



Influencia de la sustitución parcial de NaCl por KCl en las características sensoriales del queso Port Salut

Influence of partial substitution of NaCl with KCl on the sensory characteristics of Port Salut cheese

Tomas Ramón Gill^a *; Hernán Ramón Allasia^a; Guillermo Ernesto Hough^b; Mario Nicolas Lanteri^a; Alejandro Rafael Lespinard^a

^a Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB), CONICET - Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, Av. Arturo Jauretche 1555, (5900), Villa María, Córdoba, Argentina.

^b Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria (ISETA), H. Yrigoyen 931, (6500) Nueve de Julio, Buenos Aires, Argentina.

* Autor corresponsal: T. R. Gill [tomasrgill96@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-2924-4768>]

H. R. Allasia [allasiahernan@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-2943-4502>]

G. E. Hough [guillermo@desa.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0001-5082-1016>]

M. N. Lanteri [mariolanteri@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0001-5352-9491>]

A. R. Lespinard [alespinard@conicet.gov.ar | <https://orcid.org/0000-0001-9466-1771>]

Resumen

En este estudio se evaluaron y compararon las propiedades sensoriales de un queso Port Salut con una sustitución del 50% de NaCl por KCl, junto con dos muestras del mismo queso sin sustitución (una elaborada de manera idéntica al queso sustituido, pero con una concentración estándar de NaCl, y la otra de una marca comercial líder). Las características sensoriales distintivas de ambos tipos de queso fueron evaluadas por un panel no entrenado mediante pruebas de clasificación de atributos. Además, se determinó la aceptabilidad del queso reducido en sal en comparación con su versión no reducida, tanto cuando las muestras estaban sin identificar como cuando lo estaban. En este último caso, a la muestra de queso reducido se le asoció un beneficio nutricional. Los evaluadores detectaron diferencias en cuanto al sabor salado y amargo al compararlo con las muestras no reducidas. La aceptabilidad del queso reducido fue mayor que la de su versión sin reducción, y aumentó cuando se presentó a los evaluadores la muestra identificada y con una afirmación nutricional de impacto positivo para la salud.

Palabras clave: queso Port Salut; cloruro de sodio; cloruro de potasio; evaluación sensorial; hipertensión.

Abstract

In this study, the sensory properties of Port Salut cheese were evaluated and compared with a 50% substitution of NaCl with KCl, along with two samples of the same cheese without substitution (one made identically to the substituted cheese but with a standard concentration of NaCl, and the other from a leading commercial brand). The distinctive sensory characteristics of both types of cheese were assessed by an untrained panel using attribute classification tests. Additionally, the acceptability of the reduced-salt cheese was determined in comparison to its non-reduced version, both when the samples were unidentified and identified. In the latter case, the reduced-salt cheese sample was associated with a nutritional benefit. Evaluators detected differences in salty and bitter taste when comparing it to the non-reduced samples. The acceptability of the reduced-salt cheese was higher than that of its non-reduced version, and it increased when the evaluators were presented with the identified sample accompanied by a positive health-related nutritional claim.

Keywords: Port Salut cheese; sodium chloride; potassium chloride; sensory evaluation; hypertension.



1. Introducción

La ingesta elevada de sal en la dieta se ha vinculado con un mayor riesgo de hipertensión arterial (HA) y enfermedades cardiovasculares. Según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se aconseja limitar la ingesta de sal a no más de 5 g al día. Sin embargo, el consumo promedio se sitúa entre 9 y 12 g diarios, siendo los alimentos procesados la principal fuente de esta ingesta excesiva (Mørk et al., 2019). Uno de los ingredientes presente en la mayoría de estos alimentos, si no es que está en todos, es el cloruro de sodio (NaCl) o más comúnmente denominado “sal” (Song et al., 2023).

Los lácteos y embutidos son los alimentos procesados que presentan los niveles más altos de sodio, lo que destaca la importancia de reducir su contenido durante la producción de los mismos. Esta situación refleja un problema de salud pública en cuanto al aporte de sodio a través de los alimentos procesados, especialmente en los países desarrollados, donde se estima que el 80% del consumo de sodio proviene de este tipo de alimentos (Suarez et al., 2017).

La presencia de sal en los quesos desempeña un papel fundamental en la formación del sabor, la conservación, las propiedades funcionales (como la capacidad de fusión, estiramiento y flujo), la reología y la textura (Amer et al., 2023; Giroux et al., 2022). Por tanto, reducir su contenido plantea el desafío de mantener intactas las propiedades inherentes al queso. Para lograr esta reducción, se pueden utilizar sustitutos parciales del cloruro de sodio (NaCl), como el cloruro de potasio (KCl), el cloruro de calcio (CaCl_2) o el cloruro de magnesio (MgCl_2) (Ge et al., 2020). Entre ellos, el KCl se destaca como una opción preferida debido a la similitud entre los cationes potasio y sodio. Además, numerosos estudios han demostrado que una mayor ingesta de potasio en la dieta puede contrarrestar el efecto hipertensivo del sodio, disminuyendo la presión arterial y reduciendo la excreción de calcio en la orina (Kamleh et al., 2015).

Actualmente, la evaluación sensorial de los alimentos está cobrando mayor importancia en la industria alimentaria, debido a las mayores exigencias por parte del consumidor en este aspecto. A través de esta disciplina la industria puede controlar la calidad de las materias primas y de los productos finales, desarrollar y lanzar nuevos productos, realizar pruebas de mercado para nuevos productos, determinar los factores que influyen en el aroma de los alimentos, establecer la vida útil sensorial, entre otros (Galmarini, 2020). Mediante el análisis sensorial, la industria tiene la capacidad de evaluar la percepción de los consumidores ante cambios en el proceso de elaboración de un producto, como la sustitución de

cloruro de sodio (NaCl) por cloruro de potasio (KCl). Esta evaluación sensorial permite realizar modificaciones que respeten las preferencias gustativas de los consumidores, garantizando así la aceptabilidad de los productos modificados.

En base a lo expuesto anteriormente, los objetivos de este estudio consistieron en evaluar y comparar sensorialmente un queso Port Salut con una sustitución del 50% de cloruro de sodio (NaCl) por cloruro de potasio (KCl), junto con dos muestras del mismo queso sin sustitución (una elaborada de manera idéntica a la muestra sustituida, pero con una concentración estándar de NaCl, y la otra proveniente de una marca comercial líder). Además, se buscó determinar la variación en la aceptabilidad de los quesos y analizar cómo influyó la comunicación de una propiedad beneficiosa para la salud en el queso con reducción de sodio.

2. Metodología

2.1 Muestra

Se elaboraron dos tipos de queso Port Salut: uno en el cual se sustituyó el 50% del contenido de cloruro de sodio (NaCl) por cloruro de potasio (KCl), y otro sin reducción. Además, se incluyó una muestra de queso Port Salut de una marca líder en la región (NOALSA, Córdoba, Argentina) con el fin de evaluar los atributos sensoriales. La elección de esta marca se basó en que su estado de maduración fuera similar a las otras dos muestras.

2.2 Elaboración queso

El queso Port Salut fue elaborado en la empresa “Lácteos Las Tres” (Tío Pujio, Córdoba, Argentina). Para ello se contó con una tina de 1050 L de capacidad, y como materias primas leche de vaca, cultivo láctico BA 201® (CHR HANSEN, Dinamarca), coagulante CHY-MAX® M (CHR HANSEN, Dinamarca) y cloruro de calcio (Efice, Argentina).

Se obtuvieron dos tipos de queso Port Salut: uno con una reducción del 50% del contenido de NaCl y sustituido por KCl, y otro elaborado con los parámetros normales de salado de la industria quesera. La masa de ambos quesos fue obtenida de la misma tina (idénticas materias primas e igual tratamiento), una vez obtenida fue moldeada y prensada por su propio peso. Posteriormente, los quesos fueron tratados térmicamente por 2 h a 40 °C, con el fin de favorecer el desarrollo de las bacterias lácticas y lograr una disminución del pH, para luego pasar al proceso de salado. En este último se usaron dos hormas de queso

Port Salut, utilizando la salmuera que la industria emplea convencionalmente (21 kg NaCl/100 L salmuera), y dos hormas fueron sumergidas en una salmuera preparada con un 50 % de NaCl y el 50% restante KCl. Se prepararon en total 50 L de salmuera (6,5 Kg KCl + 6,250 Kg NaCl + 50 L de agua). Las dos salmueras fueron termostalizadas a 10 °C y con una concentración de 22 °Bé. El salado se extendió por 1 h, realizando un volteo a los 30 min con el fin de que la difusión ocurra de manera uniforme en toda la superficie del queso. Finalizado el salado, se procedió a dejar los quesos en la cámara de oreo (a 3 °C durante 24 h) y posteriormente fueron envasados al vacío y almacenados a 4 °C hasta el momento de la evaluación sensorial (6 días posteriores a la elaboración).

2.3 Análisis fisicoquímicos

Se analizó el contenido de humedad, de sodio y pH de cada una de las muestras. La humedad se determinó mediante el método descrito en ISO 5534/IDF 4:2004. Para determinar el contenido de sodio se empleó un electrodo ion selectivo HANNA FC300B (HANNA instruments, Limena, Italia). El pH se determinó con un electrodo para semisólidos HANNA FC200B (HANNA instruments, Limena, Italia).

2.4 Prueba de ordenamiento por atributos

Un panel conformado por 32 evaluadores (no entrenados), recibieron tres muestras de queso Port Salut ordenadas al azar y codificadas con un número de tres cifras. Una de las muestras correspondía al queso Port Salut reducido en NaCl, otra, al queso sin reducción y una muestra de queso Port Salut de marca líder en el mercado (sin reducción de sodio). Las muestras fueron presentadas en cortes rectangulares de 5 cm x 4 cm y un espesor de 0,75 cm, de modo que no haya diferencias en el tamaño entre las mismas (el peso aproximado de cada una era de 20-25 g). Las muestras se encontraban a una temperatura de entre 12-14 °C. Los atributos evaluados fueron: resistencia al corte, sabor salado, sabor amargo, persistencia del sabor y retrogusto. Una vez efectuado el análisis sensorial de cada atributo, el evaluador debía colocar los códigos de las muestras en la planilla de evaluación, indicando el orden que le diera a cada queso. Para el caso del sabor salado, aquella muestra que presentó menor sabor, los evaluadores debían asignarles el primer orden, mientras que la más salada el tercero,

esto mismo ocurrió para los demás atributos. Las propiedades evaluadas, fueron elegidas para determinar si la reducción/sustitución de sodio impacta en las características sensoriales y reológicas del producto.

Como neutralizador de sabores entre cada muestra, se dispuso de un vaso de agua mineral y de una galletita seca sin sal. El panel fue realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Villa María (Villa María, Córdoba, Argentina), ambiente que se encontraba a una temperatura de 22-24 °C e iluminado con luz blanca artificial.

2.5 Prueba de aceptabilidad

Cuarenta personas que consumían queso Port Salut con una frecuencia mayor a una vez cada dos semanas fueron reclutados. En esta prueba se evaluaron únicamente los quesos Port Salut elaborados con sustitución en un 50% su contenido de NaCl por KCl y sin reducción (no se consideró el queso de marca comercial).

Los evaluadores fueron divididos en dos grupos de 20. Una mitad realizó la prueba a "ciegas", sin saber de qué muestras se trataba, mientras que el resto efectuó la prueba con las muestras identificadas y además la reducida en sodio presentaba la siguiente promesa nutricional: "menos sodio más salud". Cada evaluador recibió, una muestra de queso Port Salut de concentración estándar de sodio y otra reducida en sodio, y evaluó la aceptabilidad de cada queso mediante una escala hedónica del 1 al 10, donde 1 representaba la menor aceptabilidad y 10 la mayor aceptabilidad

2.6 Análisis de datos

Para el análisis estadístico se utilizó el software Infostat (versión 2020, Argentina). Se realizó un test de Friedman con los ordenamientos obtenidos para cada atributo, con un nivel de significancia de 0,1. Los datos de aceptabilidad se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), seguido de la prueba de Bonferroni a un nivel de significación de $p < 0,1$.

3. Resultados y discusión

3.1 Análisis fisicoquímico

Los resultados obtenidos para las determinaciones fisicoquímicas de los diferentes quesos evaluados se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1

Parámetros fisicoquímicos de las muestras

Muestra	Humedad (g/100g)	Contenido de sodio (mg/100g) (base húmeda)	pH
Queso Port Salut no reducido	50,39	401,74	5,13
Queso Port Salut marca líder	49,26	508,99	5,19
Queso Port Salut reducido	54,30	153,81	5,06

La marca líder presentó el mayor contenido de sodio. Por su parte, el sustituido con KCl obtuvo un mayor valor de humedad y un menor valor de pH, lo cual puede deberse a que el cambio en la composición de la salmuera disminuyó el desuerado durante el salado, originando también una mayor producción de ácido láctico por parte del cultivo, este comportamiento se corresponde a lo observado por Giroux et al. (2022). La reducción en el contenido de sodio, se pudo evidenciar cuando se determinó su concentración en la masa del queso, y la misma fue mayor al 50% tal como se había planteado como objetivo.

3.2. Prueba de ordenamiento por atributos

La Tabla 2 muestra la suma de los ordenamientos que le otorgaron los evaluadores a cada muestra de quesos Port Salut, frente a cada atributo.

Tabla 2
Ordenamiento por atributos

Muestra	Queso Port Salut marca líder	Queso Port Salut reducido	Queso Port Salut no reducido
Resistencia al corte	1,75 ^A	1,94 ^{AB}	2,31 ^A
Sabor salado	1,91 ^B	1,72 ^A	2,37 ^C
Sabor amargo	1,75 ^B	2,63 ^A	1,62 ^B
Persistencia de sabor	1,75 ^A	2,25 ^B	2,00 ^{AB}
Retrogusto	1,88 ^A	2,25 ^A	1,88 ^A

*Para un mismo atributo, valores con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,1$).

El queso Port Salut de la marca líder se diferenció, en cuanto a la persistencia de sabor, del queso reducido, pero al mismo tiempo esta muestra no se diferencio del no reducido, por lo que este comportamiento se podría atribuir a la técnica de producción empleada por la marca líder. En cuanto al retrogusto y a la resistencia al corte, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes muestras.

Una sustitución del 50% del contenido de NaCl en la salmuera por KCl, llevó a que tanto el queso Port Salut elaborado sin reducción como también el de la marca líder, fueran diferenciados sensorialmente en cuanto al sabor salado y amargo, de la muestra reducida. Este comportamiento también fue observado por otros autores (Costa et al., 2018; Ferroukhi et al., 2023a; McMahon et al., 2014), donde se evidencio que el reemplazo del catión sodio por potasio, genera una disminución en la intensidad del sabor salado y un incremento de sabores amargos. Estos resultados, demuestran que el sabor salado es aportado en mayor medida por el NaCl, mientras que el amargo por KCl. La sustitución realizada, no logró que los evaluadores detectaran retrogusto o persistencia del sabor, siendo

este un comportamiento deseado. Esto podría explicarse debido a que la aparición de sabores residuales sucede cuando se realiza una sustitución del anión, y no cuando se reemplaza el catión como en este caso (Costa et al., 2018).

3.3 Prueba de aceptabilidad

La aceptabilidad del queso reducido fue mayor, tanto en la evaluación de las muestras a ciegas como cuando estaban identificadas, obteniendo un valor 7,34 y 7,93, respectivamente.

Asimismo, la aceptabilidad del queso reducido aumento significativamente al asociarle un beneficio para la salud (Figura 1). Por su parte en la muestra sin reducir, la aceptabilidad no cambio al realizar la prueba a ciegas (Figura 2).

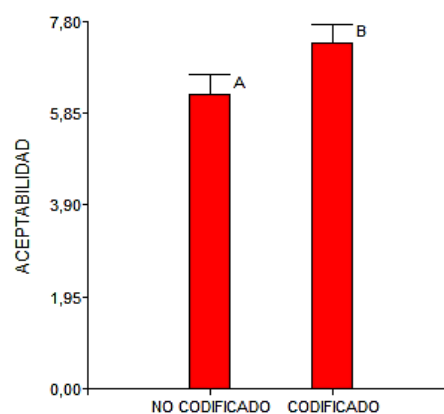


Figura 1. Aceptabilidad queso Port Salut reducido en sodio.

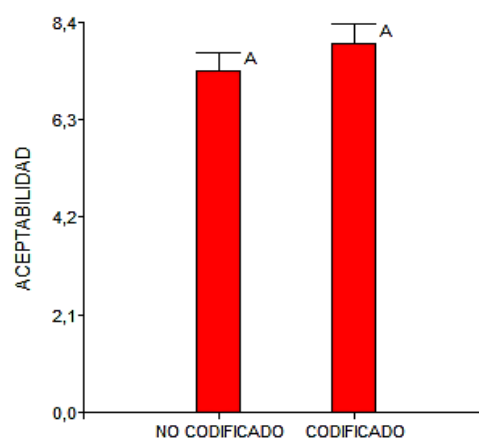


Figura 2. Aceptabilidad queso Port Salut no reducido en sodio.

Estudios previos han señalado que cuando se realiza una sustitución superior al 30%, se pueden presentar diferencias significativas en los atributos sensoriales y en el nivel de aceptabilidad (Ferroukhi et al., 2023b; Dugat-Bony et al., 2019; Nguyen & Wismer, 2019). Sin embargo, en el presente estudio, no se observaron tales diferencias a pesar de la sustitución realizada.

4. Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede concluir que la sustitución del 50% de cloruro de sodio (NaCl) por cloruro de potasio (KCl) en el queso Port Salut fue percibida por el panel sensorial, manifestándose diferencias en los sabores salado y amargo en comparación con el queso no reducido. Esta sustitución tuvo un impacto positivo en la aceptabilidad del producto, la cual se vio incrementada cuando se asoció a la muestra un efecto positivo en relación a la salud.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa Lácteos Las Tres S.R.L. (Tío Pujio, Córdoba, Argentina) por la provisión de las muestras de queso para efectuar los ensayos, y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Universidad Nacional de Villa María (UNVM) y al Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba (Mincyt Córdoba) de Argentina por el apoyo financiero.

Referencias bibliográficas

- Amer, D. A., Albadri, A. A. M., El-Hamshary, H. A., Nehela, Y., El-Hawary, M. Y., Makhoulf, A. H., & Awad, S. A. (2023). Impact of Salting Techniques on the Physio-Chemical Characteristics, Sensory Properties, and Volatile Organic Compounds of Ras Cheese. *Foods*, *12*(9). <https://doi.org/10.3390/foods12091855>
- Costa, R. G. B., Alves, R. C., Cruz, A. G. da, Sobral, D., Teodoro, V. A. M., Costa Junior, L. C. G., Paula, J. C. J. de, Landin, T. B., & Miguel, E. M. (2018). Manufacture of reduced-sodium Coalho cheese by partial replacement of NaCl with KCl. *International Dairy Journal*, *87*, 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.07.012>
- Dugat-Bony, E., Bonnarme, P., Fraud, S., Catellote, J., Sarthou, A. S., Loux, V., Rué, O., Bel, N., Chuzeville, S., & Helinck, S. (2019). Effect of sodium chloride reduction or partial substitution with potassium chloride on the microbiological, biochemical and sensory characteristics of semi-hard and soft cheeses. *Food Research International*, *125*, 108643. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108643>
- Ferroukhi, I., Bord, C., Lavigne, R., Chassard, C., & Mardon, J. (2023a). Exploring alternative salting methods to reduce sodium content in blue-veined cheeses. *International Dairy Journal*, *138*, 105555. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105555>
- Ferroukhi, I., Bord, C., Lavigne, R., Chassard, C., & Mardon, J. (2023b). Exploring alternative salting methods to reduce sodium content in blue-veined cheeses. *International Dairy Journal*, *138*, 105555. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105555>
- Galmarini, M. V. (2020). The role of sensory science in the evaluation of food pairing. *Current Opinion in Food Science*, *33*, 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.05.003>
- Ge, G., Han, Y., Zheng, J., Zhao, M., & Sun, W. (2020). Physicochemical characteristics and gel-forming properties of myofibrillar protein in an oxidative system affected by partial substitution of NaCl with KCl, MgCl₂ or CaCl₂. *Food Chemistry*, *309*, 125614. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125614>
- Giroux, H. J., Lemaire, N., & Britten, M. (2022). Effect of cheese composition and cheese-making conditions on salt and moisture transfer during brining. *International Dairy Journal*, *129*, 105325. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105325>
- Kamleh, R., Olabi, A., Toufeili, I., Daroub, H., Younis, T., & Ajib, R. (2015). The effect of partial substitution of NaCl with KCl on the physicochemical, microbiological and sensory properties of Akkawi cheese. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *95*(9), 1940–1948. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6906>
- 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*(8), 4780–4798. <https://doi.org/10.3168/JDS.2014-8071>
- Mørk, T., Lähteenmäki, L., & Grunert, K. G. (2019). Determinants of intention to reduce salt intake and willingness to purchase salt-reduced food products: Evidence from a web survey. *Appetite*, *139*, 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.04.018>
- Nguyen, H., & Wismer, W. V. (2019). A comparison of sensory attribute profiles and liking between regular and sodium-reduced food products. *Food Research International*, *123*, 631–641. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.05.037>
- Song, Z., Song, R., Liu, Y., Wu, Z., & Zhang, X. (2023). Effects of ultra-processed foods on the microbiota-gut-brain axis: The bread-and-butter issue. *Food Research International*, *167*, 112730. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112730>
- Suarez, L. M., Gómez, L. J., & Zapata, J. E. (2017). Características físicas, microbiológicas y sensoriales de queso blanco fresco y salchicha premium bajas en contenido de sodio. *Informacion Tecnológica*, *28*(6), 11–22. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000600003>