

**Implementación de estrategias para la disminución de sodio en productos lácteos de una
empresa de Bogotá según la resolución 2013 de 2020**

Yamile Cuta Vargas

Directora

Ibeth Rodríguez

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia – UNAD

Escuela De Ciencias Básicas Tecnología E Ingeniería ECBTI

Ingeniería de Alimentos

2025

Dedicatoria

Con profunda gratitud y amor, dedico este trabajo: A Dios, fuente de toda sabiduría y guía, por iluminar mi camino en los momentos de duda y fortalecer mi espíritu en cada desafío.

A mi querida familia, cuyo apoyo incondicional y sacrificios han sido el faro que me ha guiado a través de esta travesía. Su fe inquebrantable en mis capacidades ha sido la fuerza que me ha impulsado a seguir adelante.

A mis amigos, compañeros de innumerables aventuras y confidentes de mis aspiraciones.

Gracias por su amistad sincera y por los momentos de alegría que hemos compartido.

Y a mis profesores, mentores intelectuales que han enriquecido mi mente y alma con su conocimiento y dedicación. Su pasión por enseñar ha dejado una huella imborrable en mi formación académica y personal.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi esposo, quien ha sido un pilar fundamental en este proceso. Su apoyo incondicional, comprensión y palabras de aliento fueron esenciales para afrontar los desafíos con determinación y perseverancia.

A la directora de proyecto, Ibeth Rodríguez, por su invaluable orientación, paciencia y compromiso durante el desarrollo de este trabajo. Su guía y conocimiento fueron fundamentales para la correcta estructuración y ejecución del proyecto, brindando siempre apoyo, consejos acertados y motivación para alcanzar los objetivos propuestos.

Al Ingeniero Jaime Velázquez, dueño y representante de la empresa donde se logró llevar a cabo este proyecto. Su disposición, confianza y apoyo fueron fundamentales para la realización de este trabajo, brindando el espacio, los recursos y el conocimiento necesario para su desarrollo exitoso.

Resumen

Este proyecto se enfoca en establecer un proceso de certificación de sodio en quesos frescos, en una empresa de lácteos, alineado con la Resolución 2013 de 2020 emitida por el ministerio de salud y protección social, que fija límites máximos de sodio en alimentos. La resolución establece especificaciones para diversos productos, fijando niveles permisibles de sodio y promoviendo la reformulación de alimentos para hacerlos más saludables. También busca fomentar la educación sobre la nutrición y el etiquetado claro de los productos, con el fin de que los consumidores puedan hacer elecciones más informadas. La problemática radica en la necesidad de cumplir con estos estándares regulatorios sin comprometer la calidad del producto ni la eficiencia del proceso.

El objetivo principal del proyecto es establecer un protocolo de certificación, aplicar técnicas de muestreo, balances y un análisis exhaustivo de los procesos actuales. Se espera obtener datos confiables sobre el contenido de sodio en los quesos frescos, asegurando su cumplimiento con la normativa y contribuyendo a la salud pública.

Los resultados esperados incluyen el cumplimiento de la normativa, la calidad del producto y la obtención del proceso de certificación.

Palabras clave: Sodio, Quesos frescos, Enfermedades cardiovasculares, Análisis sensorial, Muestreo.

Abstract

This project focuses on establishing a sodium certification process for fresh cheeses at a dairy company, aligned with Resolution 2013 of 2020 issued by the Ministry of Health and Social Protection, which sets maximum sodium limits in foods. The resolution establishes specifications for various products, setting permissible sodium levels and promoting food reformulation to make them healthier. It also seeks to promote nutrition education and clear product labeling so that consumers can make more informed choices. The challenge lies in the need to comply with these regulatory standards without compromising product quality or process efficiency.

The main objective of the project is to establish a certification protocol, apply sampling techniques, balances, and a thorough analysis of current processes. The goal is to obtain reliable data on the sodium content of fresh cheeses, ensuring compliance with regulations and contributing to public health.

Expected outcomes include regulatory compliance, improved product quality, and certification.

Keywords: Sodium, Fresh cheeses, Cardiovascular diseases, Sensory analysis, Sampling.

Tabla de Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 9 |
| Información de la empresa..... | 10 |
| Objetivos | 11 |
| OBJETIVO GENERAL | 11 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 11 |
| Planteamiento del problema..... | 12 |
| Justificación | 13 |
| Marco teórico | 14 |
| Metodología | 29 |
| Resultados de la evaluación del contenido de sodio en los quesos frescos mozzarella y queso amarillo | 31 |
| Certificación de sodio en quesos frescos..... | 49 |
| Conclusiones | 58 |
| Recomendaciones | 59 |
| Referencias bibliográficas..... | 60 |

Lista de Tablas

| | | |
|----------------|---|----|
| Tabla 1 | <i>Escala de Evaluación Sensorial.....</i> | 30 |
| Tabla 2 | <i>Resultados De La Evaluación Del Proceso Productivo</i> | 31 |
| Tabla 3 | <i>Contenido de sodio en queso antes de la reformulación</i> | 39 |
| Tabla 4 | <i>Formulación ajustada de queso Mozzarella.....</i> | 45 |
| Tabla 5 | <i>Formulación ajustada de queso amarillo</i> | 46 |
| Tabla 6 | <i>Resultados de Análisis de Sodio en el queso mozzarella y queso amarillo</i> | 47 |
| Tabla 7 | <i>Resultados del análisis sensorial de queso mozzarella y queso amarillo reducidos en sodio</i> | 48 |
| Tabla 8 | <i>Rúbrica de evaluación y resultados obtenidos en la inspección del sistema de gestión de calidad y seguridad alimentaria de la producción.</i> | 49 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Histórico de Producción de Leche en Colombia</i> | 18 |
| Figura 2 <i>Forma del sello frontal de advertencia</i> | 25 |
| Figura 3 <i>Diagrama De Operaciones</i> | 36 |
| Figura 4 <i>Diagrama de flujo</i> | 37 |
| Figura 5 <i>Diagrama de proceso</i> | 38 |

Introducción

El consumo excesivo de sodio ha sido identificado como un factor de riesgo significativo para la salud pública según la Organización Mundial de la Salud (2020), el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares se debe en gran medida al alto consumo de alimentos ricos en grasas, calorías, azúcares y sal, así como la falta de hábitos saludables. De acuerdo con la OPS (2015) en América Latina las ventas de alimentos y bebidas ultra procesadas en la región han aumentado un 48%. De acuerdo con los datos de situación de enfermedad renal crónica en Colombia en el año 2013, las personas diagnosticadas con hipertensión arterial, de acuerdo con sus edades, tenían los siguientes porcentajes: para las personas menores de 30 años representaban el 1,09% del total de los casos, las personas entre 30 y 45 años representaban el 7,32% y las personas mayores a 45 años representan el porcentaje restante, 91,59% del total de los casos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018).

En este contexto, la regulación del contenido de sodio en alimentos procesados ha adquirido una importancia creciente en la agenda de salud global. En particular, los productos lácteos, como los quesos, representan una fuente significativa de sodio en la dieta diaria de muchas personas (Zhou et al., 2016).

La Resolución 2013 del 2020, promulgada por las autoridades regulatorias competentes, surge como una respuesta directa a la necesidad de controlar y reducir el contenido de sodio en alimentos procesados, incluyendo específicamente a los quesos. Esta legislación establece límites máximos para el contenido de sodio en productos lácteos, con el objetivo de promover opciones más saludables para los consumidores y reducir la carga de enfermedades relacionadas con el consumo excesivo de sodio.

Información De La Empresa

Historia de la empresa y actividad económica

Es una empresa colombiana dedicada a la fabricación de quesos frescos, empaque y comercialización de productos lácteos. Con sede principal en Bogotá D.C, y la planta de fabricación en Albania Caquetá. La empresa fue fundada en 19 de octubre de 2000, las líneas de producción corresponden a quesos frescos como: queso doble crema, queso mozzarella, queso amarillo, queso campesino, se manejan referencias de quesos tajados, enteros de diferentes gramajes.

Misión

Aportar a la nutrición de nuestro país, buscando mejorar la calidad de vida de los consumidores y el progreso de nuestra gente a partir de la producción de quesos deliciosos, saludables y versátiles; con un modelo de comercio justo de relaciones de confianza de toda la cadena productiva. Generar valor a todos nuestros productos, servicios y procesos, logrando una rentabilidad que permita un crecimiento orgánico e incrementar la inversión en tecnología, desarrollos innovadores y bienestar para nuestra gente. Ser un modelo de industria formal en la región del Caquetá a nivel del país, que aporte construcción de paz y equidad.

Visión

Duplicar año a año las ventas, con una rentabilidad sostenida entre el 13% y el 14% de margen de EBITDA Que las estén posicionadas y reconocidas en el mercado nacional por la calidad, sabor característico y una excelente relación precio/valor/servicio/bienestar permitiendo la incursión de estas en un mercado internacional en la Región Andina.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar estrategias para la disminución de sodio en productos lácteos aplicando la resolución 2013 de 2020 en una empresa de Bogotá

Objetivos Específicos

Evaluar el proceso de elaboración de los quesos y su contenido de sodio para plantear una reformulación que busque reducir el sodio en el queso mozzarella y queso amarillo.

Analizar sensorialmente el producto reformulado para asegurar la calidad del producto.

Planteamiento Del Problema

La industria alimenticia está respondiendo a una creciente demanda de productos que promuevan la salud y la nutrición de los consumidores. Enfrentando desafíos como la hipertensión arterial y la obesidad, principales causas de enfermedades cardiovasculares a nivel mundial, se busca reducir el contenido de sal en los alimentos para mejorar la salud pública. Esta preocupación ha impulsado el desarrollo de nuevos productos que mantienen sus características sensoriales intactas, al sustituir parcial o totalmente estos componentes por alternativas igualmente funcionales (OMS,2022).

Actualmente se vive una transición alimentaria-nutricional caracterizada por el incremento del consumo de azúcares simples, grasas saturadas y sodio (el cual tiene como fuente principal la sal). Según la Organización Mundial de la Salud (2020), esta situación ha impactado negativamente en la salud, incrementando la prevalencia de enfermedades crónicas (He FJ, 2010).

Sin embargo, durante las últimas décadas, algunos estudios indican un alto nivel de consumo de sodio vinculado a enfermedades renales y a incrementos en la presión arterial que afecta el riesgo de mortalidad por enfermedad cardiovascular y representan un serio problema de salud pública (Zhou et al.2016).

El principal problema al que se enfrenta la empresa de quesos frescos es encontrar formas efectivas de ajustar las formulaciones de la línea de procesamiento de quesos frescos para cumplir con los límites de sodio establecidos por la Resolución 2013 de 2020. Entendiendo que cuando nos referimos a queso fresco se hace referencia a queso amarillo y el queso mozzarella.

Justificación

Este proyecto aplicado es crucial tanto a nivel académico como disciplinario, pues aborda el desafío actual que enfrenta la industria alimentaria respecto a la Resolución 2013 de 2020, la cual establece límites de sodio en alimentos, incluyendo quesos frescos. Requiere una comprensión profunda de las prácticas de producción alimentaria y la capacidad de ajustar procesos para cumplir con los estándares regulatorios.

En el ámbito social, este proyecto contribuye a promover la salud pública al reducir la ingesta de sodio, asociada con problemas como hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Al cumplir con los límites de sodio establecidos, se ofrecen opciones de alimentos más saludables y nutritivos, mejorando la calidad de vida de los consumidores. Lo cual aporta valores a los objetivos de desarrollo sostenible salud y bienestar que se encarga de garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

La OMS estableció una estrategia de reducción de la ingesta de sal, en respuesta la OPS, reconociendo que en América hay consumo de sal en exceso y por este motivo la población es propensa a desarrollar hipertensión arterial y por tanto mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y del riñón, en nombre del Grupo de Expertos, también hizo presentaciones para aportar directamente información a dos reuniones del Comité del Codex para el Etiquetado de Alimentos (CCFL) celebradas en el 2010 y el 2011.

Este proyecto proporciona la oportunidad de desarrollar habilidades prácticas en la resolución de problemas y la toma de decisiones empresariales, así como experiencia en implementación de regulaciones gubernamentales y gestión de calidad alimentaria. Además, contribuye al sentido de logro al mejorar la industria alimentaria y el bienestar general de la sociedad.

Marco Teórico

El Sodio en los Alimentos

El sodio es un mineral esencial para el funcionamiento adecuado del cuerpo humano. Desempeña un papel clave en la regulación del equilibrio de líquidos, la transmisión de impulsos nerviosos, la contracción muscular y la función de muchas enzimas. Sin embargo, el consumo excesivo de sodio en la alimentación actual está asociado con varios problemas de salud, principalmente enfermedades cardiovasculares como la hipertensión (presión arterial alta), accidentes cerebrovasculares.

La sal (NaCl) posee diversos usos. El salado de alimentos es una técnica que data de tiempos prehistóricos (McCaughey y Scott, 1998) y, junto con la fermentación y deshidratación se ha convertido en un método clásico de conservación de alimentos.

Consumo Recomendado de Sodio

Las principales organizaciones de salud, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), recomiendan limitar el consumo de sodio a menos de 2,000-2,3000 mg por día (alrededor de una cucharadita de sal) para la población general. Sin embargo, para personas con hipertensión o riesgo de enfermedades cardiovasculares, la recomendación es aún más baja, alrededor de 1,500 mg por día.

En cuanto a la relación del consumo de sodio y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, la principal referencia fue la información suministrada por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud, el observatorio nacional de salud y el ministerio de salud y protección social desde el año 2013 hasta el 2020.

El Problema del Exceso de Sodio

En muchos países, el consumo promedio de sodio está por encima de estas recomendaciones. Por ejemplo, en Colombia y en muchos países de América Latina, el consumo de sodio suele superar los 4,000-5,000 mg por día, debido a la alta ingesta de alimentos procesados y el uso excesivo de sal en la cocina y en la preparación de alimentos (OMS,2022).

Este exceso de sodio en la dieta está vinculado con varias condiciones de salud, entre ellas:

Hipertensión

El consumo excesivo de sodio puede elevar la presión arterial, lo que aumenta el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y accidentes cerebrovasculares.

Enfermedades Renales

El exceso de sodio sobrecarga los riñones, lo que puede contribuir a enfermedades renales crónicas.

Accidentes Cerebrovasculares y Enfermedades Cardíacas

Ambas están estrechamente relacionadas con la hipertensión, que puede ser inducida por un consumo excesivo de sodio.

Retención de Líquidos y Edema

El sodio provoca que el cuerpo retenga más agua, lo que puede causar hinchazón en diversas partes del cuerpo.

Medidas para Reducir el Consumo de Sodio

A nivel global, muchos países están tomando medidas para reducir el consumo de sodio en la población, tales como: Regulaciones sobre el contenido de sodio en los alimentos procesados: Como la Resolución 1313 de 2020 en Colombia, que establece límites máximos

de sodio para productos procesados, promoviendo una reformulación de estos alimentos para reducir su contenido de sodio.

Etiquetado Nutricional

Se están implementando etiquetados más claros que advierten sobre el alto contenido de sodio en los productos.

Educación Nutricional

Programas de salud pública que enseñan a los consumidores sobre los riesgos del exceso de sodio y cómo leer las etiquetas de los productos.

Compromiso de la Industria de Alimentos

El compromiso de la industria de alimentos en relación con la reducción del consumo de sodio es crucial para mejorar la salud pública, especialmente considerando que los productos procesados son una de las principales fuentes de este mineral en la dieta moderna. La industria alimentaria tiene un papel clave en la reformulación de productos, el etiquetado adecuado y en la promoción de alternativas más saludables para reducir el riesgo de enfermedades como la hipertensión y otras enfermedades cardiovasculares.

Compromisos Públicos y Adherencia a Políticas de Salud

Muchas empresas están adoptando compromisos públicos para mejorar la salud de los consumidores. Estos compromisos incluyen:

Iniciativas Globales

Empresas multinacionales han firmado acuerdos y se han comprometido a reducir el contenido de sodio en sus productos como parte de las iniciativas de salud pública globales, como el Compromiso Global de la OMS para Reducir el Consumo de Sal.

Adhesión a Normativas Nacionales

En Colombia, la industria alimentaria debe cumplir con las regulaciones establecidas por el Ministerio de Salud, como la Resolución 2133 de 2020, que establece los límites máximos de sodio en varios grupos de alimentos procesados. Las empresas deben trabajar para asegurar que sus productos cumplan con estas regulaciones.

Los productos lácteos con contenido elevado de sodio, como quesos procesados y ciertos quesos maduros, deben ajustarse a niveles de sodio que no excedan los límites establecidos en la resolución. Esto impulsa a la industria a buscar alternativas para reducir el sodio sin comprometer la seguridad ni el sabor.

Contexto de la Producción de Queso en Colombia

Colombia es uno de los principales productores de lácteos en América Latina, y el queso es uno de los productos más importantes dentro del sector lácteo del país. La industria láctea colombiana es altamente desarrollada y variada, con una gran cantidad de productores que ofrecen diversos tipos de quesos, tanto frescos como curados, y otros productos derivados de la leche (Mayorga-Sánchez, J. 2020).

Desarrollo de productos con bajo contenido de sodio: Fomentar la creación de productos alimenticios que, por su naturaleza, contengan menos sal (por ejemplo, alimentos frescos, vegetales sin procesar, carnes magras, productos lácteos bajos en sodio, entre otros). La reducción del contenido de sodio en productos lácteos es una tendencia positiva y necesaria para responder a la demanda de opciones alimentarias más saludables. Mediante el uso de alternativas de venta, técnicas de fermentación y nuevos ingredientes potenciadores de sabor, la industria láctea puede ofrecer productos con bajo contenido de sodio sin afectar la calidad ni sabor.

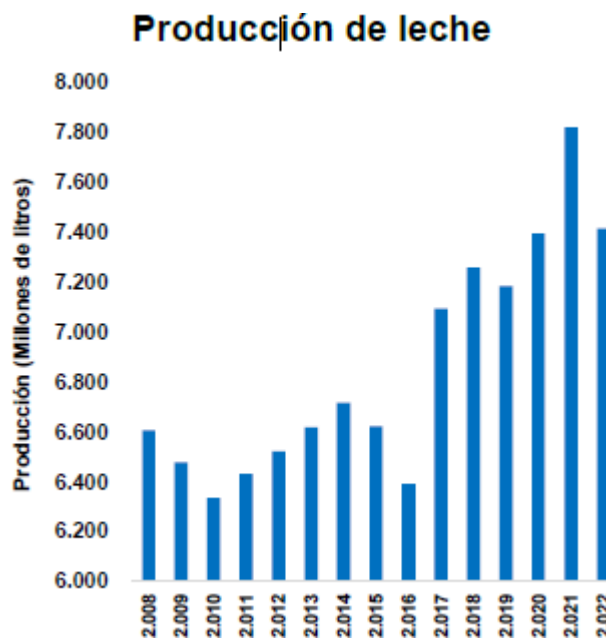
Datos de la Producción de Queso en Colombia (Aproximados)

Producción de leche: según informe de la federación nacional de ganaderos Fedegan La

producción de leche en Colombia presentó una disminución de 5,2% al pasar de 7.821 millones de litros en 2.021 a 7.414 millones de litros en 2.022. (DNP- CONPES, 2010).

Figura 1

Histórico de Producción de Leche en Colombia



Nota. Tomado de Fedegan 2023

Producción de queso: Se estima que el queso representa alrededor del 25-30% de la producción total de productos lácteos en Colombia. En términos absolutos, esto equivale a alrededor de 1.8 a 2.5 millones de toneladas de queso al año, dependiendo de la fuente de información y las fluctuaciones anuales en la producción y demanda.

Tipos de Queso más Producidos.

En Colombia, se producen principalmente quesos frescos, como el queso campesino, el queso doble crema, queso amarillo, queso mozzarella y el queso costeño.

Elaboración del Queso

El proceso de elaboración del queso es bastante simple, no obstante, involucra fenómenos físicos y químicos muy complejos. Se trata esencialmente de un proceso de concentración, a partir de la coagulación de la proteína mayoritaria de la leche (caseína) por la acción enzimática (cuajo) u otro coagulante de tipo ácido (comúnmente ácido láctico) (Johnson y Law, 2011).

Obtención de Quesos Frescos

Queso es el producto obtenido por coagulación de la leche cruda o pasteurizada (entera, semidescremada y descremada), constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado (Eck, 2000). Mediante este proceso se logra preservar el valor nutritivo de la mayoría de los componentes de la leche, incluidas las grasas, proteínas y otros constituyentes menores, generando un sabor especial y una consistencia sólida o semisólida en el producto obtenido (Vélez-Ruiz, 2009)

Contenido de Sal en Quesos Frescos.

El contenido de sal en el queso puede expresarse de forma total o en base a la relación entre la sal absorbida y la humedad pérdida del queso (S/H), siendo esta última expresión la que mejor expresa el grado de salazón y actividad del cultivo iniciador (GUINEE, 2004).

Tipos de Salado en Queso

Además de la importancia de la sal y su efecto en el queso, la forma de aplicación determina las propiedades y aspectos finales del queso.

Hay cuatro métodos de salazón: (1) Inmersión del queso en una solución de salmuera (2) adición de sal en tina sobre la cuajada previo al prensado (3) adición de NaCl en tina sobre la superficie del queso ya moldeado (4) aplicación de NaCl a la leche previa coagulación

Los dos métodos de salado más utilizados son los sometidos a salado seco en tina y salado

en salmuera, siendo este último el que mejor rendimiento ha dado gracias al complemento de las fases acuosas tanto del queso como de la solución salina por lo que se utiliza este método para quesos de pasta blanda y el salado en seco para aquellos de pasta dura (ALAIS, 1985).

Salado en Seco, en Proceso

Esta técnica se realiza de manera manual o mecánica utilizando sal común (NaCl) que se aplica de manera uniforme y coadyudado con una agitación constante por un tiempo de 5 – 10 min, sobre la cuajada previo al prensado (MADRID, 1996).

El salado en seco es una técnica que puede ser denominada según la práctica como un proceso de “presalado” en la cuajada, previo al salado en salmuera, se realiza de forma uniforme para que la sal llegue a todos los espacios dentro del queso siendo el centro el lugar que mayor importancia tiene debido a los problemas de calidad relacionados con la baja penetración de sal al utilizarse únicamente la salmuera (MELILLI et al., 2003).

Salado en Salmuera

Cuando un bloque de queso es sumergido en una solución concentrada o saturada de cloruro de sodio, la diferencia en la presión osmótica entre la salmuera y el agua presente en el queso causa la difusión de la sal hacia el centro y de agua hacia el exterior del producto, lo que provoca un equilibrio en la presión osmótica, según esto la cantidad de agua perdida es cerca de 2 veces la cantidad de sal ganada (GUINEE, 2004).

Difusión de la Sal en el Queso.

La difusión es un proceso mediante el cual existe un intercambio iónico entre el NaCl y el queso perdiéndose sustancias nitrogenadas solubles que quedan en la fase acuosa salina, esta difusión, al igual que la cantidad de sal absorbida, dependen de la composición del queso, la concentración de la salmuera y las condiciones de salado (ALAIS, 1985).

Formulación de Quesos Frescos

La sal, promueve cambios físicos y químicos en los procesos de maduración y regula el crecimiento de organismos deseables, incluyendo las bacterias ácido- lácticas (Sutherland, 2002). La concentración de sal en los quesos oscila entre 0,7 a 7 g/100g, correspondiente a un a_w (*Actividad Acuosa*) de 0,99 a 0,95, respectivamente. Muchos microorganismos pueden crecer bajo tales condiciones, por ejemplo, el *Staphylococcus aureus* crece con 20% de sal y *Lactococcus lactis subsp lactis*, es capaz de crecer con concentraciones de hasta 6% de sal (Cogan, 2000). El sodio forma parte de la sal y su consumo en exceso está relacionado con problemas de presión arterial alta (IOM, 2010). En cuanto a la contribución de los quesos a la ingesta diaria recomendada, Drake et al (2011), señalaron que el ser humano requiere consumir 2,4 g de sodio al día (equivale a 6 g de sal), los quesos contribuyen en un 10 % del sodio en la ingesta diaria recomendada, si el consumo es de 40 g diario. Por otra parte, para que el queso se considere bajo en sodio, este no puede contener más de 280 mg Na /100 g, equivalente a 0,7 % de sal (por gravimetría: 0,04 g de Na equivalen a 0,1 g de sal en 100 g muestra). Para superar el valor insípido de los quesos se requiere de un 0,8 % Na (Guinee y Fox, 2004). Quesos con un contenido de sal (3% de NaCl) para una porción de 30 gramos, equivale un 15% de la ingesta diaria recomendada. Quesos como azul, Romano, queso Parmesano y queso Feta se esperan ser salados (>3 % sal) (Johnson et al., 2009).

La regulación del sodio en alimentos, específicamente en productos lácteos como los quesos frescos, se enmarca en la formulación y desarrollo de productos, así como en la normativa para reducir riesgos para la salud. El sodio, utilizado en la formulación de alimentos para mejorar el sabor y la preservación, puede tener efectos negativos en la salud cuando se consume en exceso, contribuyendo a enfermedades como la hipertensión arterial, enfermedades

cardiovasculares y enfermedades renales (He & MacGregor, 2010; Cook et al., 2007; Kovesdy et al., 2013). Para mitigar estos riesgos, las normativas como la Resolución 2013 de 2020 en Colombia establecen límites máximos de sodio en productos lácteos, buscando equilibrar la calidad del producto con la salud pública (Ministerio de Salud de Colombia, 2020). Estas regulaciones buscan reducir el consumo de sodio y, por ende, mejorar los indicadores de salud pública, respaldadas por evidencia que muestra que tales políticas pueden ser efectivas en la disminución de la presión arterial y la incidencia de enfermedades relacionadas (Sacks et al., 2001).

La reducción de la ingesta de sal alimentaria a nivel de la población es la medida de salud pública más eficaz en función de los costos de que se dispone hasta ahora para reducir la presión arterial y la mortalidad (34). Puede salvar vidas y ahorrar gastos en concepto de atención de salud en todos los países de ingresos bajos, medios y altos. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) convocó a un grupo de expertos internacionales independientes, especializados en los temas de la sal y la salud, para orientar los primeros dos años de actividades de una iniciativa regional denominada prevención de las enfermedades cardiovasculares mediante la reducción de la ingesta de sal alimentaria. En las Américas, adultos y niños, consumen más del doble de la cantidad considerada necesaria para la salud; por ello América Latina y el Caribe tienen las tasas más altas de hipertensión del mundo. La reducción de la sal de mesa y comer menos alimentos preparados previamente con adición de sal, es una de las estrategias contempladas por la OMS/OPS que deben adoptar todos los países (Villamil Parra R 2017).

Por lo tanto, la reducción del contenido de sal en alimentos es uno de los grandes objetivos de la industria, principalmente en aquellos de consumo diario. Organizaciones internacionales como la OMS/OPS han definido una estrategia mundial para reducir el consumo

de sal como respuesta a una amplia gama de enfermedades crónicas no transmisibles, asociadas al exceso en la ingesta; debido a esto, la industria debe reformular sus productos para cumplir con estos lineamientos. Por ello la promoción de alimentos con bajo contenido de sal es un lineamiento mundial, dado los efectos adversos que trae exceder su consumo. La hipertensión arterial es una epidemia a nivel mundial. Afecta aproximadamente al 25% de la población mundial con tendencia a que la prevalencia incremente a un 60% para el año 2025. Se ha demostrado que la reducción de la ingesta de sodio a menos de 2300 mg/día puede eliminar 11 millones de casos de hipertensión arterial, ahorrar 18 mil millones de dólares en la atención de salud, y finalmente, ganar 312.000 años de vida ajustados por la calidad en países como Estados Unidos (Villamil Parra, R.2017).

Reformulación de Productos

Una de las principales acciones que la industria de alimentos puede tomar es reformular los productos procesados para reducir su contenido de sodio. Esto implica cambiar las recetas de los alimentos para hacerlos menos salados sin comprometer su sabor, seguridad o durabilidad.

Uso de alternativas a la sal

La sal es fundamental en muchos procesos de fabricación de alimentos, ya que mejora el sabor, actúa como conservante y ayuda en la textura y coloración. Sin embargo, existen diversas alternativas que buscan reemplazar parcial o totalmente la sal sin comprometer la calidad del producto algunos ingredientes como el potasio o el magnesio pueden ser utilizados en lugar de sodio para equilibrar el sabor.

Reducción gradual

La reducción de sodio debe ser gradual, ya que la transición de una alta cantidad de sal a un nivel muy bajo puede afectar el sabor, lo que podría resultar en una menor aceptación del

consumidor. La industria debe encontrar un balance entre reducir el sodio y mantener la calidad del producto (Villamil Parra, R. 2017).

Innovación tecnológica

El desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de conservación también permite reducir la cantidad de sal sin afectar la vida útil o la seguridad de los productos. Por ejemplo, los avances en la preservación mediante técnicas como el envasado al vacío o la fermentación pueden permitir reducir la sal agregada.

Etiquetado nutricional

El etiquetado nutricional es un componente crucial para que los consumidores puedan tomar decisiones informadas sobre su dieta. La industria de alimentos debe comprometerse a:

Etiquetas claras sobre contenido de sodio: Los productos deben tener etiquetas fáciles de leer que informen claramente sobre el contenido de sodio. Esto incluye no solo la cantidad de sodio por porción, sino también advertencias de alto contenido en sodio cuando los niveles son elevados (como en los sistemas de etiquetado frontal que incluyen alertas como "alto en sodio").

En Colombia por medio de la resolución 2492 de 2022 numeral 32.3. 32.3. Forma del sello frontal de advertencia: la forma de destacar las características nutricionales indicadas en el inciso primero de este artículo será incluyendo sellos en la etiqueta, los cuales consistirán en un símbolo octagonal de fondo color negro y borde blanco, y en su interior el texto "EXCESO EN", seguido de: "GRASAS SATURADAS" o "GRASAS TRANS" o "SODIO" o "AZÚCARES" o con el texto "CONTIENE EDULCORANTES" de manera individual o con 2 o 3 o 4 o 5 sellos (según corresponda). Las letras del texto de los sellos deberán ser mayúsculas y de color blanco, tipo de letra ARIAL BOLD. Además, en el mismo símbolo, deberá inscribirse en letras

blancas, la palabra "MINSALUD", según la figura 6 del presente artículo.

Figura 2

Forma del sello frontal de advertencia



Nota. Tomado Ministerio de Salud

Afrontar las reformas en la regulación: La industria alimentaria debe alinearse con las regulaciones locales e internacionales sobre el etiquetado nutricional, como las normativas impuestas por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), que promueven la transparencia en la información. Certificación de "bajo en sodio" o "sin sodio": Los productos que realmente reduzcan significativamente su contenido de sodio pueden recibir sellos o certificaciones que ayuden a los consumidores a identificar rápidamente opciones más saludables.

Análisis Sensorial

El análisis sensorial es una disciplina que proporciona información sobre la calidad de los alimentos y expectativas de aceptación por parte del consumidor. Mediante este se analizan, miden e interpretan reacciones por parte de los consumidores hacia diversas características de los alimentos. Se utiliza principalmente para introducir un alimento al mercado, control de calidad o cuando se quiere cambiar algún aspecto de este (Liria, 2007).

Método de Certificación de Sodio en Quesos Frescos

Cada esquema de certificación se diferencia por la inclusión de actividades adicionales de verificación, con grados de exigencia diferenciales, que buscan el mantenimiento de la confianza en la conformidad del producto, como parte de la actividad de certificación.

Cada esquema de certificación aplicable, según el tipo de producto, establece actividades de ensayos, inspecciones, auditoría del sistema de calidad del fabricante, evaluación del proceso de producción, seguimientos o vigilancias y emisión de licencias de uso de una marca de conformidad entre otras. En la definición de las actividades que forman parte de un esquema de certificación, el organismo de certificación se soporta en la Norma ISO/IEC 17067 (vigente), en la cual se describen algunas actividades de certificación de productos, identifican elementos básicos y tipos de certificación de productos y muestra algunas de las maneras de combinar esos elementos para diseñar un esquema de certificación de productos.

En Colombia existen laboratorios certificados por la ONAC los cuales ofrecen el servicio de certificación de productos de tercera parte, mediante la aplicación de los esquemas de certificación que se definen de manera general en Norma ISO/IEC 17067 (vigente) y reglamentos técnicos. En los aspectos en los que la definición del nivel de exigencia en la evaluación o del grado de profundidad requerido no es establecido en un documento de referencia, el organismo de certificación salvaguarda la objetividad de sus decisiones estableciendo criterios de aplicación de los diferentes elementos de los esquemas de certificación, en evaluaciones de riesgo específicas y en la competencia de su personal.

Acuerdo de Certificación

El área comercial prepara la “oferta de certificación” en el que se describen: los productos a certificar, esquemas, términos y condiciones, el valor de los servicios, laboratorios (si aplica) que participaran en la evaluación y se entregan los documentos de información

asociados al esquema de certificación ofertado. La firma del acuerdo de certificación implica la aceptación por parte del cliente de las responsabilidades, términos y condiciones establecidas por el esquema de certificación seleccionado, las cuales se describen en este documento y se establecerán de manera particular en cada oferta de certificación.

Preparación de la Evaluación

El coordinador técnico designa un evaluador competente quien, aplicando los requisitos del plan de evaluación establecido en el esquema de certificación, es el responsable de llevar a cabo la evaluación de los productos del cliente para que obtengan su certificación.

El Evaluador Ejecuta el Plan de Evaluación

Con base en el concepto emitido por el coordinador técnico; el director de certificación toma la decisión sobre la certificación, esta decisión puede incluir alguna de las siguientes opciones o una combinación de estas: otorgar, rechazar, ampliar, reducir, suspender o cancelar una certificación.

Marco Normativo

Resolución 2013 de 2020 Por la cual se establece el reglamento técnico que define los contenidos máximos de sodio de los alimentos procesados priorizados en el marco de la Estrategia Nacional de Reducción del Consumo de Sodio y se dictan otras disposiciones.

Resolución 2492 de 2022 Por la cual se modifican los artículos 2, 3, 16, 25, 32,37 y 40 de la Resolución 810 de 2021 que establece el reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados y empacados para consumo humano.

Decreto 616 de 2006 por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte,

comercialice, expendo, importe o exporte en el país.

En Colombia, en el mes de octubre de 2014, se aprobó el proyecto de ley 151 de 2013 que busca medidas para prevenir la hipertensión arterial y el consumo excesivo de sal en los colombianos, dentro de este proyecto se propone que en el rotulado nutricional se agregue una declaración para aquellos alimentos con alto contenido de sodio, que permita a la gente ponerla alerta a la hora de adquirir ese tipo de alimentos.

Metodología

La estrategia de disminución del contenido de sodio fue aplicada mediante la reformulación de los productos queso mozzarella y queso amarillo, mediante la evaluación y reconocimiento de las etapas, una vez reformulado el producto se realizaron análisis sensorial.

Evaluación del Proceso

La evaluación del proceso de producción de quesos fresco mozzarella queso fresco amarillo implico un análisis detallado en cada etapa de fabricación, recepción de materia prima, pasteurizado, proceso de cuajado, proceso de hilado, moldeo, enfriamiento, empaque y despacho.

Reformulación

Se realizan ajustes en el contenido de sal mediante balance de materia, lo que permitió evaluar y controlar con precisión la cantidad de sal incorporado en el proceso de elaboración de queso mozzarella y queso amarillo.

Análisis Sensorial

Se realizó un análisis sensorial donde se evaluó la aceptabilidad de queso mozzarella y queso amarillo reducido en sodio utilizando una escala hedónica con los consumidores. Un grupo de 10 panelistas consumidores participaron en la prueba, utilizando una escala de 1 a 5 para asignar un puntaje en los atributos sabor, textura, apariencia y olor.

Análisis de Contenido de Sodio

De acuerdo con el muestreo realizado tras la reformulación de los productos, se confirmó la reducción del contenido de sodio en queso mozzarella y queso amarillo. Estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa vigente, validando la efectividad de los ajustes realizados mediante balance de materia.

Tabla 1*Escala de Evaluación Sensorial*

| Calificación | Descripción |
|--------------|--|
| 1 | Muy malo: La característica evaluada es completamente inaceptable o desagradable. |
| 2 | Malo: La característica evaluada presenta fallas notorias y es poco aceptable. |
| 3 | Regular: La característica evaluada es aceptable, pero muestra áreas de mejora evidente. |
| 4 | Bueno: La característica evaluada es satisfactoria, con ligeros detalles que mejorar. |
| 5 | Excelente: La característica evaluada es ideal, sin necesidad de mejoras. |

Nota. Autoría propia

Descripción Proceso de Muestreo

Descripción de la muestra. Queso mozzarella fresco, semigraso semiduro, Queso amarillo fresco, semigraso, semiduro.

Método de muestreo aleatorio. Se seleccionaron muestras de diferentes partes del lote para asegurar representatividad.

Etiquetado. Se etiquetó cada muestra con la fecha de recolección y el tipo de queso, así como las condiciones en las que se almacenó.

Almacenamiento. Se almacenó muestras a temperatura de refrigeración.

Método de Análisis


Se realiza utilizando métodos de análisis que aseguran una cuantificación precisa de este mineral. Espectroscopía de Absorción Atómica (AAS)** - Es uno de los métodos más

utilizados para medir sodio en alimentos debido a su precisión y sensibilidad.

Resultados de la Evaluación del Contenido de Sodio en los Quesos Frescos Mozzarella y Queso Amarillo

Tabla 2

Resultados de la Evaluación del Proceso Productivo

| ETAPA | DESCRIPCIÓN | EVIDENCIA |
|--------------------|--|--|
| Recepción de leche | La leche que llega a la planta se evalúa a través de los siguientes análisis: densidad, acidez de la leche, prueba de antibiótico, pruebas de conservantes, neutralizantes, adulterantes, según los parámetros establecidos en el decreto 616 de 2006. |  |
| Pasteurización | Calentamiento de la leche a 85°C en marmita. |  |

Enfriamiento

Descenso de temperatura en la leche a 32°C.



Cuajado

Adición de cuajo, o cultivos lácteos.



Reposo

Reposo de 30 minutos



Desuerado

Filtrado del suero de la cuajada.



Calentamiento

La cuajada se somete a proceso de calentamiento entre 78 y 80 °C.

**Hilado y salado**

En esta etapa, estiramiento y amasado hasta obtener una textura fibrosa y elástica, adición de sal.

**Moldeo**

La cuajada caliente y estirada se coloca en moldes.



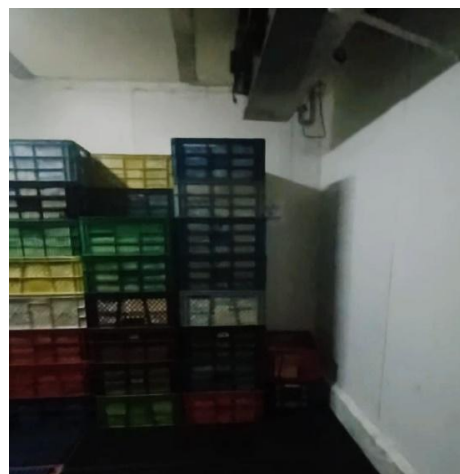
Empaque

Las presentaciones de 2500g son empacadas y selladas sin vacío.



Almacenamiento y distribución

Enfriamiento y almacenamiento a 0 a 4°C, para su distribución.



Nota. Autoría propia Resultados De La Evaluación Del Proceso Productivo

Prueba de hilado queso mozzarella

Prueba de hilado queso amarillo



Nota. Autoría propia prueba de hilado en queso mozzarella y queso doble crema

Imagen Queso mozzarella

Imagen Queso amarillo



Imagen de producto terminado queso Mozzarella

Imagen de producto terminado queso amarillo



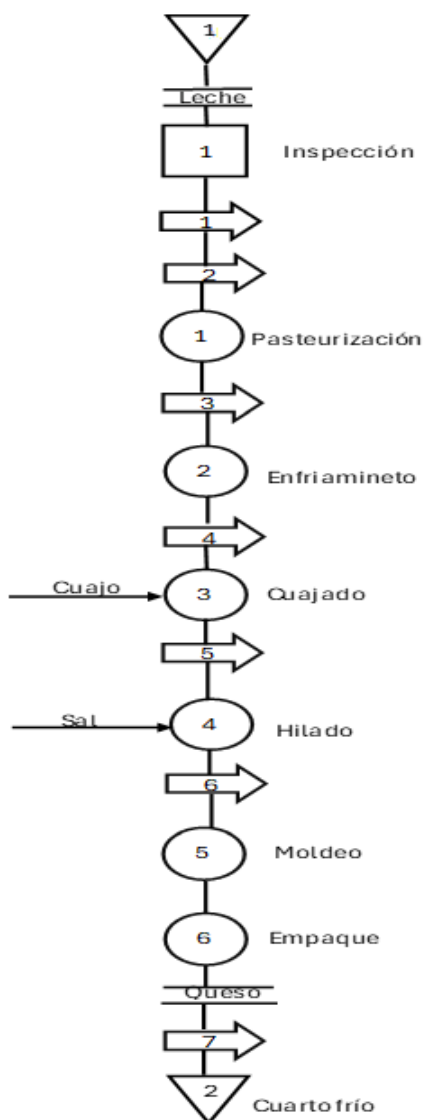
Nota. Autoría propia imágenes del producto terminado.

Diagrama De Proceso De Elaboración Del Queso Fresco

A continuación, se muestran los pasos del proceso de elaboración del queso mozzarella y queso amarillo

Figura 3

Diagrama De Operaciones



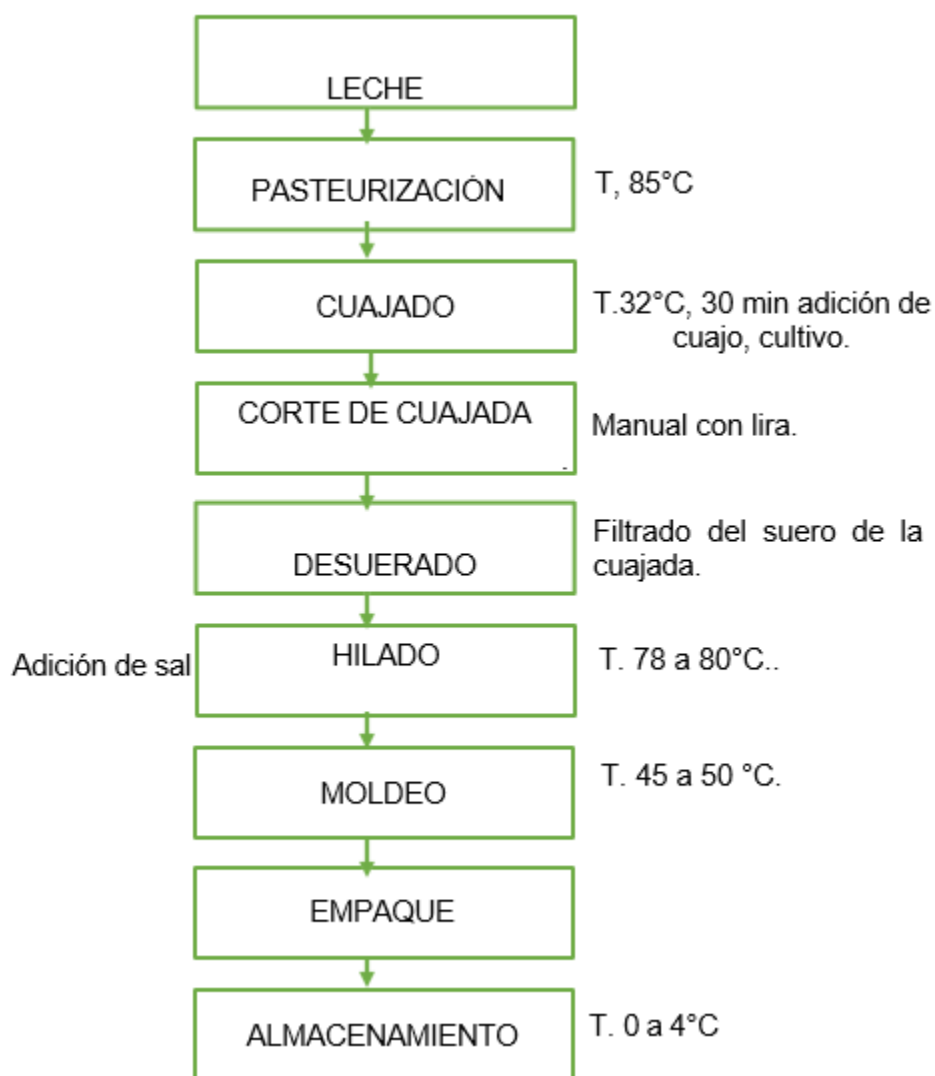
Nota. Autoría propia

Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el proceso a seguir para la elaboración de queso mozzarella y queso amarillo.

Figura 4

Diagrama de flujo



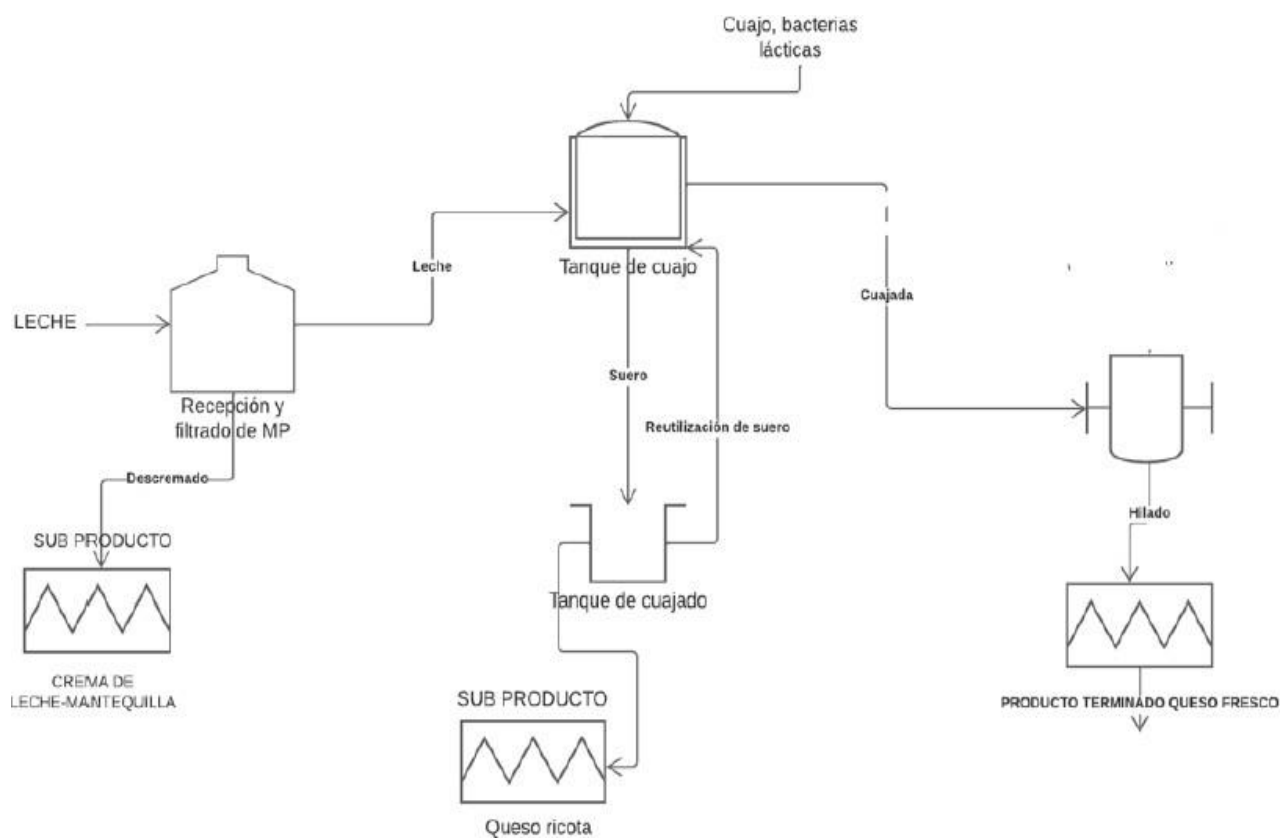
Nota. Adatado a partir de la revisión bibliográfica (Druker, P. 2004).

Diagrama de proceso

A continuación, en el diagrama de proceso se detalla de manera secuencial los pasos fundamentales para la elaboración de quesos frescos.

Figura 5

Diagrama de proceso



Nota. Tomado de la revisión bibliográfica de Sanchis Gisbert, R. (2020). Diagramación de procesos.

Reformulación del producto

Una vez identificados los contenidos de sodio se aplican técnicas de reducción de sodio por balance de materia y se evalúa la calidad sensorial.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de sodio en dos tipos de queso: mozzarella y queso amarillo antes de la reformulación.

Tabla 3

Contenido de sodio en queso antes de la reformulación

| Identificación de la Muestra | Parámetro | Unidad | Resultado |
|---|-----------|---------|-----------|
| QUESO MOZARELLA FRESCO, SEMIGRASO, SEMIDURO LOTE 12722 | Sodio | mg/100g | 439,0 |
| QUESO AMARILLO FRESCO, SEMIGRASO, SEMIDURO LOTE 25022 | Sodio | mg/100g | 444,5 |

Nota. Autoría propia

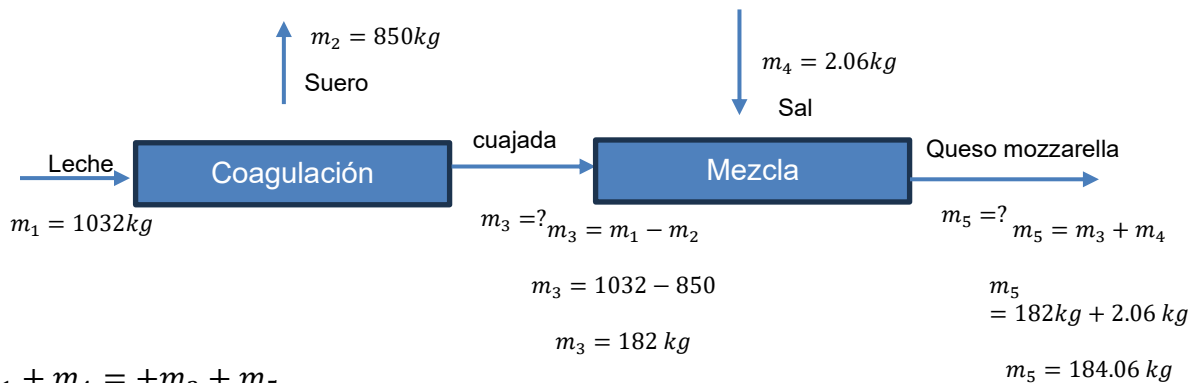
Balance teórico de materia

Balance de materia aplicado a la operación de desuerado y de mezcla en la formulación estándar de queso mozzarella

Base de cálculo

Leche entera= 1000 litros

Balance de materia aplicado a la operación de desuerado y de mezcla en la formulación estándar de queso mozzarella



$$m_1 + m_4 = m_2 + m_5$$

$$1032\text{kg} + 2.06\text{kg} = 850\text{kg} + 184.06\text{ kg}$$

$$1034.06\text{kg} = 1034.06\text{kg}$$

1. Cálculo de sodio por cada gramo de sal (NaCl) aplicando estequiometria

$$Na = 22.9 \frac{g}{mol}$$

$$Cl = 35 \frac{g}{mol}$$

$$NaCl = 58.44\text{g} / mol$$

$$Na = \frac{22.9 \frac{g}{mol}}{58.44 \frac{g}{mol}} * 100$$

$$Na = 39.3\%$$

1g de NaCl contiene 393 mg de Na

2. Cálculo de sodio por cada 100 g de queso mozzarella con la formulación convencional

Base de cálculo

Leche entera= 1000 litros (100%) =1032 kg

Sal= 2.06 kg

Si 1g de sal aporta 393 mg de sodio, entonces:

Se aplica una regla de 3

$$2.06\text{ kg de sal} = 2'060.000\text{mg}$$

$$\frac{1g}{2060g} = \frac{393mg}{x}$$

$$\text{Sodio} = \frac{2'060g * 393mg}{1g} = 809.580mg.$$

Cálculo de la concentración de sodio por cada 100 g de queso

$$\text{Queso} = 184.06 \text{ kg} = 184060g$$

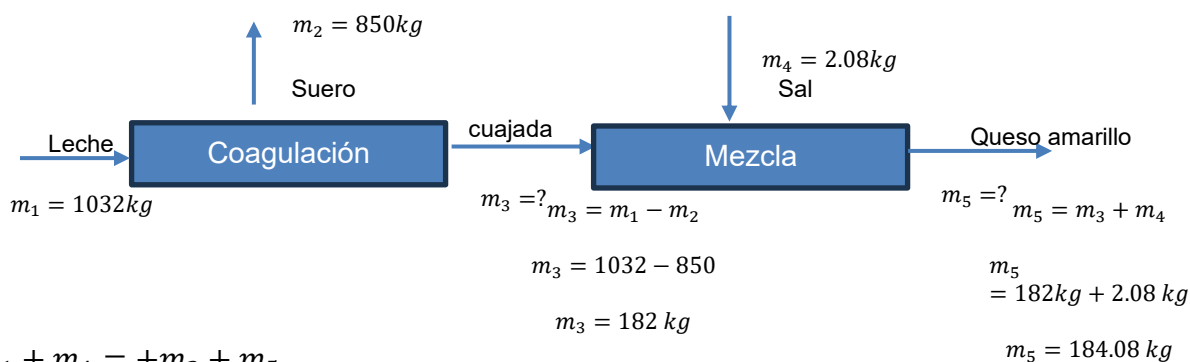
$$\text{Sodio} = 809.580mg.$$

$$\text{Concentracion} = \frac{mg \text{ soluto}}{g \text{ Solución}}$$

$$\text{Concentración} = \frac{809.580 \text{ mg}}{184.060g} = 4,39g$$

$$\text{Concentración} = 4.39 * 100g = 439 \text{ mg (sodio)/100g (queso)}$$

Balance de materia aplicado a la operación de desuerado y de mezcla en la formulación estándar de queso amarillo



1.Cálculo de sodio por cada gramo de sal (NaCl) aplicando estequiometria

$$Na = 22.9 \frac{g}{mol}$$

$$Cl = 35 \frac{g}{mol}$$

$$NaCl = 58.44g /mol$$

$$Na = \frac{35 \frac{g}{mol}}{58.44 \frac{g}{mol}} * 100 = 39.3\%$$

$$Na = 39.3\%$$

1g de NaCl contiene 393 mg de Na

2. Cálculo de sodio por cada 100 g de queso amarillo con la formulación convencional

Base de cálculo

Leche entera= 1000 litros (100%) =1032 kg

Sal= 2.08 kg

Si 1g de sal aporta 393 mg de sodio, entonces:

Se aplica una regla de 3

$$2.08 \text{ kg de sal} = 2'080.000\text{mg}$$

$$\begin{array}{l} 1g \text{ } \underline{\hspace{1cm}} \text{ } 393\text{mg} \\ 2080g \text{ } \underline{\hspace{1cm}} \text{ } x \end{array}$$

$$\text{Sodio} = \frac{2'080g * 393\text{mg}}{1g} = 817.440\text{mg}.$$

Cálculo de la concentración de sodio por cada 100 g de queso

$$\text{Queso} = 184.08 \text{ kg} = 184080g$$

$$\text{Sodio} = 817.440\text{mg}$$

$$\text{Concentración} = \frac{\text{mg soluto}}{\text{g Solución}}$$

$$\text{Concentración} = \frac{817.440\text{mg}}{184.080g} = 4.44 \text{ g}$$

$$\text{Concentracion} = 4.44 * 100g = 444 \text{ mg (sodio)/100g (queso)}$$

Balance de materia aplicado a la operación de desuerado y de mezcla en la formulación ajustada de queso mozzarella

Base de cálculo=1000 L de leche = 1032 kg

Cálculo de Masas

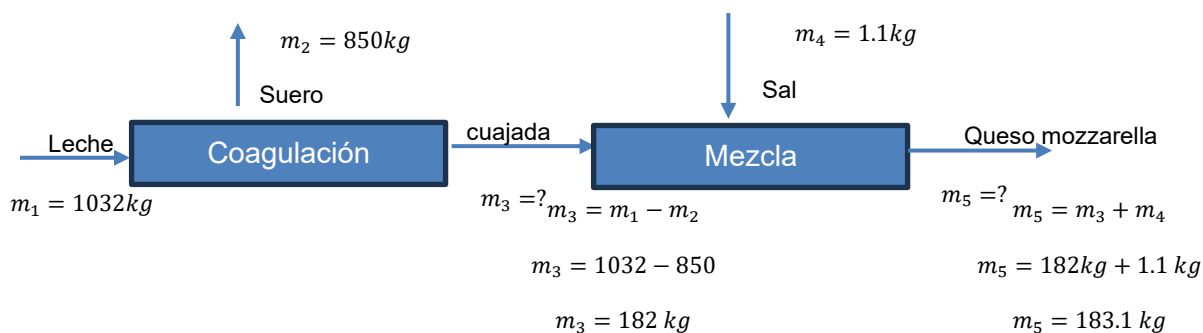
$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

$$\text{masa} = \text{densidad} * \text{volumen}$$

$$\text{masa} = 1.032 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * 1000 \text{ litros} = 1032 \text{ kg}$$

Suero

$$\text{masa} = 1.00 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * 850 \text{ litros} = 850 \text{ kg}$$



$$m_1 + m_4 = m_2 + m_5$$

$$1032 \text{ kg} + 1.1 \text{ kg} = 850 \text{ kg} + 183.1 \text{ kg}$$

$$1033.1 \text{ kg} = 1033.1 \text{ kg}$$

Aplicando estequiometría se determina la cantidad de sal para un contenido de sodio de $\leq 300 \text{ mg}$ por cada 100 g de producto. Balance de materia para 1000 litros de leche.

1. Cálculo de sodio por cada gramo de sal NaCl aplicando estequiometria

$$\text{Na} = 22.9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$Cl = 35 \frac{g}{mol}$$

$$NaCl = 58.44g /mol$$

$$Na = \frac{35 \frac{g}{mol}}{58.44 \frac{g}{mol}} * 100 = 39.3\%$$

$$Na = 39.3\%$$

1g de NaCl contiene 393 mg de Na

2. Cálculo de sodio por cada 100 g de queso mozzarella con la formulación convencional

Base de cálculo

Leche entera= 1000 litros (100%) =1032 kg

Sal= 1.1 kg

3. Cálculo de sodio por cada 100 g de queso con la formulación ajustada

Si 1g de sal aporta 393 mg de sodio, entonces:

Se aplica una regla de 3

$$1.1 \text{ kg de sal} = 1'100.000mg$$

$$\begin{array}{l} 1g \text{ } \underline{\hspace{1cm}} \text{ } 393mg \\ 1100g \text{ } \underline{\hspace{1cm}} \text{ } x \end{array}$$

$$Sodio = \frac{1'100g * 393mg}{1g} = 432.300mg$$

Cálculo de la concentración de sodio por cada 100 g de queso

$$Queso = 183.01 \text{ kg} = 183.100g$$

$$Sodio = 432.300mg$$

$$Concentracion = \frac{mg \text{ soluto}}{g \text{ Solución}}$$

$$\text{Concentracion} = \frac{420.510\text{mg}}{183.100\text{g}} = 2.36 \text{ g}$$

$$\text{Concentración} = 2.36 * 100\text{g} = 236\text{mg (sodio)}/100\text{g (queso)}$$

Tabla 4

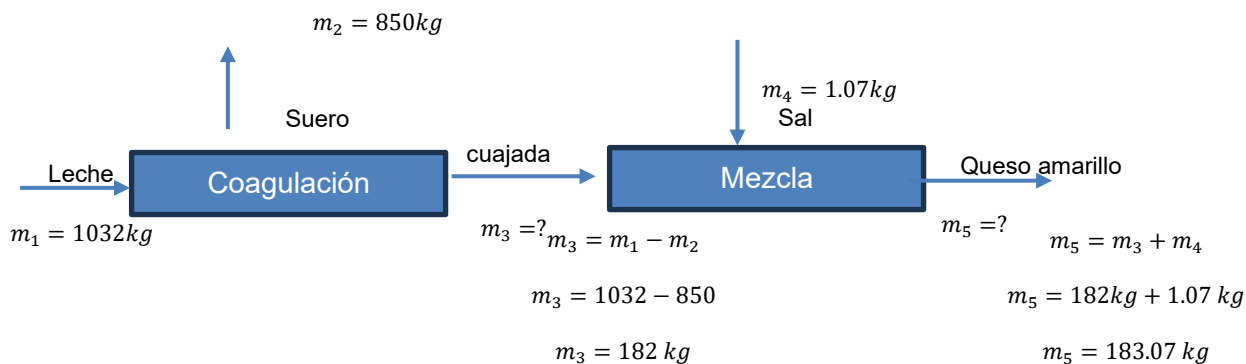
Formulación ajustada de queso Mozzarella

| Ingredientes | Porcentaje (%) |
|-------------------|----------------|
| Leche entera | 100.00 % |
| Sal (NaCl) | 1.1 % |
| Cuajo | 0.024 % |
| Cultivos lácticos | 0.02% |
| Cloruro de calcio | 0.01 % |

Nota Autoría propia

Balance de materia aplicado a la operación de desuerado y de mezcla en la formulación ajustada queso amarillo

Cálculo de Masas



$$m_1 + m_4 = m_2 + m_5$$

$$1032\text{kg} + 1.07\text{kg} = 850\text{kg} + 183.07\text{kg}$$

$$1033.07\text{kg} = 1033.07\text{kg}$$

Se aplica una regla de 3

$$1.07 \text{ kg de sal} = 1'070.000\text{mg}$$

$$\begin{array}{l} 1\text{g} \text{-----} 393\text{mg} \\ 1070\text{g} \text{-----} x \end{array}$$

$$\text{Sodio} = \frac{1'070\text{g} * 393\text{mg}}{1\text{g}} = 420.510\text{mg}$$

Cálculo de la concentración de sodio por cada 100 g de queso

$$\text{Queso} = 183.07 \text{ kg} = 183070\text{g}$$

$$\text{Sodio} = 420.510\text{mg}$$

$$\text{Concentracion} = \frac{\text{mg soluto}}{\text{g Solución}}$$

$$\text{Concentracion} = \frac{420.510\text{mg}}{183070\text{g}} = 2.29 \text{ g}$$

$$\text{Concentración} = 2.29 * 100\text{g} = 229 \text{ mg (sodio)/100g (queso)}$$

Tabla 5

Formulación ajustada de queso amarillo

| Ingredientes | Porcentaje (%) |
|-------------------|----------------|
| Leche entera | 100.00 % |
| Sal (NaCl) | 1.07 % |
| Cuajo | 0.024 % |
| Cloruro de calcio | 0.01 % |
| Colorante (anato) | 0.04 % |

Nota Autoría propia

En el análisis de sodio según el muestreo realizado, se confirmó la reducción en queso amarillo y queso mozzarella, logrando un contenido de sodio de 229,3 mg por cada 100 g de queso

amarillo, Para el queso mozzarella, 235,5 mg por cada 100 g de producto final, cumpliendo con los límites establecidos por la normatividad.

A continuación, se relaciona el resultado de análisis de sodio de quesos frescos descritos en la tabla 6.

Tabla 6

Resultados de Análisis de Sodio en el queso mozzarella y queso amarillo

| Identificación de la Muestra | Parámetro | Unidad | Resultado |
|--|------------------|---------------|------------------|
| QUESO AMARILLO FRESCO, SEMIGRASO, EMIDURO LOTE 25522 | Sodio | mg/100g | 229,3 |
| QUESO MOZARELLA FRESCO, SEMIGRASO, SEMIDURO LOTE 12722 | Sodio | mg/100g | 235,5 |

Nota. Autoría propia

En ambos productos, se logró reducir la cantidad de sal sin comprometer las características organolépticas del queso, como el sabor y la textura. Como se describe en la tabla 7. Mediante ajustes en la formulación y el proceso de fabricación, se consiguió mantener los niveles de sodio dentro del rango recomendado de 300 mg por cada 100 gramos de producto. Estos resultados confirman que es posible reducir el contenido de sodio en quesos frescos sin afectar la calidad del producto final, contribuyendo a una opción más saludable para los consumidores.

Tabla 7

Resultados del análisis sensorial de queso mozzarella y queso amarillo reducidos en sodio

| Característica | Queso Mozzarella (Promedio) | Queso Amarillo (Promedio) | Comentarios Generales |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------|--|
| Sabor | 4.2 | 4.0 | Bien equilibrado, ligeramente menos salado, aceptable. |
| Textura | 4.5 | 4.3 | Suave y consistente, similar al producto estándar. |
| olor | 4.4 | 4.6 | Muy similar al convencional, atractivo visual. |
| Apariencia | 4.3 | 4.2 | Natural, sin alteraciones significativas. |
| Aceptación General | 4.4 | 4.2 | Altamente aceptado por el grupo de evaluación |

Nota Autoría propia

Como se puede observar en la tabla 7, para ambas pruebas el queso mozzarella y queso amarillo es satisfactorio en los análisis realizados como sabor, textura, olor, apariencia y aceptación general.

Certificación de Sodio en Quesos Frescos

A continuación, en la tabla 8, se relaciona Rúbrica de evaluación y resultados obtenidos en la inspección del sistema de gestión de calidad y seguridad alimentaria de la producción

Tabla 8

Rúbrica de evaluación y resultados obtenidos en la inspección del sistema de gestión de calidad y seguridad alimentaria de la producción.

| INSPECCIÓN | | | | |
|--|--------------------|----|----|--|
| ITEM | C | NC | NA | DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO |
| | PROVEEDORES | | | |
| La organización debe asegurarse que se identifiquen todos los requisitos legales y reglamentarios de inocuidad de los alimentos aplicables a todas las materias primas, ingredientes y materiales en contacto con el producto. La organización debe mantener la información documentada referente a las materias primas, los ingredientes y los materiales en contacto con el producto, según sea apropiado, lo siguiente: Las características fisicoquímicas y microbiológicas La composición de los ingredientes formulados, incluyendo los aditivos y coadyuvantes del proceso Especificaciones de producción Los métodos de embalaje y liberación Las condiciones de almacenamiento y la vida Útil La preparación y/o el tratamiento previo a su uso o procesamiento. Los | X | | | Se evidencia fichas técnicas de la materia prima respectiva junto con criterios de aceptación y rechazo. |

critérios de aceptación
relacionados con la inocuidad de los
alimentos

| | | |
|--|---|--|
| El establecimiento no debe aceptar ninguna materia prima o ingrediente que contengan contaminantes físicos, químicos y microbiológicos, que no puedan ser reducidas a niveles aceptables por los procedimientos normales de clasificación y/o preparación o elaboración. | X | Se evidencia acta de INVIMA, con porcentaje de cumplimiento 76% concepto favorable, realizado 27/06/23. |
| Las materias primas o ingredientes se deben inspeccionar y clasificar antes de llevarlos a la línea de elaboración y, en caso necesario, se deben efectuar ensayos de laboratorios adecuados. En la elaboración sólo se deben | X | Las materias primas se inspeccionan correctamente en el área de recepción, mediante un formato de registro |
| utilizar materias primas o ingredientes en condiciones aceptables respecto de su inocuidad, según el proceso de elaboración. | X | Teniendo en cuenta criterios de aceptación. |
| Procedimientos de manipulación: Los procedimientos de manipulación deben ser tales que impidan la contaminación de los materiales transportados. | X | Se evidencia que los procedimientos de manipulación impiden la contaminación. |
| Los materiales que no cumplen con las especificaciones pertinentes deben ser manipulados mediante un procedimiento documentado, el cual garantice que los mismos no sean indebidamente utilizados. | X | En el programa de proveedores existe el rechazo de los materiales, comprenden las especificaciones del procedimiento que lo garantiza. |
| Se deberá disponer de unas áreas de segregación para materiales identificados como no conformes. | X | Se evidencia área demarcada y programa de no conformidades. |

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

| | | |
|---|---|--|
| <p>Se deben realizar controles y registros efectivos de la temperatura, humedad y otras condiciones ambientales cuando las condiciones de almacenamiento del producto sean requeridas.</p> | X | <p>Se evidencia formatos correctamente de temperatura y diligenciado al día.</p> |
| <p>Se debe observar un sistema específico de rotación de stock (FIFO/FEFO).</p> | X | <p>Se evidencia que la rotación lo manejan al día.</p> |
| <p>Los insumos y las materias primas se deben ubicar sobre tarimas, estibas y/o racks, separados de las paredes, para permitir la correcta higienización de la zona.</p> | X | <p>Se evidencia estibas separadas de la pared</p> |
| <p>Los residuos generados por los insumos y/o materias primas se deben gestionar de acuerdo con los parámetros establecidos en los programas que conforman el plan de saneamiento básico para las plantas de procesamiento de alimentos:</p> <p>Programa de Limpieza & Desinfección</p> <p>Programa de manejo de residuos sólidos y líquidos</p> <p>Programa manejo integrado de plagas</p> <p>Programa de abastecimiento y/o suministro agua potable</p> | X | <p>Se evidencia plan de saneamiento, completo.</p> <p>Residuos sólidos: Se evidencia programa recolección de residuos asomunar.</p> <p>MIP: La realiza la empresa palmera junior. tanque: La empresa palmera junior realiza el lavado de tanque y realizan control de pH y cloro residual.</p> |
| <p>La materias primas e insumos que contienen alérgenos deben encontrarse separadas, identificadas y controladas, para garantizar que no existirá riesgo de contaminación cruzada.</p> | X | <p>Se evidencia materias primas separadas.</p> |

PRODUCCIÓN

La organización debe establecer, mantener y actualizar los diagramas de flujo de procesamiento como información documentada para los productos o categorías de productos y los procesos incluidos en la producción. Los diagramas de flujo deben ser claros, precisos y suficientemente detallados,

| | | |
|---|---|--|
| <p>deben incluir, Según sea apropiado, los siguientes: La secuencia e interacción de las etapas en la operación. Todo proceso contratado externamente. Dónde se incorporan al flujo las materias primas, los ingredientes, coadyuvantes de elaboración. Dónde se reprocesa y se hace el reciclado (si aplica) Dónde se liberan o eliminan los productos terminados, los productos intermedios, los subproductos y los desechos.</p> | X | <p>El diagrama de flujo representa el proceso evidenciado de reempaque.</p> |
| <p>Todo proceso de fabricación del alimento, incluyendo las operaciones de envasado y almacenamiento, deben realizarse en óptimas condiciones sanitarias, de limpieza y conservación y con los controles necesarios para reducir el crecimiento de microorganismos y evitar la contaminación del alimento. Se debe contar con un programa y/o procedimiento de limpieza y desinfección donde se evidencien los controles.</p> | X | <p>Se evidencia programa de limpieza y desinfección, relacionando POES establecidos, con formato especificado.</p> |
| <p>Los equipos y utensilios empleados en el manejo de alimentos deben estar fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, así como a la utilización frecuente de agentes de limpieza y desinfección.</p> | X | <p>Se evidencia equipos y utensilios empleados en el manejo de alimentos, liso, no poroso, no absorbente.</p> |
| <p>Todas las superficies de contacto directo con el alimento deben poseer un acabado liso, no poroso, no absorbente y estar libres de defectos, grietas, intersticios u otras irregularidades que puedan atrapar partículas de alimentos o microorganismos que afectan la inocuidad de los alimentos.</p> | X | |
| <p>Se deben mantener registros adecuados de las sustancias químicas empleadas en planta durante el proceso de elaboración.</p> | X | <p>Se evidencia fichas técnicas de los productos empleados.</p> |

| | | |
|---|---|---|
| La elaboración de los alimentos debe ser realizada por personal capacitado y supervisada por personal técnicamente competente. | X | Se evidencia certificados médicos y plan de capacitación aptos para manipular alimentos con conocimientos en el tema. |
| Todas las operaciones del proceso de producción, incluido el envasado, se deben realizar en condiciones que excluyan toda posibilidad de contaminación, deterioro o proliferación de microorganismos patógenos y causantes de alteraciones del alimento en cualquiera de sus etapas de elaboración. | X | Se evidencia en las operaciones procesos que excluye la posibilidad de contaminación. |
| Los envases y embalajes que estarán en contacto directo con el alimento, aunque sea en forma temporal, deben permanecer en buen estado, limpios y, de acuerdo con el riesgo en salud pública, deben estar debidamente desinfectados. | X | Se evidencia ficha técnica de los envases utilizados en cada producto, como |
| Los envases y los recipientes utilizados no deben haber sido previamente utilizados para ningún otro fin que pueda dar lugar a la contaminación del producto envasado. | X | apto para alimentos según resolución indicada. |
| Los puntos de control de procesos deben ser tales que protejan al alimento elaborado contra la contaminación, su deterioro y eviten la aparición de peligros para el consumidor. | X | Se evidencia flujogramas de procesos |
| Se deben establecer procedimientos para asegurar la adecuada identificación de lotes y fechas de vencimiento de los productos. | X | Se evidencia identificación de lotes en la fecha de producción y fechas de vencimiento de productos según vida Útil. |

| | | |
|--|---|--|
| <p>Durante el almacenamiento se debe efectuar una inspección periódica de los productos terminados, a fin de que sólo se expidan alimentos aptos para el consumo, y se cumplan con las especificaciones aplicables.</p> | X | <p>Se evidencia mediante el formato de producción las inspecciones de producto con aceptación.</p> |
| <p>Se deben instrumentar los controles de laboratorio propios o tercerizados suficientes y con la metodología analítica reconocida, y vigente, a los efectos de asegurar la elaboración de alimentos que cumplan con los límites permisibles de sodio.</p> | X | <p>Se determina los controles de límites de sodio, para determinar la concentración permitida por medio del laboratorio certificado por la ONAC.</p> |
| <p>La organización debe indicar las etapas en las cuales se puede comprometer el contenido de sodio de los alimentos, esta información debe encontrarse documentada de forma que se reflejen las medidas preventivas y correctivas en caso de que se presenten desviaciones o variaciones en el proceso; especificar los límites permisibles de contenido de sodio, y las acciones cuando estos no se cumplan. Las acciones establecidas deben garantizar que no se excede el nivel aceptable.</p> | X | <p>No tiene punto crítico porque no realizan producción, solamente reenvasado.</p> |
| <p>Cuando no se cumplan los límites de sodio establecidos en la Resolución 2013 de 2020, los productos afectados deben identificarse y manipularse como productos No Conformes.</p> | X | <p>Se evidencia programa de no conformidades, para los productos que no cumplan con el límite de sodio.</p> |

La organización debe asegurarse que se identifiquen todos los requisitos legales y reglamentarios de inocuidad de los alimentos aplicables para todos los productos terminados que se proyectan producir.

Se evidencia fichas técnicas de los productos completas.

La organización debe mantener la información documentada sobre las características de los productos terminados en el grado que sea necesario para realizar los controles aplicables, incluyendo la información que sigue, según sea apropiado: El nombre del producto o identificación similar

X

X

La composición las características microbiológicas, químicas y físicas pertinentes para la inocuidad de los alimentos.

La vida Útil prevista y las condiciones de almacenamiento. El envase y embalaje

El etiquetado en relación con la inocuidad de los alimentos y/o instrucciones para su manipulación, preparación y uso previsto, tablas nutricionales

Registro Sanitario INVIMA.

PRODUCTO NO CONFORME

Los productos afectados por incumplimiento de los límites permisibles de sodio solamente deben ser liberados, cuando se evidencia que:

Los resultados del muestreo, análisis y/o de otras actividades de verificación demuestran que los productos afectados son conformes con los límites aceptables de sodio establecidos en la Resolución 2013 de 2020 Los resultados de la evaluación de la liberación de productos deben conservarse como información documentada.

X

Se evidencia que los productos que tienen incumplimiento se basan en el procedimiento de Recall y productos no conformes.

| | | |
|---|---|--|
| <p>Los productos que no son aceptables para su liberación deben ser:</p> <p>Reprocesados o procesados posteriormente dentro o fuera de la organización para asegurar que los límites de sodio han sido reducidos a niveles aceptables</p> <p>b) Destruídos y/o dispuestos como desecho. Debe conservarse la información documentada sobre la disposición de los productos no conformes, incluida la identificación de las personas con autoridad de aprobación</p> | X | <p>Los productos según ficha técnica se pueden ser reprocesados para asegurar los límites de sodio o pueden destruirse con hipoclorito de sodio.</p> |
| <p>Devolución de los productos y productos no conformes: Los productos devueltos, no conformes y potencialmente no conformes se deben ubicar en sectores separados e identificados hasta tanto se determine su destino.</p> | X | <p>Los productos están conformes y se ubican en sectores separados e identificados tanto en la producción y recepción.</p> |
| <p>Los recipientes para residuos provenientes de los productos no conformes deberán estar:</p> <p>Claramente identificados para el propósito requerido</p> <p>Construidos de material impermeable, los cuales podrán limpiarse y fanatizarse</p> <p>Cerrados cuando no están siendo utilizados</p> <p>Cerrados bajo llave cuando los residuos pueden ser un peligro para los productos</p> <p>No deberá permitirse la acumulación de estos residuos en áreas de manipulación almacenamiento de alimentos. Se deben gestionar frecuencias de remoción de residuos para evitar acumulación de residuos, con una eliminación mínima diaria</p> | X | <p>Recipientes son aptos.</p> <p>La acumulación no se evidencia ya que se gestiona frecuencias de remoción, mediante un formato establecido.</p> |

Los materiales rotulados, productos o envases impresos deberán ser desarmados o destruidos para evitar que las marcas sean reutilizadas. Lo removido y lo destruido deberá ser retirado por un contratista autorizado para la eliminación. La organización deberá dejar registro de la destrucción. X

Se evidencia que la destruyen, según el programa de no conformidades.

EQUIPOS

Todos los equipos y los utensilios deben estar diseñados y construidos de modo que aseguren la no contaminación del alimento, y deben permitir una fácil y completa limpieza, desinfección e inspección, adicional deben contar con un programa de control de todos los equipos que incluya la calibración de los instrumentos de medición, tales como termómetros, registradores de temperatura y humedad. Se debe mantener un registro de control para la identificación de los equipos y utensilios de acuerdo con sus especificaciones. Cuando aplique, todos los cuartos fríos deben estar provistos de un termómetro que indique temperaturas máximas y mínimas, o de registro de la temperatura, de modo de asegurar su uniformidad para la conservación de materias primas y productos. X

Termómetro por medio de la empresa Alpha metrología se verifica la calibración (23/03/2023). Verificación de masas patrón balanzas certificado de laboratorio (omecol sas) 2022/10/24, acreditado por la ONAC. Programa control de equipos, mantenimiento y calibración. No se evidencia ficha técnica de equipos. Cuarto frío 5 se evidencia con área en mal estado se evidencia cronograma de mantenimiento y plan de acción que se va a realizar el 4/9/23.

Se deben tomar las precauciones adecuadas en limpieza y desinfección cuando se realicen operaciones de mantenimiento general y/o particular en cualquier área de la planta, equipos, utensilios o cualquier elemento que pueda contaminar el alimento. X

Se evidencia precauciones por parte del personal de seguridad para la limpieza y desinfección, después del mantenimiento.

Nota. Elaboración a partir de la información otorgada por LENOR.

Conclusiones

La empresa logra dar cumplimiento a la resolución 2013 de 2020 por medio de la metodología y estrategia en el desarrollo de este proyecto, generando un valor agregado en cuanto a la calidad del producto, eficiencia operativa garantizar y continuidad de negocio.

El análisis de sodio en los quesos mozzarella y queso amarillo producidos permitió evaluar su composición y determinar el impacto en la reducción de sodio en sus características. Los resultados indicaron que las formulaciones con menor contenido de sodio cumplieron con los parámetros establecidos en la normatividad vigente, manteniendo características aceptables en términos de textura, sabor y estabilidad.

Recomendaciones

Sería interesante contemplar en la formulación de los diferentes quesos frescos otros sustitutos de sodio como cloruro de potasio (KCl), citrato de sodio, ofrece una solución efectiva para reducir el contenido de sodio sin comprometer la calidad del producto, favoreciendo tanto el cumplimiento normativo como las preferencias del consumidor.

Sería interesante ampliar el estudio realizado a otras líneas de producción a fin de lograr cumplir de forma integral la implementación de la resolución 2013 de 2020, lo cual contribuye a la inocuidad y calidad de los productos haciéndolos más saludables.

Con el desarrollo de este proyecto aplicado representa un logro importante tanto a nivel académico como profesional, reflejando el esfuerzo, dedicación y la pasión por la carrera de ingeniería de Alimentos. A lo largo del proceso, se han aplicado conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la formación universitaria, demostrando la capacidad para abordar problemas reales en la industria alimentaria y proponer soluciones.

Referencias Bibliográficas

- Anchundia Lucas, M. A., Jácome, C., Domínguez, F., & Torres, F. Evaluación nutricional y fisicoquímica del queso amasado fabricado en la provincia del Carchi, Ecuador. *Revista Bases de la Ciencia*. e-ISSN 2588-0764, 4(3), 55.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/30562>
- Almeida, R., & del Carmen, A. (2013). *Sustitución parcial de cloruro de sodio (NaCl) por cloruro de potasio (KCl) en queso tipo poro, Balancán, Tabasco* (Master's thesis).
<http://193.122.196.39:8080/handle/10521/2216>
- de Planeación, O. A. (2019). Análisis de Impacto Normativo del proyecto de resolución: por el cual se definen los contenidos máximos de sodio en alimentos priorizados.
https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SN_A/analisis-impacto-normativo-sodio.pdf
- de Salud Pública, S. (1986). RESOLUCION 02310 DE 1986 (FEBRERO 24). Gómez, R. J. M. (2023). INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE QUESOS: cheesemaking technology. introduction. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 1-1.
http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/27546
- Gill, T. R., Lanteri, M. N., & Lespinard, A. R. (2023). Reducción de Sodio en Quesos Cremosos: Diseño del Proceso de Salado mediante Simulación Computacional.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/219350>
- González Fernandez, D., & Granados Conde, C. D. (2013). *Evaluación y ejecución de un plan de mejoramiento de la calidad de leche cruda del centro de acopio Ciledco (Sincelejo) con base en el decreto 616 de 2006* (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).

<https://repositorio.unicartagena.edu.co/server/api/core/bitstreams/c402646e-84e4-46ef-920f-faed6f4ba0c5/content>

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=21980>

Montenegro, M. R. T. (2010). *Sustitución parcial de sal (cloruro de sodio, NaCl) por cloruro de potasio y/o magnesio (KCl y/o MgCl₂) en queso Gauda semidescremado* (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fat841s/doc/fat841s.pdf>

Montero, E. V., & Trejos, P. S. (2012). Validación de un método analítico para la determinación del contenido de sodio en los alimentos. *Tecnología en*

marcha, 25(2), 41-49. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835630>

Ramírez-López, C., & Vélez-Ruiz, J. F. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 6(2), 131-148.

<https://www.academia.edu/download/56069474/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>

Ramírez-Navas, J. S., Aguirre-Londoño, J., Aristizabal-Ferreira, V. A., & Castro- Narváez, S. (2017). La sal en el queso: diversas interacciones. *Agronomía mesoamericana*, 28(1), 303-316.

Resolución 2013 de 2020(noviembre 09)

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=152201&dt=S>

Ramos Jara, I. J. (2023). Consultoría para el Ministerio de Salud y Protección Social sobre los componentes para una estrategia educativa que complemente el etiquetado nutricional y frontal de alimentos envasados.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/0804ec11-592e-4755-a5f2-1922004c2f08>

Sihufe, G. A., de Piante Vicin, D. A., Marino, F., Ramos, E., Nieto, I., Karlen, J., & Zorrilla, S. (2017). Efecto de la reducción de sal sobre los parámetros fisicoquímicos, reológicos y microestructurales de queso Tybo.

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642017000600003&script=sci_arttext

Por la cual se establece el reglamento técnico que define los contenidos máximos de sodio de los alimentos procesados priorizados en el marco de la Estrategia Nacional de Reducción del Consumo de Sodio y se dictan otras disposiciones

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2013-de-2020.pdf>

Villamil Parra, R. (2017). Desarrollo de dos tipos de queso reducidos en sodio una alternativa en la alimentación saludable y regímenes alimentarios especiales.

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/35460>