



**Unificación de procesos en la línea de productos Horneados de la planta YUPI Itagiú y
reducción de sodio para dar cumplimiento a la Resolución 2013 del 2020**

Viviana Alejandra Puerta García

Para optar al título de Ingeniera Química

Asesor

Mauricio Esteban Sánchez, Ingeniero Químico

Henry Darío Ortiz Dulce, Gerente de Investigación y Desarrollo Yupi S.A.S

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Pregrado

Medellín, Colombia

2023

Cita	(Puerta García, 2023)
Referencia	Puerta García V. A. (2023). <i>Unificación de procesos en la línea de productos Horneados de la planta YUPI Itagiú y reducción de sodio para dar cumplimiento a la Resolución 2013 del 2020</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, UdeA.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos.....	11
2 Marco teórico	12
2.1 Especificaciones del producto	12
2.2 Prefactibilidad.....	12
2.3 Reformulación	12
2.4 Queso costeño	13
2.5 Almidón de yuca agrio	14
2.6 Agua	15
2.7 Huevo	15
2.8 Colorante	15
2.9 Colorante amarillo #5.....	15
2.10 Colorante rojo Ponceau 4R.....	16
2.11 Potenciador del sabor	16
3 Metodología	18
3.1 Metodología 1: método actual vs reformulación.....	19
3.2 Metodología 2: horneado con queso del nuevo proveedor	19
3.3 Metodología 3: nuevo queso + potenciador de sabor.....	20
3.4 Metodología 4: ingresando queso fuera de especificación en agua	20
3.5 Metodología 5: eliminación de colorante como ingrediente	20

4 Resultados	21
4.1 Resultados de la metodología 1: Reformulación vs método actual.....	21
4.2 Resultados de la metodología 2: horneado con el nuevo queso	23
4.3 Resultados de la metodología 3: nuevo queso + potenciador de sabor	24
4.4 Resultados de la metodología 4: ingresando queso fuera de especificación en agua.....	26
4.5 Resultados de la metodología 5: eliminación de colorante	29
5 Análisis	31
6 Conclusiones	33
Referencias	35

Lista de tablas

Tabla 1 Composición fisicoquímica del queso costeño	13
Tabla 2 Especificaciones microbiológicas del queso fresco	14
Tabla 3 Principales defectos que se identificaron en la producción de pan de yuca a nivel industrial.....	17
Tabla 4 Condiciones del almidón agrio de yuca antes de comenzar el ensayo.....	25
Tabla 5 Condiciones del queso del nuevo proveedor antes de comenzar preparación	25
Tabla 6 Condiciones producto final	26
Tabla 7 Condiciones del queso antes de comenzar preparación	29
Tabla 8 Condiciones del almidón agrio de yuca antes de comenzar el ensayo.....	30

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Medición y mezcla de los ingredientes del primer ensayo	21
Ilustración 2 Primer reposo de la masa, moldeo, tiempo de segundo reposo para las referencias ya moldeadas, horneo y calado	21
Ilustración 3 Medida de humedad y cantidad de sodio para el ensayo 1	22
Ilustración 4 Comparación producto elaborado con el método de la reformulación y con el método actual	22
Ilustración 5 Producto terminado utilizando la metodología 2	24
Ilustración 6 Medición de la materia prima	25
Ilustración 7 Medición de sodio y acondicionamiento de queso fuera de especificación	27
Ilustración 8 Materia prima del ensayo 4	28
Ilustración 9 Producto final	28
Ilustración 10 Medida de la variación del sodio durante la fabricación de horneados	32

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PT	Producto terminado
MP	Materia prima
kg	Kilogramo
cm	Centímetros
h	Hora
min	Minuto
°C	Grados Celsius
%	Porcentaje
ppm	Partes por millón
pH	Potencial de hidrógeno
Na	Sodio

Resumen

La finalidad de este trabajo fue reducir el contenido de sodio en el producto final de la línea horneados que se fabrica en la planta de producción YUPI SAS Itagüí, hasta dar cumplimiento a la segunda meta de la Resolución 2013 del 2020, la cual establece el contenido máximo de sodio en alimentos procesados. Para lograrlo se hicieron ensayos a nivel industrial en la línea de productos horneados, las modificaciones que se hicieron al proceso con el que se venía trabajando fueron: reformular la cantidad de materia prima utilizada en la preparación, utilizar un potenciador de sabor como materia prima para resaltar el sabor salado característico de estos productos sin aumentar su contenido de sodio, seleccionar y contratar un nuevo proveedor de queso que garantiza contenido de sodio según las especificaciones que le indique la compañía.

Finalmente, se comparan las características sensoriales del producto terminado del último ensayo realizado, que consistió en elaborarlo sin utilizar colorante, con muestras patrón (las que se comercializan diariamente). Se propuso eliminar el colorante, pero como la cantidad que se agrega se encuentra dentro del rango permitido por Codex Alimentarius se seguirá utilizando como ingrediente en la elaboración de productos Horneados.

Palabras clave: resolución, Horneados, salud, sodio, potenciador de sabor.

Abstract

The purpose of this work was to reduce the sodium content in the final product of the Baked Products line that is manufactured at the YUPI SAS Itagüí production plant, until complying with the second goal of Resolution 2013 of 2020, which establishes the sodium content. maximum sodium in processed foods. To achieve this, tests were carried out at an industrial level in the Baked products line, the modifications that were made to the process with which they had been working were: reformulate the amount of raw material used in the preparation, use a flavor enhancer such as MP to highlight the characteristic salty flavor of these products without increasing their sodium content, hire a new cheese supplier that guarantees sodium content according to the specifications indicated by the company.

Finally, the sensory characteristics of the PT of the last test carried out, which consisted of making it without using dye, are compared with standard samples (those that are marketed daily), it was proposed to eliminate the dye, but since the amount that is added is within the range allowed by Codex Alimentarius will continue to be used as an ingredient in the preparation of baked.

Keywords: Resolution, baked, health, sodium, flavor enhancer.

Introducción

A partir de investigaciones previas y las observaciones realizadas al proceso en la línea de producción de Horneados en la planta Productos YUPI S.A.S Itagüí se definen los parámetros para dar cumplimiento a la segunda meta de la resolución 2013 del 2020 la cual entra en vigencia el 30 de noviembre del 2024, la meta número uno de la resolución entraba en vigencia el 30 de noviembre del 2022, para esa fecha fue posible lograr que el producto que salió para la venta cumplía con esta normativa; la resolución busca reducir el contenido de sodio en productos procesados. Para cumplir con este objetivo se realiza el diagnóstico, ajuste y estandarización al contenido de sodio en los productos horneados, lo anterior se logra realizando pruebas a nivel de laboratorio para luego hacerlas a escala industrial.

Se identificó que el queso costeño, ideal para preparar amasijos colombianos, en los cuales están inspirados los productos horneados Roskotas y Besotes, es el ingrediente que más aporta sodio al producto final, además el proveedor actual lo prepara artesanalmente, por lo cual no puede garantizar uniformidad en esta propiedad.

El proceso ya se encontraba estandarizado lo que facilitó hacer variaciones en las cantidades de ingredientes y desde allí mediante el balance de masa que se realiza en el marco teórico y una prefactibilidad económica se llegó a que era necesario añadir un potenciador de sabor para resaltar el sabor salado característico del producto final sin aumentar de manera considerable el contenido de sodio. También fue necesario buscar un nuevo proveedor de queso costeño que pudiera cumplir con las especificaciones, principalmente sobre requerimiento del contenido de sodio, requeridas por la compañía.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Implementar mejoras en la estandarización de materia prima para la preparación de productos horneados buscando reducir su contenido de sodio actual para dar cumplimiento a la resolución 2013 del 2020.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico, ajuste y seguimiento al contenido de sodio en los productos horneados.
- Elaborar un presupuesto para la implementación de cambios en la línea de horneados.
- Documentar el proceso con las nuevas condiciones.
- Socializar y capacitar al personal de la línea de productos Horneados en prácticas que propendan el aseguramiento de la calidad.

2 Marco teórico

El proceso de producción de los productos Horneados de la marca YUPI lleva los siguientes pasos: amasado y mezcla de los ingredientes, primer reposo de la mezcla, moldeo del producto, segundo reposo de la masa ya moldeada a condiciones de temperatura y humedad específica, horneado, calado que es el tiempo de enfriamiento que se le da al producto luego de hornearse y finalmente el empaque.

2.1 Especificaciones del producto

La empresa establece un rango de propiedades críticas, en las cuales debe estar la materia prima y el PT, se llaman especificaciones del producto, para determinar estas especificaciones se han hecho pruebas a nivel de laboratorio e industrial y se estable el rango de operación.

2.2 Prefactibilidad

Balance económico desarrollado por la empresa para comprobar si un proceso es viable o no a nivel de mercadeo.

2.3 Reformulación

Método desarrollado por el área de innovación con el fin de reducir el tiempo de elaboración del producto terminado. El procedimiento modifica: tiempo de reposo de la masa, los valores de la especificación de las variables Humedad y Temperatura del segundo reposo, temperatura y tiempo de horneo, esto con el fin de hacerlo más eficiente.

A continuación, se describen las materias primas que se utilizan en la línea. Cada ingrediente tiene una función específica en el producto horneado, los ingredientes utilizados son: queso costeño, almidón de yuca agrio, levadura, grasa vegetal, huevo en polvo y potenciador de sabor.

2.4 Calado

Proceso de someter al calor la pieza ya amasada y moldeada, hasta obtener un color dorado y con características crocantes evitando que se queme. (Coma SAS, 2023)

2.5 Queso costeño

Se elabora con leche de vaca sin pasteurizar, tiene sabor salado entre moderado y fuerte. La humedad del queso se encuentra entre 45% y 65%. Se fabrica en forma de bloques de sección rectangular con tamaños promedio entre 15 a 20 cm y pesos entre 6 a 40 kg. Su apariencia externa es de color crema, sin brillo, de superficies irregulares. La apariencia interna presenta una textura abierta, de consistencia dura y seca que no se desbarata fácilmente. El queso costeño es de dos tipos: el amasado de la cuajada y el picado. Las materias primas, equipos y en general la tecnología utilizada es similar, con pequeñas diferencias en los instrumentos de corte, manejo de la cuajada y suero. El queso costeño picado tiene algunos ojos (orificios característicos), textura dura y seca, no se deshace fácilmente cuando se frota entre los dedos. El queso amasado es moderadamente duro, suelta poca agua, tiene algunos ojos y se deshace fácilmente cuando se frota entre los dedos. El queso que se utiliza para la elaboración de productos horneados es de tipo picado. En la siguiente tabla se muestran las características fisicoquímicas de este alimento. (Ballesta Rodriguez, 2014)

Tabla 1

Composición fisicoquímica del queso costeño

Características	Valores de Referencia
Humedad (%)	45 – 47
Materia grasa (%)	23 – 25
Proteína (%)	19 – 20
Sal (%)	30 – 35
pH	5.0 - 5.2
Materia grasa en materia seca (%)	44 – 46
Humedad del queso desgrasado (%)	60 – 62

Nota. Fuente: ICTA, 1994.

Según la resolución 01804 de 1989 del Ministerio de Salud, este producto es un queso fresco que debe contar con los parámetros microbiológicos descritos en seguida.

Tabla 2*Especificaciones microbiológicas del queso fresco*

Requisitos*	N	M	C
Exámenes de rutina			
NMP coliformes fecales/g	3	<100	0
Recuento de mohos y levaduras/g	3	Entre 100 y 500	1
Exámenes especiales			
Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positiva, UFC/g	3	Entre 1000 y 500	1
Detección de Salmonella/25g	3	Ausente	0

*N: número de muestras examinadas de un lote; M: límite microbiológico que, en un plan de dos clases, separa la calidad aceptable de la rechazable; c: número máximo permitido de unidades de muestra defectuosas (plan de dos clases) o marginalmente aceptables (plan de 3 clases). El plan de dos clases es utilizado generalmente para patógenos, mientras que el plan de tres clases es utilizado frecuentemente para el análisis de indicadores de higiene donde es posible la cuantificación (en unidades de masa o de volumen) de los microorganismos. Es importante tener presente que en la práctica ningún plan de muestreo puede asegurar la ausencia de un microorganismo determinado. El número de microorganismos encontrado en la muestra analizada puede ser distinta en una parte no muestreada del lote o de alimento. (INAL & CONAL, s. f.)

Fuente: Resolución 01804 de 1989. Ministerio de la Protección social.

Mejorar la tabla. Diferencia entre las dos M que aparecen en las columnas 3 y \$ de la primera fila.,

2.6 Almidón de yuca agrio

El almidón agrio se utiliza como ingrediente principal en la preparación de productos de panadería como pan de yuca y pan de queso (Santos et al., 2011). El almidón agrio es un almidón modificado que se obtiene a partir de la fermentación ácido-láctica natural, durante 20 a 30 días, del almidón nativo extraído de la yuca, seguido por un secado al sol (Cárdenas y de Buckle, 1980). Con este proceso se obtienen las propiedades funcionales específicas y características sensoriales del producto final, primordialmente, la capacidad de expansión durante el horneado, que no pueden ser obtenidas cuando el almidón agrio es reemplazado por un almidón de yuca natural sin fermentar (Marcon et al., 2007). Al considerar que los panes son valorados y comercializados de acuerdo con su volumen, la propiedad de expansión se convierte en uno de los parámetros más importantes en la evaluación de la calidad del almidón agrio (Marcon et al., 2007). Varios autores establecen que

la expansión de la masa durante el horneado resulta de la evaporación del agua y/o de la deserción de dióxido de carbono (CO₂) que se produce, lo cual actúa como fuerza motriz y, por otro lado, debido a la presencia de un material con superficie activa que retiene las burbujas de gas (Bertolini et al., 2000; Mestres et al., 2000). Esta superficie polimérica se forma luego del secado por la presencia de los ácidos orgánicos formados durante la fermentación, obteniéndose la presencia de dextrinas y grupos carbonilos, además de los grupos hidroxilos de las moléculas de amilosa y amilopectina (Marcon et al., 2009).

2.7 Agua

De acuerdo con (Reyes, 2009) el agua es la encargada de hacer la hidratación del almidón de yuca, le da a la masa la característica de plasticidad, permite el amasado y crecimiento de la masa, junto con la levadura permite la fermentación de la masa por las burbujas de vapor que se desprenden con el aumento de la temperatura

2.8 Huevo

El contenido comestible del huevo lo forman la clara y la yema. La clara contiene principalmente agua (88%) y proteínas, de las que la albúmina es la más importante. En la yema el 50% es agua, y el resto se reparte equitativamente entre proteínas y lípidos. Una fracción muy pequeña corresponde a otras sustancias también importantes para la nutrición y la salud. (Instituto de Estudios del Huevo, 2023)

2.9 Colorante

El color que se adiciona a los productos horneados de la marca YUPI está compuesto por:

2.9.1 Colorante amarillo #5

Es uno de los colorantes artificiales más utilizados en la industria de alimentos y pertenece a la familia de los colorantes azoicos, del tipo monoazo (pirazolona); se le conoce también como

tartrazina. Se presenta en forma de polvo o gránulos de color naranja claro, es soluble en agua e insoluble en etanol. La estabilidad de este colorante es muy buena, ya que no se ve afectado al ser expuesto al calor, a la luz, a ácidos y a álcalis. (González, 2015).

2.9.2 Colorante rojo Ponceau 4R

Al ser un colorante azoico, el colorante rojo Ponceau 4R, puede provocar reacciones en personas alérgicas al ácido salicílico. (González, 2015).

2.10 Potenciador del sabor

Resalta el sabor salado característico de los productos Roskotas y Besotes, consiste en una sal baja en sodio.

Los productos horneados se asemejan al pan de yuca, en la tabla 3, se describen los principales defectos identificados en la producción a nivel industrial del pan de yuca.

Tabla 3*Principales defectos que se identificaron en la producción de pan de yuca a nivel industrial*

Causa del defecto	Exceso de volumen	Falta de volumen	Color oscuro en la corteza	Color claro en la corteza	Ampollas en la corteza	Estrías internas	Estrías externas (Producto estallado)
1	Pesar mal los ingredientes	Pesar mal los ingredientes	Pesar mal los ingredientes	Pesar mal los ingredientes	Exceso de agua	Falta de reposo	Exceso de reposo
2	Temperatura del agua	Exceso en el amasado	Exceso de calado	Poco tiempo en el calado			Masa muy fermentada
3	Temperatura de la masa	Exceso de reposo					Queso muy húmedo
4		Condiciones inadecuadas de reposo					Queso frío
5		Temperatura del agua					
6		Temperatura de la masa					
7		Temperatura de horneado					
8		Falta de levadura					
9		Falta de agua					
10		Falta de reposo					
11		Almidón muy fresco					
12		Mal manejo de condiciones ambientales					

Nota: Fuente (Giraldo, 2019)

3 Metodología

Se propone cambiar la proporción de los ingredientes, para hacer el cambio se utilizan: la prefactibilidad, el balance general y de sodio que se plantean a continuación.

Ecuación (1)

Balance General

$Q + H + C + G = B + R + VA$
$13 + 0.3 + 1.6 + 0.007 = 2.5 + 4.9 + 7.5$

Donde:

Q: Cantidad de queso que se agrega a la mezcla (kg).

H: Cantidad de huevo en polvo que se le agrega a la mezcla (kg).

C: Cantidad de colorante amarillo que se le agrega a la mezcla (kg).

G: Cantidad de grasa hidrogenada que se le agrega a la mezcla (kg).

B: Masa de Besotes que se obtiene al final del proceso (kg).

R: Masa de Roskotas que se obtiene al final del proceso (kg).

VA: Masa de agua que se evaporó durante el proceso de cocción del producto final (kg).

La idea que se tiene para reducir la cantidad de sodio en los productos horneados es cambiar la proporción de los valores: H, C y G, para hacerlo, primero se hizo la variación en la ecuación de balance anterior, a continuación, se hicieron pruebas en el laboratorio y se pudo comprobar que es insignificante el aporte de sodio por parte de estos ingredientes, por esta razón no fue necesario realizar pruebas a escala industrial, quien aporta sodio al producto terminado es el queso. La metodología por seguir para el desarrollo del proyecto de prácticas es la siguiente:

A partir de las observaciones que se obtienen de cada ensayo realizado, se define cual será el próximo paso por seguir, pues es necesario tener el producto final para saber si pasa sensorialmente, que parámetros se deben modificar para obtener el mejor resultado posible y que cumpla con las especificaciones de cantidad de sodio de la resolución 2013.

3.1 Metodología 1: método actual vs reformulación

Se realizó un primer ensayo utilizando el método actual y la reformulación, empleando almidón de yuca agrio pulverizado + ingredientes sólidos (queso, colorante, huevo en polvo, grasa hidrogenada) a continuación, se agrega el agua, se activa la levadura para el ensayo de la reformulación, para el experimento con el método actual se siguen los pasos descritos en la metodología para la obtención de productos horneados, las diferencias entre estas dos metodologías son: Al hornear con el método actual no se activa la levadura, mientras que la reformulación pide activarla para acelerar el proceso, los tiempos de primer y segundo reposo son más cortos cuando se prepara el lote con la reformulación.

Se llevó a cabo este ensayo como una primera aproximación al proceso, para conocer la forma de preparación y como las diferentes variables (temperatura y tiempo de reposo) afectaban el contenido final de sodio en el PT.

3.2 Metodología 2: horneado con queso del nuevo proveedor

Para el mes de septiembre del año 2022 se comienzan a hacer ensayos para reducir el sodio de los productos horneados, lo primero que se implementa es la búsqueda de un nuevo proveedor de queso que garantice la cantidad de sodio que añade al queso, se hace una prueba industrial utilizando este queso para controlar mejor la cantidad de sodio en el producto final al usar este queso como materia prima. En este ensayo se hornean las dos referencias Roskotas y Besotes.

Se realizó el ensayo utilizando las condiciones del método de preparación actual: almidón de yuca pulverizado y queso del nuevo proveedor. A las materias primas se les realizó las siguientes pruebas de laboratorio: Humedad, pH y cantidad de sodio y al producto terminado se le midió: humedad y contenido de sodio.

3.3 Metodología 3: nuevo queso + potenciador de sabor

Para este ensayo se utilizó queso del nuevo proveedor + un potenciador del sabor: sal baja en sodio. Para conocer la cantidad de sal que se debe agregar al lote se realizan los cálculos utilizando la prefactibilidad, allí se reduce la cantidad de almidón de yuca agrio que se adiciona normalmente al lote, para adicionar un nuevo ingrediente, la sal baja en sodio.

3.4 Metodología 4: ingresando queso fuera de especificación en agua

Cuando llegue a la compañía queso que no cumple con las especificaciones de cantidad de sodio, como solución provisional se ingresara el queso durante un tiempo de 15 h en agua, con el fin de reducir la cantidad de sodio. A pesar de que esto represente riesgo microbiológico.

3.5 Metodología 5: eliminación de colorante como ingrediente

A pesar de que el colorante es un ingrediente que no afecta el contenido de sodio del PT, tampoco aporta beneficios más allá de la estética del producto terminado, por consiguiente, se pretendía eliminarlo como materia prima utilizada en la preparación del producto final.

4 Resultados

4.1 Resultados de la metodología 1: Reformulación vs método actual

Para realizar este ensayo se miden los ingredientes sólidos y se mezclan en la batidora. A continuación, se agrega agua y continúa el mezclado.

Ilustración 1

Medición y mezcla de los ingredientes del primer ensayo



Se da el primer tiempo de reposo, se moldea la mezcla en forma de Roskotas y Besotes, se da el segundo tiempo de reposo, se hornea el producto, a continuación, el tiempo de calado, este proceso se muestra en la ilustración 2.

Ilustración 2

Primer reposo de la masa, moldeo, tiempo de segundo reposo para las referencias ya moldeadas, horneado y calado



Se realizan las medidas de humedad y cantidad de sodio al producto terminado, como se puede observar en la ilustración 3 el producto cumple con el contenido de sodio que establece la resolución.

Ilustración 3

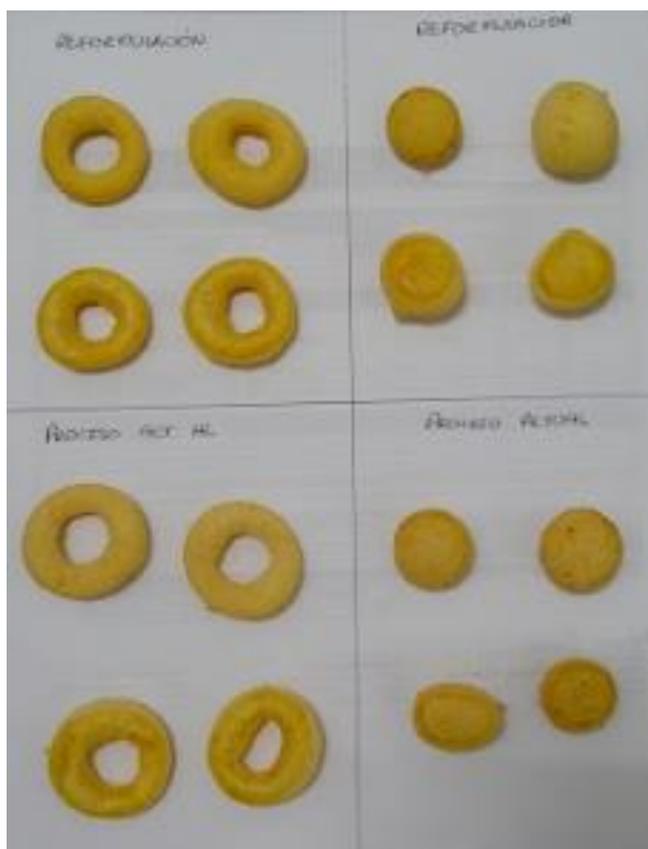
Medida de humedad y cantidad de sodio para el ensayo 1



En la ilustración 4 se muestra una comparativa entre el producto final obtenido utilizando el método actual de preparación de los productos horneados y el producto obtenido utilizando el método de reformulación diseñado por el área de innovación, como se pudo observar al realizar el ensayo y en la ilustración el método de la reformulación tiene mejores propiedades organolépticas, el producto terminado tiene mejor crecimiento, mejor apariencia y es posible lograr todo esto en un menor tiempo de reposo respecto al producto final obtenido mediante el proceso actual de elaboración.

Ilustración 4

Comparación producto elaborado con el método de la reformulación y con el método actual



4.2 Resultados de la metodología 2: horneado con el nuevo queso

Se fabrica el producto siguiendo la metodología descrita en el ensayo 1, durante la prueba sensorial los panelistas expresan que el producto no tiene buen sabor, solo perciben el sabor del almidón agrio de yuca. Por tanto, se hace un ajuste y se llega a que: se debe incluir un potenciador de sabor para resaltar el sabor salado característico del producto, sin incrementar la cantidad de sodio en el producto final.

Durante los ensayos se hicieron mediciones de la cantidad de sodio en el queso y producto final, a la masa se le mide humedad para garantizar que el producto final no va a quedar quebradizo. Los dos análisis de sodio realizados durante el mes de noviembre arrojan resultados satisfactorios, pero el producto se percibe simple.

En la ilustración 5 se observa una comparativa entre las dos referencias que se elaboran de productos horneados, utilizando queso del nuevo proveedor Agroinversiones.

Ilustración 5

Producto terminado utilizando la metodología 2



4.3 Resultados de la metodología 3: nuevo queso + potenciador de sabor

Para el ensayo 3 se utilizó queso del nuevo proveedor + un potenciador de sabor, el proveedor de queso da un precio más alto en comparación con el proveedor actual, pero garantiza pruebas de sodio en el queso así certifica la especificación de cantidad de sodio contenida en el queso que requiere la compañía para dar cumplimiento a la resolución 2013 del 2020 en el PT.

Se le pidió al actual proveedor de queso que reduzca la cantidad de sal que añade al queso, la respuesta obtenida es que el cumple con este parámetro, pero también sube el costo del queso, por tanto, se recomienda a la empresa usar los dos proveedores de queso, es importante no depender de un solo proveedor. En las tablas 4 y 5 se exponen las condiciones de la materia prima antes de comenzar a preparar el lote.

Tabla 4

Condiciones del almidón agrio de yuca antes de comenzar el ensayo

Especificación	Datos experimentales	Datos estándar
pH	3.8	Cumple
Poder de expansión (cm³/g)	5.098	No cumple
Humedad (%)	12.33	Cumple

Tabla 5

Condiciones del queso del nuevo proveedor antes de comenzar preparación

Especificación	Datos experimentales	Datos estándar
Humedad (%)	40.11	Cumple
pH	6.4	No cumple
Sodio (mg sodio/100 g PT)	1010	Cumple
Grasa (%)	26.74	Cumple

La ilustración 6 se muestra la materia prima con la que se elaboran los productos horneados: almidón de yuca agrio, grasa vegetal y queso costeño.

Ilustración 6

Medición de la materia prima



En el ensayo tres el producto terminado cumple sensorialmente, aunque algunas personas encuestadas expresaron sentir un sabor salado, por tanto, se recomienda reducir aún más la cantidad de sal baja en sodio que se está adicionando a la mezcla. En la tabla 6, se presentan los resultados obtenidos para este estudio.

Tabla 6
Condiciones producto final

Variable medida/Referencia	Besotes	Roskotas
Densidad del producto terminado (g/2L)	118	127
Humedad producto terminado (%)	1.4	1.4
Medida Sodio producto terminado (mg sodio/100g PT)	535	540

De los datos tabulados podemos concluir que el contenido de sodio del producto final no varía según la referencia que se hornee. El día 8 de noviembre del 2022 se realizan nuevamente pruebas de sodio a este lote de producto, para verificar cumplimiento de la resolución, se obtiene lo siguiente: Para la referencia Besotes: 530 mg de sodio/100 g de producto terminado, Roskotas: 540 mg de sodio/100 g de producto terminado. Entonces se concluye que:

La materia no se crea ni se destruye, se transforma, el método y la referencia que elabore no cambia la composición final.

La medición de contenido de sodio es por cada 100 gramos de producto terminado, no tiene que ver el tamaño de los horneados.

4.4 Resultados de la metodología 4: ingresando queso fuera de especificación en agua

En el mes de octubre del año 2022 se recibe queso, se realizan pruebas de contenido de sodio al queso, como se puede observar en la ilustración 7, el contenido de sodio del queso esta por fuera de la especificación permitida por la compañía Productos YUPI SAS.

Ilustración 7

Medición de sodio y acondicionamiento de queso fuera de especificación



Este queso se intentó acondicionar ingresándolo en agua durante 15 horas, se consulta esta decisión con el área de innovación y se llega a la conclusión de que a pesar de que esto representa un riesgo microbiológico era necesario cumplir con la meta de este mes, por tanto se toman las precauciones pertinentes y se deja reposar durante la noche, pasado este tiempo se mide nuevamente el contenido de sodio en el queso, esta vez cumple, entonces se mide la materia prima para comenzar la experimentación, en la ilustración 8 se observan las cantidades medidas para realizar este ensayo.

Ilustración 8
Materia prima del ensayo 4



Como se puede observar en la ilustración 9, se obtiene un producto terminado de buena apariencia, que cumple con la cantidad de sodio que especifica la primera meta de la resolución 2013 del 2020, pero muy quebradizo, por tanto, este método además de que representa un riesgo microbiológico no es solución para cumplir con todas las especificaciones que debe llevar el producto terminado.

Ilustración 9
Producto final



Como se puede observar en la ilustración anterior, el producto final que se obtiene cumple con el contenido de sodio establecido en la resolución 2013 del 2020.

4.5 Resultados de la metodología 5: eliminación de colorante

Para realizar este experimento se tuvo especial cuidado al realizar la medición de la materia prima, ya que según el producto final obtenido en el ensayo tres es un factor determinante en el sabor. Se realiza el ensayo utilizando las condiciones con las que se prepara actualmente la mezcla, se elimina el colorante de los ingredientes. Condiciones de proceso: se prepara la masa utilizando almidón pulverizado y queso del proveedor actual, en el laboratorio de calidad se realizan las pruebas que se especifican en la tabla 7.

Tabla 7
Condiciones del queso antes de comenzar preparación

Especificación	Datos experimentales	Datos estándar
Humedad (%)	47.85	No cumple
pH	6	No cumple
Sodio (mg sodio/100 g PT)	1500	Cumple
Grasa (%)	26.74	Cumple

La humedad de la masa presenta un buen comportamiento, la especificación de la empresa es que se encuentra entre 45 y 47% y para este ensayo se encontraba en 47%, luego del primer

reposo a condición ambiente se toma nuevamente la medida de la humedad de la masa, esta vez se encuentra en 46%, se sigue encontrando dentro de la especificación.

También se realizaron mediciones de pH, poder de expansión y humedad al almidón agrio de yuca, los resultados obtenidos para estas propiedades se tabulan en 8:

Tabla 8

Condiciones del almidón agrio de yuca antes de comenzar el ensayo

Especificación	Datos experimentales	Datos estándar
pH	3.8	Cumple
Poder de expansión (cm³/g)	5.098	No cumple
Humedad (%)	12.33	Cumple

Hay cumplimiento en las pruebas sensoriales y de sodio por tanto se envía muestras al área de Mercadeo para aprobación, a lo cual responden no.

No se adicionó sal baja en sodio a este lote de producto, con esto también se pudo demostrar que es indistinto el proveedor de queso, para el cumplimiento de la segunda meta de la resolución 2013 del 2020, se puede seguir usando ambos proveedores y cuando se hornee con un queso fuera de especificación no usar el potenciador de sabor.

5 Análisis

De la ecuación del balance general (Ecuación (1)) podemos decir que durante el horneado se evaporan aproximadamente 7 kg de la masa total del lote, correspondientes a la humedad de los ingredientes y el agua adicionada durante el amasado.

De la metodología 2 se puede analizar que, el contenido de sodio en el queso estaba muy por debajo de la especificación y al preparar el producto se tiene que cumple con la resolución, pero el sabor del producto final es muy diferente al del producto que se comercializa actualmente.

Durante la experimentación 3 se realiza seguimiento al comportamiento del sodio en un lote de masa preparada, tomando muestra de la masa en diferentes horas del reposo de la masa hasta la hora del horneado, en la ilustración 10 se puede observar cómo se reduce la cantidad de sodio contenida en el queso luego de que se mezcla con los demás ingredientes sólidos, esto pasa porque el queso pasa a ser parte de una mezcla y se adiciona el agua de la preparación, este valor vuelve a subir con el horneado de la masa por la concentración de sodio debido a la evaporación del agua y posterior obtención de PT.

Ilustración 10

Medida de la variación del sodio durante la fabricación de productos horneados



En el ensayo 5, se pudo verificar que la adición de colorante no influye en el contenido de sodio del producto final, sin embargo, tiene alto impacto en la salud de los consumidores por tanto se sugiere eliminarlo como ingrediente en la preparación de productos horneados y/o reemplazarlo por un colorante natural como Cúrcuma.

5 Conclusiones

- Se realizaron mejoras al procedimiento actual, estandarizando materias primas de forma tal que se logró el cumplimiento de la primera meta de la resolución 2013 del 2020.
- Se realizó el diagnóstico, ajuste y seguimiento al contenido de sodio en los productos horneados.
- Tras el análisis del procedimiento utilizado para la preparación de productos horneados se socializó individualmente con cada uno de los operarios que hacen parte del personal de la línea, prácticas que propendan el aseguramiento de la calidad del producto final.
- Al hacer la prueba sensorial del ensayo 2 algunas personas encuestadas expresaron sentir un sabor salado en el producto final, por tanto, se redujo aún más la cantidad de sal baja en sodio que se estaba adicionando a la mezcla durante la prueba 3, el sabor salado en el producto terminado aún era elevado, esto se debe a la sal mineral adicional que trae el queso costeño. Para cumplir con la resolución se recomienda disminuir aún más la cantidad de potenciador de sabor añadido, pues al hacer estos ensayos se evidenció que al hacer los cálculos teóricos de la cantidad de sal baja en sodio que se debe adicionar al lote, el valor calculado es superado por los datos reales que se obtienen al preparar el lote (datos reales), esta desviación es de aproximadamente 100 mg de sodio, tener en cuenta este valor la próxima vez que se haga el cálculo de cantidad de sal baja en sodio que se adiciona a la mezcla.

6 Recomendaciones

El colorante que se adiciona a los productos Horneados compuesto por: Ponceau 4R ($C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$) y amarillo #5 ($C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$) como se puede observar según su fórmula química semidesarrollada son sales sódicas que sí se consumen diariamente tienen repercusiones en la salud de los consumidores, según Jaco (2022) el Codex Alimentarius reporta que el amarillo #5 en alimentos de consumo masivo de loncheras escolares debe encontrarse en proporciones menores a 500 ppm.

Se recomienda a la empresa Productos YUPI SAS reemplazar el colorante que se usa actualmente por cúrcuma, una opción saludable que da un color semejante al característico del producto terminado. Para implementar esto se deben hacer ensayos y evaluar que la cúrcuma no influya significativamente en el sabor actual de los productos horneados, a continuación, verificar que mercadeo lo apruebe.

Además de esto, al desarrollar la metodología 1, no se observa buen crecimiento del producto terminado debido a fallas en la estabilización de la temperatura en los hornos esto ocurrió porque son obsoletos, se habla con el área de mantenimiento a lo cual responden que no hay presupuesto para hacer el cambio, a pesar de esto, deberían considerar cambiar los hornos con los que trabajan actualmente, ya que durante la experimentación se observó que el sensor indicador de temperatura muestra que se estabiliza en cierta temperatura, pero esto no sucede en realidad.

Referencias

- Ballestas, I. (2014). Evaluación de la calidad del Queso costeño elaborado con diferentes tipos de Cuajo (animal y microbiano) y la adición o no de cultivos lácticos (*Lactococcus lactis subps. lactis* y *Lactococcus lactis subps. cremoris*) [Universidad Nacional de Colombia]. In ResearchGate (Issue 1). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10870.42563>
- Coma SAS. (2023). http://www.coma.co/producto.php?id_producto=2
- Durango Londoño, L. P. (2007). Evaluación y escalamiento de la producción de levaduras nativas tipo *saccharomyces spp.* a nivel de laboratorio. Universidad EAFIT.
- Giraldo Giraldo, P. A. (2019). Estandarización del proceso de elaboración del pan de yuca en la empresa Productos ponqué Rico Itagüí, Antioquia. [Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera de Alimentos]. Corporación Universitaria Lasallista.
- González González, O. E. (2015). Evaluación de colorante amarillo fd&c no. 5 (tartrazina) en productos farmacéuticos a base de hierro y complejo b en forma farmacéutica de comprimido y jarabe distribuidos en Guatemala [informe de tesis]. Universidad de san Carlos de Guatemala.
- Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA, guía para producir quesos colombianos, Bogotá 1994.
- Instituto de Estudios del Huevo. (2023). Composición Nutricional del Huevo. <https://www.institutohuevo.com/composicion-nutricional-del-huevo/>
- Industrias Acuña Ltda y Comisión Nacional de alimentos INAL & CONAL. (s. f.). Guía de interpretación de resultados microbiológicos de alimentos. En Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Recuperado 24 de enero de 2023, de http://www.anmat.gov.ar/alimentos/guia_de_interpretacion_resultados_microbiologicos.pdf
- Jaco, R. A. G. (2022, 1 diciembre). Identificación y cuantificación del colorante artificial azoico tartrazina en alimentos de consumo masivo de loncheras escolares en el distrito de San Juan de Lurigancho. Lima. 2018. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/7262>
- Ortíz López, L. F. (2018). Identificación y cuantificación de los colorantes artificiales: Amarillo crepúsculo (15,985) y Tartrazina (Amarillo No.5 19,140) en refrescos sabor naranja envase tetra brick de tres marcas comercializadas en supermercados de la Ciudad de Guatemala [Informe de Tesis]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Reyes Rentería, M. B. (2009). Determinación De Los Cambios Organolépticos Y La Disminución De Aditivos Empleando Masa Madre En La Formulación De Pan Artesanal Campesino [tesis de grado, Escuela Superior politécnica del Litoral].
- Rincón, K. J. (2020). Elaboración y caracterización de queso costeño con reducción de cloruro de sodio [Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/40106/u807807.pdf?sequence=1>