2017). También influye en el sabor, la textura, formación de la corteza y la vida útil de los mismos, por lo que reducir el porcentaje de sodio, no solo modifica esta serie de características fundamentales, sino que puede afectar sus características sensoriales siendo un producto menos apetecible al consumidor (Cruz et al., 2011; Ramírez et al., 2017; Golín et al., 2018).

En la literatura se han encontrado diferentes estrategias para reducir los niveles de sal en los quesos, que van desde una reducción simple del contenido de sal (Mistry y Kasperson, 1988; Rulikowska et al., 2013; Ganesan et al., 2014), a la sustitución parcial o total de Na por otros minerales (Grummer et al., 2013; Thibaudeau et al., 2015).

Según Guinee y Sutherland (2011), existe una relación ideal de sal en humedad para cada variedad de queso, y los defectos sensoriales pueden percibirse sólo por debajo de ese intervalo, posiblemente debido al crecimiento de bacterias indeseables y/o actividad enzimática no controlada. Por lo tanto, la simple reducción de la sal a niveles que no comprometa la calidad fisicoquímica y sensorial del producto es un enfoque prometedor, como se ha mostrado en distintos quesos como Mozzarella y Cheddar (Ganesan et al., 2014; Mistry & Kasperson, 1988; Rulikowska et al., 2013).

Según el Reglamento Europeo 1924/2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos, para catalogar un queso como bajo en sodio, el aporte no debe exceder los 120 mg en 100 g del producto, y para ser reducido debe contener el 25% menos, comparado con el producto de referencia. Sin embargo, estas limitaciones establecidas en el reglamento europeo pueden en según qué variedades de quesos afectar significativamente sus características sensoriales. En este sentido, la sustitución parcial del NaCl por otras sales, puede ser una alternativa interesante.

La sal puede ser sustituida por otros compuestos como cloruro de potasio (KCl), cloruro de calcio (CaCl_2) o cloruro de magnesio (MgCl_2). Los estudios realizados por sustitución total o parcial del NaCl por CaCl_2 o MgCl_2 han mostrado que la utilización de estas sales modifica negativamente la textura del queso. Autores como Guinee y O'Kennedy (2007), Toelstede y Hofmann (2008), Triviño (2010), Grummer et al. (2013) y McMahon et al. (2014) han determinado que el uso de estas sales como sustitutas del NaCl en las variedades de quesos estudiadas, alteran su textura haciéndolos quebradizos, blandos o cremosos, además de influir en las características organolépticas, aportando un sabor amargo y metálico.

Por otra parte, y debido a la similitud entre los cationes potasio y sodio, se reconoce al KCl como una sal con mejores características para la sustitución de NaCl en el salado del queso (Kaur et al., 2011). Adicionalmente, el potasio tiene un efecto significativo en la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares (Doyle y Glass, 2010).

Gomes et al. (2011), Ayyash et al. (2013), Grummer et al. (2013) y McMahon et al. (2014) han reportado estudios sobre el efecto de la sustitución de NaCl por KCl sobre diferentes variedades de quesos, obteniendo resultados fisicoquímicos y organolépticos positivos, con niveles de sustitución de hasta un 50%. Para superar los problemas de sabores comúnmente atribuibles a la sustitución parcial de NaCl por KCl, se pueden utilizar potenciadores de sabor y bloqueadores de sabor amargo, los cuales se emparejan frecuentemente con KCl en alimentos con bajo contenido de sodio (Brandsma, 2006; Henney et al., 2010).

Los potenciadores de sabor (ácido glutámico, glutamato monosódico, diglutamato de calcio, extracto de levadura, entre otros) son aditivos alimentarios que se utilizan para producir el efecto de la interacción del gusto con el paladar en los quesos bajo en sodio. Son responsables de actuar sobre el sabor umami, lo que abre la oportunidad de producir quesos bajos en sodio con alta intensidad de salinidad, permitiendo a los consumidores percibir un mejor sabor del producto (Desmond, 2006). Los estudios realizados por Silva et al. (2017) mostraron que la adición de potenciadores del sabor (arginina, extracto de levadura y extracto de orégano) en quesos reducidos en sodio, pueden ejercer un efecto positivo sobre los parámetros sensoriales del queso Prato fresco, aumentando su aceptabilidad por parte de los consumidores. Por otra parte, los bloqueadores del sabor amargo son compuestos que bloquean la activación de la proteína G o gustducina en las células receptoras del gusto, y por lo tanto evita la estimulación del nervio del

gusto, siendo utilizados cuando la reducción de sodio se realiza sustituyendo de forma parcial o total por otras sales, como el KCl (McGregor, 2004; Desmond, 2006).

Dentro de las mejoras en las características nutricionales de los quesos también se debe tener en cuenta el incremento de la población intolerante a la lactosa. Los expertos consideran que es difícil conocer la prevalencia real de la enfermedad debido a la inespecificidad de los síntomas y al hecho de que muchas personas afectadas autogestionan su intolerancia sin acudir al médico. Según Silanikove et al. (2015) la prevalencia de la intolerancia a la lactosa la padece más del 70% de la población mundial, la cual varía ampliamente dependiendo principalmente del origen étnico. Los grupos más afectados en poblaciones cosmopolitas son los africanos, indios, americanos y asiáticos (>70% de la población). En Latinoamérica, así como en numerosos países de Asia y África, entre un 50 y un 100% de la población es incapaz de digerir la lactosa, en cambio en otros lugares, esta cifra puede ser de sólo un 3-5%, como en los países del noroeste de Europa. Hoy en día se ha incrementado el número de personas diagnosticadas con intolerancia a la lactosa, lo que justifica la creciente demanda en el mercado de productos libres de lactosa (Di Stefano et al., 2001).

Resulta interesante conocer la actitud, creencias y comportamiento del consumidor frente a los alimentos reducidos en componentes como lactosa o sal que comienzan a ingresar a nuestros mercados, y ofrecen una alternativa de alimentación saludable que permite prevenir o retardar la aparición de ciertas patologías frecuentes en la actualidad. El proceso de selección y compra de un alimento es un fenómeno complejo en el que además de las características sensoriales, los beneficios nutricionales, la imagen, las preferencias familiares y culturales, los hábitos de compra, de calidad y precio, influyen otros aspectos como la actitud del consumidor hacia el producto (Soto et al., 2006). Las propiedades químicas y físicas de los alimentos son percibidas por los consumidores como atributos sensoriales, siendo estos los que influyen en su selección al exteriorizarse como preferencia hacia un determinado alimento y otros factores afectivos que resultan de su experiencia previa acerca del alimento (Valdevenito et al., 2017; Schnettler et al., 2019; Sánchez, 2019). Estudios de opinión-respuesta aplicados a consumidores habituales, sobre su interés de adquirir quesos saludables bajos en sal, han demostrado que la mayoría de los consumidores se inclina por aquellos quesos que no habían sido modificados en su contenido de sal (Velazco y Tárrega; 2011), lo que puede estar asociado al poco hábito de consumo de este tipo de producto. Hoy en día, representa un reto para la industria quesera buscar un equilibrio

para la obtención de un queso reducido en sodio (más saludable), sin afectar sus características y la aceptación del consumidor.

En estudios previos realizados en nuestros laboratorios (Mazaheri, 2018; Palacios, 2018) se han establecido las condiciones específicas para obtener quesos semi curados y curados de pasta prensada no cocida, reducidos en sodio y sin lactosa, estudiándose las características texturales instrumentales, físico químicas y sensoriales por un panel de cata familiarizado con este tipo de queso. Sin embargo, para poder llevar al mercado quesos reducidos en NaCl, es necesario conocer la opinión de los consumidores (población general) ante estos productos. Para ello esta investigación ha tenido como objetivo determinar los niveles de aceptabilidad y preferencia de consumidores habituales de quesos deslactosados semicurados y curados reducidos en sodio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Elaboración de quesos

Los quesos se elaboraron en el Servicio Planta Piloto de Tecnología de los Alimentos (SPTA) de la Universitat Autònoma de Barcelona, siguiendo un protocolo estándar de fabricación de quesos. Se partió de un total de 180 L de leche cruda proveniente de la Granja Can Badó SAT (Santa Agnès de Malanyanes, Barcelona), la cual se almacenó a 4 °C y se añadió 0,5% de β -galactosidasa (Larbus, Madrid) producida a partir de la levadura *Kluyveromyces lactis*, con el objetivo de hidrolizar la lactosa. Las condiciones de tiempo e incubación de la enzima y dosis utilizada se estudiaron previamente para obtener una leche con una concentración de lactosa de <10 mg/L. Después de 24 h a 4 °C, la leche se pasteurizó a 72 °C durante 15 s en un pasteurizador de placas (Garvia SA, Barcelona). Posteriormente, la leche depositada en la cuba de quesería fue atemperada hasta alcanzar 32 °C, donde se añadió un 2% de fermento láctico a partir de *Lactococcus lactis* spp. *lactis* y *Lactococcus lactis* spp. *cremoris* (CHOOZIT MA 11 LYO 50 DCU, Larbus). Seguidamente se adicionó 0,01% de CaCl₂ al 35% (Laboratorios Arroyo, Santander) y 0,03% de cuajo bovino (actividad coagulante 1:10.000, >70% quimosina, Laboratorios Arroyo).

El proceso de coagulación se realizó durante 45 min a 32 °C, procediendo después al corte hasta alcanzar cubos de aproximadamente 1 cm, manteniéndolos a 36 °C durante 10 min antes del desuerado. Siguiendo el proceso, se realizó el moldeado de la cuajada utilizando moldes plásticos de 1,2 kg y el prensado mediante un mecanismo de presión creciente (0,5 min a 0,5 kPa, 1 h a 1 kPa, 2 h a 2 kPa y 3 h a 3 kPa), utilizando una prensa vertical de acero inoxidable (Garvia SA).

Los potenciadores de sabor Maxarome® (Select Powder AGGL, DSM, Heerlen, Holanda) y Carinarome® (Carinsa, Barcelona), se adicionaron al 0,8 y 0,1% en los quesos reducidos y sustituidos respectivamente, mezclándolos con la cuajada antes del moldeado, concentraciones y condiciones de uso que se tomaron como referencia de los estudios previos realizados por Mazaheri (2018) y Palacios (2018).

2.1.1 Condiciones de salado

Las condiciones de salado se establecieron a partir de estudios anteriores (Mazaheri, 2018; Palacios, 2018). Para los quesos elaborados mediante reducción de sal (QR) se utilizó una salmuera al 20% de NaCl y se sumergieron durante 2 h y 15 min, mientras que los quesos control (QC) se mantuvieron durante 4 h y 30 min (Mazaheri, 2018). Los quesos elaborados mediante sustitución parcial de NaCl por KCl (QS) se sumergieron en una salmuera con una concentración al 20% (60%NaCl y 40% KCl) durante 4 h y 30 min (Palacios, 2018). Los quesos se maduraron en cámara de maduración a una temperatura de 12 °C y una humedad relativa de 80-85% durante 30 (semicurados) y 60 días (curados). Las sales utilizadas en este estudio (NaCl y KCl) procedieron de Sal Costa, S.A. (Barcelona) y KALI (GmgH, Kasel, Alemania), respectivamente. En la Tabla 1 se recogen las denominaciones de los quesos utilizados para este estudio y las condiciones de salado utilizadas.

Tabla 1. Denominación de quesos y condiciones de salado utilizados en este estudio.

| Condiciones de salado | | | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| Quesos | Potenciadores de sabor | Composición | Tiempo |
| QC | - | 20% NaCl | 4 h y 30 min |
| QR | - | 20% NaCl | 2 h y 15 min |
| QS | - | 20% (60% NaCl/40% KCl) | 4 h y 30 min |
| QS+P | 0,8% | 20% (60% NaCl/40% KCl) | 4 h y 30 min |
| QR+P | 0,1% | 20% NaCl | 2 h y 15 min |

QC: quesos control; QR: quesos reducidos en NaCl; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl; QS+P: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl + potenciador (Maxarome®); QR+P: quesos reducidos en NaCl + potenciador (Carinarome®).

2.2 Análisis físico-químicos

El pH de los quesos se determinó por duplicado utilizando un pH-metro (GLP 21 modelo 2001; Crison Instruments SA, Alella) en un homogeneizado de queso/agua destilada (1:1 m/m). El porcentaje de sólidos totales se obtuvo mediante desecación en estufa a 102 °C hasta obtener peso constante (IDF, 2004). Estos análisis se realizaron por triplicado.

Los contenidos de sodio y potasio se determinaron mediante espectrometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-EOS) de Perkin-Elmer Corp. (modelo Optima 4300DV, Norwalk, CT, USA). Previamente las muestras fueron digeridas en un digestor cerrado

de microondas (Milestone, modelo Ultrawave, Sorisole (BG), Italia) equipado con 12 recipientes de teflón para mineralizar 0,50 g de cada muestra de queso, a la que se añadieron 5,0 ml de ácido nítrico ultrapuro al 70%, digestión que se realizó a 240 °C durante 20 min. La solución de muestra digerida se filtró a través de un filtro de membrana (tamaño de poro 0,45 µm) y se llevó con agua Milli-Q hasta un peso exacto de 50 g. Las muestras de calibración se prepararon a partir de soluciones estándar de elemento único (Spectrascan-Teknolab A/S-Norway) las cuales se diluyeron con ácido nítrico ultrapuro al 10% a concentraciones en un intervalo entre 2 y 120 ppm para Na, y entre 1 y 60 ppm para K.

La configuración del instrumento y las condiciones experimentales generales utilizadas fueron las siguientes: Cámara premezcla: Scott; Nebulizador: Cross flow; Inyector: Alumina 2 mm ID; Flujo de gas de plasma: 15 L/min; Flujo de gas auxiliar: 0,2 L/min; Flujo de gas del nebulizador: 0,75 L/min; RF power (W): 1300; Longitud onda Na (nm): 589,592; Longitud onda K (nm): 766,490.

Los resultados tanto para el contenido de Na y K se expresaron en mg/g de queso.

2.3 Análisis sensorial

Para determinar los niveles de aceptabilidad y preferencia de los quesos, se realizaron catas a 95 y 88 consumidores habituales de queso, para los quesos semicurados (30 días) y curados (60 días), respectivamente. Los catadores participantes fueron de ambos sexos (35-36 hombres y 53-59 mujeres) y con edades comprendidas entre 18 y 65 años. El análisis sensorial se realizó en horarios intermedios entre el desayuno y la comida, evitando la interferencia del consumo de otros alimentos en los resultados.

Las muestras de queso se cortaron en cuñas y se colocaron en platos blancos codificados con números de 3 dígitos al azar. Para neutralizar las propiedades sensoriales de los quesos se proporcionó pan y agua a los panelistas.

Para conocer el nivel de aceptabilidad de los quesos, los catadores clasificaron cada uno de los quesos de manera separada en escalas hedónicas de 9 puntos, donde 1 = me disgusta muchísimo y 9 = me gusta muchísimo (Anexo 1). Además de señalar el grado de aceptabilidad, los panelistas determinaron aquellos puntos fuertes y débiles que fueron capaces de detectar en cada uno de los quesos (Anexo 2). Para conocer el nivel de preferencia también se introdujo un queso

control salado de manera convencional, y los catadores clasificaron los quesos en una misma escala hedónica de 9 puntos (Anexo 1).

2.4 Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA factorial, utilizando StatSoft, Inc. (2007) STATISTICA (sistema de software de análisis de datos, versión 7, Oklahoma, Estados Unidos), usando como factores los niveles de aceptabilidad y preferencia de los distintos quesos. Por otro lado, las medias de los niveles de aceptabilidad y preferencia, así como las de los grupos de género y edad, se compararon mediante un test Duncan con un nivel de $P \leq 0,05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis físico-químicos

En la Tabla 2 se muestran los valores de pH de los diferentes quesos a los 30 y 60 días de maduración. Como se puede observar, todas las variantes de quesos reducidos presentaron valores de pH similares a los quesos control, tanto a los 30 como 60 días de maduración, y tampoco se percibieron diferencias de los valores de pH con el tiempo de maduración. Estos resultados muestran que la reducción de sal, por los dos métodos utilizados, no afectó la actividad glicolítica de las bacterias lácticas empleadas como fermento, produciéndose un descenso del pH similar en todos los quesos, debido al metabolismo de la lactosa en ácido láctico. Por otra parte, la similitud del pH de los quesos a los 30 y 60 días podría estar asociado a que, durante el aumento de los días de maduración, los fermentos no incrementaron el proceso de acidificación en los quesos, posiblemente contrarrestado por la formación de componentes básicos procedentes de la proteólisis, que provocó que el pH mantuviera valores similares durante el último mes de maduración.

Ayyash y Shah (2011a), Ganesan et al. (2014) y Sihufe et al. (2017) estudiaron el efecto de la reducción de sal (25-65% de reducción) en quesos Cheddar, Mozzarella y Tybo, respectivamente, no observando diferencias estadísticas en los valores de pH entre los quesos reducidos y los quesos control. Mazaheri (2018) tampoco apreció diferencias significativas de pH en quesos con características similares a las del presente estudio tanto por la reducción de sodio en un 22,5%, como en el tiempo de maduración.

Los quesos reducidos por sustitución parcial del 40% de NaCl por KCl mantuvieron los mismos valores de pH que el queso control, tanto a los 30 como a los 60 días de maduración. Resultados similares apreciaron Gomes et al. (2011) durante un estudio de reducción de sal en queso Minas fresco por sustitución parcial con KCl (25, 50 y 75%), en el cual no se observó diferencias significativas respecto al control de los valores de pH en ninguna de las variantes de sustitución. Sin embargo, otros autores han descrito variaciones en el pH de estos tipos de quesos respecto a sus homólogos salados de manera convencional. Así, Triviño (2010), Ayyash et al. (2011b) y Sotomayor (2018) encontraron que los valores de pH aumentaron en quesos Gouda semidesnatado, Nabulsi y queso tipo Manchego, respectivamente, con valores de sustitución entre un 40 y 75%, atribuyéndolo al mayor pH de la salmuera de KCl respecto a la de NaCl.

Tabla 2. Valores de pH de los quesos reducidos en sal y queso control a los 30 y 60 días de maduración.

| Quesos | Días de Maduración | |
|--------|--------------------|-----|
| | 30 | 60 |
| QC | 5,0 | 5,0 |
| QR | 5,0 | 5,0 |
| QS | 4,9 | 4,9 |
| QS+P | 4,9 | - |
| QR+P | - | 5,1 |

QC: quesos control; QR: quesos reducidos en NaCl; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de Na por K; QS+P: quesos reducidos por sustitución del 40 % de Na por K + potenciador Maxarome® y QR+P: quesos reducidos + potenciador Carinarome®.

La Tabla 3 muestra los valores de sólidos totales obtenidos en los quesos reducidos en sodio a los 30 y 60 días de maduración. Como se puede observar, la reducción de sal en las diferentes estrategias no afectó la concentración de sólidos totales con respecto al queso control. Resultados similares apreciaron Ganesan et al. (2014) durante un estudio de reducción de sal entre un 25 y 60% en quesos Mozzarella y Cheddar. Tampoco observaron diferencias significativas en los valores de sólidos totales con respecto al control en los trabajos realizados por sustitución parcial de NaCl por KCl (25-75%) en queso Mozzarella (Ayyash y Shah, 2011a; Thibaudeau et al., 2015), queso Nabulsi (Ayyash y Shah, 2011b), en queso Prato (Costa et al., 2018a) y en queso Coalho (Costa et al., 2018b).

En nuestro estudio, los sólidos totales aumentaron de los 30 a 60 días de maduración en todos los tipos de quesos, debido fundamentalmente al proceso de evaporación del contenido de agua de los quesos, bajo las condiciones de temperatura y humedad relativa de la cámara de secado.

En la Tabla 4 se muestran las concentraciones de Na y K, así como el % de reducción de sal para cada uno de los quesos a los 30 y 60 días de maduración. Los resultados muestran una reducción en los quesos reducidos y substituidos >25% respecto al QC, incluso en una etapa de maduración de 60 días donde incrementa la cantidad de Na en los quesos debido al proceso de desecación en la cámara, cumpliendo así con el Reglamento 1924/2006 para alimentos reducidos en sodio.

Tabla 3. Sólidos totales (%) de los quesos reducidos en sal y queso control a los 30 y 60 días de maduración.

| Quesos | Días de Maduración | |
|--------|--------------------|-------|
| | 30 | 60 |
| QC | 56,31 | 62,14 |
| QR | 55,77 | 61,64 |
| QS | 55,19 | 59,43 |
| QS+P | 57,88 | - |
| QR+P | - | 64,14 |

QC: quesos control; QR: quesos reducidos en NaCl; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de Na por K; QS+P: quesos reducidos por sustitución del 40% de Na por K + potenciador Maxarome® y QR+P: quesos reducidos + potenciador Carinarome®.

Tabla 4. Concentración de Na y K en quesos reducidos en sodio por sustitución parcial a los 30 y 60 días de maduración.

| Días de Maduración | Quesos | Na (mg/g) | K (mg/g) | Reducción de Na (%) |
|--------------------|--------|-----------|----------|---------------------|
| 30 | QC | 6,7 | - | - |
| | QR | 4,7 | - | 29,85 |
| | QS | 4,8 | 5,9 | 28,36 |
| | QS+P | 4,8 | 6,0 | 28,36 |
| 60 | QC | 6,8 | - | - |
| | QR | 5,0 | - | 26,47 |
| | QS | 5,0 | 6,2 | 26,47 |
| | QR+P | 5,0 | - | 26,47 |

QC: quesos control; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de Na por K; QS+P: quesos reducidos por sustitución del 40% de Na por K + potenciador Maxarome®.

3.2 Análisis Sensorial

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos del nivel aceptabilidad de los quesos reducidos en sal por los consumidores a los 30 y 60 días de maduración, los cuales fueron evaluados de forma independiente. Como podemos apreciar, a los 30 días de maduración los quesos QR y los QS no presentaron diferencias significativas en aceptabilidad, no siendo así para el queso sustituido con KCl enriquecido con potenciador de sabor (QS+P), el cual presentó un valor de aceptabilidad estadísticamente menor ($P < 0,05$) respecto a los otros quesos. Sin embargo, a pesar de no existir diferencias significativas en aceptabilidad sensorial entre QR y QS, podemos señalar que a partir

de la escala hedónica por la que fueron evaluados los quesos, QR tuvieron una mayor aceptabilidad con una media de 7,04 (me gusta moderadamente) comparada con QS con una media de 6,84 (me gusta ligeramente) y QS+P con una media de 5,90 (ni me gusta ni me disgusta).

A los 60 días de maduración, los niveles de aceptabilidad presentaron diferencias significativas para todos los quesos, manteniendo los mismos grados de aceptabilidad de la escala hedónica que en los quesos a los 30 días de maduración. En ambas catas los quesos con adición de potenciador de sabor (QS+P a 30 días y QR+P a 60 días) obtuvieron menor valoración que los QR y QS.

Tabla 5. Valores medios y desviación estándar del nivel de aceptabilidad para los distintos quesos reducidos en sal a los 30 y 60 días de maduración.

| Quesos | Días de Maduración | |
|--------|--------------------------|--------------------------|
| | 30 | 60 |
| QR | 7,04 ± 1,07 ^a | 7,19 ± 1,17 ^a |
| QS | 6,84 ± 1,28 ^a | 6,46 ± 1,44 ^b |
| QS+P | 5,90 ± 1,62 ^b | - |
| QR+P | - | 5,82 ± 1,36 ^c |

QR: quesos reducidos en NaCl; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl; QS+P: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl + potenciador (Maxarome®); QR+P: quesos reducidos en NaCl + potenciador (Carinarome®). Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0,05).

Estos resultados están asociados a las valoraciones emitidas por los catadores que describieron a los QR y QS como quesos con mejores características sensoriales en comparación a los QS+P (30 días) y QR+P (60 días) (Figs. 1 y 2).

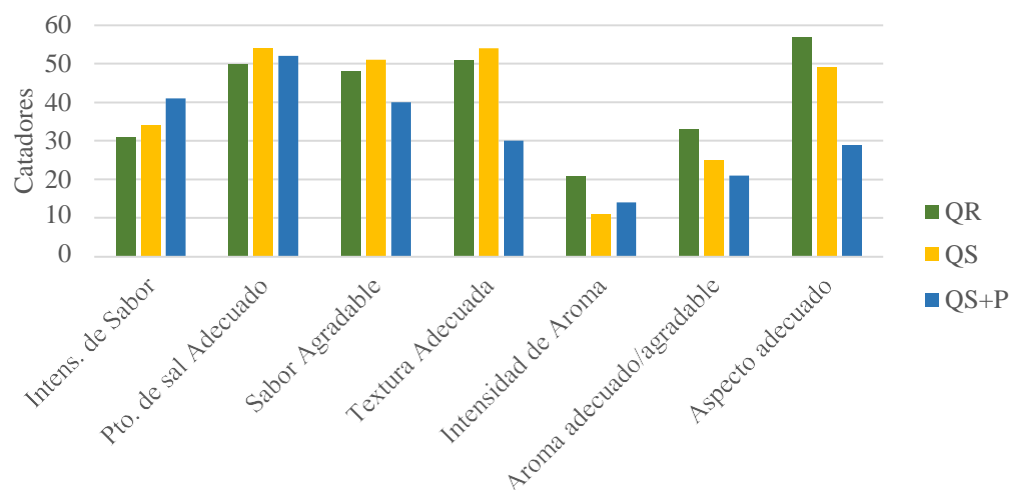


Figura 1. Valoración general de puntos fuertes para cada queso reducido en sodio a los 30 días de maduración (QR: quesos reducidos; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de Na por K y QS+P: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl + potenciador (Maxarome®)).

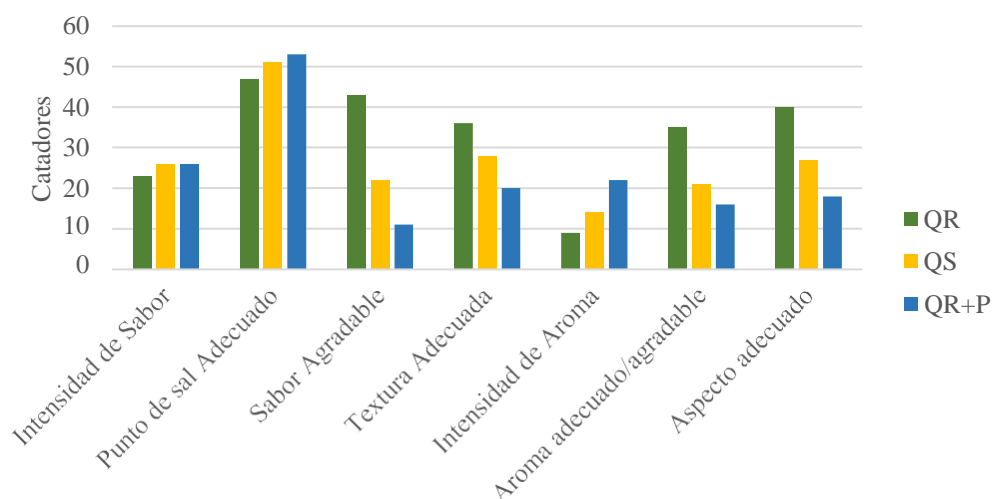


Figura 2. Valoración general de puntos fuertes para cada queso reducido en sodio a los 60 días de maduración (QR: quesos reducidos en sodio; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl y QR+P: quesos reducidos en sodio + potenciador (Carinarome®)).

En la Tabla 6 se muestra la media y desviación estándar del nivel de preferencia de los quesos en estudio, incluyendo un queso control a los 30 y 60 días de maduración, quesos que fueron evaluados por los catadores de manera conjunta en una misma escala hedónica. Como podemos observar a los 30 días, los QC y QR no presentaron diferencias estadísticamente significativas

entre ellos. Resultados similares obtuvieron Wyatt (1983) y Karahadian y Lindsay (1984) evaluando el nivel de aceptabilidad de quesos Cottage y Cheddar reducidos en un 35 y 45-50% de NaCl, respectivamente, observando que los niveles de reducción no influyeron en el grado de preferencia de los consumidores con respecto a los QC. En otro trabajo donde se estudió el grado de preferencia de los consumidores en quesos campesinos desnatados y semidesnatados reducidos en sodio, encontraron que los quesos reducidos hasta un 50% no presentaron diferencias sensoriales respecto al QC. Sin embargo, los quesos con un porcentaje de reducción superior (60-70%) presentaron menor preferencia durante la cata (Villamil et al., 2015).

Tampoco se observaron diferencias estadísticas a los 30 días de maduración entre QC y QS, obteniendo un grado de preferencia correspondiente a “me gusta ligeramente”. Gomes et al. (2011) determinaron el efecto de la reducción de sodio por sustitución parcial con KCl a diferentes concentraciones de sustitución (25, 50 y 75%) en queso fresco de Minas durante 21 días de almacenamiento, mostrando que los quesos sustituidos parcialmente hasta un 25% con KCl presentaron puntuaciones similares al QC sin substituir en cuanto a las características sensoriales, no siendo así para los quesos con sustitución de más del 50% de NaCl, los cuales presentaron puntuaciones más bajas relacionadas con la aparición de sabor amargo.

Los resultados obtenidos para los QS+P en el análisis sensorial difirieron estadísticamente de las otras variantes de quesos, ya que los catadores identificaron a los quesos enriquecidos con potenciador de sabor como el de menor preferencia durante la cata, manteniendo la misma valoración que en el grado de aceptabilidad. Estos resultados pueden estar asociados a la presencia de sabores extraño, picante, amargo y ácido, tal y como lo describieron los consumidores en la prueba de aceptabilidad de los quesos. Grummer et al. (2013) realizaron un estudio de sustitución del 40% de NaCl por KCl en queso Cheddar, agregando un potenciador de sabor a base de un hidrolizado de proteína vegetal y extracto de levadura a la cuajada después del desuerado, obteniendo resultados contradictorios sobre la inclusión de este potenciador de sabor ya que para algunos de los consumidores modificó de forma positiva su juicio sobre el sabor de los quesos, mientras que para otros resultó en una reducción significativa de la aceptabilidad por el sabor.

A los 60 días de maduración el QC aumentó en preferencia en la escala hedónica (me gusta moderadamente), con respecto a las otras variantes de quesos los cuales mantuvieron el mismo nivel de preferencia para los consumidores que a los 30 días. Resultados similares presenciaron

Gomes et al. (2011) durante un estudio del efecto de la sustitución parcial (25, 50 y 75%) de NaCl por KCl en quesos Minas, observando que a los 21 días de maduración el QC (100% NaCl) incrementó el nivel de preferencia en la prueba de consumidores con respecto a los quesos reducidos en sal. Nuestros resultados pueden estar asociados a la influencia que ejerce el sodio incrementando la intensidad de sabor en los quesos durante el tiempo de maduración. Van Hekken et al. (2017) refieren que los consumidores utilizan la salinidad como un atributo de sabor definitorio que influye en la aceptabilidad y preferencia de los quesos.

Tabla 6. Valores medios y desviación estándar del grado de preferencia para los distintos quesos reducidos en sodio en 30 y 60 días de maduración.

| Quesos | Días de Maduración | |
|--------|----------------------|-------------------|
| | 30 | 60 |
| QC | $6,49 \pm 1,66^a$ | $7,22 \pm 1,31^a$ |
| QR | $6,28 \pm 1,57^a$ | $6,61 \pm 1,18^b$ |
| QS | $6,09 \pm 1,73^{ab}$ | $6,22 \pm 1,31^b$ |
| QS+P | $5,56 \pm 1,65^b$ | - |
| QR+P | - | $5,60 \pm 1,59^c$ |

QC: quesos control; QR: quesos reducidos; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl; QS+P: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl + potenciador (Maxarome®); QR+P: quesos reducidos + potenciador (Carinarome®). Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

En la Tabla 7 se presenta el análisis comparativo entre el nivel de aceptabilidad y el grado de preferencia de los consumidores de los quesos reducidos en sal. Los resultados muestran que todos los quesos obtuvieron valoraciones inferiores en la prueba de preferencia en comparación a la de aceptación. En concreto, en los QR y QS existieron diferencias significativas entre los niveles de aceptabilidad y preferencia de los quesos por parte de los consumidores, tanto a los 30 como a los 60 días de maduración, lo que podría estar asociado a la inclusión del QC en la escala hedónica de preferencia, que presentó una mayor valoración sobre las otras variantes de quesos. Sin embargo, en cuanto a los resultados para los QS+P a los 30 días y QR+P a los 60 días de maduración, no hubo diferencias estadísticas significativas, lo que refiere que los quesos adicionados con potenciador de sabor obtuvieron una valoración similar en la escala hedónica tanto en aceptabilidad como en preferencia (ni me gusta ni me disgusta).

Tabla 7. Valores medios y desviación estándar de aceptabilidad y preferencia de los quesos reducidos en sodio a los 30 y 60 días de maduración.

| Quesos | Prueba Sensorial | Días de Maduración | |
|--------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 30 | 60 |
| QR | A | 7,04 ± 1,07 ^a | 7,19 ± 1,17 ^a |
| | P | 6,28 ± 1,57 ^b | 6,61 ± 1,18 ^b |
| QS | A | 6,84 ± 1,28 ^a | 6,96 ± 1,44 ^a |
| | P | 6,09 ± 1,73 ^b | 6,12 ± 1,31 ^b |
| QS+P | A | 5,90 ± 1,62 ^a | - |
| | P | 5,56 ± 1,65 ^a | - |
| QR+P | A | - | 5,83 ± 1,36 ^a |
| | P | - | 5,60 ± 1,56 ^a |

QR: quesos reducidos; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl; QS+P: quesos reducidos por sustitución del 40% de NaCl por KCl + potenciador (Maxarome®); QR+P: quesos reducidos + potenciador (Carinarome®). A: aceptabilidad; B: preferencia. Medias con letras diferentes en la misma columna para cada queso difieren estadísticamente (P<0,05).

La Tabla 8 muestra los resultados del grado de aceptabilidad para cada uno de los quesos según el sexo de los consumidores, no observándose diferencias significativas entre mujeres (M) y hombres (H) para ninguna de las variantes de los quesos tanto a los 30 días como a los 60 días de maduración, aunque el valor medio de aceptabilidad en las mujeres fue superior al de los hombres durante la cata de todos los quesos.

No se dispone de referencias bibliográficas sobre quesos reducidos en Na y el efecto del género de los consumidores sobre el grado de aceptabilidad, pero otros autores han reflejado resultados asociados a la reducción de sal en otros alimentos y la influencia del género como factor en estudio. Hayes et al. (2010) evaluaron el efecto de la sal sobre el sabor y el nivel de aceptabilidad en el consumo de caldos de pollo y tomate con varias concentraciones de sal, no observando diferencias significativas entre los grupos evaluados (45 hombres y 42 mujeres), aunque las mujeres reportaron una mayor aceptabilidad en la escala hedónica por la sensación poco salada de los caldos reducidos en sodio, en comparación con el sexo masculino. Otros resultados similares obtuvieron Antúnez et al. (2019) realizaron un estudio de heterogeneidad de consumidores hacia la reducción de sal en arroz blanco (10 al 100% de reducción) con 156 panelistas (65 mujeres y 35 hombres), no observando diferencias significativas entre los grupos en término de género, tanto para los grados de aceptación hasta un 50% de reducción, como para la aparición de rechazo con más del 50% de reducción de sal.

Tabla 8. Valores medios y desviación estándar del grado de aceptabilidad de los quesos según sexo de los consumidores a los 30 y 60 días de maduración.

| Quesos | Sexo | Días de Maduración | |
|--------|------|--------------------------|--------------------------|
| | | 30 | 60 |
| QR | M | 7,10 ± 1,03 ^a | 7,24 ± 1,23 ^a |
| | H | 6,94 ± 1,14 ^a | 7,11 ± 1,08 ^a |
| QS | M | 6,93 ± 1,31 ^a | 6,60 ± 1,33 ^a |
| | H | 6,69 ± 1,23 ^a | 6,37 ± 1,52 ^a |
| QS+P | M | 6,08 ± 1,73 ^a | - |
| | H | 5,61 ± 1,38 ^a | - |
| QR+P | M | - | 5,88 ± 1,43 ^a |
| | H | - | 5,74 ± 1,24 ^a |

QR: quesos reducidos; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de Na por K; QS+P: quesos sustituidos + potenciador (Maxarome®); QR+P: quesos reducidos + potenciador (Carinarome®). M: mujer; H: hombre. Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

En la Tabla 9 se presenta el grado de aceptabilidad de los quesos reducidos en sal entre los dos grupos de edades estudiados (≤ 30 años y > 30 años). Como podemos observar los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas entre los dos grupos de edades evaluados para ninguno de los quesos del estudio. Se ha de mencionar que, aunque no se observaron diferencias significativas entre los grupos de edad, el grupo de catadores mayores de 30 años otorgó valores de aceptabilidad mayores en la mayoría de los quesos, con respecto al grupo de consumidores menores de 30 años.

En la bibliografía disponible, se ha utilizado el factor edad para clasificar a los grupos de consumidores durante el desarrollo de la investigación, sin embargo, no existen estudios comparativos entre grupos de edades sobre la aceptabilidad de quesos tanto convencionales como reducidos, aunque algunos autores han encontrado en otros grupos de alimentos reducidos en sal, que el factor edad puede influir para el nivel de aceptabilidad de los consumidores. Así, en un estudio realizado por Conroy et al. (2018) dónde se evaluó el impacto en las propiedades físicas y sensoriales de salchichas de desayuno irlandesas tradicionales reducidas en sal y grasa en la aceptación poblacional con diferentes intervalos de edad (18-40, 41-65, >65 años), observaron diferencias significativas entre los grupos, presentando la reducción de sal mayor aceptabilidad en el grupo de consumidores entre 41 y 65 años, y una menor valoración por el grupo mayor a 65 años de edad, los cuales encontraron ausencia de sabor en las salchichas reducidas en sal.

Tabla 9. Valores medios y desviación estándar del grado de aceptabilidad de los quesos reducidos en sal según la edad de los consumidores.

| Quesos | Edad (años) | Días de Maduración | |
|--------|-------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 30 | 60 |
| QR | ≤ 30 | 6,98 ± 1,07 ^a | 7,23 ± 1,28 ^a |
| | > 30 | 7,12 ± 1,06 ^a | 7,44 ± 1,03 ^a |
| QS | ≤ 30 | 6,73 ± 1,32 ^a | 6,42 ± 1,62 ^a |
| | > 30 | 6,93 ± 1,34 ^a | 6,61 ± 1,28 ^a |
| QS+P | ≤ 30 | 5,71 ± 1,63 ^a | - |
| | > 30 | 6,01 ± 1,59 ^a | - |
| QR+P | ≤ 30 | - | 5,82 ± 1,37 ^a |
| | > 30 | - | 5,82 ± 1,36 ^a |

QR: quesos reducidos; QS: quesos reducidos por sustitución del 40% de Na por K; QS+P: quesos sustituidos + potenciador (Maxarome®); QR+P: quesos reducidos + potenciador (Carinarome®). Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0,05).

4. CONCLUSIONES

La disminución a la mitad del tiempo convencional de salado en salmuera (20% NaCl), o la sustitución parcial del 40% de NaCl por KCl de la salmuera en la elaboración de quesos (leche deslactosada, coagulación enzimática y pasta prensada no cocida), produce una reducción de sodio entre 29,85 y 26,47% en quesos de 30 y 60 días de maduración con una buena aceptabilidad sensorial por parte de un panel de consumidores (35-36 hombres y 53-59 mujeres, 18-65 años) habituales de este producto, sin afectar los valores de pH ni sólidos totales de los quesos. Por el contrario, la inclusión de un potenciador de sabor a base de extracto de levadura en los quesos reducidos en sodio no mejora las características sensoriales de estos, afectando de forma negativa la aceptabilidad y preferencia de los quesos tanto a los 30 como a los 60 días de maduración. El género y la edad de los consumidores son factores que no influyen en la aceptabilidad ni preferencia de los quesos reducidos en sal. Durante la prueba sensorial de preferencia, donde se incluyó un QC (sin reducción del contenido de sal) y se comparó con los quesos reducidos en sodio, el panel de consumidores valoró los quesos reducidos en sal (QR y QS) madurados de 60 días con una valoración significativamente inferior respecto al QC, no detectándose diferencias significativas cuando estos mismos quesos fueron madurados por un periodo de 30 días. El análisis estadístico entre el nivel de aceptabilidad y el grado de preferencia de los quesos muestra que los catadores otorgan valoraciones significativamente superiores a los quesos reducidos en sodio (QR y QS) en el test de preferencia respecto al test de aceptación, posiblemente por la introducción del QC en el test de preferencia, hecho que no ocurre en los quesos adicionados del potenciador del sabor. Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que la reducción de sal por ambos métodos en quesos deslactosados semicurados y curados, es una alternativa para la industria quesera que permite la elaboración de quesos más saludables y sensorialmente aceptables, sin afectar sus características físico-químicas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Antúnez, L., Giménez, A., Alcaire, A., Vidal, F., Ares, G. 2019. Consumers' heterogeneity towards salt reduction: Insights from a case study with white rice. *Food Research International*, 121: 48–56.
- Argüelles, J., Nuñez, P., Perillan, C. 2018. Excessive consumption of salt and hypertension: Impact for public health. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*, 9 (1): 119–128.
- 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. 2011a. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low moisture Mozzarella Chesse. *Journal Dairy Science*, 94: 3761–3768.
- Ayyash, M.M., Shah, N.P. 2011b. The effect of substituting NaCl with KCl on Nabulsi chesse: Chemical composition, total viable count, and texture profile. *Journal of Dairy Science*, 94: 2741–2751.
- Ayyash, M.M., Sherkat, F., Shah, N.P. 2013. The effect of NaCl substitution with KCl on proteinase activities of cell-free extract and cell-free supernatant at different pH levels and salt concentrations: *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*. *Journal of Dairy Science*, 96: 40–49.
- Brandsma, I. 2006. Reducing sodium: A European perspective. *Food Technology*, 60: 24–29.
- Collinsworth, L. 2013. Consumer Evaluation of low sodium Mozzarella Cheese and Development of a Novel Method for Evaluating Emotions. Final work of master. California Polytechnic State University, EUA.
- Conroy, P.M., O'Sullivan, M.G., Hamill, R.T., Kerry, J.P. 2018. Impact on the physical and sensory properties of salt and fat reduced traditional Irish breakfast sausages on various age cohort's acceptance. *Meat Science*, 143: 190–198.

Costa, R.G., Sabrol, D., Teodoro, V.A., Costa, L.C., de Paula, J.C., Landin, T.B. 2018a. Sodium substitutes in Prato cheese: Impact on the physicochemical parameters, rheology aspects and sensory acceptance. *Food Science and Technology*, 22: 276–291.

Costa, R.G., Alves, R.C., Gomes da Cruz, A., Sobral, D., Teodoro, V.A., Costa, L.C., Jacinto de Paula, J.C., Landin, T.B., Miguel, E.M. 2018b. 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., Pollonio, M.A.R., Bolini, H.M., Celeghini, R.M., 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.

Desmond, E. (2006). Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74(1): 188–196.

Di Stefano, M., Veneto, G., Malservisi, S. 2001. Lactose malabsorption and intolerance in the elderly. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 36 (12): 1274–1278.

Doyle, M.E., Glass, K.A. 2010. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Food Science and Food Safety*, 9: 44–56.

Ganesan, B., Larsen, K., Irish, D., Brothersen, C., and McMahon, D. 2014. Manufacture and sensory analysis of reduced- and low sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. *Journal of Dairy Science*, 97: 1970–1982.

Golin, R., Sobrol, D., Aglae, V., Goncalves, L., César, J., Barroso, L., Braga, M. 2018. Sodium substitutes in Prato cheese: Impact on the physicochemical parameter's rheology aspect and sensory acceptance. *Food Science and Technology*, 90: 643–649.

Gomes, A.P., Cruz, A.G., Cadena, R.S., Celeghini, R.M., Faria, J.A., Bolini, H.A., Pollonio, M.A., Granato, D. 2011. Manufacture of low sodium Minas fresh cheese: Effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. *Journal of Dairy Science*, 94: 2701–2706.

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., O’Kennedy, B. 2007. Reducing salt in cheese and dairy spreads. In: F. Angus, editor, Reducing salt in foods. Woodhead Publishing, Cambridge, GBR, pages: 316–357.

Guinee, T., Sutherland, B. 2011. Salt of Cheese. 2^a Edition, Academic Press, London, UK, pages: 595–606.

Hayes, J.E., Sullivan, B.S., Duffy, V.B. 2010. Explaining variability in sodium intake through oral sensory phenotype, salt sensation and liking. *Physiology and Behavior*, 100 (4): 369–380.

Hekken, D.L., Tunick, M.H., Renye, J.A., Tomasula, P.M. 2017. Characterization of start-free Queso Fresco made with sodium-potassium salt blend over 12 weeks of 4 °C storage. *Journal of Dairy Science*, 100: 5153–5166.

Henney, J.E., Taylor, C.L., Boon, C.S. 2010. Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States. National Academies Press, Washington DC, USA.

Karahadian, C., Lindsay, R.C. 1984. Flavor and Textural properties of reduced sodium process American cheeses. *Journal of Dairy Science*, 67: 1892–1904.

Kaur, A., Bala, R., Singh, B., Rehal, J. 2011. Effect of replacement of sodium chloride with mineral salts on rheological characteristics of wheat flour. *Journal of Food Technology*, 6: 674–684.

Mazaheri, T. 2018. Development of reduce sodium cheese made from lactose-hydrolysed cow's milk. Final thesis of Master. UAB, Bellaterra, España.

McGregor, R. (2004). Taste modification in the biotech era. *Food Technology*, 58 (5): 24–30.

McMahon, D.J., Oberg, C.J., Drake, M.A., Farkye, N., Moyes, L.V., Arnold, M.R., Ganesan, B., Steele, J., Broadbent, J.R. 2014. Effect of sodium, potassium, magnesium, and calcium

salt cations on pH, proteolysis, organic acids, and microbial populations during storage of full-fat cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 97: 4780–4798.

Mistry, V., Kasperson, K. 1988. Influence of salt on the quality of reduced fat cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 81: 1214–1221.

Organización Mundial de la Salud. 2016. Reduce the consumption of salt. OMS Report. Consultado el 20 de marzo de 2019. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>

Organización Panamericana de la Salud. 2018. Menos sal, más salud. Guía técnica para reducir el consumo de sal. Consultado el 9 de junio de 2019. Disponible en: http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/38586/9789275319956_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Organización Mundial de la Salud. 2018. The 10 leading causes of death. OMS. Report. Consultado el 20 de marzo de 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.

Palacios, S.D. 2018. Elaboración y estudio de quesos semi y curados sin lactosa reducidos en sal por sustitución. Tesis Final de Máster. UAB, Bellaterra, España.

Ramírez, J., Londoño, J., Aristizabal, V., Castro, S. 2017. La sal en el queso. Diversas interacciones. *Agronomía Mesoamericana*, 28 (1): 303–316.

Reglamento (CE) n° 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. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 404: 9–25.

Romero, C.E. 2013. Disminución del consumo de sal en la población: ¿Recomendar o no Recomendar? *Revista Uruguaya de Cardiología*, 28: 263–272.

Rulikowska, K., Kilcawley, A., Doolan, M., Alonso, A., Nongonnierna, A., Hannon, M., Wilkinson, G. 2013. The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. *International Dairy Journal*, 28: 45–55.

Sánchez. 2019. Nuevas técnicas de análisis sensorial, como utilizar para desarrollar productos que fidelicen al consumidor. Centro Tecnológico de Valencia. Consultado 14 de mayo de 2019. Disponible en: <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/nuevas-tecnicas-de-analisis-sensorial-como-las-utilizo-para-desarrollar-productos-que-fidelicen-al-consumidor>.

Schnettler, B., Ares, G., Sepulveda, N., Bravo, S., Villalobos, B., Hueche, C., Adasme, C. 2019. How do consumers perceive reformulated foods after the implementation of nutritional warnings? Case study with frankfurters in Chile. *Food Quality and Preference*, 74: 179–188.

Sihufe, G.A., Vicín, D.A., Marino, F., Ramos, E.L., Nieto, I.G., Karlen, J.G., Zorrilla, S.E. 2017. Efecto de la reducción de sal sobre los parámetros físico-químicos, reológicos y microestructurales de queso Tybo. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 100: 46–52.

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. 2015. The Interrelationships between lactose intolerance and the modern dairy industry: Global perspectives in evolutionary and historical backgrounds. *Nutrients*, 7: 7312–7331.

Silva, H., Balthazar, C., Esmerino, E., Vieira, A., Cappato, L., Neto, R., Verruck, S., Cavalcanti, R., Portela, M., Andrade, M., Moares, J., Franco, R., Tavares, M., Prudencio, E., Freitas, M., Nascimento, J., Silva, M., Raices, R. 2017. Effect of sodium reduction and flavor enhancer addition on probiotic Prato Cheese processing. *Food Research International*, 99: 247–255.

Soto, A.D., Witting, P.E., Guerrero, C., Garrido, G., Fuenzalida, R. 2006. Alimentos Funcionales: Comportamiento del consumidor chileno. *Revista Chilena de Nutrición*, 33: 43–54.

Thibaudeau, E., Roy, D., St-Gelais, D. 2015. Production of brine-salted Mozzarella cheese with different ratios of NaCl/KCl. *International Dairy Journal*, 40: 54–61.

Toelstede, S., Hofman, H. 2008. Quantitative studies and taste re-engineering experiment toward the decoding of the nonvolatile sensometabolome of Gouda Cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 5299–5307.

Triviño, M. 2011. Sustitución parcial de sal (Cloruro sodio, NaCl) por Cloruro de Potasio y Magnesio en quesos Gouda semidescremados. Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Consultado el 4 de mayo de 2019. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fat841s/doc/fat841s.pdf>

Valdevenito, M., Labrin, J., Perath, V., Fierro, S. 2017. Informe de Resultados: Descripción de las percepciones y actitudes de los consumidores. Instituto de la Comunicación. Universidad de Chile. Consultado el 7 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.minsal.cl/2017/01/Informe/Percepción/Consumidores/ICEI.pdf>

Velazco, C., Tarrega, G. 2011. Opinión y fespuesta de consumidores frente a quesos con contenido reducido en sal y/o en grasa. Interés en su consumo e influencia de la información nutricional en su aceptabilidad. Tesis Final de Máster. Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, Valencia.

Villamil, P.A., Cobos, D.O., Novoa, C.C. 2015. Elaboración de quesos reducidos en sodio: pruebas afectivas a consumidores. Tesis Final de Máster. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Consultado 9 de junio de 2019. Disponible en: http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/documentos/enid/2015/memorias2015/ciencias_agricolas/elaboracion_de_quesos_reducidos_en_sodio_p.pdf

Wyatt, C.J. 1983. Acceptability of reduced sodium in breads, cottage cheese, and pickles. *Journal of Food Science*, 48 (4): 1300–1302.

6. ANEXOS

CATA DE QUESOS REDUCIDOS EN SAL

Fecha:

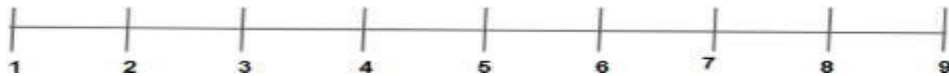
Edad:

Sexo: F / M

Frecuencia de Consumo: ___1 vez al mes ___2 veces × semana ___Más de 3 veces × semana

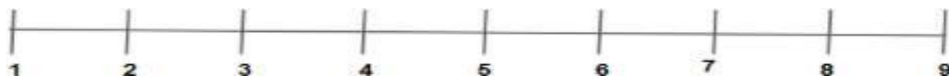
Cate las siguientes muestras de queso y colóquelo en la escala de aceptabilidad según su percepción. Describa los puntos fuertes y débiles que valora para su puntuación.

1. Muestra: _____



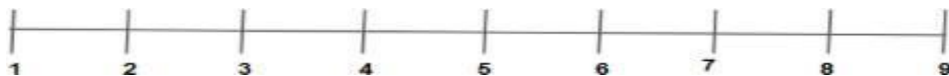
| Puntos Fuertes | Puntos Débiles |
|----------------|----------------|
| | |

2. Muestra: _____



| Puntos Fuertes | Puntos Débiles |
|----------------|----------------|
| | |

3. Muestra: _____



| Puntos Fuertes | Puntos Débiles |
|----------------|----------------|
| | |

PRUEBA DE PREFERENCIA DE QUESOS

Cate las cuatro muestras de queso y colóquelas en la escala según su preferencia.



Descripción de la escala.

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

Puntos fuertes y débiles a tener en cuenta.

| Puntos Fuertes | | Puntos Débiles | |
|----------------|--------------------------|----------------|---|
| A. | Intensidad de sabor | a. | Baja intensidad de sabor (sabor débil) |
| B. | Punto de sal adecuado | b. | Sabor extraño/desagradable |
| C. | Sabor agradable | c. | Sabor amargo |
| D. | Textura adecuada | d. | Falta de sal |
| E. | Intensidad de aroma | e. | Picante |
| F. | Aroma adecuado/agradable | f. | Ácido |
| G. | Aspecto adecuado | g. | Textura no adecuada: quebradiza, gomosa, pastosa (describir). |
| | | h. | Falta de aroma |
| | | i. | Aroma desagradable |
| | | j. | Aspecto inadecuado |