



LA SAL EN QUESOS DE OVEJA DE PASTA BLANDA DE LA REGIÓN EUROACE

Perspectiva histórica y estrategias
para la reducción del contenido en sodio

Joaquín Rodríguez Pinilla, Rafael Tabla Sevillano,
Jaime Fernandes, Nuno Alvarenga



LA SAL EN QUESOS DE OVEJA DE PASTA BLANDA DE LA REGIÓN EUROACE

Perspectiva histórica y estrategias
para la reducción del contenido en sodio

LA SAL EN QUESOS DE OVEJA DE PASTA BLANDA DE LA REGIÓN EUROACE.

Perspectiva histórica y estrategias para la reducción del contenido en sodio

Autores:

Joaquín Rodríguez Pinilla, Rafael Tabla Sevillano, Jaime Fernandes, Nuno Alvarenga

Editor:

Joaquín Rodríguez Pinilla

Año: 2026

Diseño: AO Digital

ISBN: 978-84-09-90246-0

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto 0100_TID4AGRO_4_E, cofinanciado por la Unión Europea a través del Programa Interreg VI-A España-Portugal (POCTEP) 2021-2027



Consejería de Industria, Energía, Ciencia y Territorio



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	07
1.1. Quesos de pasta blanda de la región EUROACE	07
1.2. Evolución de algunos parámetros fisicoquímicos	09
1.3. Revisión histórica del contenido en sal	11
2. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE LA SAL EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO	13
3. RECOMENDACIONES DE LA OMS SOBRE LA INGESTA DE SODIO	16
4. MÉTODOS DE SALADO	18
5. CONTENIDO ACTUAL EN SAL DE LOS QUESOS DE PASTA BLANDA DE LA REGIÓN EUROACE	22
6. REDUCCIÓN DEL CONTENIDO EN SODIO	24
7. CONCLUSIONES	28

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Quesos de pasta blanda de la región EUROACE

La Eurorregión Alentejo-Centro-Extremadura (EUROACE), que integra la Comunidad Autónoma de Extremadura en España y las regiones portuguesas de Alentejo y Centro, posee una rica tradición quesera reflejada en diversas Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) que garantizan la autenticidad y calidad de sus quesos. Además, estas DOP representan un patrimonio cultural y gastronómico compartido a ambos lados de “La Raya”.

Entre los quesos de la región EUROACE destacan aquellos elaborados con leche cruda de oveja y cuajo de origen vegetal procedente de la flor de cardo (*Cynara cardunculus*) lo que les confiere una textura cremosa, sabor intenso y ligeras notas amargas. Las particularidades de los procesos tecnológicos de elaboración de cada uno de estos quesos proporcionan un producto final con sabores, aromas y textura propios.



Inflorescencia de *Cynara cardunculus*.



Las regiones portuguesas del Alentejo y Centro expresan de forma singular su tradición en la elaboración de quesos artesanales de oveja en las DOP Queijo Serra da Estrela, Queijo Serpa y Queijo da Beira Baixa tipo “Castelo Branco”. El Queijo Serra da Estrela se elabora exclusivamente con leche de ovejas de las razas Bordaleira Serra da Estrela, en sus variedades blanca o negra, y Churra Mondegueira, alimentadas en pastos situados dentro de la zona geográfica definida en su pliego de especificaciones. En los Queijos Serpa y Castelo Branco, aunque también existen delimitaciones territoriales precisas, no se establecen restricciones respecto a las razas productoras de leche. Estos quesos se presentan con forma de cilindro bajo con un ligero abombamiento lateral y sin bordes marcados; muestran un color amarillo pajizo y una corteza de consistencia ligeramente maleable, especialmente al término del periodo de maduración. El tiempo mínimo de maduración varía entre los 30 días en el Queijo Serpa y los 40 días en el Queijo Castelo Branco, obteniéndose pastas cuya textura oscila entre semi-blanda y semi-dura, de carácter mantecoso y con pocos o ningún ojo. No obstante, cada variedad desarrolla un perfil de aroma y sabor distintivo: el Queijo Serra da Estrela destaca por su sabor suave, limpio y ligeramente acidulado; el Queijo Serpa presenta notas picantes y un aroma que puede ser suave o moderadamente intenso, mientras que el Queijo Castelo Branco muestra sabores y aromas más marcados con un carácter ligeramente picante que se acentúa a medida que avanza la maduración.

Al otro lado de “La Raya” los quesos de oveja de pasta blanda con DOP Torta del Casar y Queso de La Serena comparten un periodo de maduración mínimo de 60 días y elementos tradicionales en su elaboración, representando manifestaciones únicas del patrimonio quesero extremeño. La Torta del Casar, originaria de la provincia de Cáceres, se elabora con leche de ovejas procedentes de los troncos merino y entrefino. Se caracteriza por su pasta de consistencia de blanda a muy blanda, en la que predominan los aromas de la familia láctica y/o vegetal. El sabor es intenso y persistente en el que están presentes notas amargas. En cambio, el Queso de La Serena, producido en la comarca homónima de Badajoz a partir de leche de oveja merina, presenta una pasta con un rango de textura desde semidura a blanda y un perfil sensorial característico, ligeramente más suave y menos amargo que la Torta del Casar.

1.2. Evolución de algunos parámetros fisicoquímicos

Existe una gran variabilidad en los datos aportados por los diferentes estudios, por lo que llevar a cabo una revisión exhaustiva de todos los parámetros fisicoquímicos a lo largo del tiempo resulta una tarea de gran complejidad. Sin embargo, parámetros como la humedad y el pH acompañan comúnmente en los estudios al contenido en sal. En la tabla 1 se muestran los valores para estos parámetros extraídos de publicaciones disponibles desde inicios del siglo XX hasta la primera década del siglo XXI.

La evolución de los valores de pH, la humedad y el contenido en sal en los quesos tradicionales de pasta blanda de la región EUROACE refleja cambios asociados tanto a la adaptación tecnológica como a la estandarización progresiva de los procesos de elaboración a lo largo del tiempo.

Los valores de pH y humedad en los quesos Serra da Estrela y Castelo Branco indican una tendencia en ambas DOP hacia quesos de pasta más blanda y ligeramente más ácidos. Sin embargo, la tendencia observada en el

DOP	Década	pH	H (%)	NaCl (%)
Serra da Estrela	1900	nd	38,26	2,19
	1960	5,40	46,10	2,60
	1990	5,24	49,65	2,36
Serpa	1960	5,20	50,80	2,30
	1990	6,10	46,65	2,85
	2000	5,80	44,20	2,90
Castelo Branco	1900	nd	42,83	4,94
	1970	nd	45,30	5,20
	1990	5,10	39,35	2,42
	2000	4,87	48,73	2,80
Torta del Casar	1970	nd	40,00	3,50-4,00
	1980	5,16-5,23	35,33-35,7	2,14-3,48
	1990	5,36	42,60	3,21
	2000	5,40	43,30	1,29
Queso de La Serena	1970	5,44	39-41,86	2,43-2,54
	1980	5,34-5,44	41,8-45	2,02-3,55
	1990	5,29-5,66	39,1-40,9	1,20-2,54

Tabla 1. Evolución temporal de algunos parámetros fisicoquímicos en los quesos de pasta blanda con DOP de la región EUROACE. Se muestran intervalos de valores para aquellos parámetros en los que se dispone de más de un estudio; nd: no disponible.

Queijo Serpa es opuesta, apreciándose una disminución progresiva en la humedad, acompañada de un aumento del pH, lo que se reflejaría en quesos de textura algo más firme y menos ácidos.

Por otra parte, la evolución de los parámetros fisicoquímicos en la Torta del Casar indican una tendencia ascendente en los valores de humedad y pH, que se traduce en una textura más cremosa y una menor acidez del producto final. Sin embargo, el Queso de La Serena muestra una evolución más estable en esos mismos parámetros de textura y acidez.

1.3. Revisión histórica del contenido en sal

La tradición quesera de la región es milenaria, con evidencias arqueológicas que remontan su producción al Calcolítico, entre los milenios IV y III a. C. Se sabe, además, que estos quesos constituían un aprovisionamiento básico en los navíos durante los viajes marítimos de los siglos XV y XVI. No obstante, el estudio sistemático y científico de estos productos no comenzó hasta inicios del siglo XX.

Los primeros datos documentados sobre los quesos portugueses datan de 1905, cuando el profesor Joaquim Rasteiro presentó el trabajo *Fabrico e Comércio do Queijo em Portugal* en el Congresso de Leitaria, Olivicultura e Indústria do Azeite. Por esa obra se sabe que el Queijo Castelo Branco era históricamente el más salado, con un contenido en sal del 4,9%, un valor que estudios de los años setenta confirmaron sin variaciones apreciables. A finales de los años noventa se registró un descenso notable hasta el 2,4%, situándose en la actualidad en torno al 1,3%. A pesar de esta reducción, sigue siendo el queso con mayor contenido en sal de los analizados en este trabajo.

El Queijo Serpa presentaba hacia mediados de los años sesenta un contenido medio de sal del 2,3%, que llegó a alcanzar el 2,9% en algunos estudios del año 2000. Hoy en día, los valores rondan el 1,0%. Cabe destacar que este queso es el que muestra mayor variabilidad entre queserías: en un estudio de 1996 se registraron valores medios que oscilaban entre el 1,0% y el 4,7%, aunque los datos más recientes apuntan a una progresiva estabilización próxima al 1,0%.

Respecto al Queijo Serra da Estrela, la evolución del contenido en sal ha sido más estable que la de los anteriores. En 1905 ya se estimaba un valor medio del 2,2%, que subió ligeramente hasta el 2,6% en 1970 y volvió a valores similares a los de principios de siglo en 1996. En la actualidad, su contenido medio de sal se sitúa en torno al 1,2%.

En cuanto a los quesos extremeños, las primeras referencias sobre el contenido en sal de la Torta del Casar datan de 1973, con concentraciones

medias en torno a los 8,75 gramos de NaCl por cada 100 gramos de agua (% NaCl/H). A lo largo de los años ochenta, distintos estudios y publicaciones especializadas registraron valores en torno al 6% NaCl/H, con cierta variabilidad según la época del año y el elaborador. Los datos más recientes sitúan la concentración en torno al 5,8% NaCl/H, lo que refleja una reducción progresiva respecto a las décadas anteriores.

Los primeros datos disponibles sobre el Queso de La Serena se remontan a finales de los años setenta, con valores de entre 5,79 y 6,08% NaCl/H que evidencian una elevada salinidad en esa época. Esta tendencia se mantuvo durante los años ochenta, con registros en torno al 5,9% NaCl/H, aunque a finales de esa misma década ya comenzaron a aparecer valores más bajos, como el 4,76% documentado en un estudio de 1988. Con todo, trabajos del mismo período llegaron a registrar hasta un 7,88% NaCl/H, lo que pone de manifiesto la notable variabilidad existente entre elaboradores y lotes. Esta heterogeneidad se prolongó durante los años noventa, cuando los valores publicados oscilaban entre el 3,8% y el 6,5% NaCl/H, y a finales de la década los datos seguían mostrando un amplio rango, desde el 3,01% hasta el 5,82% NaCl/H.

En conjunto, los datos disponibles reflejan una tendencia general hacia la reducción del contenido en sal en todas las variedades contempladas. A pesar de la variabilidad existente entre estudios y elaboradores, los registros más recientes muestran niveles de salinidad claramente más moderados que los de los primeros análisis documentados.

2. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE LA SAL EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO

La sal desempeña un papel fundamental en la elaboración y maduración de los quesos, influyendo tanto en su calidad microbiológica como en sus propiedades sensoriales y tecnológicas. Su incorporación no solo actúa como conservante natural al limitar el crecimiento de microorganismos indeseables, sino que también regula la actividad enzimática y contribuye al desarrollo del sabor y la textura del producto final. Además, la concentración y distribución de la sal afectan directamente a la sinéresis, la humedad y la dinámica de maduración. La gestión adecuada del contenido de sal resulta, por tanto, esencial para garantizar la seguridad y la calidad del queso.

- **Efecto de la sal sobre la microbiota del queso:** La sal constituye uno de los principales agentes de control microbiológico en la elaboración de quesos. Su acción conservante se basa en su capacidad para reducir la actividad de agua (a_w) del producto mediante la captación de moléculas de agua libre reduciendo su disponibilidad, creando así un entorno menos favorable para el desarrollo de microorganismos. Los valores de a_w en queso oscilan entre 0,99 y 0,92 dependiendo del tipo de queso. La mayoría de las levaduras y mohos requieren para su crecimiento una a_w mínima de 0,8 mientras que bacterias como *Escherichia coli* precisan una a_w mínima de 0,95. A este respecto, la sal actúa como un factor limitante del crecimiento microbiano al inducir estrés osmótico en las células, provocando deshidratación y pérdida de viabilidad en microorganismos no tolerantes a elevadas concentraciones salinas. Esta propiedad antimicrobiana resulta fundamental en los quesos de pasta blanda, en los que el elevado contenido en humedad, el pH más elevado y la maduración a temperaturas bajas generan condiciones propicias para



Colonias de enterobacterias en medio VRBD.

el desarrollo de microorganismos indeseables. La proliferación de estos microorganismos puede comprometer tanto la seguridad alimentaria como la calidad sensorial del queso. Además, ciertos microorganismos beneficiosos presentes en los quesos tradicionales, como bacterias lácticas autóctonas, muestran tolerancia variable a la sal. En este sentido, el ajuste adecuado del nivel de sal en el queso es esencial para provocar una selección microbiana y propiciar el desarrollo de la microbiota autóctona cuyo papel es crucial en el desarrollo de las características de los quesos elaborados con leche cruda.

- **Efecto de la sal sobre el sabor del queso:** La sal desempeña un papel esencial en las propiedades sensoriales del queso ya que su presencia es determinante en la percepción de uno de los atributos organolépticos más apreciados por los consumidores, como es el sabor salado. En concentraciones inferiores al 0,8% el queso suele presentar un perfil gustativo plano e insípido. Además, la adición de sal contribuye a enmascarar sabores amargos y potencia el sabor de otros componentes del queso. En los quesos de pasta blanda, donde el sabor amargo es característico, concentraciones elevadas de sal resultan indeseables, ya que

enmascararían este atributo. Además de este papel directo, la sal ejerce una influencia indirecta fundamental sobre el desarrollo del sabor, al regular la actividad microbiana y enzimática durante la maduración. Esta acción afecta a procesos clave como el metabolismo de la lactosa, la evolución del pH, la hidrólisis de grasas y caseínas, y la generación de compuestos responsables del aroma y sabor, tales como péptidos, aminoácidos libres y ácidos grasos volátiles.

- **Efecto de la sal sobre la textura del queso:** El nivel de sal influye enormemente en la textura del queso debido a su influencia sobre la acidificación y la proteólisis. Niveles suficientemente altos de sal pueden ralentizar e incluso paralizar la fermentación de la lactosa por parte de las bacterias presentes en el queso. La lactosa residual puede ser utilizada por microorganismos heterofermentativos, como algunas especies de coliformes, y provocar ojos en el queso debido a la acumulación de gas. Por otra parte, una concentración insuficiente de sal puede provocar una fermentación excesiva e indeseada. En cuanto a la proteólisis, niveles elevados de sal tienen un efecto bloqueante sobre los centros activos de las enzimas y sobre la disponibilidad de las zonas de la caseína donde la hidrólisis enzimática tiene lugar. Además, se inhibe el crecimiento y el metabolismo de las bacterias proteolíticas. Esto se traduciría en unos quesos con textura más compacta y dura.



Queso de pasta blanda.

3. RECOMENDACIONES DE LA OMS SOBRE LA INGESTA DE SODIO

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece en su guía sobre la ingesta de sodio para adultos y niños (*“Guideline: Sodium intake for adults and children”*, 2012) una serie de recomendaciones orientadas a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares asociadas al consumo excesivo de sal. En dicho documento, se indica que una ingesta elevada de sodio, principalmente en forma de NaCl (sal común), constituye un factor de riesgo importante para el desarrollo de hipertensión arterial, accidente cerebrovascular y enfermedad coronaria.



En este sentido, la OMS recomienda que la población adulta limite su ingesta de sodio a un máximo de 2 gramos por día, lo que equivale aproximadamente a 5 gramos diarios de sal. Esta recomendación se fundamenta en estudios que demuestran que reducciones sostenidas en el consumo de sodio tienen un efecto significativo sobre la disminución de la presión arterial sistólica y diastólica que se asocian con una disminución del riesgo de mortalidad cardiovascular.

Para la reducción de la ingesta de sodio, la OMS promueve una serie de intervenciones en el ámbito de la salud pública, entre las que se incluye “la reformulación de productos alimentarios para reducir su contenido en

sodio”. En este contexto, el queso representa un grupo de alimentos de especial interés debido a su significativa contribución al aporte total de sodio en la dieta, especialmente en poblaciones con alto consumo de productos lácteos. A modo de ejemplo, el consumo de 100 g de un queso con un contenido del 2% de sal supone una ingesta aproximada de 800 mg de sodio, lo que representa un 40% del valor máximo diario recomendado por la OMS para adultos. Por lo tanto, la reducción de sal en el queso, en línea con las recomendaciones de la OMS, constituye una medida viable y necesaria para avanzar hacia una alimentación más saludable.



Quesos de pasta blanda elaborados en Portugal

4. MÉTODOS DE SALADO

El salado del queso es una etapa fundamental en su proceso de elaboración, ya que influye en la conservación, la textura, el desarrollo de la corteza y el perfil sensorial del producto final. Existen diversos métodos de salado, cuya aplicación depende del tipo de queso, el proceso tecnológico y las características deseadas en el producto. En función del momento de aplicación de la sal durante el proceso de elaboración del queso, el salado puede ser:

- **Salado en la leche:** La adición de la sal a la leche provoca modificaciones en la estructura de las micelas de caseína, favoreciendo una mayor retención de agua dentro de la matriz proteica. Este efecto contribuye a la obtención de cuajadas con una textura más blanda e incrementa el rendimiento del proceso. La presencia de sal también potencia el control microbiano, un aspecto especialmente relevante en la transformación de leches crudas. No obstante, cuando la cantidad de sal añadida es excesiva, pueden producirse efectos contraproducentes: incremento del tiempo de coagulación, retraso de la sinéresis y obtención de masas excesivamente blandas y con alto contenido en humedad. Asimismo, un nivel elevado de sal puede afectar negativamente a las bacterias lácticas, alterando su actividad proteolítica y, en consecuencia, los procesos de maduración del queso.
- **Salado en la cuajada:** Mediante este método la incorporación de la sal se produce durante el trabajo de la masa tras el corte de la cuajada y un primer desuerado. La adición de sal en este punto favorece una mayor expulsión del suero y facilita su drenaje, dando lugar a una masa menos húmeda y con menor actividad microbiana. Asimismo, este método contribuye a lograr una distribución más homogénea de la sal en el interior del queso.

- **Salado en queso:**

- **Salado en superficie:** Consiste en la aplicación manual de la sal directamente sobre la superficie del queso tras la etapa de prensado. Constituye el método más tradicional y resulta eficaz en producciones artesanales o limitadas. El principal inconveniente de esta técnica de salado es la posibilidad de una distribución no uniforme de la sal en la superficie del queso que generaría zonas con distinto grado de salinidad.
- **Salado mediante inmersión en salmuera:** En este método de salado, los quesos una vez prensados se sumergen en una solución salina (salmuera) de concentración que oscila típicamente entre el 18% y el 25% (p/p). El tiempo de inmersión debe ajustarse en función de la concentración final de sal deseada en el queso, así como de la temperatura y concentración de la salmuera y de las dimensiones, humedad y pH del queso. La suplementación de la salmuera con 0,1%-0,2% de cloruro cálcico (CaCl_2) mejora la firmeza de la cuajada recién moldeada. La agitación constante de la salmuera asegura una distribución



Salado a mano.



Salado en salmuera.

uniforme de la sal y evita la formación de zonas de baja concentración alrededor del queso. Es necesario implementar un programa de mantenimiento de la salmuera para garantizar la eficacia y seguridad del proceso, fundamentalmente mediante filtración y monitoreo regular de la salinidad, el pH y la carga microbiana.



Moldeado de la cuajada tras su salado.

En los quesos portugueses analizados en este trabajo predominan técnicas mixtas de salado, estrechamente vinculadas a las prácticas tradicionales de cada quesería. Una parte de la sal puede incorporarse directamente a la leche, ya sea añadiéndola al propio tanque o espolvoreándola sobre los paños de filtración. Un segundo momento de salado tiene lugar durante el trabajo de la masa, mientras que un tercer aporte se realiza superficialmente en el momento del desmolde. En la actualidad, en el proceso de producción se suele emplear dos de estos métodos, aunque algunas queserías mantienen los tres. Si bien la técnica de salmuera está contemplada en los pliegos de condiciones de DOP como Castelo Branco y Serpa, no existen evidencias de su aplicación real en la producción tradicional portuguesa. Además, durante la maduración es frecuente que los quesos sean lavados, pudiendo añadirse pequeñas cantidades adicionales de sal en la superficie, una práctica cuyo nivel de aplicación depende del saber hacer propio de cada quesería. En Extremadura, los Pliegos de Condiciones de ambas DOP permiten el salado mediante métodos seco o húmedo. Sin embargo, la aplicación manual de la sal en superficie es el método más extendido de salado en las queserías extremeñas.

5. CONTENIDO ACTUAL EN SAL DE LOS QUESOS DE PASTA BLANDA DE LA REGIÓN EUROACE

Los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de los quesos pertenecientes a las DOP de queso de oveja de pasta blanda de la región EUROACE se muestran en la Tabla 2. Los resultados ponen en relieve diferencias moderadas en el contenido de sal entre los quesos evaluados. Los valores más bajos se observaron en Queijo Serpa y Queso de La Serena, con concentraciones de NaCl en torno al 1%. La Torta del Casar presentó un contenido medio de sal más elevado (1,42%). Estos datos sugieren que, a pesar de que estos quesos comparten características comunes como la elevada humedad, la Torta del Casar presenta una mayor proporción de sal, lo que puede influir de manera significativa en la cinética de maduración, la inhibición de microorganismos alterantes y la percepción sensorial del producto. En este sentido, la Torta del Casar presenta una acidez ligeramente inferior a la observada en el resto de los quesos analizados. No obstante, todos los quesos presentan niveles de sal inferiores a los tradicionalmente descritos en la literatura previa (Tabla 1) para estas DOP, lo que refleja una tendencia hacia la reducción del contenido en sal. Desde el punto de vista composicional, las diferencias en la sal no se acompañan de variaciones sustanciales en el contenido de nitrógeno total ni en la proporción de grasa respecto al extracto seco, lo que indica que el perfil proteico y lipídico se mantiene relativamente constante entre las DOP.

5. CONTENIDO ACTUAL EN SAL DE LOS QUESOS DE PASTA BLANDA DE LA REGIÓN EUROACE

DOP	pH	H (%)	NaCl (%)	NT (%)	Grasa/ST (%)
Serra da Estrela	5,57	52,63	1,20	3,38	47,90
Serpa	5,34	42,92	1	3,26	53,30
Castelo Branco	5,53	49,62	1,30	2,81	58,40
Torta del Casar	5,73	46,86	1,42	3,23	59,24
Queso de La Serena	5,22	43,94	1,17	3,20	56,30

Tabla 2. Valores medios de los principales parámetros fisicoquímicos analizados tras 60 días de maduración en quesos con DOP evaluados en este trabajo.



Valorador para determinar la concentración de cloruros mediante argentometría.

6. REDUCCIÓN DEL CONTENIDO EN SODIO

La reducción del contenido de sodio en quesos mediante reformulación representa un reto significativo desde el punto de vista tecnológico, dado que el cloruro de sodio no solo contribuye al perfil organoléptico del producto, sino que también desempeña funciones esenciales en el desarrollo de la textura, la maduración y la seguridad microbiológica. La disminución de su concentración puede comprometer las propiedades sensoriales y estructurales características de cada variedad, así como afectar negativamente la aceptabilidad por parte del consumidor. En este contexto, el principal desafío radica en establecer estrategias de reducción progresiva del sodio que no alteren de forma sustancial la identidad tecnológica y sensorial del producto final.

Una de las estrategias más comúnmente empleadas para reducir el contenido de sodio en quesos consiste en la sustitución parcial del cloruro sódico (NaCl) por cloruro potásico (KCl). Este compuesto está autorizado como aditivo alimentario y potenciador del sabor por la Unión Europea (E508). Diversos estudios han evaluado la viabilidad de su aplicación en diferentes variedades de queso, como Cheddar, Edam o Feta, concluyendo que concentraciones finales de KCl comprendidas entre el 0,5 % y el 0,7 % permiten obtener productos con perfiles sensoriales y parámetros de calidad comparables a los obtenidos con NaCl como único agente de salado.

Con el fin de evaluar la viabilidad tecnológica de la reducción del contenido de sodio mediante su sustitución parcial por cloruro de potasio en los quesos de oveja de pasta blanda de la región EUROACE, se desarrolló un ensayo que incluyó análisis sensorial y seguimiento microbiológico. Para ello, se elabora-

ron lotes de queso con distintos niveles de reemplazo de NaCl por KCl. Entre los métodos de salado disponibles, se seleccionó la salmuera por inmersión debido a su mayor homogeneidad y reproducibilidad. Los quesos del tratamiento control se sumergieron durante 3 horas a 4 °C en una solución al 18% p/p de sal marina, mientras que en los tratamientos experimentales dicha solución se formuló sustituyendo parcialmente la sal marina por sal potásica (50%, 66% y 75% de sustitución de NaCl por KCl).

El perfil microbiológico obtenido en los quesos tras 60 días de maduración indica que la sustitución de NaCl por KCl no compromete la estabilidad ni composición microbiológica de la corteza de los quesos madurados, no apreciándose en el producto final diferencias estadísticamente significativas entre los quesos salados con NaCl y los salados con KCl (Figura 1).

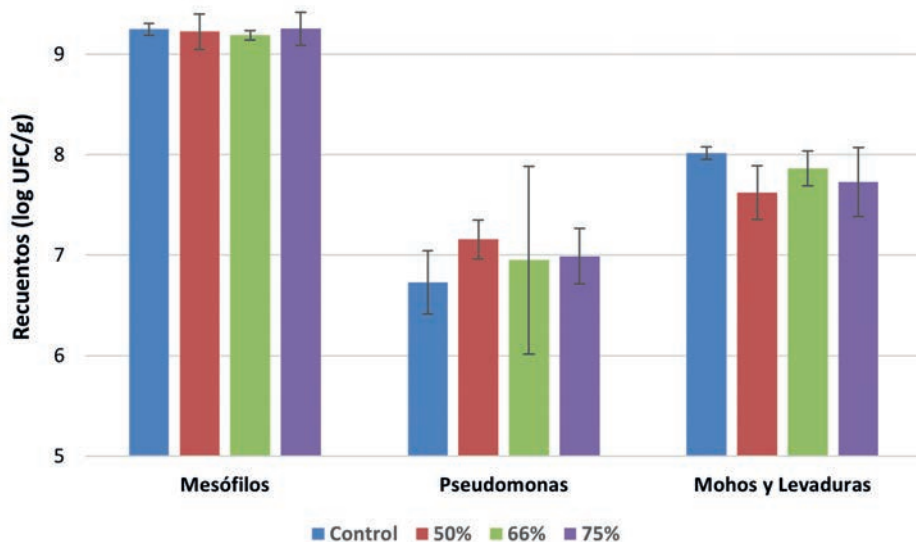


Figura 1. Valores medios de los recuentos en corteza de bacterias mesófilas, *Pseudomonas* spp. y mohos/levaduras (log UFC/g) tras 60 días de maduración en quesos elaborados con diferentes niveles de sustitución de NaCl por KCl.

Respecto al perfil fermentativo, en todos los tratamientos se observa un descenso del pH desde valores próximos a 6,5 hasta alrededor de 5,5 durante los primeros 15 días de maduración. Esta fase de acidificación es clave, ya que debe ser lo suficientemente intensa para garantizar una buena fermentación, pero sin ser excesiva para evitar una sinéresis que provoque pérdidas de humedad no deseadas. A partir de los 15 días y hasta los 60 días de maduración, el pH inicia una fase de recuperación y estabilización común a todos los lotes (Figura 2). En términos generales, la sustitución parcial de NaCl por KCl no altera la dinámica normal de fermentación en este tipo de queso.

Sin embargo, sí se detectan diferencias en el pH final (Tabla 3). Los quesos con mayores niveles de sustitución de sodio por potasio presentan valores de pH algo más elevados. Este comportamiento podría estar relacionado con una mayor actividad proteolítica y con el menor efecto inhibidor del KCl frente a

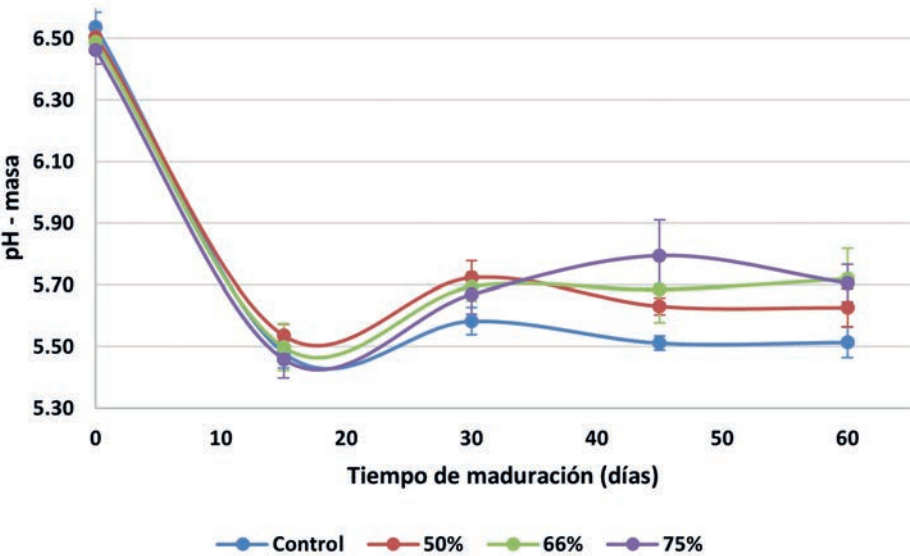


Figura 2. Evolución del pH durante 60 días de maduración en quesos salados con diferentes niveles de sustitución de NaCl por KCl.

ciertas poblaciones microbianas. Desde el punto de vista organoléptico y de tipicidad, este incremento de pH no supone un inconveniente; siempre que no afecte a la estabilidad del producto, incluso puede aportar características favorables.

En cuanto al perfil sensorial, los resultados obtenidos revelan que las diferencias entre queso control y con KCl son extremadamente sutiles. Únicamente un bajo porcentaje de catadores detectó diferencias en el punto de sal o amargor entre el queso control y el queso con 66% de sustitución. El análisis estadístico de los resultados, estableciendo un nivel de significación del 99% ($p < 0,01$), indica que las diferencias entre los quesos son imperceptibles. No obstante, la totalidad del panel coincidió en que todos los quesos evaluados mantenían las características típicas de un queso de oveja de pasta blanda, lo que sugiere una excelente tolerancia sensorial a niveles de sustitución superiores incluso a los habitualmente recomendados en la literatura científica.

Nivel de sustitución	pH	ST (%)	Cl ⁻ (%)	NT (%)	MG/ST (%)
Control	5,51	50,93	1,80	2,98	53,67
50%	5,63	52,02	1,76	2,97	56,63
66%	5,72	52,32	1,94	2,97	55,27
75%	5,71	50,97	1,98	2,93	53,48

Resultados expresados como valor medio. ST: sólidos totales; NT: nitrógeno total; MG: materia grasa.

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos tras 60 días de maduración observados en la masa de los quesos salados en salmuera con diferentes niveles de sustitución de NaCl por KCl.

CONCLUSIONES

1. La sal (NaCl) es un ingrediente multifuncional e imprescindible en la elaboración del queso ya que controla la microbiota y contribuye al desarrollo de la textura y del perfil sensorial durante la maduración.
2. El contenido en sal de los quesos de oveja de pasta blanda de la región EUROACE ha experimentado una reducción progresiva a lo largo de las últimas décadas, situándose actualmente en niveles bajos en comparación con los registros históricos.
3. Las posibilidades de reducciones significativas del contenido en sodio en los quesos de la región EUROACE pasan por la sustitución de la sal sódica por sal potásica.
4. La sustitución parcial de NaCl por KCl se presenta como una estrategia viable para reducir el aporte de sodio en estos quesos, habiéndose demostrado que niveles de sustitución de hasta el 66% no comprometen la composición microbiológica ni el proceso de fermentación.
5. Los quesos elaborados con sustitución parcial de NaCl por KCl mantienen las características sensoriales propias, lo que permite reducir el contenido en sodio sin alterar la identidad ni la tipicidad del producto tradicional.



JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de Industria, Energía, Ciencia y Territorio



CENTRO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA



Instituto Nacional de
Investigación Agraria e Veterinaria, I.P.