



Mejoramiento de características organolépticas en la línea de horneado teniendo en cuenta norma restrictiva de sodio y evaluación de costos

Andrea Molina Jiménez

Trabajo de grado presentado Para optar al título de Ingeniero Químico

Tutores

Diego Fernando Mendoza Muñoz, Ingeniero Químico

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

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Química

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(Molina Jiménez, 2022)
Referencia	Molina Jiménez, A. (2022). <i>Mejoramiento de características organolépticas en la línea de horneado teniendo en cuenta norma restrictiva de sodio y evaluación de costos</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

Decano: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

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	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Objetivos	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2 Marco teórico	13
2.1 Queso costeño:	14
2.2 Almidón de yuca agrio:	16
2.3 Levadura /leudantes:.....	18
2.4 Grasa:.....	21
2.5 Huevo en polvo:	21
2.6 Cocción:.....	21
3 Metodología	22
3.1 Metodología objetivo 1:	22
3.2 Metodología objetivo 2:	23
3.3 Metodología objetivo 3:	23
4 Resultados y análisis	31
4.1 Objetivo 1.....	31
4.2 Objetivo 2.....	44
4.3 Objetivo 3.....	48
5 Conclusiones	54
6 Recomendaciones.....	55

Referencias56

Anexos.....59

Lista de tablas

Tabla 1. Condiciones de proceso.....	13
Tabla 2. Composición de la harina de yuca agria.....	17
Tabla 3. Propiedades de la materia prima usada en la muestra y su repetición.	42
Tabla 4. Aporte de sodio y costo de cada muestra evaluada.	53

Lista de figuras

Figura 1. Proceso de horneado	14
Figura 2. Componentes de la harina y su transformación en azúcares fermentables.....	18
Figura 3. Proceso de respiración y fermentación de la levadura.....	19
Figura 4. Diámetros en mm del molde de besotes.	25
Figura 5. Dimensiones D y h del producto final e inicial.	25
Figura 6. Dimensiones BAB y altura de llenado para calcular el porcentaje de llenado en el paquete.	27
Figura 7. Masa y volumen del almidón agrio de yuca para calcular su expansión.....	28
Figura 8. Apariencia del producto horneado en diferentes tiempos de reposo en horas, primer levado (R), segundo levado (M).....	31
Figura 9. Distribución de tamaños de cada prueba. Eje x: diámetro en mm, eje y: porcentaje representativo de cada diámetro.	32
Figura 10. Densidad del producto horneado obtenido en los diferentes tiempos de levado.	33
Figura 11. Crecimiento del producto horneado obtenido en los diferentes tiempos de levado. ...	34
Figura 12. Temperatura y %Humedad del cuarto de reposo.....	35
Figura 13. Densidad de producto horneado con 3 horas en el segundo levado, variando el tiempo del primer levado para el mes de septiembre (g/2L) y el experimental (g/ml).	37
Figura 14. Relación entre el porcentaje de llenado del paquete y el volumen del producto horneado.	39
Figura 15. Crecimiento del producto horneado con la repetición en los puntos R2M4 y R4M4.	40
Figura 16. Condiciones de temperatura y % humedad en el cuarto de reposo de la muestra R2M4 yR4M4 con sus repeticiones.	41
Figura 17. Apariencia de las repeticiones de R2M4 y R4M4.	43
Figura 18. Temperatura del horno en la expansión del almidón de yuca agrio.	44
Figura 19. Interior del almidón en la prueba de expansión del almidón de yuca agria (a)Primer Ensayo, b) Segundo ensayo).	45

Figura 20. Correlación entre mg Na/100g vs %Cl en el queso costeño.....	46
Figura 21. Histórico del % de cloruros en el queso costeño que ha ingresado a la planta.....	47
Figura 22. Representación en gráfico de radar de los resultados obtenidos con el producto de referencia y Yupi.....	48
Figura 23. Representación en gráfico de radar de los resultados obtenidos con el producto de referencia y Yupi aumentando queso en un 0%, 20% y 50%.	49
Figura 24. Representación en gráfico de radar de los resultados obtenidos con Yupi 50% y los saborizantes L-52A y L-28A.....	50
Figura 25. Representación en gráfico de radar de los resultados obtenidos con Yupi 50% y los saborizantes K-CheeseFLV, M-E91, M-N-CAPTURE-E90, M-MEX-ECO y L-83A.....	51
Figura 26. Representación en diagrama de columnas las preferencias de los cuatro paneles sensoriales.	52

Siglas, acrónimos y abreviaturas

H1	Horno 1
H2	Horno 2
H3	Horno 3
H-	No se reportó el horno
M	Tiempo de reposo del producto moldeado (segundo levado)
R	Tiempo de reposo en el moje (primer levado)
g	gramo
kg	kilogramo
mm	milímetro
cm	centímetro
ml	milímetro
L	Litro
eq	Equivalente-gramo

Resumen

Este estudio fue desarrollado en la planta de Yupi, donde se pretendió mejorar las características organolépticas y la expansión de la línea de horneados, teniendo en cuenta límites restrictivos de sodio y costo. Se evaluó el efecto del crecimiento del producto mediante la variación en el tiempo de reposo del primer levado (R) con 0, 2, 3.5 y 4 horas y del segundo levado (M) con 0, 2, 3 y 4 horas, obteniendo diferencias significativas en estas dos variables ($p < 0.01$). La mayor expansión se obtuvo en la muestra M4R4. Se revisó la materia prima que llega a la planta, donde los niveles de expansión y pH son acordes a la calidad del almidón de yuca agria; no obstante, las propiedades del queso costeño varían incluso dentro del mismo lote, sin embargo, cumplen con la Resolución 2013. Se compararon las características sensoriales del producto actual con una muestra de referencia, obteniendo menor preferencia en la formulación actual; se propone evaluar un aumento de queso en 20% y 50%, obteniendo mayor preferencia en la muestra con el aumento del 50%; sin embargo, el incremento en el costo es del 11.3%, por lo que se propone evaluar 7 saborizantes con el fin de mejorar factores económicos. Finalmente, se proponen tres muestras: M-E91 (saborizante) con aumento en 1.97% del costo y aporte de 593 mgNa/100g, Yupi 50% con aumento en 11.29% del costo y aporte de 875 mgNa/100g y K-CheeseFLV (saborizante) con aumento en 28.94% del costo, proponiendo mejorar su costo mejorando su dosis.

Palabras clave: Producto horneado, Expansión, Almidón de yuca agria, Queso costeño, Panel Sensorial.

Abstract

This study was developed at the Yupi plant, where it was intended to improve the organoleptic characteristics and the expansion of the baking line, considering restrictive sodium and cost limits. The effect of the growth of the product is evaluated by means of the variation in the rest time of the first fermentation (R) with 0, 2, 3.5 and 4 hours and of the second fermentation (M) with 0, 2, 3 and 4 hours, obtaining differences significant in these two variables ($p < 0.01$). The greatest expansion was obtained in the M4R4 sample. The raw material that arrives at the plant is reviewed, where the levels of expansion and pH are consistent with the quality of sour cassava starch; however, the properties of the coastal cheese vary even within the same batch, however, they comply with the 2013 Resolution. The sensory characteristics of the current product are compared with a reference sample, obtaining less preference in the current formulation; it is proposed to evaluate an increase of cheese in 20 and 50%, obtaining greater preference in the sample with the increase of 50%; however, the increase in cost is 11.3%, so it is proposed to evaluate 7 flavorings to improve economic factors. Finally, three samples are proposed: M-E91 (flavouring) with a 1.97% increase in cost and a contribution of 593 mgNa/100g, Yupi 50% with an 11.29% increase in cost and a contribution of 875 mgNa/100g, and K-CheeseFLV (flavoring) with an increase in 28.94% of the cost, proposing to improve its cost by improving its dose.

Keywords: Baked Product, Expansion, Sour Cassava Starch, Coastal Cheese, Sensory Panel.

Introducción

Productos Yupi S.A.S fue creado hace 43 años en el Valle del Cauca, con los tradicionales Yupis en honor a la expresión de alegría de los niños. Esta empresa fue innovando en nuevos snacks y expandiéndose por toda Colombia, finalmente en el 2004 adquiere la marca Mekato en Medellín, en la que actualmente se producen dos líneas: expandidos y horneados.

En la línea de horneados se producen uno de los snack más tradicionales en Colombia, estos son a base de almidón de yuca y queso, conocidos como Roskotas y Besotes. Estos productos son considerados como bajos en grasas y azúcares, por lo que hacen parte de la línea Momentos naturales de Yupi (*Línea Momentos Naturales / YUPI SAS*, n.d.). Sin embargo, los productos horneados superan los valores de sodio permitidos que deben cumplirse a partir de noviembre del 2022, de acuerdo con la resolución 2013 del 2020, lo que requiere una reformulación del producto.

La idea, a aparte de cumplir la normativa, es mejorar el producto en cuanto a sus propiedades organolépticas, específicamente en el sabor, a partir, de la comparación sensorial que se ha hecho con otros productos de tipo exportación y la iniciativa que tiene la empresa de innovar y mejorar sus snacks.

Es así como en este trabajo se abordará una nueva formulación de los productos en la línea de horneados ubicada en la sede de Medellín, en el cual se cumplan con los parámetros sensoriales, económicos y reglamentarios.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Mejorar las características organolépticas de la línea de horneados teniendo en cuenta límites contenidos en normas restrictivas de sodio y evaluación de costos.

1.2 Objetivos específicos

- Evaluar condiciones del proceso que se relacionen con las propiedades sensoriales del producto y su expansión.
- Identificar materias primas que cumplan con expansión y normativa de sodio.
- Establecer tres formulaciones para la línea de horneados que cumplan características sensoriales, viabilidad económica y límites de sodio especificados en la Resolución 2013 del 2020.

2 Marco teórico

Los productos horneados de Yupi entran dentro de la clasificación de amasijos, estos son todos aquellos alimentos realizados por medio de amasado, compuestos por harina, ya sea de maíz, trigo o yuca (*Amasijos Colombianos: Recetas Tradicionales y Caseras / Dagusto®*, n.d.). Las etapas del proceso para la elaboración de Roskotas y Besotes son: amasado y mezclado de los ingredientes, reposo de la mezcla en mojes, moldeo del producto, reposo del producto moldeado a condiciones de temperatura y humedad específica y finalmente el horneado (**Figura 1**). En este proceso se deben tener en cuenta las condiciones de proceso que se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Condiciones de proceso.

Condiciones de proceso	Definición	Propiedad en el producto final
Tiempo de reposo de moje (primer levado).	Tiempo de espera que se le da a la masa después de ser preparada.	Sabor, textura del alveolo y sensación crujiente.
Tiempo de reposo del producto moldeado (segundo levado).	Tiempo de espera que se le da al producto después de ser moldeado ya sea como rosca o como besote.	Expansión del producto.
Cantidad de materia prima.	Es la fracción de cada ingrediente usado en la preparación.	Sabor.

Nota. Fuente (Ibérica, 2020).

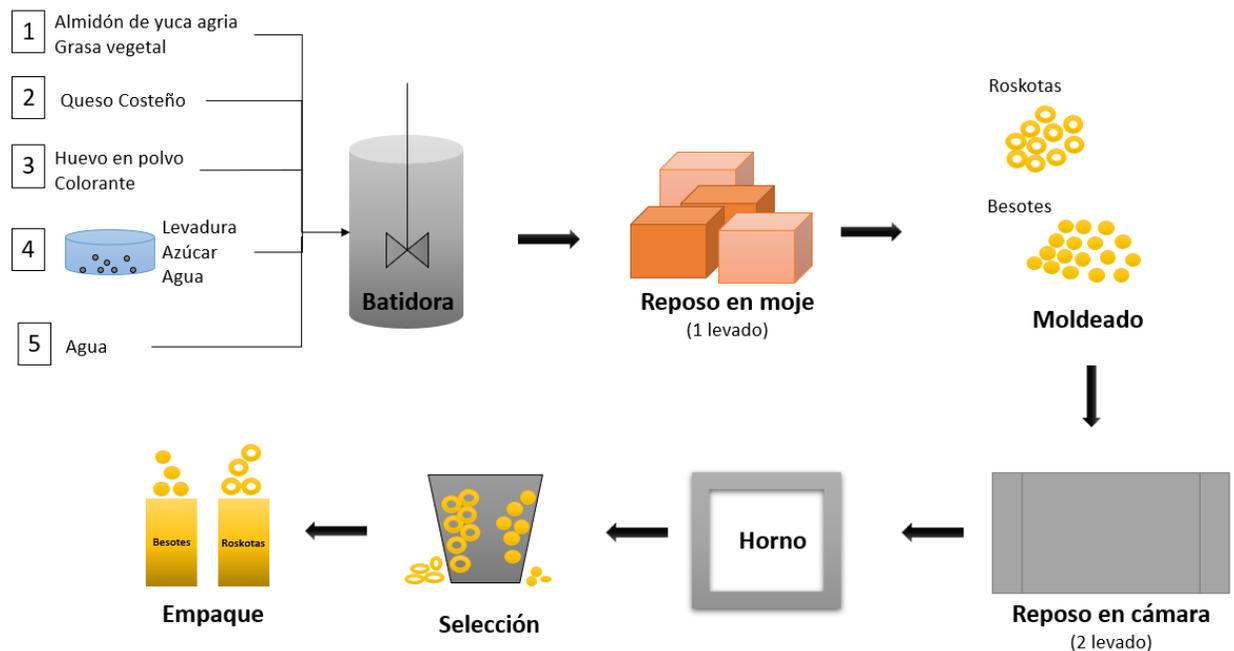


Figura 1. Proceso de horneado

Nota. Fuente propia

La etapa de cocción y la formulación de cada ingrediente tienen una función especial en el producto horneado, como se muestra a continuación:

2.1 Queso costeño:

El queso es la cuajada de la leche, consiste en un gel de caseína que se ha retirado del suero mediante calentamiento, agitación o presión. Dependiendo del tipo de elaboración, el queso contiene proteína, grasas, agua y sales en cantidades variables (Grupo Latino, 2006).

El queso costeño es un queso no maduro, es decir fresco, elaborado con leche de vaca sin pasteurizar, no ácido, con un sabor salado entre moderado y fuerte; se clasifica como semiduro, con un contenido alto de materia grasa según la FAO/OMS. Durante el proceso de fabricación del queso, la coagulación es la etapa más importante, donde la leche se transforma de líquido a gel, como consecuencia de las modificaciones fisicoquímicas que sufren las submicelas de caseína (San Martín García, 2020). La coagulación se puede clasificar en dos tipos:

2.1.1 Coagulación enzimática:

Se emplea en forma mayoritaria en quesos semiduros y duros (Ballestas, 2014) y se consigue debido a la adicción de cuajo (mezcla de quimosina y pepsina) sobre la leche. La cuajada producida por medio ácido a pH bajo (5.0-4.6) tiende a ser granular, particulada e inelástica, debido a la proximidad de la caseína en el punto isoeléctrico en la que es insoluble. El coagulo producido a pH más elevado (6.6-5.8) por acción enzimática es más blando, más suave, se rompe más fácil y es más elástico que la cuajada ácida (Suárez et al., 2018).

2.1.2 Coagulación ácida:

Se emplea en quesos blandos, frescos o maduros con fermentación en la superficie; se basa en la gelificación de las caseínas de la leche a un pH de 4.5 a 5.0, lo que forma un coagulo desmineralizado debido a la acidificación de la fase sérica (plasma), producida por el ácido láctico generado por la adición de un ácido orgánico como acético o cítrico (Ballestas, 2014).

Aunque el queso costeño característico no es fermentado, el proceso de fermentación en el queso trae consigo propiedades sensoriales atractivas y producción de CO₂. Los cultivos lácticos se pueden clasificar según el metabolismo, se dividen en homofermentativos, los cuales convierten la glucosa en una única sustancia de ácido láctico; mientras que los heterofermentativos además de producir ácido láctico, también producen CO₂, ácido acético y etanol; dentro de este tipo de cultivo se encuentran algunos mesófilos (característicos por crecer en temperaturas entre 20°C y 37°C) como *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* y *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *Diacetylactis* los cuales pueden soportan salmueras (Ballestas, 2014).

El aporte del queso costeño en los amasijos es de carácter sensorial, sin embargo, factores como la baja cantidad de grasa provoca una expansión mayor y por ende un producto más crocante (Mejia, 2020). El queso es el ingrediente con mayor aporte de sodio y el que se controlaría para cumplir con la meta propuesta en la Resolución 2013 del 2020, debido a que su exceso afecta directamente la salud de las personas, principalmente en el sistema cardiovascular. El consumo recomendado de sodio por la OMS en adultos es inferior a 5g/día para el 2020; mientras que el consumo en Colombia es del 10g/día (Rincón, 2020) (Resolución No. 2013 de 2020, 2020).

2.2 Almidón de yuca agrio:

El almidón de yuca es utilizado como espesante, para elaborar todo tipo de masas, también proporciona cuerpo y consistencia en la panadería y actúa como estabilizador ya que ayuda a mantener las propiedades de color, textura, aroma y sabor. La principal diferencia entre el almidón de yuca dulce y el agrio es el sabor característico debido a su previo proceso de fermentación (*ALMIDÓN DE YUCA – El Toque Colombiano*, n.d.) y su capacidad de expansión debido al proceso de secado bajo el sol (Lopez, 2011).

De acuerdo con la **Tabla 2**, la harina de yuca agrio cuenta con un gran aporte de almidón, por lo que es importante destacar que el almidón consiste en un hidrato de carbono en forma de polisacárido (VB Ingenieros SL, 2002), formado por: amilosa (polímero de cadena lineal con un número indeterminado de anhidrido -D-glucosa unidas por enlaces de $\alpha(1-4)$ glucosídico, en una proporción del 22-26% del almidón) y amilopectina (polímero de cadenas ramificadas, formadas por cadenas lineales de anhidrido -D- glucosa unidas por enlaces $\alpha(1-6)$ glucosídico, en una proporción del 78-74% del almidón (Mina, 2012)). Por otro lado, la cantidad de proteína es muy bajo, por lo que no se desarrolla las características redes de gluten presentes en el trigo, las cuales son responsables de la elasticidad de la masa y del atrapamiento del CO₂ producido por la fermentación de la levadura (Aboaba & Obakpolor, 2010).

En el proceso de secado del almidón de yuca agrio, puede ocurrir una degradación oxidativa o una despolimerización oxido-reductiva del almidón activado por la radiación solar (Lopez, 2011), provocado por la degradación de gran parte del ácido láctico producido en la fermentación del almidón a partir de bacterias ácido lácticas e influyendo de manera positiva en la expansión (Dufour et al., 1996). Este potencial de expansión se puede explicar por la formación de una red tridimensional que retiene las burbujas de aire durante el horneo (Serna Fadul et al., 2017) (Cadena et al., 2006).

Tabla 2. Composición de la harina de yuca agria.

Característica	Valor
% Almidón	87.8 ± 2.1
% Cenizas	0.05 ± 0.02
% Fibra cruda	0.30 ± 0.04
% Grasa bruta	0.05 ± 0.04
% Humedad	10.7 ± 0.05
% Proteína	0.40 ± 0.2
pH	3.63 ± 0.09
Índice de absorción de agua	3.30 ± 0.05
Índice de solubilidad en agua	0.70 ± 0.07

Nota. Fuente (López Tenorio et al., 2012).

La energía necesaria para la activación de la levadura proviene de los componentes de la harina (**Figura 2**), por medio de un proceso bioquímico conocido como amilolisis, que consiste en la ruptura de las cadenas de almidón por medio de amilasas. Dentro de las amilasas se distinguen dos tipos: alfa y beta amilasa, siendo la beta amilasa impermeables a los gránulos intactos de almidón y además es la responsable de la producción de maltosa a partir de las cadenas de amilosa y amilopectina o de las dextrinas; mientras la alfa amilasa provoca una hidrolisis lenta y la formación de dextrinas (Molino Victoria, n.d.). De acuerdo con la naturaleza de la harina de yuca, las enzimas ideales para mejorar su volumen en la panificación son las amilasas; Biocon dispone de tres productos comerciales: BIOAMILOPECT BKF, BIOAMYLASE BKF y BIOCAKE FRESH, las cuales degradan los granos expuestos del almidón, permitiendo un mejor desarrollo de la levadura (BIOCON ESPAÑOLA S.A, 2017).

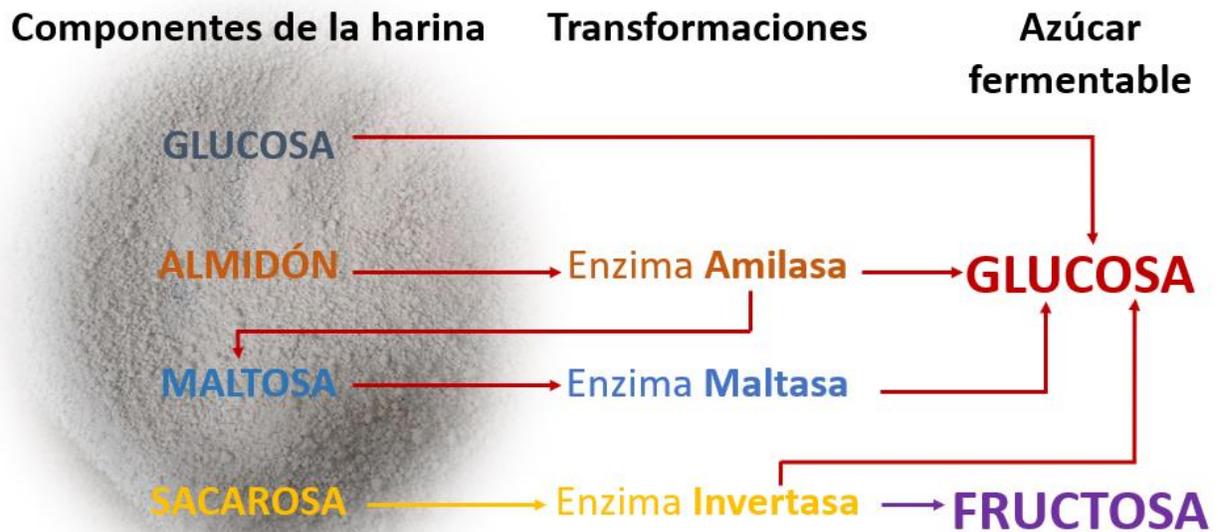


Figura 2. Componentes de la harina y su transformación en azúcares fermentables.

Nota. Fuente (García Olmedo, 1964).

2.3 Levadura /leudantes:

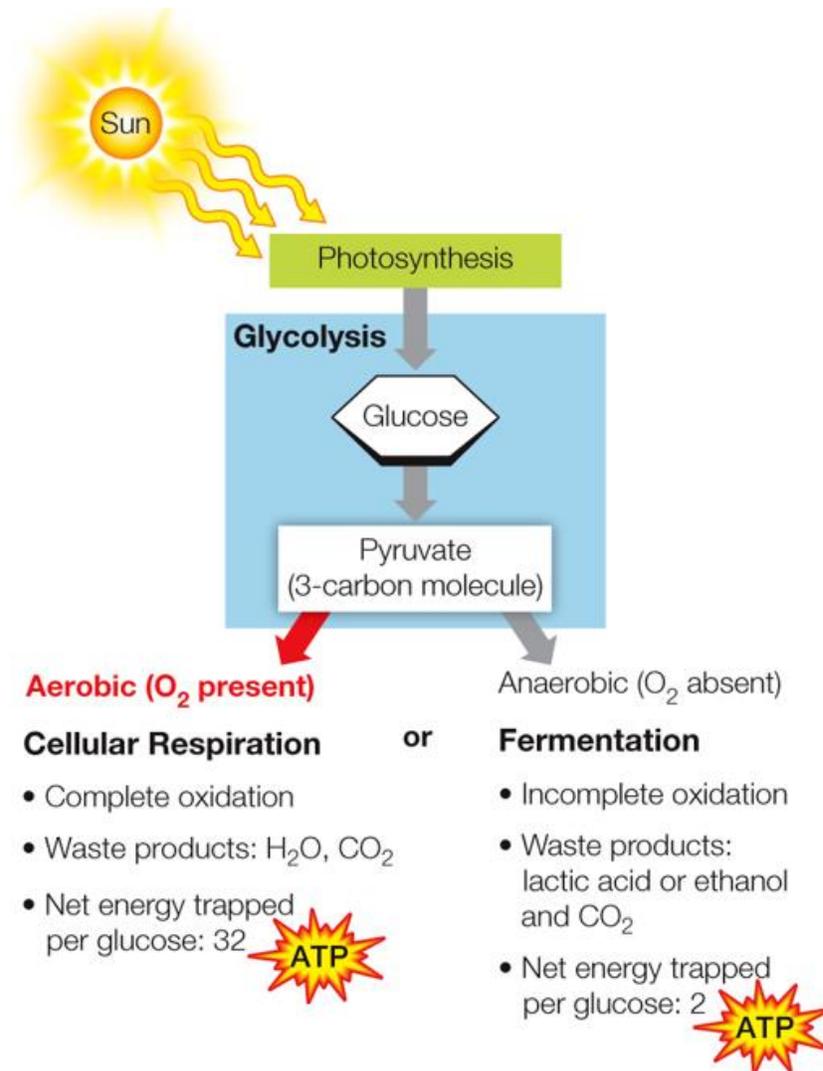
Las levaduras son microorganismos unicelulares, en panadería se utilizan principalmente la especie *saccharomyces cerevisiae*, las cuales realizan un proceso de fermentación de los azúcares presentes en las harinas y a la vez se multiplican (García Olmedo, 1964).

2.3.1 Metabolismo de la levadura:

El glucolisis es la principal vía de conversión de glucosa a piruvato (**Reacción 1**) y es el primer paso de la respiración celular, esta se lleva a cabo en el citoplasma de la célula.



Después del glucolisis se pueden dar dos procesos (**Figura 3**): respiración en presencia de oxígeno (aeróbica) o fermentación en ausencia de oxígeno (anaeróbica). En la respiración aeróbica el ácido pirúvico se transforma en CO_2 , como mayor metabolito, y con poca generación de etanol (Durango Londoño, 2007); mientras que en la fermentación anaeróbica se obtiene energía a través del ácido pirúvico y se pueden dar dos tipos de fermentaciones: lácticas o alcohólicas (Santos, 2012).



LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Figure 9.1
© 2017 Sinauer Associates, Inc.

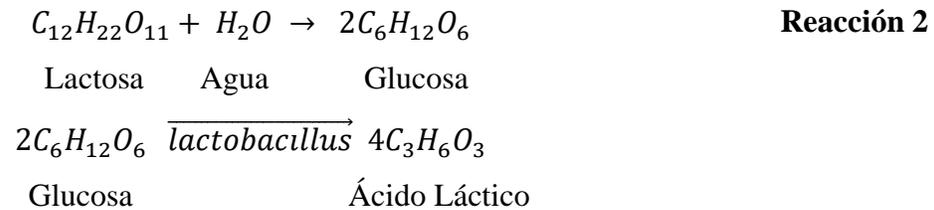
Figura 3. *Proceso de respiración y fermentación de la levadura.*

Nota. Fuente (Santos, 2012)

En la materia prima e incluso por contaminación de la propia levadura se pueden tener otro tipo de microorganismos que aprovechan la glucosa proveniente del almidón para desarrollar otro tipo de fermentaciones, como se muestra a continuación:

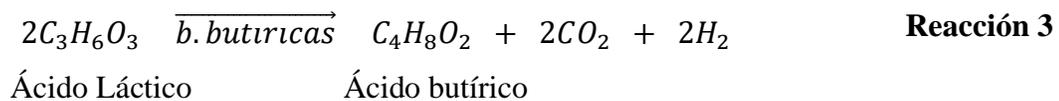
2.3.2 Fermentación láctica:

La lactosa se transforma en ácido láctico debido a *lactobacillus*, estos actúan muy lentamente a 25°C, sin embargo, a 35°C están en su plena actividad, por lo que la cámara de fermentación no debe alcanzar esta temperatura ya que influenciara negativamente en la calidad del producto (Castiblanco, 2020).



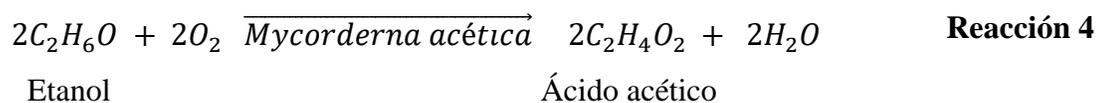
2.3.3 Fermentación butírica:

Producida a partir del ácido láctico, obtenido en la fermentación láctica, a una temperatura de 38°C por medio de diversas bacterias butíricas (Castiblanco, 2020).



2.3.4 Fermentación acética:

Producida a partir del alcohol etílico obtenido por la levadura, a través de bacterias ácida *Mycorderna acética* (Castiblanco, 2020).



Las levaduras pueden fermentar más fácilmente azúcares simples como glucosa o fructosa, sin embargo, las harinas tienen un bajo contenido de estos azúcares, pero a su vez poseen sistemas enzimáticos capaces de degradar los disacáridos (García Olmedo, 1964) (**Figura 2**).

En la estructura interna de los productos horneados se presentan alvéolos producto del gas, generalmente CO₂, producido por las levaduras. El efecto de este gas en la panadería está

directamente relacionado con la elasticidad y esponjosidad del producto final (Grupo Latino, 2006).

2.4 Grasa:

Son aquellos productos cuyo componente mayoritario es la materia grasa de origen animal, vegetal o sus mezclas, que tienen como constituyentes principales los glicéridos de los ácidos grasos (VB Ingenieros SL, 2002).

La grasa proporciona suavidad a la corteza de la panadería e influye en su sensación bucal (Grupo Latino, 2006) y en el alargamiento de su vida útil (VB Ingenieros SL, 2002).

2.5 Huevo en polvo:

Este es un huevo procesado, el cual es deshidratado y pasteurizado, se encarga de proporcionar estructura y estabilidad en las mezclas de panadería (Grupo Latino, 2006).

2.6 Cocción:

La cocción es otro aspecto importante para tener en cuenta, este proceso se resume principalmente en tres etapas:

En la primera etapa se desarrolla un periodo de fermentación intensa de la levadura, gracias a la buena conductividad de la masa, lo que lleva a la aceleración en la producción de CO₂, seguido de una fuerte dilatación (Castiblanco, 2020), provocando un aumento en la presión interna del producto que se puede ir liberando gracias a la humedad de la masa. La etapa se desarrolla hasta que se destruye la levadura, cuando la masa alcanza una temperatura de 50-60°C (Castiblanco, 2020).

En la segunda etapa se amplifica la dilatación de la masa, además, cuando la temperatura aumenta se gelifica el almidón y se alcanza el volumen final del producto (Castiblanco, 2020).

En la tercera etapa la evaporación externa de la pared disminuye y la temperatura del producto aumenta, se forma la corteza (Castiblanco, 2020) y se provoca la coloración del producto final a partir de la reacción de Maillard.

3 Metodología

Los materiales e insumos usados en el proyecto son:

- Queso.
- Almidón de yuca agria.
- Agua.
- Levadura.
- Huevo en polvo.
- Grasa.
- Cava.
- Cuarto de reposo.
- Horno GHERSON'S GH40-80.
- Moledora de queso P22-62.
- Báscula TRUMAX SIBAS07PESHOR.
- Moldeadora MADEPAN A6028.
- Cronómetro.
- Termohigrómetro.
- Pie de rey digital.
- pH metro.
- Bureta digital.
- Cromato de potasio (K_2CrO_4).
- Nitrato de plata ($AgNO_3$) 0.1N.

Los métodos usados para llevar a cabo el proyecto son:

3.1 Metodología objetivo 1:

1. Se realizó experimentación con variables de operación en un lote de aproximadamente 47 kg, en donde variaron los tiempos de reposo del 1 y 2 levado, se conservaron el resto de las variables de operación constantes. El tiempo de reposo se evaluó en Besotes, ya que la expansión de este producto es más compleja por su geometría.

2. Se calculó el volumen inicial y final del producto horneado; para el volumen inicial se tuvo una población de 538 muestras, de las cuales se midieron las dimensiones de 225 unidades, ver **Anexo 1** (teniendo en cuenta un nivel de confianza de 95% y un margen de error 5% (Equipo de redacción de QuestionPro Latinoamérica, 2018) y para el volumen final se tuvo un total de 28 muestras por cada tiempo de reposo distinto, de los cuales se midieron el volumen (**Ecuación 1**) de 27 muestras, ver **Anexo 2** (teniendo en cuenta un nivel de confianza de 95% y un margen de error 5% (Equipo de redacción de QuestionPro Latinoamérica, 2018). También se calculó el %crecimiento, la densidad y el % de llenado en el paquete.
3. Se establecieron funciones que relacionan las condiciones de operación con las propiedades del producto final.

3.2 Metodología objetivo 2:

1. Se inspeccionaron propiedades críticas (expansión y pH) del almidón que yuca agria que llega a la planta y se verificó el cumplimiento de estos parámetros.
2. Se inspeccionaron propiedades críticas (%cloruro y pH) del queso costeño que llega a la planta y se verificó el cumplimiento de estos parámetros.

3.3 Metodología objetivo 3:

1. Se realizó un panel sensorial con producto actual y producto de referencia.
2. Se analizaron características sensoriales a mejorar.
3. Se realizó experimentación cambiando porcentaje de materia prima con un 0%, 20% y 50% más de queso.
4. Se realizó un panel sensorial con producto aumentado en 0%, 20% y 50% más de queso y producto de referencia.
5. Se identificó factibilidad económica y de sodio del producto mejorado.
6. Se propuso materia prima, específicamente, saborizante o intensificador de sabor y se disminuyó el queso costeño; de acuerdo con un balance de sodio reportado en la ficha técnica

del proveedor, la idea era que fuera acorde con la normativa restrictiva de sodio, cumpliera sensorial y factores económicos.

A continuación, se especifican las actividades realizadas en la metodología:

3.4 Experimentación con variables de operación

Se hizo un diseño de experimentos, con dos factores para determinar la influencia en el crecimiento o expansión del producto. Los factores fueron: tiempo de reposo en el 1 levado (reposo en el moje) en horas (0, 2, 3.5, 4) y tiempo de reposo en el 2 levado (reposo del producto moldeado) en horas (0, 2, 3, 4). El reposo del moje se realizó a condiciones ambientales normales y el reposo del producto horneado se llevó a cabo en un cuarto de reposo con condiciones aproximadas de 29°C y 91.3% Humedad.

3.5 Volumen

Se realizó la medición de las dimensiones del producto tanto inicial como final (**Figura 5**), usando un pie de rey, para hallar el volumen de cada muestra usando la **Ecuación 1**.

$$Volumen = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 h \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

D es el diámetro (mm).

H es la altura (mm).

Los diámetros de la moldeadora de besotes no fueron constantes (**Figura 4**), debido a eso los datos de diámetro inicial presentaron la misma variación (**Anexo 1**).

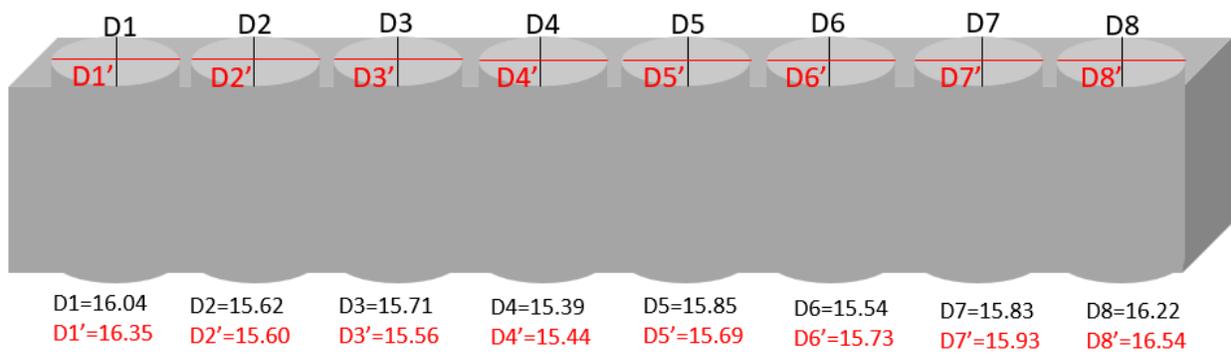


Figura 4. Diámetros en mm del molde de besotes.

Nota. Fuente propia

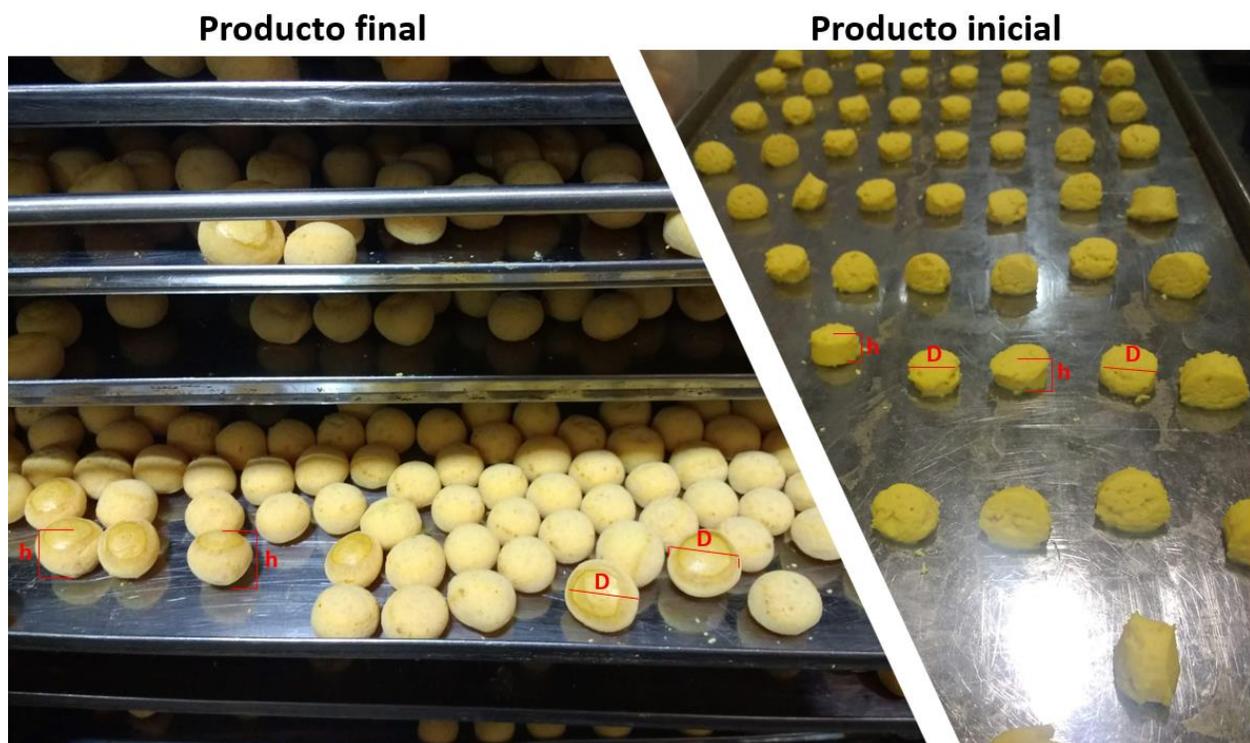


Figura 5. Dimensiones D y h del producto final e inicial.

Nota. Fuente propia

3.6 Porcentaje de crecimiento

Se calculó mediante la siguiente expresión y los datos se observan en el **Anexo 3**.

$$\%Crecimiento = \frac{V_{final} - V_{inicial}}{V_{final}} \times 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

V_{final} es el volumen final calculado (mm^3).

$V_{inicial}$ es el volumen inicial calculado (mm^3).

3.7 Densidad

Se calculó mediante la siguiente expresión y los datos se observan en el **Anexo 2**.

$$Densidad = \frac{m}{V} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

m es la masa del producto horneado (g).

V es el volumen del producto horneado (mm^3).

3.8 Porcentaje de llenado en el paquete

Se calculó mediante la siguiente expresión y los datos se observan en el **Anexo 4**.

$$\%Llenado = \frac{\text{Altura de llenado}}{BAB} \times 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

Altura de llenado es la altura a la que llega el producto en el paquete con aproximadamente 28 g (cm).

BAB es la altura del paquete de borde a borde (cm).

La **Figura 6** muestra más específicamente como medir estas variables.



Figura 6. Dimensiones BAB y altura de llenado para calcular el porcentaje de llenado en el paquete.

Nota. Fuente propia

3.9 Expansión

Se tomarón 10 g de almidón y 12 g de agua, se mezclaron y se llevaron al horno a 262°C durante 22 minutos (Fernandez et al., 2002). La expansión se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Expansión} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Masa}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Este procedimiento se realizó inicialmente con una temperatura del horno promedio de 242°C, para el segundo ensayo se pasó el almidón por una malla 60 y la temperatura promedio del horno fue de 260°C. La **Figura 7** muestra el procedimiento que se llevó para tomar la masa y el volumen del almidón después de salir del horno.

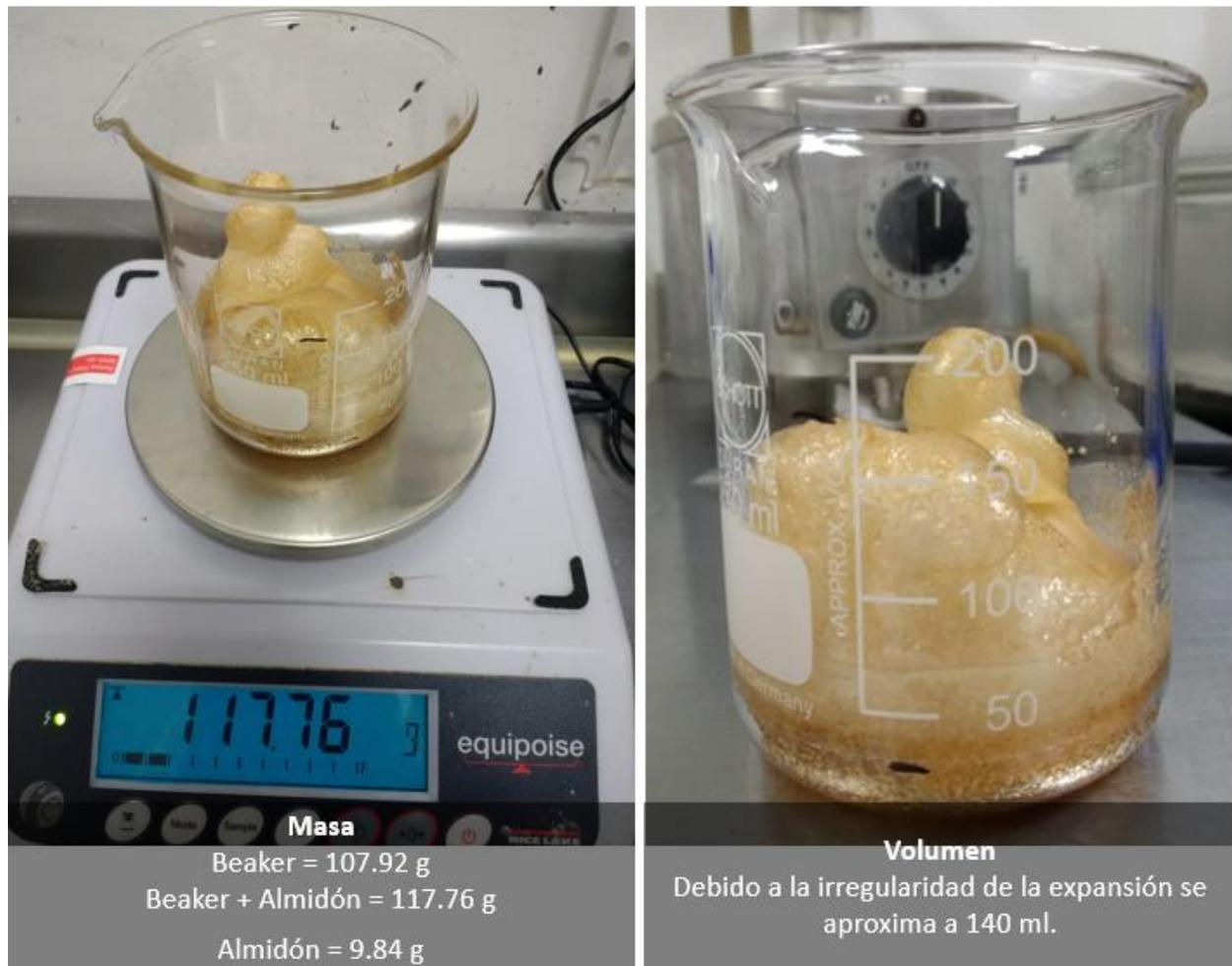


Figura 7. Masa y volumen del almidón agrio de yuca para calcular su expansión.

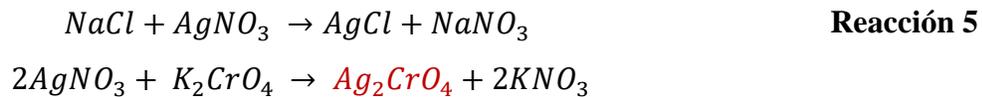
Nota. Fuente propia

3.10 pH

Se tomó el pH como normalmente se inspecciona en planta. Se tomaron 10 g de muestra y 100 ml de agua, para el queso se procuró que el agua estuviera entre 40°C-50°C para que se diera una dilución más fácil de los componentes del queso; posteriormente se introdujo la sonda del pH metro en la solución y se tomó el valor.

3.11 Porcentaje de cloruro

Se utilizó el método de Mohr (**Reacción 5**) para cuantificar los cloruros existentes en la muestra.



Se tomaron 10 g de la muestra y 250 ml de agua (40°C-50°C), se mezcló homogéneamente y se sacó una alícuota de 5 ml, se agregó 5 gotas del indicador cromato de potasio (K₂CrO₄) y se comenzó a titular con la solución de Nitrato de plata 0.1N (AgNO₃) hasta que la solución se empezara a tornar naranja ladrillo. El procedimiento del blanco fue similar, pero este se realizó usando 5 ml de agua destilada, en vez de la solución con la muestra. La cuantificación de cloruros se realizó mediante la **Ecuación 6** en ppm, aunque en el laboratorio se cuantifica en % de cloruro.

$$ppm_{Cl} = \frac{1000(V_{AgNO_3} - V_{blanco})(N_{AgNO_3})(p_{eqCl})}{V_{sln}} \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

V_{AgNO₃} es el volumen del Nitrato de plata gastado en la titulación de la muestra (ml).

V_{blanco} es el volumen del Nitrato de plata gastado en la titulación del blanco (ml).

N_{AgNO₃} es la concentración normal del Nitrato de plata (eq/L).

p_{eqCl} es el peso equivalente del Cl (35.5 g/eq).

V_{sln} es el volumen de la muestra a titular (ml).

3.12 Panel sensorial

Para realizar el panel sensorial con el producto actual y el de referencia (**Anexo 5**) se realizó una evaluación sensorial triangular para identificar si se percibía diferencia entre los productos; luego se realizó una evaluación sensorial comparativa para comparar los siguientes factores: sabor a queso, crocancia y sabor salado, finalmente se preguntó por el producto preferido por el panelista.

El panel sensorial con el producto de referencia y el producto con aumento del 0%, 20% y 50% de aumento de queso se realizó con una evaluación sensorial comparativa igual que el panel sensorial con saborizantes, ver formato en el **Anexo 5**.

Para todos los paneles sensoriales se eligieron mínimo 10 personas involucradas en el proceso con varios años de experiencia en los productos horneados, ellos fueron los panelistas encargados de calificar, siendo 1 un sabor leve y 5 un sabor pronunciado. La prueba se realizó de manera individual en un espacio libre de olores, se pidió a cada panelista que tomara agua antes de probar cada muestra.

3.13 Balance de sodio

Para el balance de sodio se tuvo en cuenta la siguiente expresión:

$$\sum x_{MP} Na_{MP} = Na_{PF} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

x_{MP} y Na_{MP} es la fracción y el contenido de sodio de la materia prima (queso costeño y huevo en polvo), respectivamente.

Na_{PF} es el contenido de sodio del producto final (Besotes y Roskotas).

Según inspección realizado al queso, el máximo contenido de sodio fue de 3000 mgNa/100g y verificando la ficha técnica del huevo en polvo su aporte es de 460 mgNa/100g.

3.14 Factibilidad económica

Para hallar el costo de cada formulación se usó la siguiente expresión:

$$\text{Costo} = \sum x_{MP} cst_{MP} + cst_{empaquetado} + cst_{ruta} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

x_{MP} y cst_{MP} es la fracción y el costo de la materia prima.

$cst_{empaquetado}$ es el costo del paquete primario y secundario.

cst_{ruta} es el costo del personal operativo, servicios públicos y equipos usados en la ruta.

4 Resultados y análisis

4.1 Objetivo 1.

El tiempo de reposo en los dos levados y su interacción fueron significativo en la expansión del producto final ($p < 0.05$), ver análisis de varianza en el **Anexo 6**. La **Figura 8**, muestra que también hay diferencias en su apariencia y en su fragilidad.

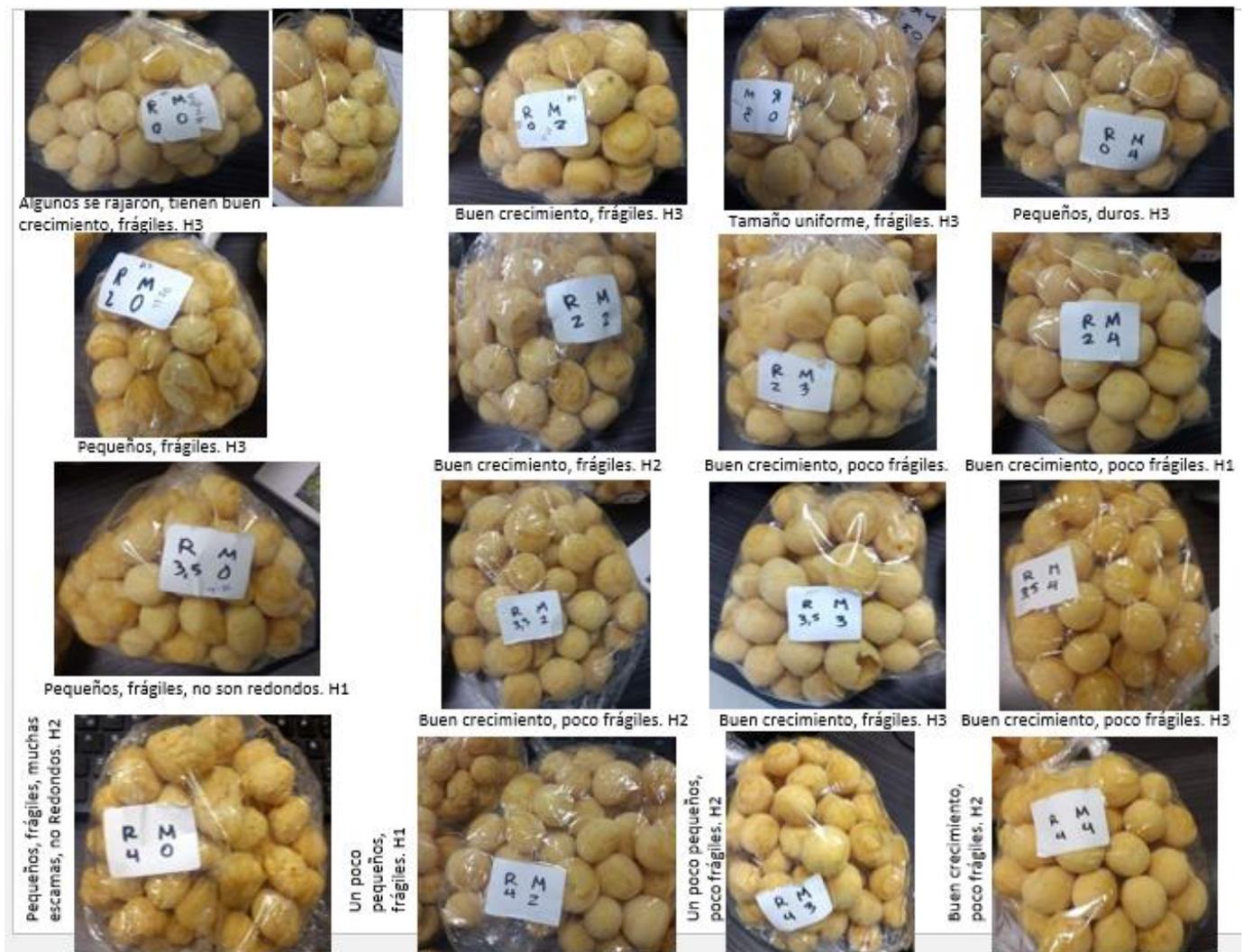


Figura 8. Apariencia del producto horneado en diferentes tiempos de reposo en horas, primer levado (R), segundo levado (M).

Nota. Fuente propia

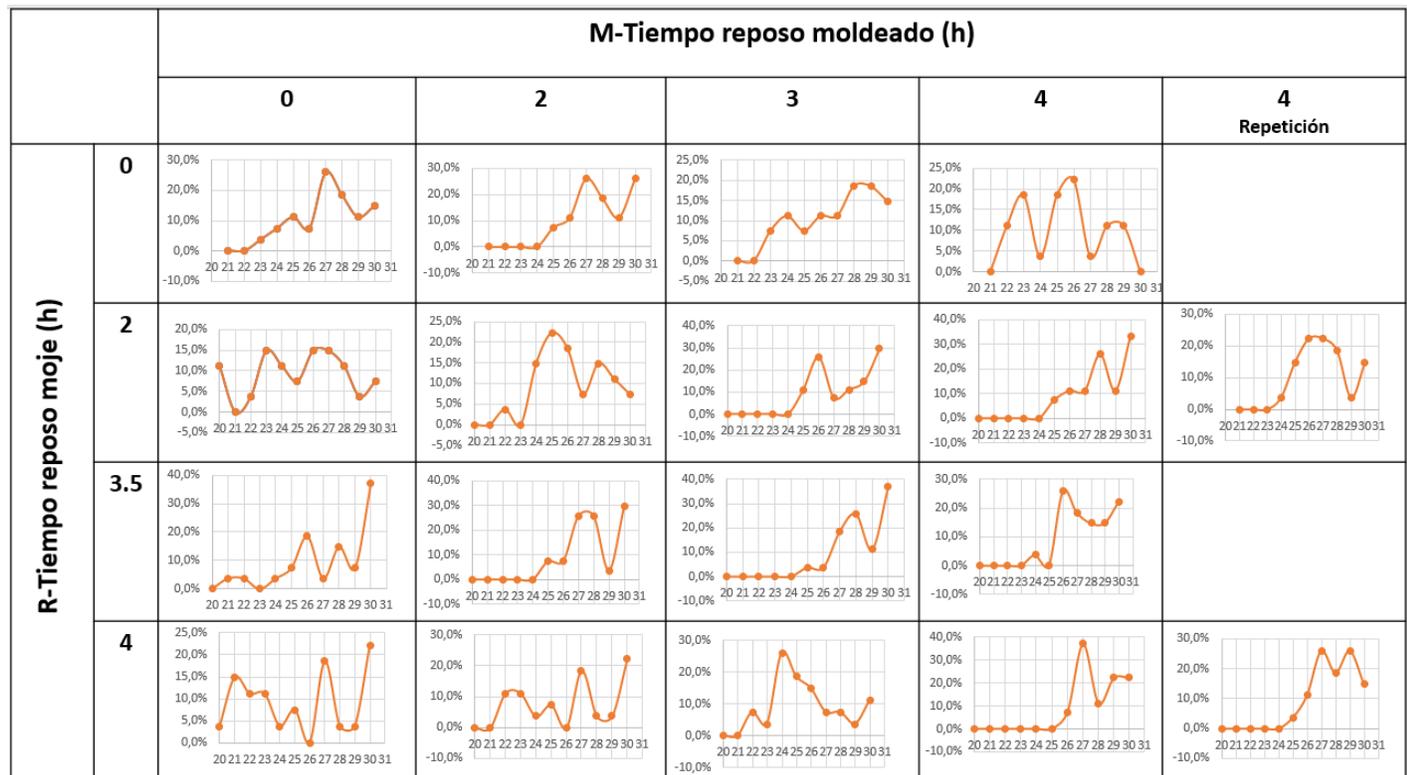


Figura 9. Distribución de tamaños de cada prueba. Eje x: diámetro en mm, eje y: porcentaje representativo de cada diámetro.

Nota. Fuente propia

En la **Figura 9** se muestra que los tamaños obtenidos en cada prueba no son uniformes y presentan múltiples variaciones. Las distribuciones en las que se observan mayores diferencias de tamaños son R0M4, R3.5M0, R4M0 y R4M2; esto es debido a que el producto se expande en diferentes áreas de la masa, por ausencia de la etapa de desgasificación, que le proporciona homogeneidad en cuanto expansión al producto final. Para el caso específico de R3.5M0 y R4M0, se observa en la **Figura 8** que su geometría no es uniforme y por ende su distribución de tamaño tampoco.

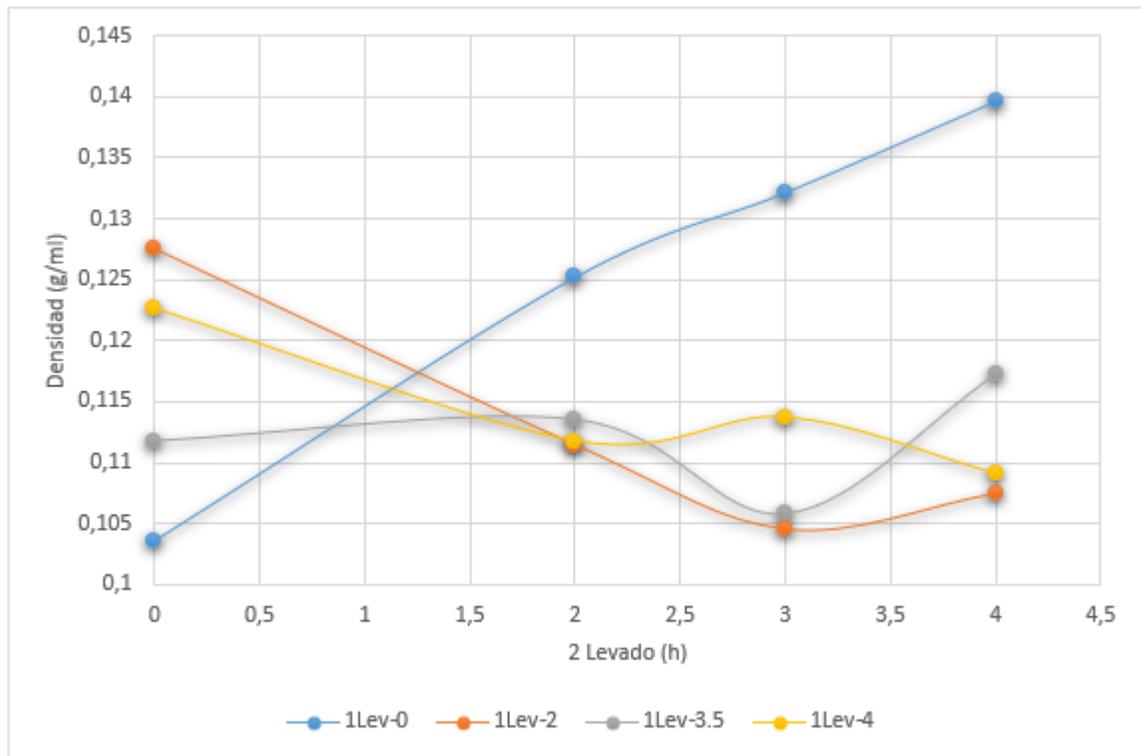


Figura 10. Densidad del producto horneado obtenido en los diferentes tiempos de levado.

Nota. Fuente propia

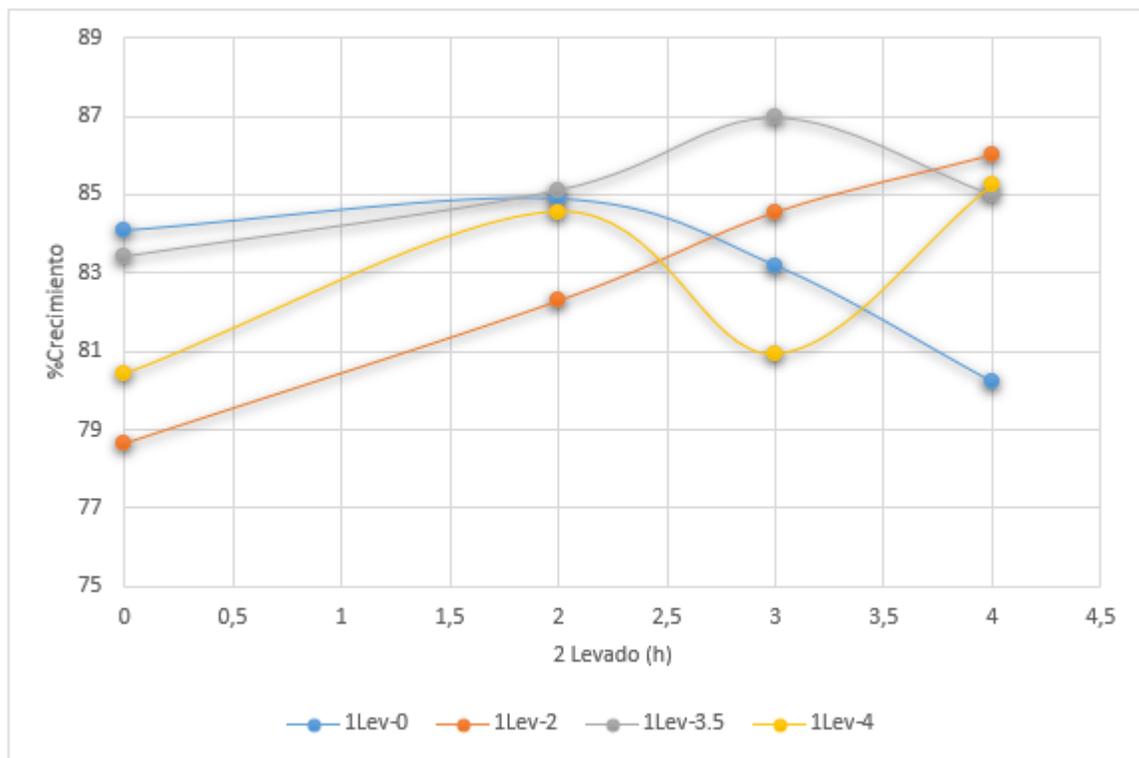


Figura 11. Crecimiento del producto horneado obtenido en los diferentes tiempos de levado.

Nota. Fuente propia

En las **Figuras 10** y **11** hay cuatro líneas: azul, naranja, gris y amarillo que representan el comportamiento del primer levado en 0, 2, 3.5 y 4 horas, respectivamente. En la **Figura 11** la línea azul muestra como varía la expansión del segundo levado en 0, 2, 3 y 4 horas, cuando no se tuvo reposo en el primer levado, se observa cómo después de 2 horas del segundo levado comienza a disminuir su expansión y aumentar la densidad (**Figura 10 y 11**), debido a que la humedad en el cuarto, sin una previa etapa fermentativa, limita el desarrollo de la expansión causado por el impedimento estérico de las moléculas de agua en la masa (Barrera, 2014). Otro factor que pudo estar relacionado con la disminución del volumen después de dos horas en el segundo levado es que al no contar con el primer levado, no se desarrolló la etapa fermentativa, donde se convierte el almidón en glucosa, trayendo consigo que la levadura agote su fuente de carbono de una forma más rápida, además, el cuarto de reposo (28.6°C-29.8°C, **Figura 12**) no favorecía la multiplicación de la levadura (25°C-27°C) (*La Levadura En La Panadería*, n.d.).

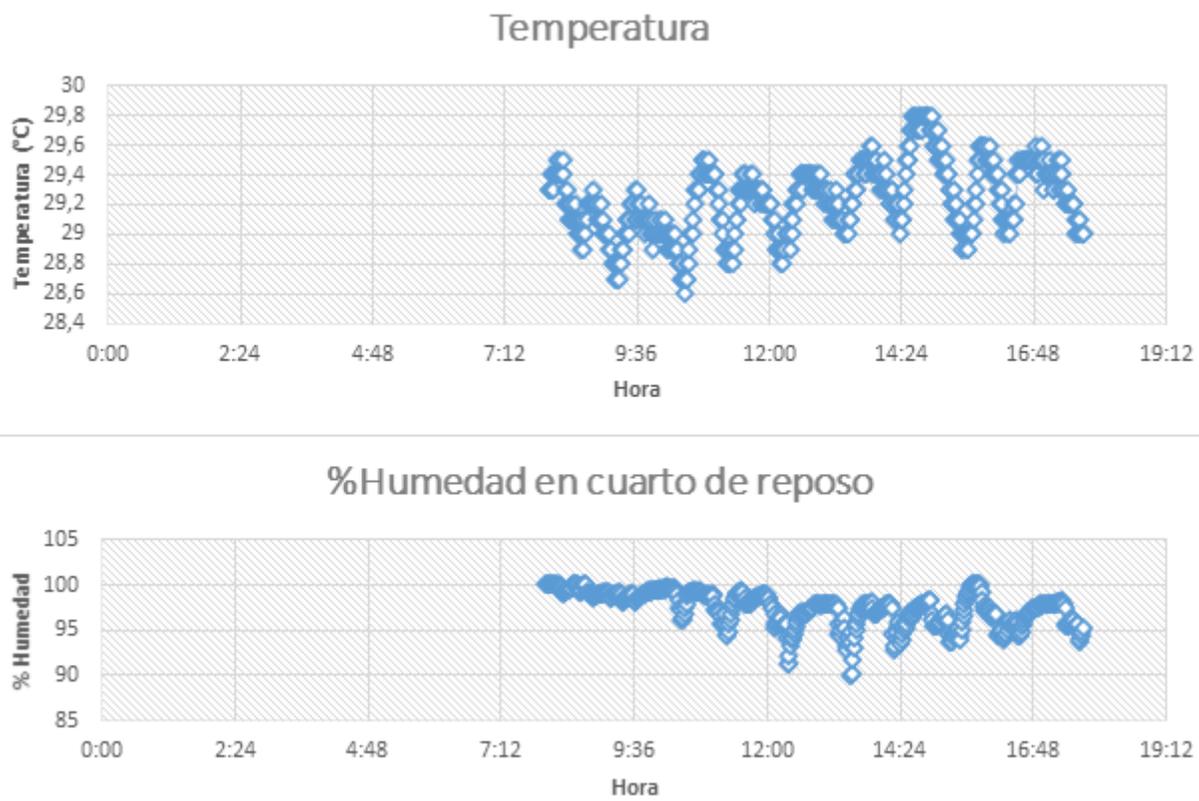


Figura 12. Temperatura y %Humedad del cuarto de reposo.

Nota. Fuente propia

Cuando no hay primer y segundo levado, se observa un mayor crecimiento en la línea (punto azul) debido a que en este punto, la masa tiene un mayor contenido de humedad y la mayor cantidad de levadura, lo que hace que cuando ingrese al horno y alcance la temperatura de fermentación (35°C) (*La Levadura En La Panadería*, n.d.), y la temperatura donde muere la levadura (55°C) (*El ABC de La Panadería :: Pasteleria.Com*, 2000) se produzca una gran cantidad de CO_2 y se expanda la masa. La **Figura 8**, muestra grietas y deformaciones cuando no se tiene reposo en el primer levado, esto es debido, a que en el momento del horneado, la presión interna del producto moldeado es mayor que la externa y para equilibrar las presiones se libera aire formando grietas, estas se producen debido a que al tener un menor contenido de humedad, hay menor contenido de agua condensada en la superficie y el producto pierde flexibilidad (Molino Victoria, n.d.).

En la **Figura 11** la línea **naranja** denota un aumento más lento en la expansión; mientras que en las líneas **gris** y **amarillo**, se observan picos con niveles máximos de expansión después de casi seis horas de reposo repartidos en el primer y segundo levado; al comparar estos puntos máximos con la **Figura 8** se observa que estos puntos son frágiles, muy posiblemente, debido a que la levadura se encuentra en el punto máximo de su activación y por ende en la mayor producción de CO₂, lo cual proporciona un producto quebradizo con grandes cavidades de gases. Después de las seis horas de levado la actividad de la levadura disminuye, tal como se observa en la línea **gris** y **amarilla**, sin embargo, se observa que la expansión en la línea **amarilla** aumenta, de nuevo, después de 4 horas en el primer levado y 4 horas en el segundo levado, muy posiblemente debido a que al aumentar el tiempo del segundo levado aumenta la capacidad de retener burbujas de gas, de una forma homogénea, debido a la formación de una red producida por la degradación de ácido láctico a través de una reacción fotoquímica en el proceso de secado del almidón de yuca agrio (Dufour et al., 1996).

En la planta se lleva un registro de la densidad de cada horneada en (g/2L). En el proceso, el tiempo del primer levado no es estándar; mientras que el tiempo del segundo levado se mantiene estándar en 3 horas. Se toma un histórico en el mes de septiembre para ver el comportamiento de estos tiempos en la densidad, que a su vez es inversamente proporcional al % de crecimiento como se observa en las **Figuras 10 y 11**.

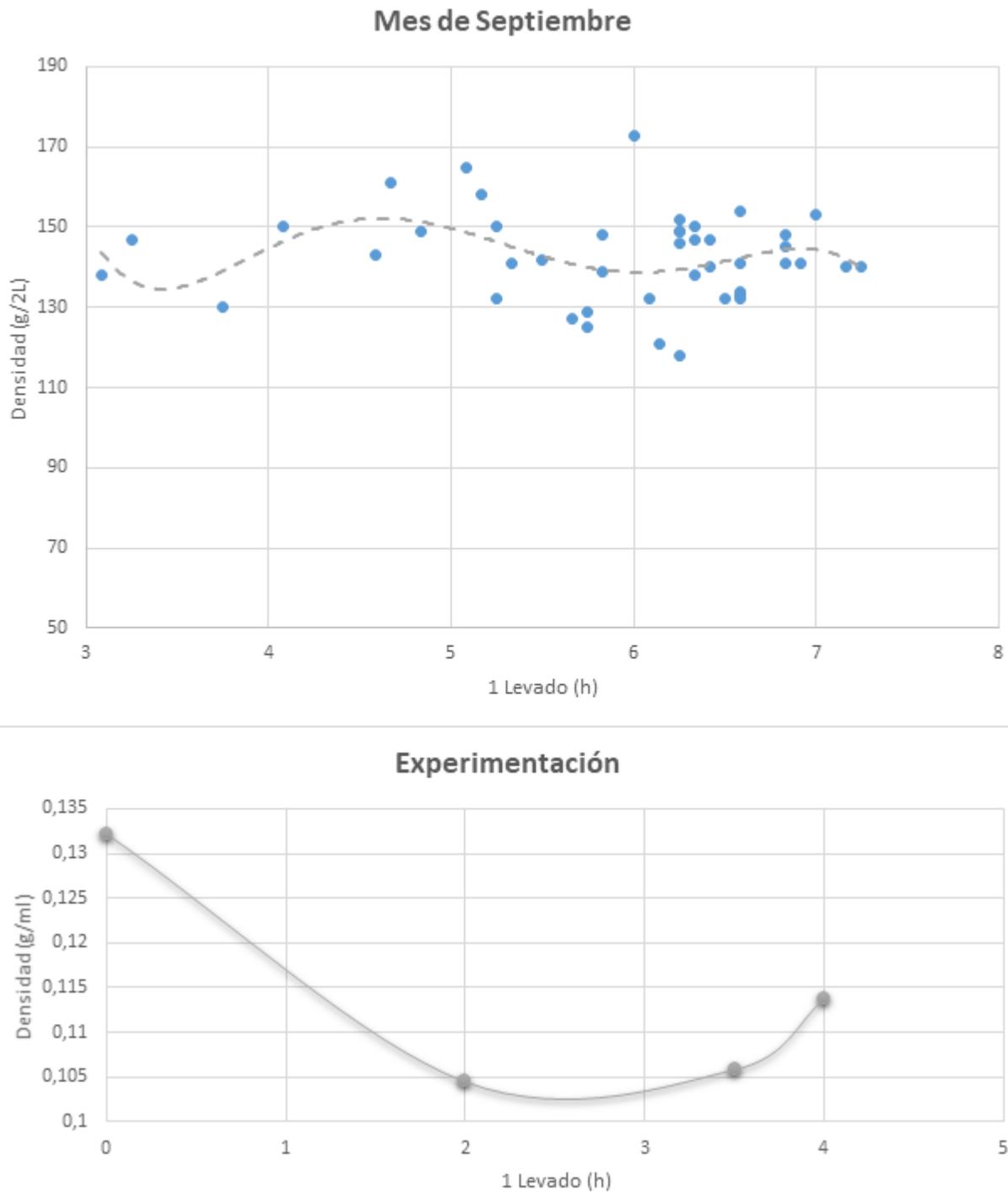


Figura 13. Densidad de producto horneado con 3 horas en el segundo levado, variando el tiempo del primer levado para el mes de septiembre (g/2L) y el experimental (g/ml).

Nota. Fuente propia

En la **Figura 13** se observa la misma tendencia a aumentar la densidad entre las 3 y 4 horas del primer levado para los datos experimentales y el histórico en planta del mes de septiembre. Se puede esperar que la densidad oscile en un principio y al final, llegue a un tiempo del primer levado donde logre estabilizarse. Ambos datos fueron tomados en el horno 3, sin embargo, los datos de la planta presentan una dispersión debido a que la materia prima es muy artesanal y sus características como % de acidez, % de cloruro y % de humedad no son constantes y las variaciones en sus propiedades afectan la expansión del producto final ($p < 0.05$), ver **Anexo 7**.

El histórico de la planta se compara con el horno 3, aunque, no hay una diferencia significativa entre los hornos y la densidad del producto horneado ($p > 0.05$), ver **Anexo 8**.

Una propiedad muy importante en la planta de producción es %llenado en el paquete, la cual está relacionada con la densidad del producto horneado como se muestra en la **Figura 14**, a partir de allí se puede obtener la siguiente expresión:

$$\%Llenado = 0.0036 * Volumen + 16.380$$

Ecuación 9

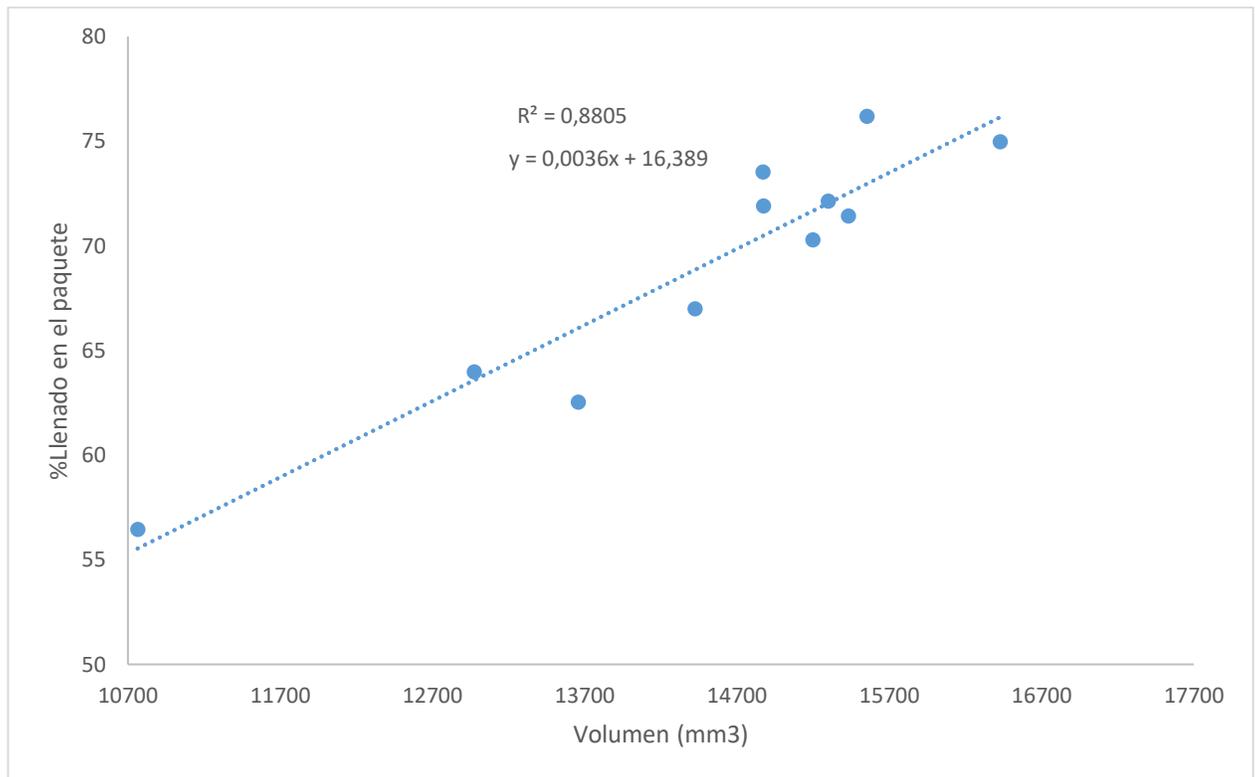


Figura 14. Relación entre el porcentaje de llenado del paquete y el volumen del producto horneado.

Nota. Fuente propia

De acuerdo con la **Figura 11**, los puntos R2M4 y R4M4, fueron los que presentaron mayor crecimiento, mejor apariencia y ambos fueron poco frágiles, por lo que se decide repetir ambos puntos mostrando diferencias significativas ($p < 0.05$) en la expansión en ambas repeticiones con respecto a la experimentación inicial, tal como se muestra en la **Figura 15**.

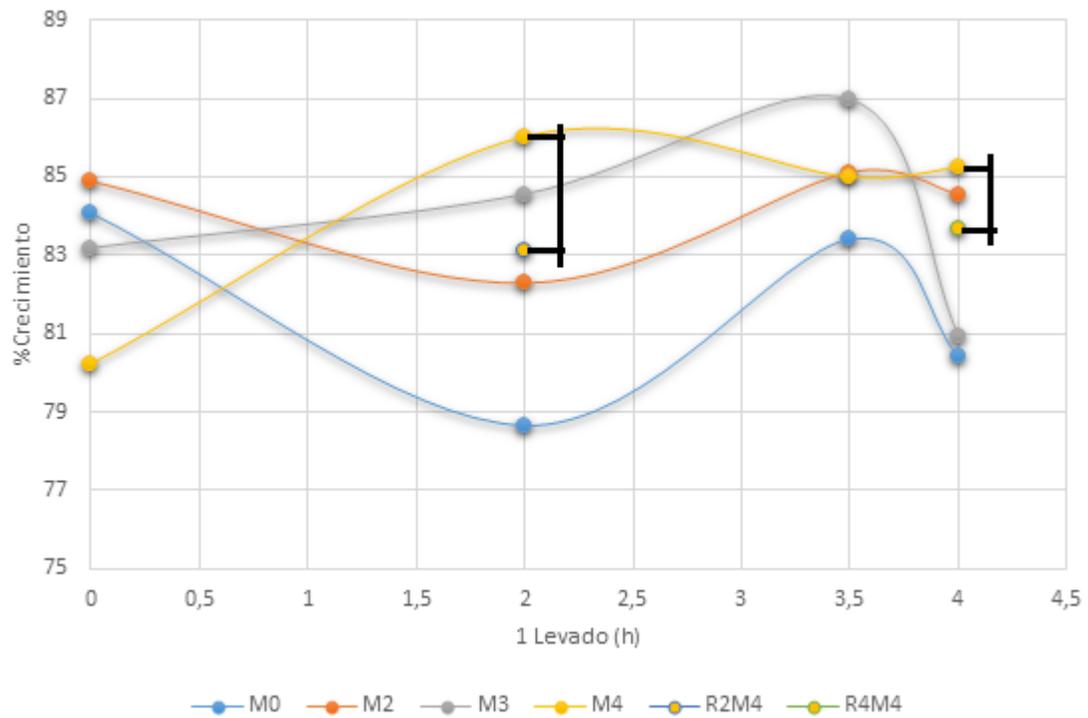


Figura 15. Crecimiento del producto horneado con la repetición en los puntos R2M4 y R4M4.

Nota. Fuente propia

Las condiciones de temperatura y % de humedad del cuarto de reposo se comparan en la **Figura 16**, sin embargo, las diferencias de estas condiciones no son muy apreciables.

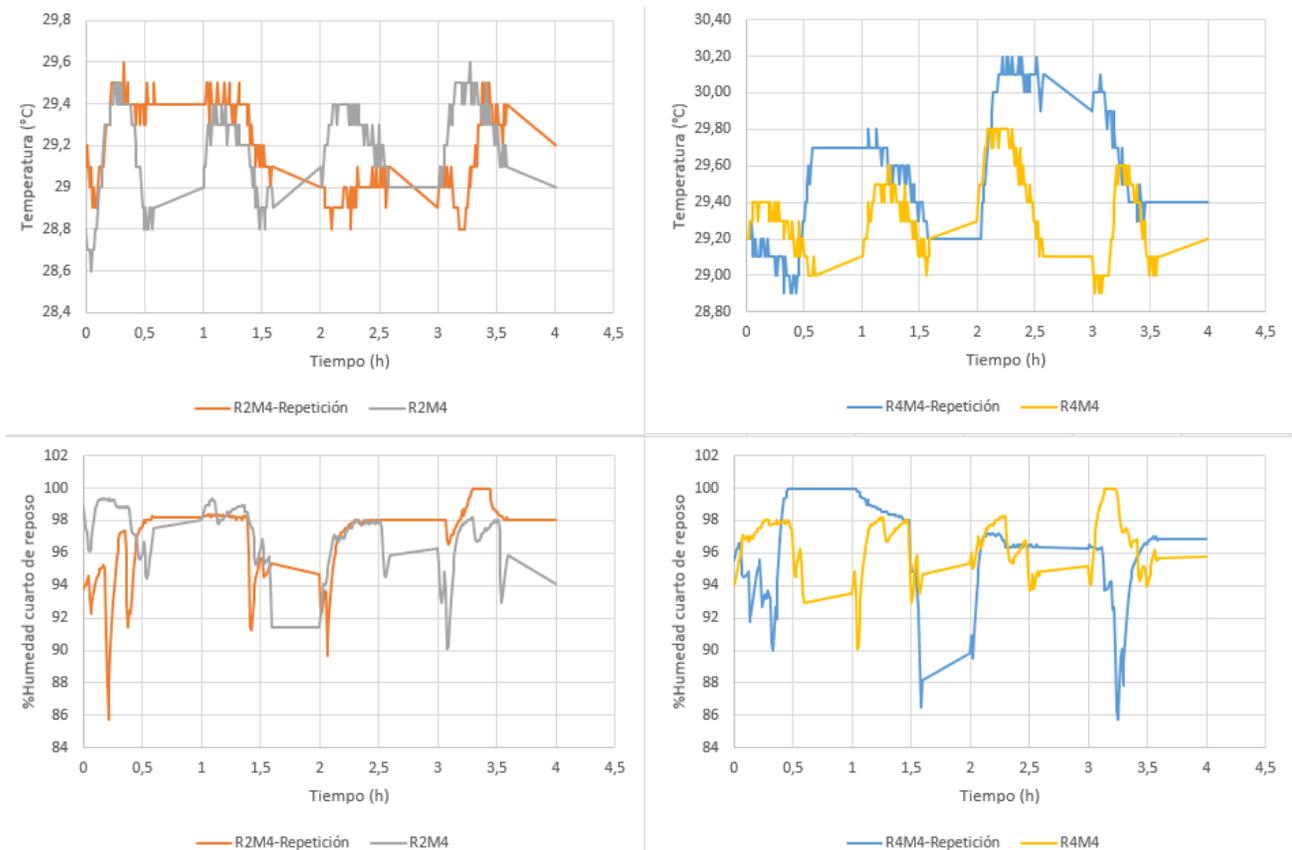


Figura 16. Condiciones de temperatura y % humedad en el cuarto de reposo de la muestra R2M4 y R4M4 con sus repeticiones.

Nota. Fuente propia

Otra variación en la repetición es la materia prima, la **Tabla 3** muestra las propiedades de las muestras y las repeticiones, donde se puede observar grandes diferencias especialmente en %humedad, %cloruro y %acidez del queso costeño.

Tabla 3. *Propiedades de la materia prima usada en la muestra y su repetición.*

	R2M4	R2M4 Repetición	R4M4	R4M4 Repetición
Queso Costeño				
% Humedad	44.32	46.07	44.32	46.07
% Cloruro	2.95	4.12	2.95	4.12
pH	6.14	6.2	6.14	6.2
% Acidez	0.34	0.41	0.34	0.41
Almidón de Yuca Agria				
% Humedad	13.77	13.32	13.77	13.32
% Acidez	0.71	0.74	0.71	0.74
pH	3.59	3.55	3.59	3.55
% Expansión Producto horneado	86.01	83.11	85.23	83.68

Nota. Fuente propia

A partir de la **Tabla 3**, se observa que el % Expansión es más constante en la muestra R4M4 y su repetición, además es un producto menos poroso y frágil, tal como se muestra en la **Figura 17**, donde se muestra el producto sin seleccionar (derecho) y el producto seleccionado (izquierdo). En la selección del producto se quiebran las capas más frágiles, ya que al pasar a la mesa de selección y posteriormente a la empacadora, el producto sufre golpes y fricción entre sí.

R2M4 (Repetición)

Producto seleccionado



Producto sin seleccionar

R4M4 (Repetición)

Producto seleccionado



Producto sin seleccionar

Figura 17. Apariencia de las repeticiones de R2M4 y R4M4.

Nota. Fuente propia

4.2 Objetivo 2

La materia prima usada en los productos horneados es artesanal, por ello, es muy importante inspeccionarla cuando llegan a planta y de esta manera se procura obtener un producto más estable y estandarizado.

4.2.1 Almidón de yuca agria

4.2.1.1 Expansión

En el primer ensayo se obtiene una expansión de 6.29 ml/g (poder de expansión bajo (Fernandez et al., 2002)), para el segundo ensayo la expansión es de 14.22 ml/g (poder de expansión alto (Fernandez et al., 2002)), ambos ensayos se realizaron con el mismo almidón, sin embargo, la diferencia está en la temperatura del horno (**Figura 18**) y la granulometría de la harina. En la **Figura 19** se observa como quedan gránulos de almidón y una pasta viscosa en el primer ensayo a), esto lleva a que se obtenga un producto más pesado y menos expandido.

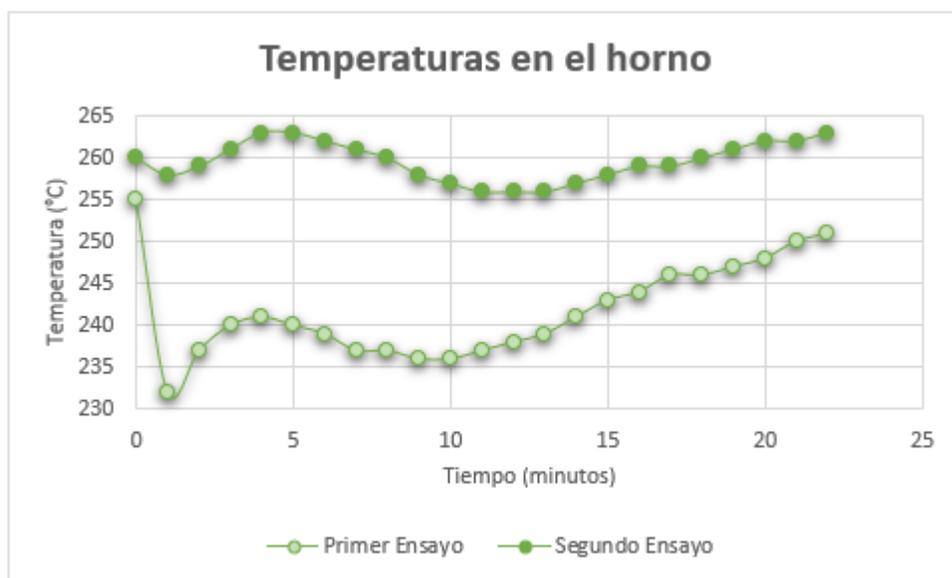


Figura 18. Temperatura del horno en la expansión del almidón de yuca agria.

Nota. Fuente propia



Figura 19. Interior del almidón en la prueba de expansión del almidón de yuca agria (a) Primer Ensayo, b) Segundo ensayo).

Nota. Fuente propia

De acuerdo con la **Figura 19** el almidón usado en planta cumple con parámetros de expansión, sin embargo, se debe tener muy en cuenta la temperatura del horno.

4.2.1.2 pH

Por las características de fermentación del almidón de yuca agria, este debe tener un pH entre 3 y 4, ya que la relación del pH del almidón y su expansión es inversa (Cadena et al., 2006). El histórico de pH en el almidón usado en la planta cumple con este rango, incluso, está entre 3 y 3.5.

4.2.2 Queso costeño

4.2.2.1 Porcentaje de cloruro

La salinidad retrasa la fermentación de la levadura, por ende, es recomendable 1.1% de sal en el pan y adicionarlo en las etapas finales del proceso (*El ABC de La Panadería :: Pastelería.Com*, 2000). Este valor recomendable de sal hace referencia a un valor máximo de 5% de cloruro de sodio en el queso costeño. Es muy importante controlar este parámetro en el queso, ya que es la fuente principal de sodio en el producto final e influye directamente en la meta de sodio establecida en la Resolución 2013 del 2020 (Resolución No. 2013 de 2020, 2020). En la **Figura 20** se observa una relación lineal entre %Cl medido en el laboratorio de calidad y mgNa/100g, la siguiente expresión puede modelar este comportamiento en el queso costeño.

$$\frac{mgNa}{100g} = 424.42 * \%Cl - 198.33$$

Ecuación 10

$$\frac{mgNa}{100g} = 1.7473 * ppmCl - 298.45$$

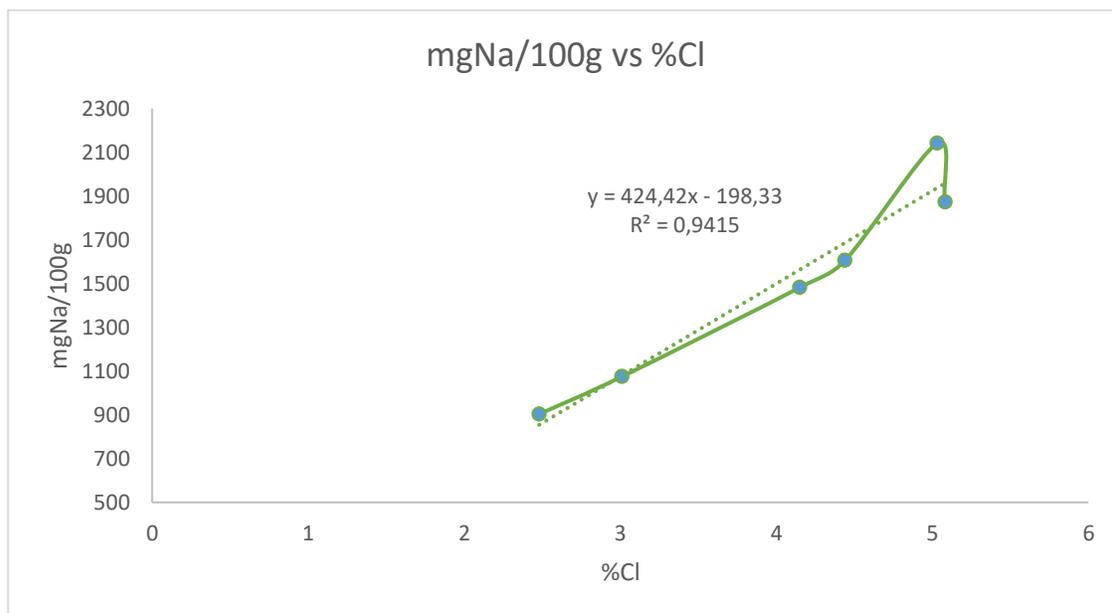


Figura 20. Correlación entre mg Na/100g vs %Cl en el queso costeño.

Nota. Fuente propia

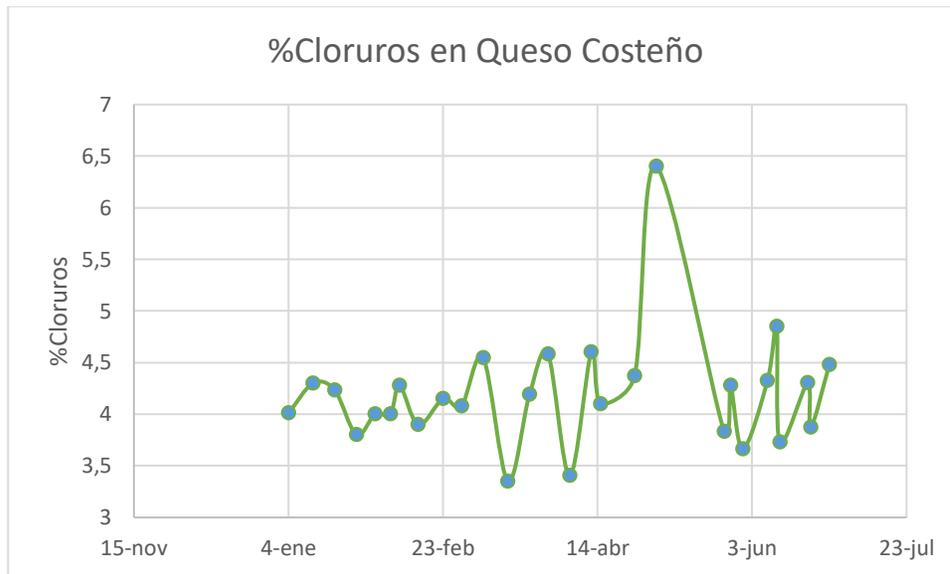


Figura 21. Histórico del % de cloruros en el queso costeño que ha ingresado a la planta.

Nota. Fuente propia

Revisando los datos históricos del % de cloruro en el queso costeño (**Figura 21**) se observa que este ha alcanzado valores de hasta 6.4% de cloruro, según la **Ecuación 10**, corresponde a 2984.82 mgNa/100g, este valor máximo corresponde con el balance de sodio en el producto horneado con un aporte de 3000 mgNa/100g en el queso donde se cumple con la meta, sin embargo, no cumple con los requerimientos de la levadura y tiende a inactivarla.

4.2.2.2 pH

El queso costeño se produce por coagulación enzimática a pH altos, su rango de pH está entre 5.8-6.6 (Ballestas, 2014), debido a que el rango de pH óptimo de la levadura para llevar a cabo su proceso de fermentación es 4.5-5 (Durango Londoño, 2007), es importante usar el queso con el rango inferior, es decir, un pH de 5.8. Examinando un historial de esta variable en lotes de queso costeño, se encontraron valores de hasta 7; sin embargo, examinando el pH de bloques dentro de un mismo lote se encuentran valores entre 5.5 y 6.4, por lo que se concluye que algunos lotes cumplen con el pH y otros no.

4.3 Objetivo 3

En el panel sensorial realizado inicialmente para comparar el producto de referencia con el producto actual en Yupi, se tuvieron 11 panelistas en la prueba triangular, de los cuales, 10 identificaron correctamente la muestra diferente, por lo que se obtuvo un nivel de significancia del 0.1% (Catania & Avagnina, 2007). Con respecto a la **Figura 26**, el producto de referencia obtiene una preferencia del 70%, debido a una mayor percepción del sabor a queso y la sensación salada (**Figura 22**); lo cual se verifica usando el método de Mohr y la **Ecuación 10** obteniendo 644 mgNa/100g para la muestra de Yupi y 1153 mgNa/100g para la muestra de referencia, esta última no cumple con la meta de sodio establecida en la Resolución 2013 del 2020, por lo tanto, se opta por aumentar el nivel de queso en un 20% y 50% en la muestra de Yupi.

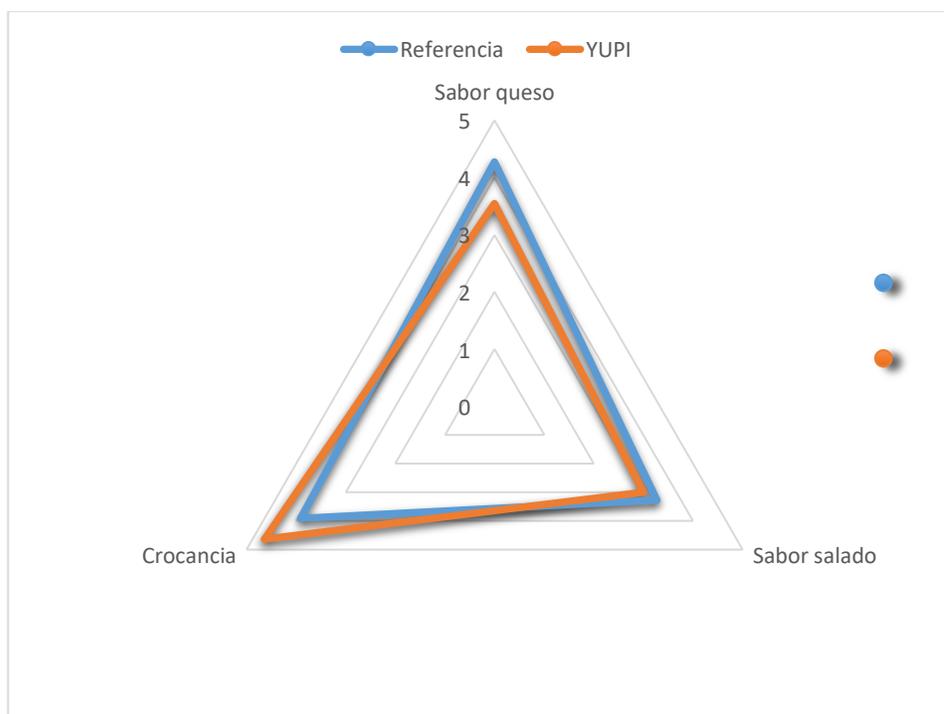


Figura 22. Representación en gráfico de radar de los resultados obtenidos con el producto de referencia y Yupi.

Nota. Fuente propia

Se realiza un segundo panel sensorial con 22 panelistas, en la **Figura 26** se muestra una preferencia superior del 54.5% con un aumento del 50% de queso, seguido del 27.3% con el producto de referencia; además, la **Figura 23** muestra mayor percepción en el sabor a queso, por

parte de los panelistas, en la muestra de Yupi con 50% de queso y se evidencia que la crocancia y la sensación salada es de los más altos. Verificando el aporte de sodio de la muestra Yupi con 50% de queso usando el método de Mohr y la **Ecuación 10** se obtiene 867 mgNa/100g, por lo que esta muestra cumple con parámetros sensoriales y de sodio; sin embargo, su costo (**Tabla 4**) es superior en un 11.3% con respecto al producto actual, por lo tanto, se opta por evaluar saborizantes e intensificadores de sabor.

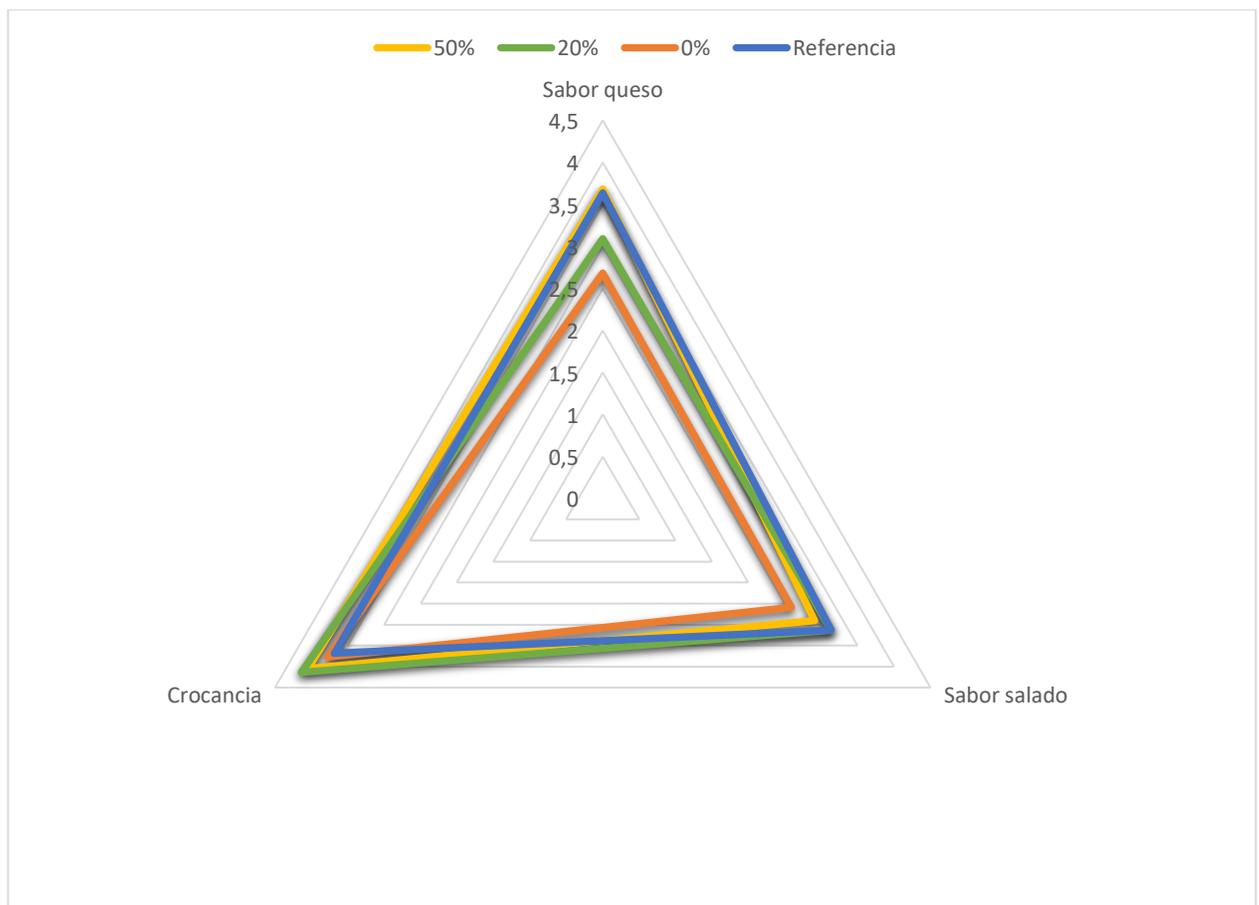


Figura 23. Representación en gráfico de radar de los resultados obtenidos con el producto de referencia y Yupi aumentando queso en un 0%, 20% y 50%.

Nota. Fuente propia

Se realiza un tercer panel sensorial en el cual participan 28 panelistas. La **Figura 26** muestra que la preferencia del consumidor sigue estando en la muestra Yupi 50% con un 60.7% y se observa características sensoriales superiores en la **Figura 24**; por otro lado, la **Tabla 4**

muestra un costo por debajo del actual en los saborizantes usados, de acuerdo con esto se opta por evaluar otras muestras de saborizantes e intensificadores de sabor que igualen características sensoriales y conserven un costo bajo.

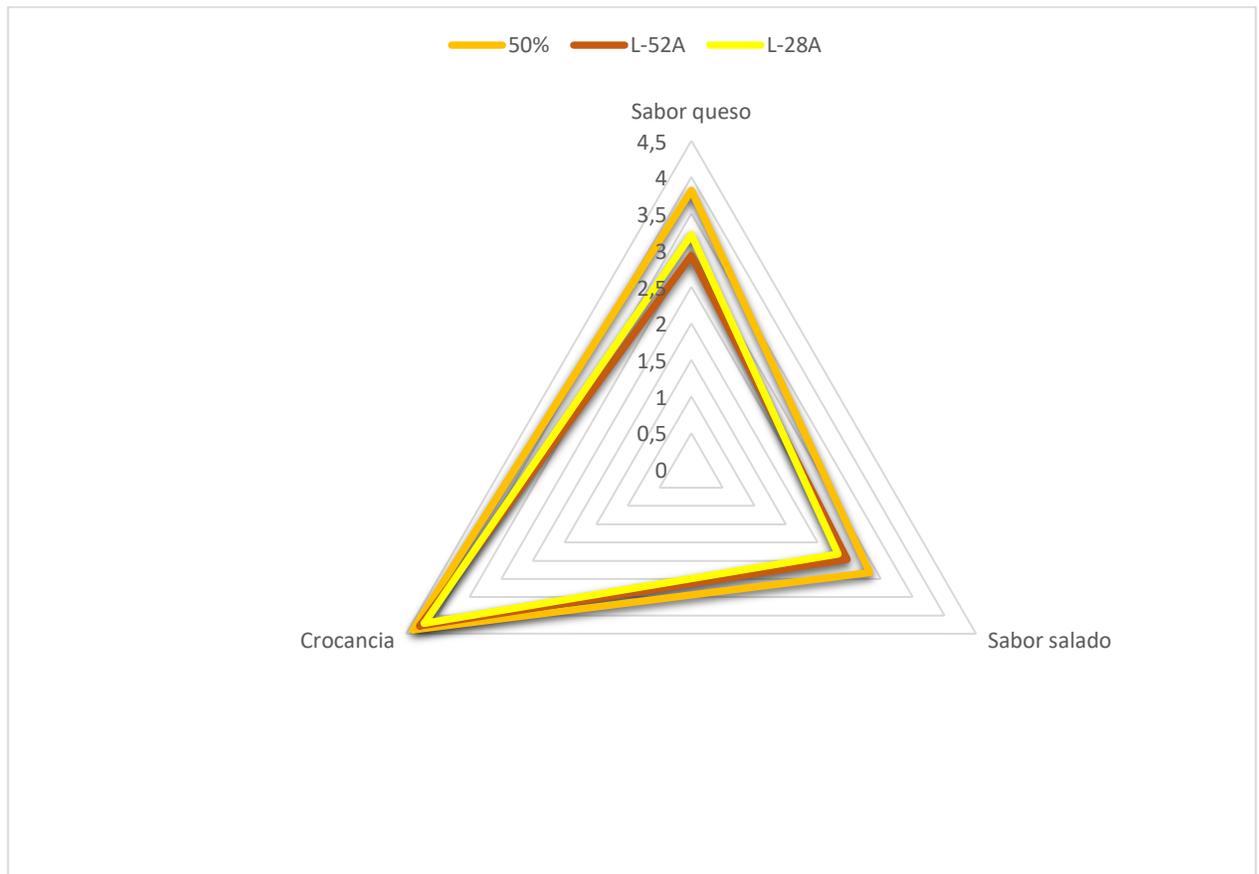


Figura 24. Representación en gráfico de radar de los resultados obtenidos con Yupi 50% y los saborizantes L-52A y L-28A.

Nota. Fuente propia

Se realiza un cuarto panel sensorial con 30 panelistas. En la **Figura 26** se evidencia igual preferencia del 23.3% en las muestras de Yupi 50% y K-CheeseFLV, seguido de M-E91 con una preferencia del 16.6%. La **Figura 25** muestra características de sensación salada y crocancia superiores en la muestra K-CheeseFLV, la muestra M-E91 tiene una mayor percepción de queso con una calificación muy similar a la muestra K-CheeseFLV. En la muestra Yupi 50% se empezaba a sentir un sabor a grasa debido a que fue una muestra preparada varios meses atrás, por tal motivo, algunos panelistas no lograban percibir bien sus características sensoriales debido

a que la sensación grasosa las opacaba un poco, sin embargo, fue una de las muestras con mayor preferencia por los panelistas. Las muestras M-MEX-ECO y L-83A tenían un sabor butírico muy marcado y algunos panelistas manifestaron su poca inclinación hacia estas muestras.

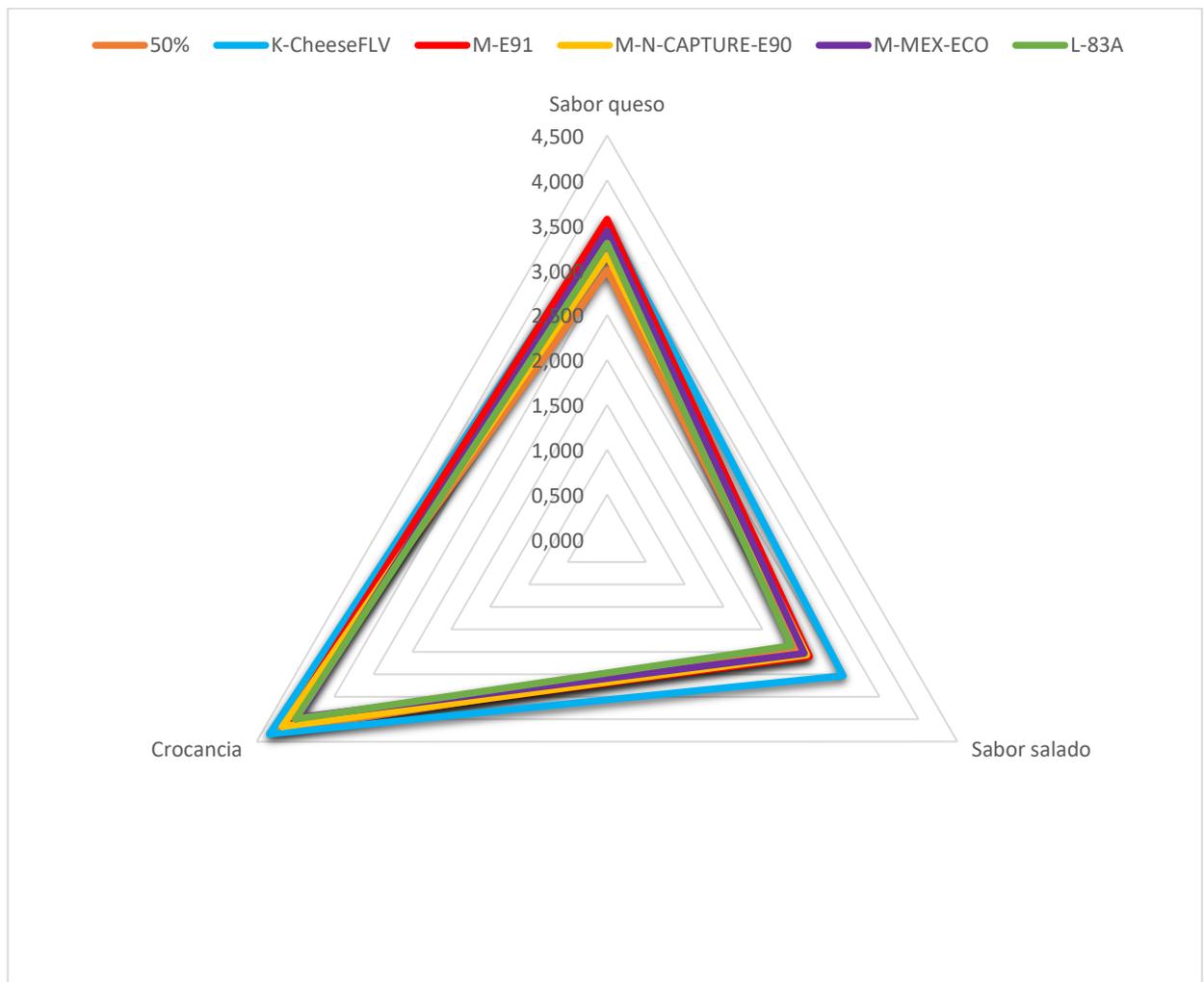


Figura 25. Representación en gráfico de radar de los resultados obtenidos con Yupi 50% y los saborizantes K-CheeseFLV, M-E91, M-N-CAPTURE-E90, M-MEX-ECO y L-83A.

Nota. Fuente propia

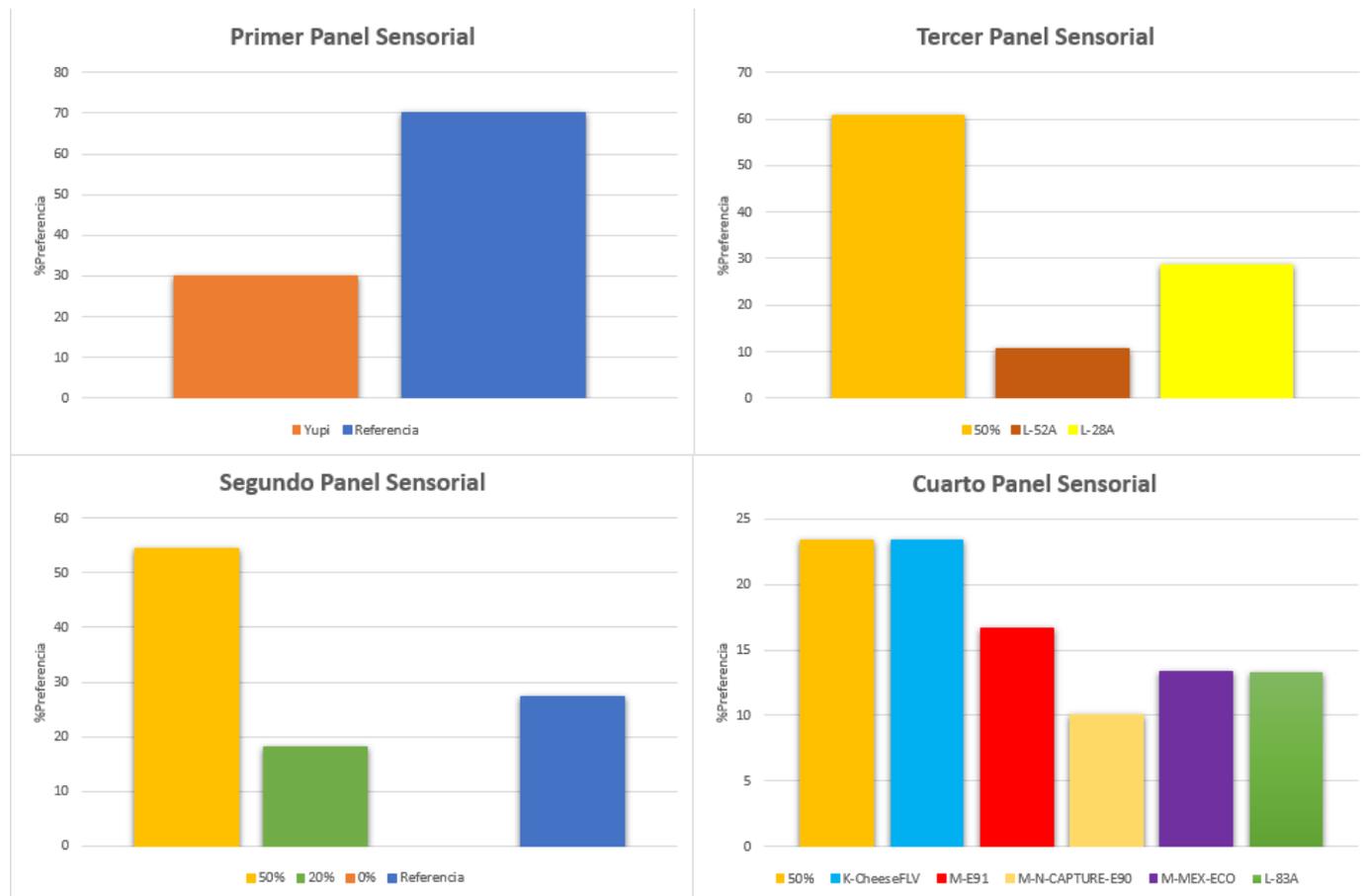


Figura 26. Representación en diagrama de columnas las preferencias de los cuatro paneles sensoriales.

Nota. Fuente propia

La **Tabla 4** muestra el aporte de sodio de cada muestra a partir del balance especificado en la metodología, el cual, se basa en un aporte de sodio en el queso costeño de 3000 mgNa/100g, es por esto, que se obtienen pequeñas diferencias con respecto al calculado a partir del método de Mohr y la **Ecuación 10**.

Tabla 4. Aporte de sodio y costo de cada muestra evaluada.

Muestra	Aporte de sodio (mg Na/100g)	Costo (COP)	%Desviación
Referencia	1153	-	-
Yupi 0%	646	20957	0.00
Yupi 20%	743	21962	4.80
Yupi 50%	875	23323	11.29
L-52A	594	20595	-1.73
L-28A	593	20568	-1.86
K-CheeseFLV	-	27023	28.94
M-E91	593	21369	1.97
M-N-CAPTURE	592	21002	0.21
M-MEX-ECO	594	20713	-1.16
L-83A	593	20716	-1.15

Nota. Fuente propia

Las tres formulaciones que se proponen son:

1. M-E91: Esta propuesta tiene una buena aceptación sensorial de acuerdo con las **Figuras 25** y **26**, además su aporte de sodio es inferior a 1006 mgNa/100g por lo que cumple con la meta de sodio establecido en la Resolución 2013 del 2020. Su incremento en precio no es muy alta, comparada con otras propuestas, es de casi el 2% (**Tabla 4**).
2. Yupi 50%: Esta propuesta ha tenido una gran preferencia por parte de los evaluadores en todos los paneles sensoriales evaluados (**Figura 26**); su aporte de sodio es superior, comparado con las otras muestras, sin embargo, cumple la normativa restrictiva de sodio. Su principal problema radica en un incremento en el precio de alrededor de 11%, con respecto al producto actual (**Tabla 4**). Esta opción se podría considerar aumentando el precio del producto en el mercado.
3. K-CheeseFLV: Esta propuesta tiene una muy buena aceptación sensorial por parte de los panelistas; sin embargo, no se logró obtener información de su aporte de sodio y el incremento del costo es el mayor de todas las propuestas. Esta opción se podría considerar con un estudio en su formulación, ya que su dosis fue de las más altas, por lo que el precio aumentó considerablemente.

5 Conclusiones

Se encontró que los tiempos de reposo en el 1 y 2 levado fueron significativos en la expansión del producto final, así, la muestra con mayor expansión y menor fragilidad fue la R4M4 (4 horas de reposo en el moje y 4 horas de reposo después de moldeado).

A pesar de que el queso costeño es la materia prima con el mayor aportante de sodio y de que esta variable no es estándar, incluso dentro de un mismo lote; las muestras evaluadas cumplen con la normativa de sodio, por lo que el factor decisivo entre ellas está más enfocado en el sensorial y los factores económicos.

Al aumentar el queso en la formulación se mejora el sensorial del producto final, por lo que se propone la muestra Yupi 50%, que a su vez aumenta el costo de producción, debido a esto, se recomienda otra muestra (M-E91), la cual no tiene una preferencia tan alta como la anterior, pero su incremento en costo no es tan alto; a la vez, se propone estudiar la formulación de la muestra K-CheeseFLV para cumplir con factores económicos.

6 Recomendaciones

- Se recomienda evaluar tiempos por encima de 4 horas para el 1 y 2 levado y de esta manera validar la **Figura 11**; además se verifica si con 2 horas de reposo en el 1 levado, y aumentando por encima de 4 horas, el tiempo de reposo en el 2 levado se disminuye un poco la expansión al igual que la fragilidad del producto final, al igual que las líneas **amarilla** y **gris** de la **Figura 11**.
- Evaluar el uso de enzimas amilasas comerciales en el aumento de la expansión del producto.
- Considerando que la materia prima crítica es el queso costeño y que su %Cl varía dentro de un mismo lote, se recomienda ampliar el nivel de inspección de esta materia prima e inspeccionarlo de una manera más rápida por medio de un conductímetro, que solo se necesite insertar la sonda en el bloque de queso y por medio de una curva de calibración obtener el %Cl.
- Se recomienda evaluar el uso de quesos fermentados, ya que los microorganismos presentes de carácter heterofermentativos generan CO₂, que puede influenciar de manera positiva en la expansión.
- Debido a que el proceso de fermentación de la levadura es de tipo exotérmica (Durango Londoño, 2007), se recomienda agregar agua fría en futuros estudios y evaluar la temperatura óptima.
- En la muestra K-CheeseFLV se recomienda variar la dosis para encontrar un óptimo económico, ya que su sensorial es muy aceptable por los panelistas.

Referencias

- Aboaba, O. O., & Obakpolor, E. A. (2010). The leavening ability of baker's yeast on dough prepared with composite flour (wheat/cassava). *African Journal of Food Science*, 4(6), 325–329. <http://www.academicjournals.org/ajfs>
- ALMIDÓN DE YUCA – *El toque Colombiano*. (n.d.). Retrieved August 8, 2021, from <http://www.eltoquecolombiano.com/2017/10/almidon-de-yuca.html>
- Amasijos Colombianos: Recetas Tradicionales y Caseras | Dagusto®*. (n.d.). Retrieved August 8, 2021, from <https://www.dagusto.com.co/hogar/tips-que-dan-gusto/maestro-panadero/como-hacer-amasijos-colombianos-en-casa/>
- 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* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) [Universidad Nacional de Colombia]. In *ResearchGate* (Issue 1). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10870.42563>
- Barrera, G. N. (2014). *Efecto Del Almidón Dañado Sobre Las Propiedades De Las Masas Panarias Y La Calidad De Los Panificados*. Universidad Nacional de Córdoba.
- BIOCON ESPAÑOLA S.A. (2017). *BIOCON guía de panificación con enzimas* (p. 9).
- Cadena, M. P., Villarraga, E. C., Luján, D. E., & Salcedo, J. G. (2006). Evaluacion de la agroindustria del almidon agrio de yuca (*manihot esculenta crantz*) en Córdoba y Sucre. *Temas Agrarios*, 11(1), 43–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.21897/rta.v11i1.639>
- Castiblanco, E. (2020). Procesos y técnicas en panificación. In Editorial Fundación Universitaria San Mateo (Ed.), *Recopilación de técnicas en panadería* (pp. 68–113).
- Catania, C., & Avagnina, S. (2007). El análisis sensorial. *Curso Superior de Degustación de Vinos*, 21. <https://inta.gob.ar/documentos/curso-de-degustacion-de-vinos>
- Dufour, D., O'Brien, G. M., & Best, R. (1996). *Cassava Flour and Starch: Progress in Research and Development* (CIAT (Ed.)).
- Durango Londoño, L. P. (2007). *EVALUACIÓN Y ESCALAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LEVADURAS NATIVAS TIPO *Saccharomyces* spp. A NIVEL DE LABORATORIO*. Universidad EAFIT.

-
- El ABC de la panadería :: pasteleria.com.* (2000).
<https://www.pasteleria.com/articulo/200001/1550-el-abc-de-la-panaderia>
- Equipo de redacción de QuestionPro Latinoamérica. (2018). *Calculadora de tamaño de muestra.*
<https://www.questionpro.com/es/>
- Fernandez, A., Zakhia, N., Ruiz, R., & Trujillo, J. M. (2002). *Desarrollo de un método sencillo para medir la calidad del almidón agrio de yuca. Impacto del método sobre la agroindustria rural en el Departamento del Cauca (Colombia)* (pp. 1–7).
- García Olmedo, F. (1964). Papel de la fermentación en la fabricación del pan. *Cereales*, 173, 13–15. http://oa.upm.es/8006/1/Olmedo_170.pdf
- Grupo Latino. (2006). *Manual del Ingeniero de Alimentos* (G. L. Ltda (Ed.)).
- Ibérica, L. (2020). *¿Cómo crear sabor en el proceso de panificación? El proceso de fermentación del pan.* <https://www.lesaffre.es/como-crear-sabor-en-el-proceso-de-panificacion-el-proceso-de-fermentacion-del-pan/>
- La levadura en la panadería.* (n.d.). Retrieved January 17, 2022, from <https://www.maquinasdepanaderia.com.ar/lalevaduraenlapanaderia-maquinasdepanaderia.htm>
- Línea Momentos Naturales | YUPI SAS.* (n.d.). Retrieved August 8, 2021, from <https://yupi.com.co/cat-producto-yupi/linea-saludable/>
- Lopez, R. (2011). *Efecto de la fermentación y el secado sobre la obtención de almidón agrio a partir de dos variedades de yuca (Manihot esculenta)* [Universidad de Costa Rica]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2786/1/36536.pdf>
- López Tenorio, J. A., Rodríguez Sandoval, E., & Sepúlveda Valencia, J. U. (2012). Evaluación de características físicas y texturales de pandebono. *Acta Agronomica*, 61(3), 273–281.
- Mejía, A. (2020). *Aplicación de grasas y proteínas en polvo como sustituto de queso en un snack horneado.* Universidad Nacional de Colombia.
- Mina, J. H. (2012). Caracterización Físico-Mecánica De Un Almidón Termoplástico (Tps) De Yuca Y Análisis Interfacial Con Fibras De Fique. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 99–109.
- Resolución No. 2013 de 2020, 16 (2020).
- Molino Victoria. (n.d.). *Actividad de las amilasas en la panificación* (p. 3).

-
- 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>
- San Martín García, S. (2020). *PRODUCTOS LÁCTEOS FERMENTADOS*.
- Santos, C. (2012). *Respiración Celular* (p. 30).
- Serna Fadul, T., Contreras Sincelejo, Y., Lozano Polo, M., Salcedo Mendoza, J., & Hernández Ruydiaz, J. (2017). Variación del método de secado en la fermentación espontánea de almidón nativo de Yuca. @limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(1), 50–65.
- Suárez, L. E., Vera, M. S., & Bruschi, J. (2018). *Estudio de la aptitud de coagulación en leches con diversos recuentos de células somáticas* [Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. [https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2028/Suárez%2C Lautaro Emanuel.PDF?sequence=1&isAllowed=y](https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2028/Su%C3%A1rez%20Lautaro%20Emanuel.PDF?sequence=1&isAllowed=y)
- VB Ingenieros SL. (2002). Memoria y Anejos. In *PROYECTO DE PLANTA DE ELABORACIÓN DE BAGUETTES SEMIHORNEADAS CONGELADAS EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL “LAS QUEMADAS” (CÓRDOBA)*. <http://www.uco.es/dptos/bromatologia/tecnologia/bib-virtual/bajada/mempan.pdf>

Anexos

Anexo 1. Datos de dimensiones iniciales del producto horneado

N° muestra	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm ³)
1	14.46	15.99	2903.72
2	12.97	16.69	2835.84
3	13.21	15.39	2457.37
4	12.70	15.41	2368.64
5	12.63	16.54	2713.72
6	12.88	16.34	2700.91
7	11.87	16.78	2624.97
8	11.83	16.84	2634.87
9	11.55	16.47	2460.70
10	9.15	16.19	1883.67
11	8.97	16.70	1964.79
12	8.39	16.16	1720.82
13	8.69	16.82	1930.91
14	10.95	15.64	2103.67
15	11.27	14.63	1894.53
16	8.43	16.96	1904.45
17	8.74	15.42	1632.19
18	8.88	15.07	1583.91
19	8.90	15.80	1744.99
20	11.70	15.14	2106.34
21	9.71	16.28	2021.24
22	10.82	16.13	2210.99
23	8.95	14.96	1573.17
24	8.66	16.84	1928.82
25	8.76	15.79	1715.37
26	8.80	14.87	1528.25
27	9.86	15.51	1862.90
28	10.63	16.30	2218.19
29	10.44	15.65	2008.26
30	12.63	16.84	2813.05
31	8.59	16.38	1810.13
32	8.73	16.33	1828.42
33	7.99	15.58	1523.25
34	9.64	16.03	1945.51
35	9.71	14.10	1516.17
36	8.87	15.04	1575.83

37	12.05	16.12	2459.27
38	11.54	14.23	1835.29
39	16.41	16.32	3432.72
40	7.62	14.81	1312.67
41	11.22	14.12	1756.92
42	8.23	15.62	1577.07
43	17.02	15.21	3092.49
44	10.92	16.10	2223.13
45	13.32	15.23	2426.58
46	11.21	16.12	2287.84
47	8.62	16.85	1922.19
48	8.16	16.42	1727.93
49	16.06	16.12	3277.67
50	11.25	16.88	2517.60
51	13.34	16.21	2753.04
52	11.33	14.93	1983.53
53	18.76	14.88	3262.34
54	14.58	15.34	2694.62
55	13.64	16.55	2934.27
56	17.74	16.06	3593.64
57	14.69	16.91	3299.13
58	14.23	16.23	2943.96
59	13.14	15.05	2337.54
60	17.43	14.23	2772.02
61	17.31	16.31	3616.55
62	12.37	16.78	2735.54
63	13.49	16.23	2790.87
64	14.58	15.13	2621.35
65	14.13	16.33	2959.41
66	13.64	16.95	3077.82
67	12.13	16.93	2730.64
68	13.95	16.85	3110.74
69	14.23	16.89	3188.26
70	14.37	16.31	3002.30
71	12.38	16.13	2529.76
72	18.92	16.42	4006.43
73	12.72	16.14	2602.46
74	13.82	16.32	2890.93
75	12.36	15.42	2308.22
76	11.42	16.98	2586.02
77	11.86	16.91	2663.56

78	13.75	15.74	2675.48
79	13.81	15.44	2585.70
80	11.01	14.62	1848.30
81	11.48	15.02	2034.10
82	12.51	14.88	2175.47
83	17.13	14.20	2712.84
84	13.56	16.96	3063.38
85	12.42	16.91	2789.32
86	13.21	14.61	2214.59
87	12.13	16.48	2587.41
88	11.85	16.72	2601.84
89	14.10	16.13	2881.23
90	8.96	16.05	1812.79
91	12.92	16.44	2742.56
92	14.10	16.52	3022.24
93	11.48	16.13	2345.85
94	11.13	16.98	2520.35
95	11.28	16.01	2270.81
96	13.78	16.58	2975.15
97	12.72	16.34	2667.36
98	10.61	16.69	2321.23
99	11.68	15.56	2221.02
100	8.25	16.33	1727.89
101	8.29	16.02	1670.97
102	8.35	15.43	1561.38
103	8.82	16.10	1795.60
104	12.72	16.78	2812.94
105	11.23	15.75	2187.92
106	11.34	15.32	2090.36
107	10.54	16.50	2253.71
108	8.25	16.78	1824.43
109	11.71	16.44	2485.71
110	10.77	16.18	2214.43
111	10.23	16.03	2064.58
112	8.63	16.09	1754.74
113	8.52	15.34	1574.64
114	7.45	15.72	1445.94
115	9.04	16.58	1951.76
116	10.14	15.68	1958.03
117	10.77	16.90	2415.90
118	11.19	16.32	2340.78

119	10.22	16.93	2300.67
120	11.75	15.49	2214.27
121	11.42	14.68	1932.89
122	10.70	16.23	2213.66
123	9.20	16.39	1941.05
124	12.07	15.69	2333.69
125	9.79	16.26	2032.89
126	12.08	16.77	2668.23
127	9.31	16.32	1947.51
128	8.59	16.74	1890.58
129	8.59	16.78	1899.62
130	11.80	15.41	2200.78
131	11.37	16.20	2343.58
132	11.33	15.06	2018.23
133	9.72	16.92	2185.53
134	10.77	15.79	2108.97
135	8.11	16.22	1675.76
136	8.20	15.41	1529.36
137	8.60	14.91	1501.56
138	8.16	16.41	1725.83
139	12.08	16.44	2564.25
140	11.60	16.75	2556.10
141	11.87	15.99	2383.62
142	9.66	16.11	1969.06
143	8.88	16.31	1855.29
144	8.37	15.37	1552.97
145	8.55	16.60	1850.43
146	8.90	16.24	1843.54
147	10.22	16.45	2172.06
148	9.58	16.56	2063.36
149	8.10	16.16	1661.34
150	8.13	16.66	1772.27
151	8.09	16.37	1702.69
152	11.01	15.73	2139.61
153	10.36	15.59	1977.62
154	9.33	14.53	1547.04
155	10.70	16.07	2170.23
156	12.44	15.75	2423.66
157	8.27	14.58	1380.74
158	8.77	16.50	1875.24
159	10.99	16.96	2482.79

160	10.60	15.55	2013.06
161	11.49	15.29	2109.72
162	11.58	16.47	2467.09
163	7.69	14.75	1314.01
164	8.33	15.15	1501.62
165	10.58	16.00	2127.24
166	10.59	15.77	2068.47
167	12.19	16.15	2497.12
168	13.09	16.70	2867.23
169	10.74	16.40	2268.73
170	10.43	16.38	2197.87
171	10.23	15.97	2049.16
172	9.95	16.02	2005.57
173	10.33	16.48	2203.46
174	15.11	15.32	2785.30
175	14.87	16.58	3210.48
176	17.21	14.57	2869.39
177	10.37	16.70	2271.44
178	13.97	16.13	2854.66
179	10.53	16.44	2235.23
180	9.78	16.39	2063.42
181	12.70	15.76	2477.46
182	14.73	15.81	2891.72
183	17.29	15.93	3446.01
184	17.48	14.67	2954.55
185	14.15	15.64	2718.44
186	13.38	15.68	2583.68
187	10.94	16.22	2260.52
188	10.42	16.82	2315.31
189	14.49	14.84	2506.26
190	14.40	15.32	2654.42
191	14.19	15.95	2835.26
192	12.83	15.69	2480.63
193	13.38	16.12	2730.71
194	12.66	15.48	2382.68
195	10.55	16.44	2239.47
196	14.18	15.50	2675.65
197	12.76	15.53	2417.04
198	14.10	16.95	3181.62
199	10.27	16.44	2180.04
200	10.93	16.41	2311.68
201	10.76	15.43	2012.03

202	10.31	15.97	2065.18
203	13.34	16.31	2787.11
204	13.12	15.74	2552.90
205	13.40	15.46	2515.44
206	12.47	15.17	2253.86
207	11.46	15.98	2298.41
208	9.68	15.57	1843.07
209	8.93	16.59	1930.34
210	11.16	15.76	2177.04
211	14.04	15.85	2770.23
212	13.60	14.08	2117.55
213	11.53	16.67	2516.46
214	13.86	15.22	2521.64
215	11.07	14.91	1932.83
216	9.00	15.41	1678.56
217	9.07	15.24	1654.50
218	9.89	16.28	2058.71
219	12.10	16.86	2701.41
220	13.27	16.16	2721.72
221	11.00	15.73	2137.67
222	9.15	16.40	1932.85
223	10.88	16.42	2303.91
224	13.66	15.95	2729.37
225	13.85	15.49	2610.01
Promedio	11.48	15.96	2297.56

Anexo 2. Datos de dimensiones finales del producto horneado

Tiempo reposo moje	Tiempo reposo moldeado (h)											
	0			2			3			4		
	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)
0	29,53	30,09	20998,96	22,41	27,07	12897,58	24,62	32,42	20323,76	23,76	28,52	15178,73
	23,98	37,35	26273,64	23,02	28,02	14194,87	23,35	27,91	14285,53	17,61	23,17	7425,08
	26,01	28,76	16896,94	21,28	25,55	10910,47	22,48	28,55	14391,25	22,76	29,18	15220,63
	19,00	25,01	9334,07	25,05	33,23	21724,93	21,77	26,50	12007,15	24,18	26,17	13006,30
	25,23	29,38	17104,51	25,20	32,35	20712,81	20,43	25,76	10647,56	18,21	23,73	8053,70
	21,29	23,65	9352,50	21,65	29,67	14968,66	21,02	28,87	13759,93	18,80	23,23	7967,94
	22,32	26,76	12553,25	20,67	26,15	11101,30	21,84	24,52	10312,96	22,89	29,12	15244,68
	21,85	27,23	12724,38	25,07	31,54	19586,99	25,19	30,19	18032,02	24,25	28,03	14964,00
	24,35	27,44	14399,82	23,46	31,19	17924,57	24,70	28,43	15679,80	22,68	25,24	11347,80
	19,68	26,77	11076,73	23,61	28,31	14861,60	24,14	31,41	18705,23	20,14	23,46	8705,73
	26,47	30,60	19466,45	25,45	32,84	21556,78	22,79	28,14	14173,67	22,04	21,14	7735,91
	26,12	31,91	20888,95	21,98	28,24	13767,24	23,94	29,88	16787,08	18,54	22,73	7523,13
	19,77	24,03	8966,11	22,43	26,89	12737,99	22,78	29,56	15633,36	23,23	25,47	11835,78
	21,80	27,03	12509,46	22,10	26,38	12079,02	19,91	25,69	10320,23	19,54	25,10	9668,56
	19,86	25,28	9968,35	23,97	31,78	19013,66	18,28	24,38	8533,62	23,25	26,88	13193,84
	21,81	28,09	13516,03	23,12	29,19	15471,98	23,23	27,58	13878,02	27,31	29,96	19252,86
	22,74	27,31	13320,60	22,65	27,94	13887,08	23,12	29,85	16179,55	22,08	26,04	11759,01
	18,70	24,58	8873,51	22,79	28,12	14153,53	23,89	26,33	13007,92	23,71	28,44	15061,93
	23,02	27,97	14144,26	22,22	28,40	14075,72	22,03	29,29	14843,73	17,39	22,46	6889,84
	24,16	29,30	16290,04	23,45	27,66	14090,85	19,09	23,10	8000,55	24,04	26,12	12881,63
20,84	25,12	10328,25	22,77	27,89	13910,73	21,76	26,67	12156,12	22,72	26,57	12597,41	
23,83	28,67	15384,00	22,91	27,86	13966,17	18,29	23,90	8205,39	23,84	27,82	14491,40	
22,01	27,24	12826,97	22,95	29,50	15686,16	23,22	27,00	13294,73	23,66	25,20	11800,64	
21,90	28,19	13668,60	24,79	31,38	19172,21	21,32	30,33	15403,59	18,43	23,00	7657,22	
26,88	29,94	18924,43	22,00	25,64	11359,22	22,77	28,26	14282,27	22,40	25,76	11674,27	
23,84	28,52	15229,83	21,53	27,97	13228,75	23,31	29,65	16094,65	22,35	26,88	12683,12	
24,30	27,48	14412,18	22,35	27,59	13361,98	20,02	24,96	9795,87	20,54	24,18	9431,98	
Promedio	23,01	27,91	14423,44	23,00	28,83	15200,10	22,20	27,75	13656,87	21,86	25,69	11601,97
Volumen total(ml)			389,43	410,40			368,74			313,25		
Masa total (g)			40,34	51,38			48,72			43,74		
Densidad (g/ml)			0,1036	0,1252			0,1321			0,1396		

Tiempo reposito moje	Tiempo reposo moldeado (h)											
	0			2			3			4		
	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm ³)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm ³)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm ³)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm ³)
2	21,45	27,54	12777,48	21,62	26,77	12168,65	23,34	30,39	16929,81	24,59	30,36	17801,31
	20,68	25,72	10744,40	21,89	25,84	11479,44	22,66	26,38	12385,10	22,33	28,18	13927,10
	21,60	26,08	11538,75	23,61	28,64	15210,09	25,86	31,09	19631,79	21,80	28,13	13548,33
	22,66	27,44	13400,41	24,62	29,47	16793,38	20,69	25,25	10360,32	24,69	28,72	15994,84
	22,73	31,76	18007,37	20,74	24,98	10164,44	22,96	29,86	16078,35	25,85	29,81	18041,57
	18,06	24,27	8355,01	22,79	28,28	14315,05	21,21	25,50	10832,06	24,38	28,68	15750,05
	22,04	28,77	14327,86	24,25	28,28	15232,12	23,90	26,08	12767,41	23,09	26,59	12821,84
	19,01	26,63	10588,01	20,08	25,26	10062,83	25,81	31,45	20050,22	25,37	32,96	21646,35
	21,71	27,39	12791,86	21,64	25,30	10878,98	25,49	28,49	16249,67	24,74	34,18	22700,41
	18,87	24,03	8557,94	21,44	22,69	8669,29	24,43	30,40	17732,11	21,80	26,17	11726,11
	17,41	20,73	5876,07	23,32	24,82	11282,93	24,33	30,41	17671,15	26,93	32,17	21889,12
	19,69	25,08	9727,26	22,00	25,94	11626,59	21,77	26,39	11907,68	24,48	30,04	17350,07
	22,48	31,35	17352,47	24,71	29,75	17176,57	23,38	28,86	15294,21	22,09	26,62	12294,24
	19,72	24,56	9342,29	24,06	28,10	14921,01	22,01	27,22	12808,14	27,39	31,76	21699,16
	20,29	22,19	7846,69	19,39	29,03	12833,99	23,81	29,48	16251,90	25,41	29,57	17450,07
	18,36	23,76	8140,58	24,79	27,71	14949,94	25,12	30,60	18473,64	25,28	30,27	18192,48
	17,98	20,28	5807,85	17,23	25,05	8491,62	20,99	26,79	11831,72	25,80	29,59	17741,88
	18,37	23,01	7638,93	22,97	26,66	12822,45	21,75	26,63	12114,11	22,65	28,35	14297,64
	19,62	23,60	8582,48	21,93	26,30	11913,52	23,54	29,61	16209,63	23,91	27,76	14471,33
	18,07	26,03	9616,04	22,75	26,21	12274,54	22,75	29,01	15037,19	26,02	32,56	21665,36
21,19	27,27	12376,31	24,59	30,00	17381,65	24,17	31,28	18573,77	21,06	25,59	10831,51	
20,64	29,17	13793,43	24,83	31,80	19720,63	23,58	27,21	13711,68	29,03	32,55	24156,77	
19,47	28,24	12195,10	24,10	24,67	11519,81	20,91	26,96	11936,68	23,68	28,02	14601,85	
20,63	23,00	8571,26	25,72	26,92	14638,98	20,47	26,94	11668,17	23,08	27,47	13678,64	
21,32	20,31	6907,12	22,59	27,51	13427,26	20,38	25,93	10762,15	20,73	25,60	10670,12	
20,60	28,33	12985,25	21,67	25,76	11293,81	26,16	31,06	19821,23	23,09	27,69	13904,64	
22,57	26,83	12760,36	19,11	24,63	9104,99	23,21	28,19	14486,22	22,80	28,67	14719,06	
Promedio	20,27	25,68	10763,28	22,53	26,90	12976,10	23,14	28,42	14873,19	24,15	29,19	16428,59
Volumen total (ml)			290,61	350,35			401,58			443,57		
Masa total (g)			37,08	39,04			41,96			47,66		
Densidad (g/ml)			0,1276	0,1114			0,1045			0,1074		

Tiempo reposito moje	Tiempo reposo moldeado (h)											
	0			2			3			4		
	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)
3,5	20,50	26,89	11641,94	22,11	27,26	12904,18	26,35	33,90	23783,18	23,80	29,59	16366,54
	20,11	30,33	14529,37	20,59	26,81	11623,58	25,94	27,26	15139,50	22,19	26,52	12257,28
	20,75	25,49	10588,82	24,95	32,62	20851,07	26,69	32,61	22291,54	25,20	28,98	16622,15
	21,40	30,00	15126,77	25,13	32,92	21389,57	23,36	28,93	15355,35	24,26	26,29	13169,27
	22,71	29,23	15239,29	24,36	31,62	19128,94	26,80	31,74	21205,01	22,82	26,87	12940,20
	20,52	26,87	11635,97	25,29	31,33	19496,63	25,31	29,65	17475,57	25,81	31,74	20421,69
	19,78	30,37	14328,67	22,05	27,03	12652,91	26,38	32,72	22181,52	24,67	29,77	17171,83
	24,10	32,52	20017,42	21,04	27,12	12153,88	24,00	27,91	14683,20	25,95	27,97	15944,55
	24,08	31,97	19329,99	25,78	33,17	22277,36	23,21	26,98	13269,33	23,19	28,15	14432,69
	21,27	26,29	11546,19	19,41	25,69	10061,06	26,78	31,64	21055,88	23,57	27,99	14502,91
	21,35	22,38	8398,62	22,47	28,76	14597,24	21,16	25,72	10993,79	24,93	31,89	19912,29
	23,40	33,74	20921,65	22,63	28,35	14285,01	28,64	35,01	27570,66	21,61	26,75	12144,85
	22,27	30,84	16635,61	21,65	25,34	10918,45	23,64	27,34	13878,24	23,67	26,78	13332,43
	21,07	21,76	7835,60	23,06	27,63	13826,46	23,42	28,19	14617,29	25,21	30,80	18782,97
	20,75	26,84	11740,13	22,54	28,14	14018,19	22,94	29,51	15689,96	22,97	31,26	17629,05
	23,16	30,93	17401,56	22,26	28,79	14491,00	23,59	28,03	14556,74	22,33	27,08	12861,04
	20,93	28,71	13549,57	25,09	31,83	19964,75	27,05	32,41	22315,94	22,46	26,17	12081,12
	21,01	30,12	14970,14	23,58	28,04	14560,95	25,10	28,27	15754,88	26,12	28,15	16256,23
	21,42	26,15	11504,10	23,54	27,94	14432,75	24,26	28,61	15596,11	24,15	30,62	17783,51
	21,00	25,49	10716,40	24,11	30,30	17384,91	22,93	27,00	13128,69	21,76	24,97	10655,80
22,81	27,98	14025,25	24,11	31,62	18932,62	27,00	32,14	21905,11	24,18	31,05	18309,20	
21,52	28,33	13565,17	23,06	26,72	12930,70	25,42	31,44	19734,70	22,34	27,79	13550,34	
22,59	28,92	14838,93	22,14	27,84	13477,40	25,94	29,80	18092,24	25,32	29,98	17873,80	
21,48	28,15	13368,45	22,54	28,75	14632,53	26,53	33,02	22718,58	24,93	27,77	15099,55	
19,44	24,13	8889,98	22,79	29,66	15746,23	24,99	28,57	16020,52	23,78	29,51	16264,48	
22,55	29,44	15350,13	25,13	28,89	16473,18	22,05	28,36	13928,71	23,03	28,07	14251,76	
21,53	30,80	16041,14	22,62	27,51	13445,09	22,99	27,25	13407,93	21,81	26,95	12441,22	
Promedio	21,61	28,32	13842,11	23,11	28,95	15431,73	24,91	29,78	17642,60	23,78	28,50	15298,47
Volumen total (ml)			373,74	416,66			476,35			413,06		
Masa total (g)			41,78	47,30			50,42			48,42		
Densidad (g/ml)			0,1118	0,1135			0,1058			0,1172		

Tiempo reposito moje	Tiempo reposo moldeado (h)											
	0			2			3			4		
	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm3)
4	27,33	22,27	10645,60	24,65	30,94	18533,07	26,55	32,34	21808,93	22,86	27,93	14005,80
	31,97	21,80	11932,89	21,39	24,47	10059,32	20,25	25,14	10051,84	23,06	27,54	13736,53
	24,80	21,22	8770,66	24,16	29,24	16223,39	22,40	26,60	12448,05	25,77	31,88	20570,31
	21,76	30,58	15981,73	22,88	27,85	13937,87	20,37	24,56	9650,23	22,18	28,79	14438,92
	27,38	25,27	13732,00	24,12	29,27	16229,78	19,62	24,55	9287,35	26,55	29,40	18023,91
	28,56	32,52	23721,88	23,69	26,74	13303,86	22,58	29,89	15844,03	22,70	28,28	14258,52
	23,29	32,97	19883,70	20,89	28,60	13420,24	25,95	31,40	20094,93	23,29	27,67	14004,83
	24,76	31,43	19210,08	21,71	27,78	13158,74	20,25	24,35	9430,02	23,43	29,51	16025,09
	26,76	36,33	27740,02	23,42	30,56	17178,43	25,73	30,55	18860,45	21,94	26,74	12321,10
	18,73	23,51	8130,79	23,21	28,43	14733,93	18,83	23,67	8285,84	23,25	27,53	13839,65
	22,53	21,94	8517,74	23,97	31,42	18585,33	19,98	24,47	9396,22	24,57	29,53	16827,59
	18,09	25,42	9180,78	24,60	31,17	18771,48	22,19	21,15	7795,93	23,86	28,83	15575,77
	20,26	27,74	12244,53	22,79	26,66	12721,97	20,36	25,13	10098,40	24,54	29,74	17046,94
	20,48	24,23	9443,36	22,84	29,85	15983,60	24,82	27,76	15022,10	23,68	30,06	16805,43
	20,39	25,44	10364,33	22,74	27,64	13644,46	21,46	27,02	12305,25	22,47	26,62	12505,73
	18,82	23,62	8246,49	23,23	27,25	13547,90	19,95	25,20	9950,25	24,15	31,31	18594,01
	21,57	19,37	6356,23	24,77	32,24	20221,15	20,14	22,97	8345,86	23,13	30,59	16999,04
	29,32	23,74	12978,22	22,48	27,23	13091,26	21,26	26,37	11611,10	26,23	29,91	18429,82
	22,02	19,32	6455,37	23,93	26,15	12852,16	21,51	24,59	10215,21	27,88	30,54	20423,06
	21,63	21,98	8207,33	21,26	25,61	10951,47	22,35	25,71	11603,03	23,24	27,68	13984,86
	23,01	19,89	7149,51	23,62	30,32	17054,07	22,47	28,90	14739,70	25,99	30,02	18395,75
	24,70	27,36	14521,75	23,51	29,41	15971,02	19,89	25,37	10054,62	25,24	29,35	17076,37
	21,41	21,31	7636,13	22,42	26,01	11912,59	24,36	28,77	15836,05	22,21	27,42	13115,15
	28,43	20,53	9411,19	21,85	27,15	12649,72	19,57	24,39	9143,33	23,20	27,29	13570,16
19,22	27,23	11192,79	21,73	25,42	11028,10	19,75	24,71	9471,14	22,43	27,27	13100,55	
21,07	22,94	8708,46	25,02	30,96	18835,58	22,12	26,67	12357,23	22,19	27,03	12733,25	
21,86	18,90	6132,87	23,98	30,01	16961,77	21,10	26,13	11314,91	22,84	27,49	13556,12	
Promedio	21,80	24,77	11722,09	23,14	28,46	14872,68	21,70	26,24	12037,85	23,81	28,74	15554,23
Volumen total (ml)			316,50	401,56			325,02			419,96		
Masa total (g)			38,82	44,88			36,96			45,80		
Densidad (g/ml)			0,1227	0,1118			0,1137			0,1091		

2-4 Repetición			4-4 Repetición		
h (mm)	D (mm)	Volumen (mm ³)	h (mm)	D (mm)	Volumen (mm ³)
22,04	29,36	14921,54	22,83	27,53	13589,65
24,73	30,47	18032,62	20,41	27,98	12549,55
20,73	27,03	11895,46	23,26	30,01	16452,49
25,33	30,23	18180,31	22,63	28,75	14690,96
25,65	31,71	20256,75	19,59	25,17	9747,44
24,78	28,95	16311,29	25,20	31,32	19414,85
21,01	27,35	12343,28	19,80	26,25	10715,53
26,52	30,85	19823,20	23,45	32,07	18942,21
21,17	25,39	10718,55	21,37	29,48	14586,44
20,77	26,26	11249,05	25,18	30,33	18192,42
22,45	26,42	12307,56	18,52	27,74	11192,93
22,05	26,24	11924,11	19,68	27,53	11714,60
21,54	26,92	12259,87	24,05	28,85	15721,59
22,64	28,56	14503,83	21,18	29,98	14951,30
22,55	27,60	13491,32	20,01	29,38	13565,65
22,95	27,35	13483,02	18,12	29,25	12175,86
19,64	25,31	9881,34	22,09	27,98	13582,54
20,66	25,99	10960,56	22,07	26,43	12108,39
20,19	28,56	12934,29	22,38	28,09	13869,26
22,94	27,96	14085,03	21,77	28,11	13510,46
22,31	26,27	12092,32	23,02	29,00	15205,17
21,72	28,90	14247,72	22,11	28,89	14493,51
22,10	26,13	11851,16	21,93	27,94	13445,63
22,63	27,23	13178,61	20,92	27,00	11977,86
21,93	28,65	14137,67	20,97	26,94	11953,18
21,47	24,91	10463,32	23,23	29,92	16332,86
22,57	25,68	11689,92	22,48	29,46	15323,28
22,41	27,64	13600,88	21,79	28,57	14074,28
Volumen total (ml)		367,22	Volumen total (ml)		380,01
Masa total (g)		40,57	Masa total (g)		40,60
Densidad (g/ml)		0,1105	Densidad (g/ml)		0,1068

Anexo 3. Datos de porcentaje de crecimiento

Tiempo reposo moje (h)	Tiempo reposo moldeado (h)				
	0	2	3	4	4 Repetición
0	84.07	84.88	83.18	80.20	
2	78.65	82.29	84.55	86.01	83.11
3.5	83.40	85.11	86.98	84.98	
4	80.40	84.55	80.91	85.23	83.68

Anexo 4. Datos de porcentaje de llenado en el paquete

Estos datos se tomaron por duplicado y en la repetición ya están promediados.

Tiempo reposo moje (h)	Tiempo reposo moldeado (h)				4 Repetición
	0	2	3	4	
0	64.85-69.12	71.43-69.12	61.9-63.13	72.38-65.44	
2	57.14-55.76	65.71-62.22	71.43-72.35	76.19-73.73	67.32
3.5	65.71-57.6	71.42-71.43	73.809-71.43	71.43-72.81	
4	64.28-63.59	73.33-73.73	71.43-74.65	80.95-71.43	66.01

Anexo 5. Formatos panel sensorial

Primer panel sensorial

Productos Yupi S.A.S



EVALUACION SENSORIAL

Producto: Horneado

Le agradecemos de antemano su participación en esta evaluación sensorial, toda la información que nos proporciona será de mucha utilidad.

Por favor, facilítenos la siguiente información marcando con una "X" la casilla correspondiente:

GENERO: FEMENINO ___ MASCULINO ___

TIEMPO DE EXPERIENCIA

- () De 6 a 12 MESES
 () De 1 a 5 años
 () De 5 a 10 años
 () De 10 a 20 años

FRECUENCIA DE CONSUMO DE ESTE PRODUCTO

- () Muy frecuente (diario)
 () Frecuente (una vez cada semana)
 () Poco frecuente (una vez al mes)
 () Casi nunca

A continuación, usted realizará una evaluación sensorial, será de izquierda a derecha y deberá tomar agua antes y entre cada muestra.

Marque con una x la muestra **diferente**.

Muestra 1 _____ Muestra 2 _____ Muestra 3 _____

Califique del 1 al 5 las siguientes características, siendo 1 la más baja y 5 la más alta.

ESCALA	MUESTRAS iguales	MUESTRA diferente
Sabor queso		
Sabor Salado		
Crocancia		
¿Cuál le gusta más? (Marque con x)		

Plantilla de los demás paneles sensoriales, solamente se agregan o se quitan casillas con el número de muestra.

Productos Yupi S.A.S



EVALUACION SENSORIAL

Producto: Horneado

Le agradecemos de antemano su participación en esta evaluación sensorial, toda la información que nos proporciona será de mucha utilidad.

Por favor, facilítenos la siguiente información marcando con una "X" la casilla correspondiente:

GENERO: FEMENINO ___ MASCULINO ___

TIEMPO DE EXPERIENCIA

- () De 6 a 12 MESES
 () De 1 a 5 años
 () De 5 a 10 años
 () De 10 a 20 años

FRECUENCIA DE CONSUMO DE ESTE PRODUCTO

- () Muy frecuente (diario)
 () Frecuente (una vez cada semana)
 () Poco frecuente (una vez al mes)
 () Casi nunca

A continuación, usted realizará una evaluación sensorial, será de izquierda a derecha y deberá tomar agua antes y entre cada muestra.

Califique del 1 al 5 las siguientes características, siendo 1 la más baja y 5 la más alta.

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
Sabor queso				
Sabor Salado				
Crocancia				
¿Cuál le gusto más? (Marque con x)				

Anexo 6. Análisis de varianza en los tiempos de reposo del primer y segundo levado

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
1Lev	288422413.1	3	96140804.36	7.923201797	3.77049E-05	2.626352122
2Lev	307490132.3	3	102496710.8	8.447007787	1.8463E-05	2.626352122
Interacción	877762523.7	9	97529169.3	8.037620391	5.2634E-11	1.902395192
Dentro del grupo	5047779375	416	12134085.04			
Total	6521454444	431				

Anexo 7. Análisis de varianza en las propiedades de la materia prima

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	1085132.898	1	1085132.898	0.127071668	0.722209947	3.932437831
Propiedades	125252455.6	1	125252455.6	14.66736337	0.00021954	3.932437831
Interacción	12261065.36	1	12261065.36	1.435800201	0.233543682	3.932437831
Dentro del grupo	888111588.7	104	8539534.507			
Total	1026710243	107				

Anexo 8. Análisis de varianza en los tres hornos

Análisis de varianza de un factor.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	688.340217	2	344.1701083	2.27752273	0.106493809	3.063714933
Dentro de los grupos	20249.543	134	151.1159925			
Total	20937.8832	136				