

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE
PRECOCCIÓN EN LA ELABORACIÓN
DE UN PAN ESPECIAL
SEMIHOJALDRADO

TESIS

Presentada por:

Bach. JESÚS ANGEL LIMA ARIAS

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

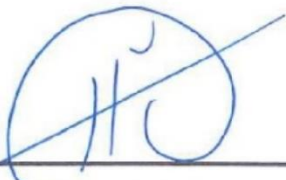
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Determinación de parámetros de precocción en la elaboración
de un pan especial semihojaldrado

Tesis sustentada y aprobada el viernes 22 de octubre del 2021, estando
conformado el jurado calificador por:

Presidente:



Dr. HUGO FLORES AYBAR

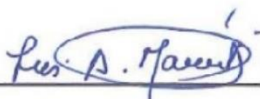
Secretario :



Dr. ENRIQUE ALFONSO DE FLORIO RAMÍREZ

Vocal

:



Dr. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

Asesor

:



Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

DEDICATORIA

A mis queridos padres quienes me otorgan su apoyo incondicional para lograr exitosamente mis metas educativas y personales; y en especial a Dios que siempre nos protege e ilumina en cada día de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que me apoyaron con su tiempo e información para esta investigación, gracias por sus conocimientos, experiencia y tiempo

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación y sistematización del problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Delimitación de la investigación	5
1.3.1 Teórica.....	5
1.3.2 Temporal.....	6
1.3.3 Espacial	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Limitaciones	7
1.6 Objetivos	7

1.6.1	Objetivo general.....	7
1.6.2	Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II HIPÓTESIS Y VARIABLES.....		8
2.1	Hipótesis	8
2.1.1	Hipótesis general	8
2.1.2	Hipótesis específica.....	8
2.2	Variables	9
2.2.1	Diagrama de variables	9
2.3	Indicadores de las variables.....	9
2.3.1	Variables independientes.....	9
2.3.2	Variables dependientes	9
2.4	Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO III FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		11
3.1	Conceptos generales y definiciones.....	11
3.2	Enfoques teóricos	12
3.2.1	Clasificación del pan.....	12
3.2.2	Tipos de harinas	13
3.2.3	Importancia de los componentes de la harina sobre el pan..	15
3.2.4	La masas hojaldre.....	19
3.2.5	Componentes básicos para la elaboración del pan semihojaldrado.....	21

3.2.6	Principales operaciones en la elaboración del pan precocido	25
3.2.7	Etapas de la cocción.....	29
3.2.8	El análisis sensorial del pan.....	32
3.2.9	Pruebas descriptivas.....	33
3.2.10	Pruebas de aceptabilidad	33
3.2.11	La metodología de superficies de respuesta (MSR)	35
3.2.12	Optimización simultánea.....	35
3.3	Marco referencial	37
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		41
4.1	Tipo de investigación.....	41
4.2	Población y muestra.....	41
4.3	Materiales y métodos	42
4.3.1	Materiales	42
4.3.2	Método experimental	44
4.3.3	Métodos de análisis de muestras en investigación	52
4.3.4	Métodos de análisis de datos.....	53
CAPÍTULO V TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS		54
5.1	Técnicas aplicadas en la recolección de la información.....	54
5.2	Instrumentos de medición	54
5.3	Resultados y discusión.....	54

5.3.1	Análisis sensorial descriptivo del pan precocido	54
5.3.2	Evaluación física del volumen específico.....	62
5.3.3	Análisis sensorial hedónico del pan precocido	64
5.3.4	Optimización del proceso de precocción	75
CONCLUSIONES		85
RECOMENDACIONES.....		86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		87
ANEXOS.....		97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Diagrama de variables según la espina de Ishikawa</i>	9
Figura 2	<i>Apariencia y exterior del interior del pan Croissant</i>	13
Figura 3	<i>Masa de hojaldre</i>	20
Figura 4	<i>Diagrama procedimental del proceso de precocción del pan especial semihojaldrado precocido</i>	45
Figura 5	<i>Insumos dispuestos para la preparación.</i>	46
Figura 6	<i>Amasado hasta alcanzar el “punto liga”</i>	47
Figura 7	<i>Incorporación de la grasa a la masa y laminado mediante dobles.</i>	48
Figura 8	<i>División y formado de la masa laminada y hojaldrada</i>	48
Figura 9	<i>Fermentación de las masas formadas</i>	49
Figura 10	<i>Precocción de muestras (tratamientos) a condiciones de diseño</i>	50
Figura 11	<i>Panes precocidos antes del almacenaje</i>	51
Figura 12	<i>Diagrama de Pareto para la percepción del color</i>	56
Figura 13	<i>Percepción de la intensidad del color del pan</i>	57
Figura 14	<i>Diagrama de Pareto para la percepción del volumen del pan</i>	58
Figura 15	<i>Percepción de la intensidad del volumen del pan</i>	59

Figura 16	<i>Diagrama de Pareto para la percepción de la textura.....</i>	61
Figura 17	<i>Percepción de la textura del pan</i>	61
Figura 18	<i>Análisis de Pareto para el volumen específico del pan semihojaldrado.....</i>	63
Figura 19	<i>Superficie de respuesta para el volumen específico.....</i>	63
Figura 20	<i>Análisis de Pareto para la aceptabilidad del color del pan semihojaldrado.....</i>	66
Figura 21	<i>Superficie de respuesta para la aceptabilidad del color.....</i>	66
Figura 22	<i>Análisis de Pareto para la aceptabilidad del aroma del pan semihojaldrado.....</i>	68
Figura 23	<i>Superficie de respuesta para la aceptabilidad del aroma</i>	68
Figura 24	<i>Análisis de Pareto para la aceptabilidad del sabor del pan semihojaldrado.....</i>	70
Figura 25	<i>Superficie de respuesta para la aceptabilidad del sabor.....</i>	71
Figura 26	<i>Análisis de Pareto para la aceptabilidad de textura del pan semihojaldrado.....</i>	73
Figura 27	<i>Superficie de respuesta para la aceptabilidad de la textura...</i>	74
Figura 28	<i>Superficie de respuesta para la condición óptima del precocido del pan especial semihojaldrado</i>	76
Figura 29	<i>Flujo definitivo con los parámetros de precocción del pan especial semihojaldrado.....</i>	77

Figura 30 *Balance de masa del pan especial*

semihojaldrado (precocido)..... 82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Operacionalización de variables</i>	10
Tabla 2	<i>Diferencia entre harina fuerte y harina débil</i>	14
Tabla 3	<i>Clasificación de harinas según el grado de proteínas</i>	15
Tabla 4	<i>Composición promedio de las harinas</i>	19
Tabla 5	<i>Factores y niveles para las pruebas experimentales</i>	41
Tabla 6	<i>Combinación de niveles de los factores según el diseño factorial 3²</i>	42
Tabla 7	<i>Percepción de los descriptores del pan precocido y horneado</i>	55
Tabla 8	<i>Aceptabilidad sensorial de los atributos del pan precocido</i>	64
Tabla 9	<i>Parámetros del proceso de precocción del pan especial semihojaldrado</i>	75
Tabla 10	<i>Composición proximal del producto final</i>	79
Tabla 11	<i>Calidad microbiológica del producto final horneado</i>	83

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue: Determinar los parámetros de precocción en la elaboración de un pan especial semihojaldrado. Las muestras se obtuvieron de acuerdo a los niveles de las variables temperatura y tiempo de precocción, resultando 9 tratamientos según el diseño experimental del factorial 3^2 . Los datos fueron analizados a través de la metodología de superficie de respuesta. Se concluyó que los efectos lineales del tiempo y temperatura de precocción influyeron (p -valor $<0,05$) sobre la intensidad de color del pan precocido que varió de “blanco” a “dorado”, sobre la forma del volumen del pan la variación percibida fue de “bajo” a “alto”, además, el efecto cuadrático de la temperatura influyó (p -valor $<0,05$) sobre la intensidad de la textura del pan variando entre “blando” a “crocante”. La precocción influyó (p -valor $<0,05$) sobre el volumen específico del pan, alcanzando valores entre 3,5 a 4 cuando las variables operan a una temperatura mayor a 142 °C y tiempos mayores a 14 minutos. Las condiciones óptimas de precocido fueron temperatura 150 °C con 20 minutos, para una aceptabilidad del pan calificada entre 7 a 8 en la escala 9, categorizándolo entre “me agrada moderadamente” a “me agrada mucho”.

Palabras clave: *precocción, descriptores sensoriales, volumen específico.*

ABSTRACT

The objective of the present study was: To determine the precooking parameters in the elaboration of a special semi-puff pastry bread. The samples were obtained according to the levels of the variables of temperature and precooking time, resulting in 9 treatments according to the experimental design of factorial 3^2 . The data were analyzed through the response surface methodology. It was concluded that the linear effects of precooking time and temperature influenced (p -value $<0,05$) on the intensity of color of the precooked bread that varied from "white" to "golden", on the shape of the volume of the bread the variation perceived was from "low" to "high", in addition, the quadratic effect of temperature influenced (p -value $< 0,05$) on the intensity of the texture of the bread, varying between "soft" to "crisp". Precooking influenced (p -value $<0,05$) on the specific volume of bread, reaching values between 3,5 to 4 when the variables operate at a temperature greater than 142 °C and times greater than 14 minutes. The optimal pre-baking conditions were temperature 150 °C with 20 minutes, for an acceptability of the bread rated between 7 to 8 on the 9 scale, categorizing it from "I like it moderately" to "I like it a lot".

Keywords: *precooking, sensory descriptors, specific volume.*

INTRODUCCIÓN

Los derivados de la harina de pan y trigo, comúnmente consumidos como productos de cereales horneados en todo el mundo en muchas formas diferentes, varían a lo largo de los continentes y civilizaciones. - Nueces, galletitas, crackers y otros. Se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de producto (sin endulzar o endulzado), la consistencia de la masa (masa dura, blanda o estándar), la cantidad de grasa en la masa y el método de fermentación (biológica, química o sin levadura) (Smith et al., 2004). De todos estos productos, el pan es el más popular por su calidad nutricional y sus propiedades sensoriales y texturales (Patel et al., 2005), además se debe considerar que la industria panificadora tiene como actividad principal transformar la materia prima (harina, levadura, azúcar y otros), para obtener la producción de pan, la cual representa mediante la comercialización su fuente principal de ingresos.

En un café, en 1683, el austriaco Kolschitsky hizo unos panecillos en forma de media luna, que era el emblema de la bandera turca, por eso los llamo turcos. Los croissants fueron introducidos a Francia por la reina María Antonieta esposa de Luis XVI. Los croissants en sus inicios no eran hojaldrados, es hasta principios de este siglo cuando se empiezan a

preparar de esta manera en Francia, ya que anteriormente sólo se elaboraban con masa fermentada. La masa de croissant está compuesta con una porción de grasa de $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{3}$ de su peso (Gutiérrez, 2012).

Por otro lado, se debe destacar que las propiedades sensoriales de los alimentos en general y de los panes en particular son la razón más importante por la que las personas las prefieran. Cuáles son esas propiedades y cómo medir mejor esas propiedades, son el fundamento para comprender el comportamiento alimentario. La apariencia, el sabor, la textura e incluso los sonidos de los alimentos pueden impartir un deseo de comer o hacer que descartemos la comida como poco apetitosa, rancia o incluso inapropiada de un punto de vista cultural. Por ello el estudio de un alimento se debe centrar en cómo son las propiedades sensoriales, como es la percepción del consumidor, y como medir las propiedades sensoriales específicas del alimento, propiedades pueden ser más importante en determinadas situaciones, y cómo los consumidores utilizan la información de los atributos sensoriales para tomar decisiones sobre lo que creen sobre la comida y lo que comerán (Chambers, 2019).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El pan semihojaldrado es un tipo de pan que fundamentalmente va dirigido a algunos restaurantes y hoteles para satisfacer a sus clientes, sin embargo es un problema el de proveer al cliente un pan siempre fresco, de buena calidad y a cualquier momento del día; debido a que luego de su elaboración, en un tiempo corto empieza a cambiar sus propiedades físicas y sensoriales como: la corteza se vuelve dura, la estructura de la miga envejece, pierde suavidad, alterando el sabor y olor característico de un buen pan semihojaldrado.

Por ello, la industria desarrolló alternativas tecnológicas, como es el precocado, cuya finalidad es obtener un pan precocado que es estructurado totalmente en su interior, mientras que el exterior todavía es blanco.

Cabe señalar que el pan precocado permite su refrigeración y congelado, conservándolo durante más tiempo y preservando sus sabores naturales, necesitando solamente un segundo horneado final para obtener

un tradicional pan fresco, evitando el uso de preservantes y conservantes o sabores artificiales; es un producto 100 % natural, listo para hornear.

Asimismo, Callejo (2011) afirma que “la calidad sensorial del pan es una dimensión importante de la calidad total del producto, que es percibida por los sentidos de las personas a través de la vista, el olfato, el gusto, el oído y el tacto mediante pruebas de aceptación de los consumidores”.

Y considerando lo indicado por Bhise y Kaur (2012) que afirman que “el consumidor actual busca nuevos productos de panadería, mejor atractivo, sabor y conveniencia de los alimentos de panadería. La conservación en panadería significa el retraso del deterioro, incluido el envejecimiento de la textura”.

Es que se propone evaluar la elaboración de un pan especial semi hojaldrado precocido previamente congelado, para determinar los parámetros de temperatura y tiempo de precocción a fin de maximizar sus características sensoriales a nivel de sus descriptores sensoriales, volumen y aceptabilidad sensorial del producto final.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son los parámetros de precocción en la elaboración de un pan especial semi hojaldrado?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la temperatura y tiempo de precocción sobre las características sensoriales descriptivas del pan especial semihojaldrado?
- ¿Cuál es el efecto de la temperatura y tiempo de precocción sobre el volumen específico del pan especial semihojaldrado?
- ¿Cuál es el efecto de la temperatura y tiempo de precocción sobre la aceptabilidad sensorial del pan especial semihojaldrado?

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Teórica

La investigación comprenderá únicamente las bases teóricas de las condiciones de temperatura y tiempo de precocción de un pan especial y sus características sensoriales finales y volumen específico.

1.3.2 Temporal

La ejecución de la tesis fue en un tiempo de 13 meses aproximadamente.

1.3.3 Espacial

La medición de las características finales de la unidad de estudio se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentaria de la UNJBG de Tacna ubicado en la provincia y región Tacna.

1.4 Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica debido a los siguientes hechos: La elaboración del pan precocido se conoce desde hace bastante tiempo por la década de los 80, sin embargo, en la región existen pocos estudios del pan precocido que ofrezcan al profesional de la panadería los parámetros necesarios a la hora de utilizar este sistema de elaboración. El conocer el proceso tecnológico del pan precocido facilitará la actividad del productor, permitiendo abastecerse de productos precocidos los cuales al ser sometidos a la cocción final podrá disponer de un pan semi hojaldrado caliente y de excelente calidad a cualquier momento.

1.5 Limitaciones

No se han encontrado limitaciones de recursos que impidan el desarrollo para alcanzar los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar los parámetros de precocción en la elaboración de un pan especial semihojaldrado.

1.6.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la temperatura y tiempo de precocción sobre las características sensoriales descriptivas del pan especial semihojaldrado.

- Determinar el efecto de la temperatura y tiempo de precocción sobre el volumen específico del pan especial semihojaldrado.

- Determinar el efecto de la temperatura y tiempo de precocción sobre la aceptabilidad sensorial del pan especial semihojaldrado.

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis

2.1.1 Hipótesis general

El proceso de precocción del pan especial hojaldrado influirá sobre las características sensoriales de un pan especial semihojaldrado.

2.1.2 Hipótesis específica

- La temperatura y tiempo de precocción influirán sobre las características descriptivas de un pan especial semihojaldrado.

- La temperatura y tiempo de precocción influirán sobre el volumen específico de un pan especial semihojaldrado.

- La temperatura y tiempo de precocción influirán sobre la aceptabilidad sensorial de un pan especial semihojaldrado.

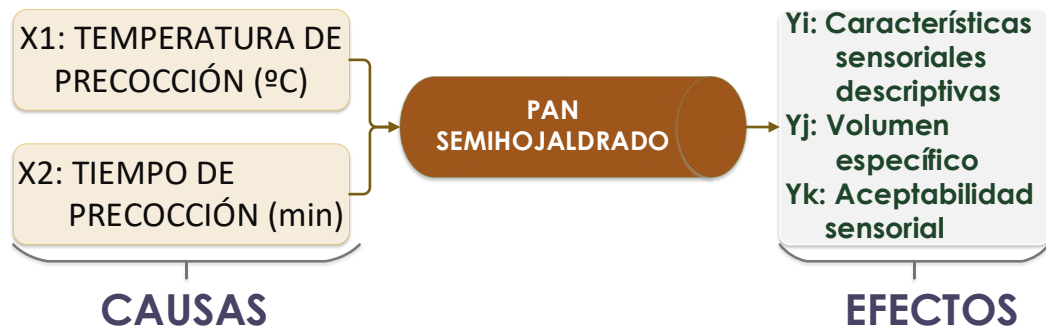
2.2 Variables

2.2.1 Diagrama de variables

En la Figura 1, se muestra el diagrama de variables para el presente estudio, en las cuales se observa la relación que existen entre ellas.

Figura 1

Diagrama de variables según la espina de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia (2019)

2.3 Indicadores de las variables

2.3.1 Variables independientes

- Temperatura de precocción.
- Tiempo de precocción.

2.3.2 Variables dependientes

- Características sensoriales descriptivas.
- Volumen específico.
- Aceptabilidad sensorial.

2.4 Operacionalización de variables

En la Tabla 1 se observa la operacionalización de variables para las variables en estudio y respuestas.

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
Variables independientes	Proceso de precocción	Tiempo de precocción	Cronómetro digital
		Temperatura de precocción	Pirómetro digital
Variables dependientes	Descriptores	Color	10 cm
		Volumen	
		Textura	
	Volumen específico	Volumen/peso	Probeta y balanza
	Aceptabilidad sensorial		Color
Aroma			
Sabor			
Textura			

Fuente: Elaboración propia (2019)

CAPÍTULO III

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Conceptos generales y definiciones

- a) Harina: Se denomina harina, sin precisar la especie de grano molido, al producto obtenido por la molienda del grano de trigo, limpiado e industrialmente puro. “La harina de trigo es la única que contiene proteínas que al combinarse con el agua forman una sustancia llamada gluten, que ayuda a formar la estructura del pan y a retener el gas producido durante la fermentación y crecimiento final del pan” (Quaglia 1991).

- b) El pan: Según la Reglamentación Técnico-Sanitaria Española, designa al pan como: “El producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies de microorganismos propios de la fermentación panaria” (Real Decreto 1202/2002, 2002) . Asimismo, Frazier y Westhoff (1993) señala que: “el pan es un producto de consumo diario que aporta con nutrientes básicos para una dieta normal, se elabora desde tiempos prehistóricos.

- c) Pan precocido: Según Rosell y Gómez (2007), el pan precocido “es un pan cuya cocción ha sido interrumpida antes de llegar a su finalización, siendo sometida posteriormente a un proceso de refrigeración y/o congelación o a cualquier otro proceso de conservación autorizado”.

3.2 Enfoques teóricos

3.2.1 Clasificación del pan

- a) Pan dulce: Producto de sabor dulce fabricado con adición de azúcares en la proporción de más del 10 % (Mesas, 2002).
- b) Pan salado: “Producto que no sobrepasa el 10 % de azúcares y grasas aisladas o en conjunto, con base en la cantidad total de los productos de la molienda usados” (Mesas, 2002).
- c) Pan común: Debe presentar el sabor y olor característico del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez. Debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas. La miga debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable (Mesas, 2002).
- d) Pan especial (Figura 2): Se obtiene añadiendo a la fórmula de pan elementos enriquecedores, como: huevos, malta, nueces, coco,

miel, dulces de frutas, queso, licor, leche, grasa comestible (animal o vegetal), aditivos autorizados, otros permitidos. “Debe tener un sabor y olor característicos de un producto fresco, bien cocido sin indicios de rancidez o enmohecimiento, amargor, u otro sabor u olor extraños objetables; además debe estar exento de materias terrosas” (Mesas, 2002).

Figura 2

Apariencia y exterior del interior del pan Croissant



Fuente: Moscoso (2019)

3.2.2 Tipos de harinas

Según Callejo (2002), las harinas se dividen en dos grandes grupos: duras y suaves.

- Harinas duras o fuertes: Se caracterizan por su alto contenido de proteínas y se obtienen del trigo con un alto contenido de proteína como el rojo duro de invierno y rojo duro de primavera.

- Harinas suaves: Son de bajo contenido proteínico y se obtienen de trigos blandos como rojo de invierno. Usos: pastelería y galletería.

La diferencia entre las harinas fuerte y débil se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2

Diferencia entre harina fuerte y harina débil

Harinas fuertes	Harinas débiles
Absorbe más agua	Absorbe menos agua
Requiere más trabajo mecánico.	Requiere menos trabajo mecánico.
Necesita más tiempo de fermentación.	Necesita menos tiempo de fermentación.

Fuente: Callejo (2002)

Clases de harinas empleadas en panadería

Según Callejo (2002), las harinas empleadas en la panadería se pueden clasificar en:

- **Integral:** Como su nombre lo indica, contiene todas las partes del grano de trigo.
- **Extra:** Es la harina que se obtiene al retirar el germen y el salvado en la molienda es la más corriente del mercado y se utiliza para la elaboración de todo tipo de panes.
- **Especial:** Es la harina que se obtiene del endospermo, es de color blanco con buena cantidad de cenizas de excelentes condiciones panificables.

La Tabla 3, muestra la clasificación de harinas según el grado de proteínas.

Tabla 3

Clasificación de harinas según el grado de proteínas

Tipo de harina	% de proteína
Harina panetonera	12-15
Harina integral	10-13
Harina especial	10-12
Harina extra	9-11
Harina pastelera	7-9

Fuente: Callejo (2002)

3.2.3 Importancia de los componentes de la harina sobre el pan

- **Proteínas:** Aproximadamente del 8 % al 15 % de la harina de trigo es proteína. El contenido de proteínas dicta el uso de esa harina. Las harinas con alto contenido de proteínas generalmente contienen más del 11 % de proteínas y se utilizan mejor para el pan. La proteína proporciona la matriz de soporte necesaria para retener el dióxido de carbono producido durante la fermentación. Es decir, el contenido de proteínas tiene un gran impacto en la expansión de la masa y el volumen en la elaboración de pan. Las fracciones proteicas más importantes son la gliadina y la glutenina, que representan el 85 % de la proteína total. Cuando la gliadina y la glutenina se hidratan y mezclan, forman un complejo llamado gluten, que es un componente clave de la masa de pan. Las proteínas

restantes (15 % del total) consisten en otras globulinas y albúminas (Manisha, 2018).

- **El almidón:** Es un elemento importante de la harina. “En la elaboración de pan proporciona gran parte de azúcares simples. La proporción del almidón representa alrededor del 70 % del peso de la harina, su temperatura de gelatinización está entre 60 °C–70 °C. El almidón está compuesto de amilosa y amilopectina”. “El uso de suavizantes y amilasas en la masa sirven para inhibir la difusión de la amilasa y ayuda a evitar la cristalización de la amilopectina que contribuye al endurecimiento de la miga de pan” (Mesas, 2002).
- **Azúcares:** Los carbohidratos son la principal fracción de la harina, constituyen hasta el 75 % del peso total. Esta fracción se compone principalmente de almidón y una pequeña cantidad (1 %) de azúcares simples, celulosa y fibra. El principal componente de carbohidratos es el almidón, que consta de amilosa y polímero lineal de glucosa α -1,4 (aproximadamente 4 000 monómeros de glucosa por molécula) y amilopectina, un polímero ramificado de glucosa α -1,4 y α -1,6 (aproximadamente 100 000 monómeros de glucosa por molécula). Aproximadamente del 20 % al 25 % de la fracción de almidón es amilosa y del 70 % al 75 % es

amilopectina. En su estado nativo, el almidón de trigo existe en forma de gránulos de almidón. La amilosa y la amilopectina están contenidas dentro de estos gránulos esféricos en una red semicristalina rígida. Los gránulos de almidón nativo son insolubles y resisten la penetración del agua. Sin embargo, algunos de los gránulos de almidón (3 % a 5 %) se dañan durante la molienda, lo que mejora la absorción de agua y expone la amilosa y la amilopectina a enzimas hidrolíticas, como la alfa-amilasa (Manisha, 2018).

- **Grasa:** Las grasas animales y vegetales se agregan como manteca vegetal en la panificación en aproximadamente un 3 % de harina para producir: (a) un tamaño de pan aumentado; (b) una miga del licitador y (c) propiedades de corte mejoradas. Los emulsionantes se utilizan junto con la manteca y aseguran una mejor distribución de esta última en la masa. “Los emulsionantes contienen un ácido graso, palmítico o esteárico, que está unido a una o más moléculas polifuncionales con grupos carboxílicos, hidroxilo y/o amino, por ejemplo, glicerol, ácido láctico, ácido sórbico o ácido tartárico. A veces, el grupo carboxílico se convierte en su sal de sodio o calcio.

Los emulsionantes se añaden como un 0,5 % en peso de harina” (Manisha, 2018).

- **Enzimas:** En términos químicos una enzima actúa como catalizador, o sea, es capaz de transformar otro cuerpo o materia sin ser modificado por estos fenómenos. “Todo proceso vital depende de la acción transformadora de las enzimas para poder llevar a cabo los cambios que los organismos presentan durante su ciclo de vida”. La harina de trigo contiene dos enzimas esenciales en la producción del pan. Se les conoce como alfa amilasa y beta amilasa”. “La beta amilasa convierte dextrinas y una porción del almidón soluble en maltosa, es fácilmente inactiva por el calor, por lo tanto, la mayor parte de su actividad ocurre durante la etapa de fermentación. Por otro lado, la alfa amilasa es una enzima que convierte almidones solubles en dextrinas, y durante la fermentación su actividad ataca los gránulos de almidón intactos y los gránulos rotos” (Mesas, 2002).
- **Humedad:** El porcentaje ideal para la humedad de una harina comprende de 14 al 15 %, porcentajes superiores pueden causar que en la harina se torne mohosa. La composición promedio de las harinas se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4*Composición promedio de las harinas*

Componente	Porcentaje mínimo	Porcentaje máximo
Proteína	7,50	15,00
Ceniza	0,30	1,00
Grasa	1,00	1,50
Carbohidratos	68,40	76,50
Humedad	10,00	14,00

Fuente: Mesas (2002)

3.2.4 La masas hojaldre

El hojaldre es una masa laminada (Figura 3) que se puede cubrir o rellenar, dulce o salado, lo que permite una amplia gama de variaciones de producto. A diferencia de otros productos horneados laminados como croissants y pasteles daneses, el hojaldre se elabora con masa sin levadura sin ningún otro agente leudante (Cauvain et al., 2001). En el método francés, la forma más común de producir hojaldre, se envuelve un trozo de grasa (tradicionalmente mantequilla) con masa básica, que luego se dobla y lamina varias veces para obtener una masa de varias capas. No existe un estándar uniforme global para la preparación de hojaldre o productos relacionados. Sin embargo, con combinaciones de diferentes pasos de plegado repetidos, se pueden obtener productos con numerosas capas, normalmente de 48 a 256. Por lo general, estas masas de varias capas tienen una cantidad relativamente alta de grasa (20 %-35 % de la masa total)” (Silow et al., 2017).

Figura 3
Masa de hojaldre



Fuente: King Arthur Baking Company Inc (2021)

Las funciones funcionales de la grasa en la elaboración de hojaldres son separar las muchas capas delgadas de masa entre sí y, después de la fusión, proteger los gránulos de almidón de la gelatinización (Food2Multimedia, 2021). Durante el proceso de horneado, el agua que se encuentra en la masa se vaporiza y genera vapor que se expande, pero no puede pasar la red de gluten coagulado dentro de las capas de masa (Food2Multimedia, 2021). Esta expansión de vapor entre las capas de masa provoca la subida del hojaldre. Además, la grasa es esencial como portadora del sabor y confiere al producto final sus características

específicas, como una buena estructura, textura y sensación en boca (Ghotra et al., 2002; Miskandar et al., 2005).

La grasa juega un papel clave en la producción de hojaldre y no se puede reemplazar o reducir por completo sin afectar negativamente su producción y la calidad del producto (Método Fuentes XQ, 2012). Este es un desafío para la industria productora de hojaldre, que se ve obligada a reducir su contenido de grasas y calorías debido a la creciente tendencia mundial hacia la producción de alimentos más saludables. Por lo tanto, la industria alimentaria tiene una gran responsabilidad en la producción de alimentos saludables y, por lo tanto, se necesitan estrategias rentables para reducir con éxito la grasa en sus productos. En principio, existen dos estrategias para lograr la reducción de grasa en el hojaldre: ya sea reduciendo la cantidad total de grasa roll-in utilizada o reemplazando el componente graso con una sustancia baja en grasa o sin grasa (Silow et al., 2017).

3.2.5 Componentes básicos para la elaboración del pan semihojaldrado

a) Harina: La harina de trigo es la harina más utilizada. El trigo es único entre los cereales, ya que la harina extraída de él proporciona una barra

de pan ligera, agradable al paladar y bien cocida cuando se procesa en masa fermentada. Los dos tipos básicos de proteínas que contiene la harina de trigo son la gliadina y la glutenina. Cuando su mezcla, conocida como gluten, se humedece, durante la preparación de la masa, forma una red cohesiva y elástica, que le da sus propiedades funcionales. Es el gluten el que le da a la masa su capacidad para formar láminas delgadas que se estirarán y retendrán el gas. Las peculiares propiedades viscoelásticas de la masa de trigo son el resultado de la presencia de la red tridimensional de proteínas del gluten, que se forma por reacciones de intercambio de tiol-disulfuro entre las proteínas del gluten. Los factores que determinan el tipo de trigo son la dureza, la fuerza del gluten y el contenido de proteínas. Incluso el trigo de calidad relativamente baja puede producir pan que es significativamente más apetecible que el elaborado con harina de otros cereales. Sin embargo, en general, en la panificación se prefiere el trigo duro con un fuerte contenido de gluten y proteínas (Giaunnou et al., 2003).

b) Líquido: El agua es necesaria para la formación de la masa y es responsable de su fluidez. Se utiliza para la disolución de sal y azúcares y ayuda a la dispersión de células de levadura. Es el medio para el transporte de alimentos a la levadura a través de las membranas

celulares. Se necesita agua para la hidrólisis del almidón y la sacarosa. Es importante para la gelatinización del almidón durante el horneado y contribuye al resorte del horno a través de la vaporización. El agua añadida a la harina activa las enzimas, provoca la formación de nuevos enlaces entre las macromoléculas de la harina y altera las propiedades reológicas de la masa. La cantidad de agua agregada está relacionada con el contenido de humedad y las propiedades fisicoquímicas de la harina (Gil et al., 1997).

- c) Sal:** La sal se usa durante la fermentación por las siguientes razones; Enfatiza el sabor, mejora la coloración, reduce el envejecimiento, ayuda a fortalecer el gluten de la masa, ayuda a controlar la velocidad de fermentación. La sal es higroscópica, por lo que ayuda a retener la humedad en el pan horneado. La sal debe agregarse en alrededor de 2,5 a 3 % del peso total de agua. Se debe tener cuidado de no agregue demasiada sal, ya que esto puede evitar que la levadura funcione correctamente. La sal debe almacenarse en un lugar seco lejos de líquidos almacenados, alta humedad o humedad. No se debe permitir que la sal y la levadura entren en contacto directo entre sí en el crudo. estado ya que la sal dañará las paredes celulares de la levadura y reducirá o evitará la fermentación (FAO, 2014).

d) Azúcar: “Es alimento para la levadura, de esta manera se tiene una fermentación más uniforme. Actúa acentuando las características organolépticas como son la formación del aroma, color de la superficie. Aumenta el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial, retrasando el proceso de endurecimiento” (Aragundi y Plua, 2011).

e) Huevos: Los huevos son un ingrediente importante en la composición de algunos tipos de panes. “En las masas fermentadas, el huevo da a la miga un color amarillo natural y la vuelve más sedosa y delicada, aumenta la conservación del producto y le da un sabor característico. En las masas batidas ricas en huevo, la yema permite obtener una buena miga, permitiendo mayor emulsión al aumentar el volumen del batido, lo que repercutirá en un mayor esponjamiento” (Calaveras, 1996).

f) Grasas: La margarina o manteca que se mezclan con la masa, usualmente no es del mismo tipo que la grasa para el proceso de laminado. La grasa de la masa es usualmente una margarina panadera o una manteca para todo uso. Ambas son considerablemente suaves a

la temperatura ambiente y la margarina panadera tiene mayor contenido de humedad y de sal, que la manteca o margarina para laminar hojaldres (Mora, 2017). Las mantecas para hojaldres contienen hasta un 12 % de agua, aproximadamente 1,5 % de sal debe ser capaz de mantenerse como una capa continua o película cuando la masa se lamina (AIB, 1994).

g) Levadura: “El agente leudante biológico es la *Saccharomyces cerevisiae*, que puede ser levadura fresca, levadura seca o instantánea” (Lima et al., 2011). “La levadura realiza dos funciones en la masa: produce gas (CO₂) que esponja la masa y el pan terminado y la otra es ayudar a la maduración o acondicionamiento de la masa”. “El mecanismo de producción de gas es la conversión del azúcar en anhídrido carbónico y alcohol (etanol), y es necesario considerar brevemente el papel que juega la harina en la estructura de la masa” (Arias, 2002).

3.2.6 Principales operaciones en la elaboración del pan precocido

a. Amasado: “Normalmente la harina de fuerza es tenaz, provocando una baja extensibilidad, lo que haría necesario hacer una autólisis, es decir,

amasar en dos momentos cada 15 minutos, añadiendo masa madre y levadura al inicio de la segunda fase del amasado” (Tejero, 2015).

b. Reposo: El tiempo de reposo de la bola antes del formado debe ser proporcional a la cantidad de levadura, es decir, con dosis de levadura sea alta el reposo debe ser corto y al contrario a dosis baja el tiempo de reposo ha de ser superior. “No es conveniente sobrepasar del 3 % de levadura prensada, porque el impulso del pan en el horno es mayor cuando la dosis de levadura es alta. Con 2 % de levadura el tiempo de reposo puede estar entre 15 y 18 min” (Tejero, 2015).

c. La precocción y el horno: No existe un acuerdo sobre qué temperatura y tiempo de precocción es el óptimo. “Lo ideal es precocer con calor decreciente. Para un horno rotativo se debe comenzar a 280 °C y una vez inyectado el vapor, se bajará la temperatura entre 220 y 240 °C durante 12 min aproximadamente, teniendo que modificar la temperatura y el tiempo cuando el tamaño de la pieza es mayor o si en vez de ser el formato en barra la pieza es redonda”. Es preferible precocer sobre bandejas de canales profundos, esto permitirá conseguir firmeza en las barras. Es importante que la congelación sea en la misma bandeja, para evitar manipular las barras que inicialmente son frágiles.

“La cantidad de vapor al inicio del horneado debe ser inferior en comparación a los procesos normales y una vez pasado 5 min se debe evacuar el vapor para provocar la formación de una película crujiente”.

“A 12 min de la precocción la actividad enzimática y la coagulación del gluten han finalizado, alcanzando una estructura formada, aunque el producto aún es frágil” (Tejero, 2015).

- d. La masa dentro del horno:** Al inicio del horneado y después de inyectar el vapor, este se fija en la superficie de la barra volviéndola elástica, permitiendo mayor uniformidad y volumen en el pan. “Mientras va aumentando la temperatura en el interior del pan (55 °C), la fermentación se detiene y parte del almidón se transforma en azúcares (actividad enzimática), siendo esta fase esta crítica muy importante debido a la formación de la estructura. Con una elevada actividad enzimática, gran parte del almidón se transforma en azúcares, aumentando el tiempo de formación de la estructura acompañado de una rápida coloración de la corteza. Se debe controlar que la actividad enzimática de la harina para el pan precocido no sea superior a los procesos normales” (Tejero, 2015).

e. Salida del pan del horno: Al salir el pan del horno ocurre el resudado que es un ligero decaimiento, que es mayor cuando es excesiva la cantidad de masa horneada en el horno, o cuando el número de canales por bandeja supera los límites normales, impidiendo que el aire pase entre las barras, lo que dificulta la coagulación proporcional en toda la superficie del pan. “Por tanto, las barras deben estar separadas lo suficiente para permitir el flujo de aire entre los laterales de la barra”. (Tejero, 2015).

f. Enfriamiento y congelación: “Después de sacar el pan del horno se debe enfriar hasta 35-40 °C, tiempo durante el cual ocurre el resudado (pérdida de agua) e inicia su envejecimiento y para controlarlos el tiempo de enfriamiento ha de ser limitado”. El enfriamiento debe evitar las corrientes de aire o bajas temperaturas a fin de prevenir el cuarteado de la corteza. “Una vez enfriado el pan se puede congelar a -40 °C hasta conseguir entre -7 °C y -12 °C en el interior del pan, el tiempo de congelación depende del tamaño y por la secuencia de pan a congelar” (Tejero, 2015).

g. Empaquetado y conservación: “La sala de empaquetado ha de estar entre 6 y 8° C si la temperatura es superior a ésta, existirá una

condensación que se transforma más tarde en escarcha. El empaquetado ha de hacerse en sacos de plásticos y cajas de cartón y almacenar entre -18 y -20 °C” (Tejero, 2015).

h. Descongelación y cocción final: “Se puede realizar de dos maneras; la primera descongelando a temperatura ambiente por 30 minutos y luego cocer en horno rotativo a 235 °C a 10 minutos; y la segunda forma sería hornear inmediatamente sin descongelar por 14 minutos, subiendo esta temperatura cuando el tamaño y el volumen de las piezas sean mayores”. “Hay que tener en cuenta que aun elaborándolo en las mejores condiciones el pan que así se obtiene es de menor volumen, la corteza más áspera y la miga más densa, en relación el pan tradicional y el envejecimiento es más rápido” (Tejero, 2015).

3.2.7 Etapas de la cocción

3.2.7.1 Temperatura en el interior de la pieza (24-50 °C)

- Aceleración de la fermentación en el interior de la pieza: “La actividad enzimática y fermentativa de la masa se acelera consecuente aumento de volumen que esto supone, hasta superar los 55 °C. en los que las levaduras y bacterias lácticas se van muriendo. La actividad enzimática sigue un poco más allá, hasta

alcanzar las temperaturas de desnaturalización enzimática” (Morera, 2017).

- Expansión de los gases: “Como cualquier gas. el dióxido de carbono presente en la miga del pan. a medida que se calienta se expande y también hace aumentar el volumen de la pieza, aumentando la presión en los alveolos internos de la miga. Lo mismo sucede con el etanol creado a partir de la fermentación y. en menor medida, porciones de agua libres en la masa, que contribuyen también a la expansión de la masa” (Morera, 2017).
- Evaporación del agua: “En la parte externa de la masa, que sufre un aumento de temperatura mucho más veloz y acentuado, se inicia una parcial gelatinización del almidón, que será más acentuada en cocciones con vapor (ya que habrá más agua disponible). Simultáneamente empieza una rápida pérdida de agua (evaporación) de la corteza, lo que conlleva un endurecimiento de las moléculas de gluten, que empiezan a rigidizar su estructura” (Morera, 2017).

3.2.7.2 Temperatura en el interior de la pieza (50-90 °C)

- Gelatinización del almidón: “Que inicia a partir de los 50 °C, aproximadamente, que empieza a fijar el agua de la masa, principalmente la que expulsa el gluten debido al aumento de temperatura, y cambia de estructura, desprendiendo un gel que, dará la estructura final de la miga” (Morera, 2017).
- Pardeamiento de la corteza: A partir de los 60 °C empiezan las llamadas reacciones de pardeamiento, conformadas por la reacción de Maillard, y la caramelización de los azúcares. “Es gracias a estas reacciones que se empiezan a crear los primeros compuestos de aroma de la corteza, así como los primeros pigmentos de color. Durante esta etapa, la pérdida de agua de la miga hacia el exterior es cada vez mayor” (Morera, 2017).

3.2.7.3 Temperatura en el interior de la pieza (90-98 °C)

Deshidratación de la miga y de la corteza: “A medida que se alcanzan las temperaturas de finalización de la gelatinización, aumenta vigorosamente la pérdida de agua de la miga hacia el exterior. El pardeamiento de la corteza está en su máximo de color es extrema” (Morera, 2017).

3.2.7.4 Temperatura en el interior de la pieza (96-98 °C)

- Es el fin de la cocción; en este punto ya podemos dar por finalizada la cocción. Tendremos una hogaza en la que la miga tendrá aproximadamente un 40 % de humedad, mientras que la corteza ronda el 12 % de humedad. “Después de sacar el pan del horno es primordial procurarle una buena superficie de enfriamiento, como puede ser una reja metálica u otra superficie porosa que permita que la humedad que el pan seguirá desprendiendo no ablande la corteza, especialmente en la suela” (Morera, 2017).

3.2.8 El análisis sensorial del pan

Se pueden distinguir dos tipos de métodos; los métodos afectivos (test de aceptación de consumidores) que permiten evaluar la actitud del consumidor respecto a aspectos como atributos relacionados con la calidad del pan, influencia del origen socio-cultural, percepción de la frescura, actitud del consumidor hacia los panes ecológicos y desarrollo de nuevos productos de panificación. Y, por otro lado, los métodos analíticos (análisis descriptivos sensoriales) en los se utilizan paneles de jueces entrenados, permiten la elaboración del perfil sensorial de un determinado pan. En general, los atributos sensoriales del pan se suelen agrupar en cuatro niveles: apariencia, olor, textura y flavor (Kihlberg, 2004).

3.2.9 Pruebas descriptivas

El análisis descriptivo es un método utilizado para describir objetivamente la naturaleza y magnitud de las características sensoriales. Da a la evaluación sensorial una base a través de la capacidad de producir datos objetivos, estadísticamente confiables y estadísticamente analizables. Hoy en día, sigue siendo un método fundamental en el análisis sensorial. Se ha desarrollado una amplia gama de técnicas de análisis descriptivo desde su comienzo. Técnicas descriptivas tradicionales, como perfiles y análisis descriptivo cuantitativo, involucrando a un panel de evaluadores capacitados objetivamente medir la calidad y la fuerza de los atributos sensoriales de las muestras. Recientemente se desarrollaron técnicas descriptivas más rápidas, como clasificación, mapeo proyectivo y posicionamiento sensorial polarizado, involucra a consumidores no capacitados que agrupan muestras basado en similitudes holísticas y diferencias en las características sensoriales. El análisis descriptivo ha demostrado ser flexible y personalizable, lo que ha contribuido a su utilidad y, por tanto, a su vigencia (Kemp et al., 2018).

3.2.10 Pruebas de aceptabilidad

Los datos de aceptabilidad de las escalas son útiles para varios propósitos adicionales. También es posible convertir los resultados de la

escala hedónica en datos de preferencia o rango emparejados. Dado que los datos de aceptación escalados son "más ricos" en información, es posible derivar estas otras medidas más simples de ellos. Los datos hedónicos se pueden usar en técnicas de mapeo de preferencias. Ésta es una técnica útil que permite visualizar las direcciones de las preferencias de productos en modelos espaciales de un conjunto de productos. Las preferencias de los consumidores individuales pueden proyectarse como vectores a través del espacio para mostrar direcciones de mayor agrado. Estos vectores pueden sugerir direcciones para la optimización del producto (Lawelss y Heyman, 2010).

Además, las diferencias en las direcciones preferidas para diferentes consumidores pueden ayudar a descubrir segmentos de mercado o grupos con diferentes gustos y disgustos. La escala hedónica más común es la escala de hedónica de 9 puntos que se conoce como escala de grado de agrado. Dicha escala asume que las preferencias del consumidor existen en un continuo y que la preferencia puede ser categorizada por respuestas basadas en agrado y desagrado (Lawelss y Heyman, 2010).

3.2.11 La metodología de superficies de respuesta (MSR)

La metodología de superficie de respuesta (RSM) es una herramienta que fue introducida a principios de la década de 1950 por Box y Wilson (1951). RSM es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas que es útil para la aproximación y optimización de modelos estocásticos. También tiene aplicaciones importantes en el diseño, desarrollo y formulación de nuevos productos, así como en la mejora de diseños de productos existentes (Myers et al., 2016).

Asimismo, Yürzel (2018) también afirma que la metodología de superficie de respuesta (RSM) es un método matemático y estadístico ampliamente utilizado para modelar y analizar un proceso en el que la respuesta de interés se ve afectada por diversas variables y el objetivo de este método es optimizar la respuesta. Los parámetros que afectan el proceso se denominan variables independientes, mientras que las respuestas se denominan variables dependientes.

3.2.12 Optimización simultánea

Los problemas en forma de respuesta múltiple tienen más de una respuesta a una situación determinada. Existen técnicas para optimizar los problemas de respuesta múltiple. Uno de los métodos más utilizados para

resolver problemas de respuesta múltiple es la función de deseabilidad. Porque, la optimización de todas las respuestas simultáneamente es posible combinándolas en una única función objetivo, que representa la relación de todas las respuestas que deben optimizarse (Aksezer, 2008).

En muchos experimentos, la optimización multivariante es necesaria pero compleja en comparación con la optimización univariante. La interrelación que pueda existir entre las respuestas puede hacer que la investigación univariante carezca de sentido. Al optimizar simultáneamente varias funciones de respuesta, sería inútil obtener un óptimo individual por separado. La principal dificultad es que cuando dos o más variables respuesta se están investigando simultáneamente, el significado de óptimo se vuelve confuso ya que no existe una forma única de ordenar los valores multivariados de una función de múltiples respuestas (Park y Park, 1998).

Además, la condición óptima para una respuesta puede ser físicamente impráctica para las otras respuestas. El objetivo de la optimización de múltiples respuestas es determinar las condiciones en las variables de entrada que conducen a valores óptimos o casi óptimos de las variables de respuesta. En un esfuerzo por encontrar las condiciones óptimas en varias respuestas (Park y Park, 1998).

3.3 Marco referencial

Álvarez y Tusa (2009) en la elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en lo que concierne al porcentaje adecuado de harina de quinua en la mezcla, determinaron que con el 18 % se obtienen mejores resultados, ya que porcentajes más altos de harina de quinua en la mezcla no permiten el buen desarrollo de las masas de pan, dándole a las misma una elasticidad baja, influyendo también directamente en el peso y volumen final del producto. En relación a la temperatura y tiempo óptimo de precocción, en la presente investigación se puede determinar que lo más óptimo es aplicar una temperatura de 180 °C por 10 minutos.

Silow et al. (2017) investigaron la Optimización de la masa de hojaldre reducida en grasa mediante la metodología de superficie de respuesta. Utilizaron con la metodología de superficie de respuesta (RSM) para evaluar la calidad de la masa de hojaldre para el desarrollo de una versión reducida en grasa. Los parámetros tecnológicos modificados incluyeron el nivel de grasa roll-in, el número de capas de grasa (50-200) y el espesor final (1.0-3.5 mm) de la masa laminada. Las características de calidad de la masa de hojaldre se midieron utilizando el Analizador de Textura con un Cuchillo de Artesanía Extendido (ECK) y una Sonda de Punción Múltiple

(MPP), el VolScan y el sistema de imágenes C-Cell. El número de capas de grasa y el grosor final de la masa, en combinación con la cantidad de grasa enrollada, tuvo un impacto significativo en los parámetros de calidad estructural internos y externos. Solo con cambios tecnológicos, se desarrolló una masa de hojaldre reducida en grasa ($\geq 30\%$). Las cualidades de los pasteles de hojaldre reducidos en grasa fueron comparables a las de los productos convencionales enteros (33 % en peso). Una prueba de aceptación sensorial no reveló diferencias significativas en el sabor a grasa o en el "gusto por la sensación en la boca". Además, el hojaldre reducido en grasa resultó en una significativa ($p < 0,05$) correlación positiva con el "gusto por el sabor" y la aceptación general por parte de los evaluadores.

Hayward y McSweeney (2020) propusieron la utilización de ingredientes no convencionales para mejorar la calidad nutricional, los atributos sensoriales y la funcionalidad de los productos sin gluten. El cáñamo (*Cannabis sativa subsp. Sativa*) es uno de estos ingredientes que aún no se ha evaluado a fondo. El objetivo principal de este estudio fue determinar la aceptabilidad y las percepciones sensoriales de los consumidores del pan sin gluten (GFB) elaborado con harina de cáñamo. El objetivo secundario fue evaluar si la aceptabilidad del pan cambia después de 45 días de almacenamiento congelado siguiendo un método

de horneado parcial. El primer ensayo (n=89) instruyó a los participantes a evaluar seis muestras de pan fresco de diferentes porcentajes de cáñamo (0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 %), utilizando un cuestionario de verificación de todo lo que corresponda y un cuestionario de 9 puntos. escala hedónica. Este procedimiento se repitió para el segundo ensayo (n= 81), que utilizó muestras de pan parcialmente horneado de la misma composición. En general, a medida que aumentó el porcentaje de harina de cáñamo, disminuyó el gusto general por el GFB. La incorporación de cáñamo del 5 % en el pan fresco y la incorporación de cáñamo del 15 % o menos en el pan parcialmente horneado no difirieron significativamente del pan de control (fresco y parcialmente horneado, respectivamente). Los atributos que impulsaron el gusto por el pan fueron suaves (solo para el pan congelado), porosos, húmedos y blandos, mientras que los atributos que llevaron al disgusto fueron los de levadura y densos. En investigaciones futuras, los métodos de horneado parcial deben variarse para evaluar la proporción óptima de congelación y horneado que es específica para los panes a base de cáñamo.

Carr et al. (2006) estudiaron características físicas, texturales y sensoriales del pan francés parcialmente horneado congelado de 7 días, donde al pan parcialmente horneado durante 7 min a 250 °C, después de

enfriarlo, se congeló hasta que la temperatura central alcanzó $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se almacenó a esta misma temperatura hasta 7 días. Las muestras se sacaron diariamente del congelador, se descongelaron y se hornearon a $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 6 min. Los análisis se realizaron 1 hora después del horneado final y también se realizaron en pan francés fresco producido diariamente (control). El peso y el volumen específico del pan parcialmente horneado congelado presentaron diferencia significativa en comparación con uno nuevo. El análisis sensorial fue realizado por un panel entrenado utilizando la prueba de Diferencia con el Control para evaluar la diferencia y el grado de diferencia entre el pan francés parcialmente horneado congelado (FPBFB) y el pan fresco en cuanto a apariencia, tacto directo y sensación en boca. Todas las puntuaciones obtenidas indicaron que los panelistas, durante el período estudiado, consideraron que FPBFB era ligeramente diferente en comparación con uno nuevo. Se aplicó la prueba de aceptación del consumidor para comparar la apariencia (brillo, rugosidad y corte en la superficie del pan), la textura oral (corteza crujiente y firmeza de la miga) y el sabor general entre pan congelado parcialmente horneado y una marca comercial. Todos los puntajes sensoriales obtenidos de la prueba del consumidor indicaron que el horneado parcial congelado de 4 días presentó una aceptación superior a la marca.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

Es de tipo aplicada.

4.2 Población y muestra

- Población: Al ser un estudio experimental y no observacional, la población lo conforman unidades hipotéticas de pan precocido que fueron diseñadas durante la ejecución del estudio.

- Muestras: Las muestras se obtuvieron de acuerdo a los niveles planteados para las variables en estudio (Tabla 5) resultando con 9 tratamientos o muestras según el diseño experimental escogido que fue el factorial 3^2 (Tabla 8).

Tabla 5

Factores y niveles para las pruebas experimentales

Factores	Niveles		
Temperatura de precocción (°C)	130	140	150
Tiempo de precocción (min)	10	15	20

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 6*Combinación de niveles de los factores según el diseño factorial 3²*

Nº	X1:	X2:
	Temperatura de precocción (°C)	Tiempo de precocción (min)
T1	130	10
T2	130	15
T3	130	20
T4	140	10
T5	140	15
T6	140	20
T7	150	10
T8	150	15
T9	150	20

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.3 Materiales y métodos

4.3.1 Materiales

a. Materia prima e insumos

- Harina (proveniente de Alicorp S.A.A.).
- Margarina (proveniente de Alicorp S.A.A.).
- Agua potable.
- Azúcar.
- Sal.

- Huevos.
- Levadura.

b. Maquinaria y equipos

- Amasadora industrial:
 - Marca: Nova.
 - Capacidad: 25 kg.
 - Material: Acero inoxidable AISI 304.

- Horno rotativo industrial:
 - Marca: Nova Max 600.
 - Capacidad: 12 bandejas.
 - Material: Acero inoxidable AISI 304.
 - Tablero electrónico inteligente.
 - Controla tiempo y temperatura de horneado.

- Congelador:
 - Marca: Alaska 150PB0
 - Capacidad: 300 L.
 - Grados de enfriamiento: -28 °C.

- Balanza digital:
 - o Marca: CST.
 - o Capacidad: 7000 g.
 - o Precisión: 1g.

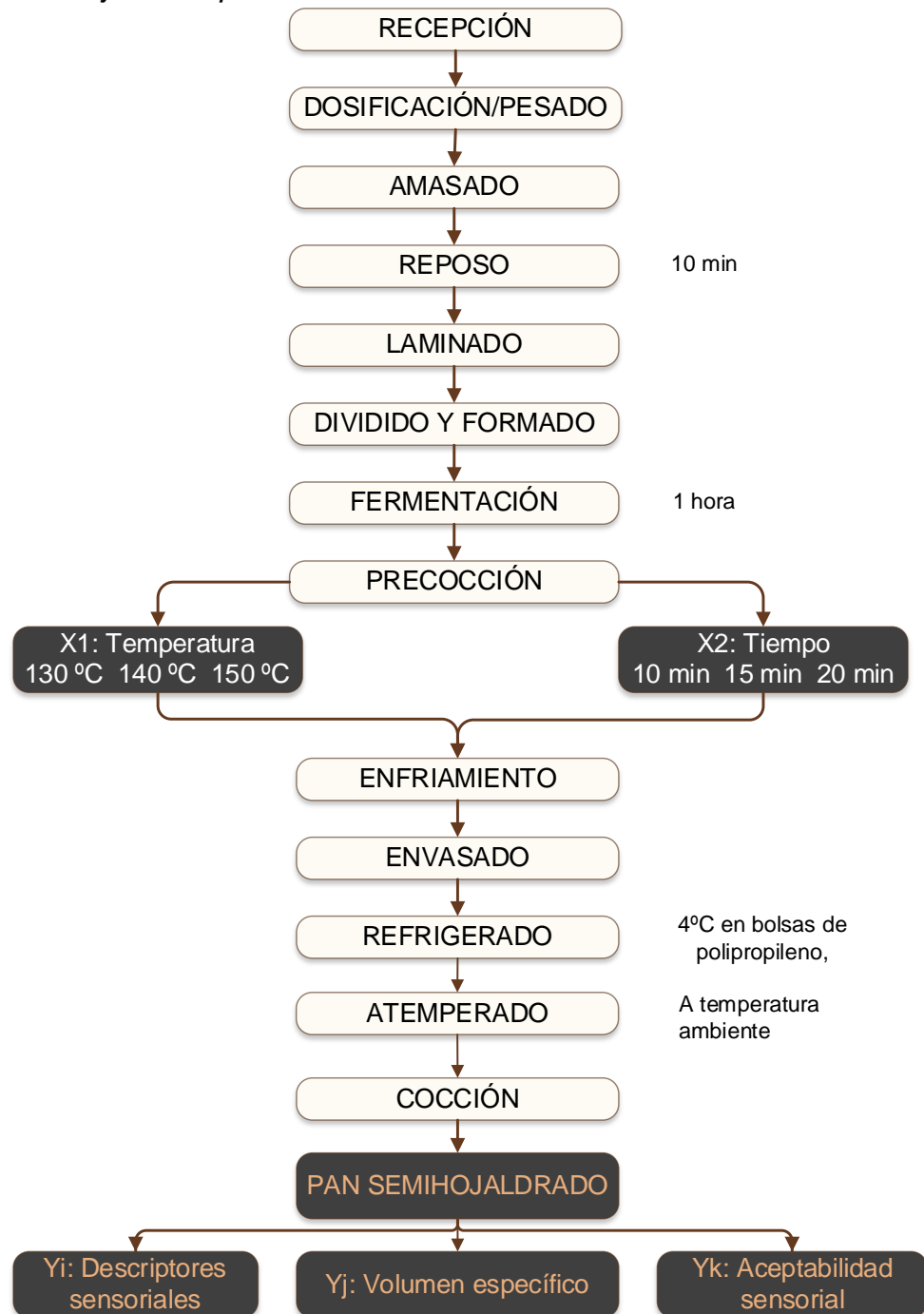
- Rodillo para masas.
- Cortadores.
- Mesa de acero inoxidable.
- Bandejas.
- Recipientes.

4.3.2 Método experimental

La elaboración y análisis del pan especial semihojaldrado precocido se desarrolló a escala de laboratorio de acuerdo al diseño procedimental que se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Diagrama procedimental del proceso de precocción del pan especial semihojaldrado precocido



Fuente: Elaboración propia (2019)

- a) **Recepción de la materia prima:** En la recepción de las materias primas (Figura 5) primas (harina, agua, azúcar, sal, margarina, huevos y levadura) se realizan controles de calidad y aptitud para la elaboración de este pan.

Figura 5
Insumos dispuestos para la preparación.



Fuente: Elaboración propia (2019)

- b) **Dosificación/Pesaje:** La primera norma en toda industria de panificación es el pesaje de todas las materias primas para garantizar una regularidad de las masas.
- c) **Amasado:** El amasado (Figura 6) se realiza de forma mecánica mediante amasadoras. En el pan precocido se sigue la norma de producción de pan normal obteniendo las masas a 22-23 °C (Calaveras, 1996).

Figura 6
Amasado hasta alcanzar el “punto liga”



Fuente: Elaboración propia (2019)

- d) **Reposo:** El tiempo de reposo antes del formado ha de estar proporcionado con la cantidad de levadura añadida, sin embargo, para este tipo de pan el tiempo de reposo es de 10 a 15 minutos, para que la masa luego del amasado se relaje y termine la formación del gluten antes de la siguiente etapa.
- e) **Laminado:** Se procede a incorporar la materia grasa (Figura 7) a la masa, estirándola en forma rectangular, colocándola al medio y cerrar como un libro, para posteriormente hacer los dobleces, dobleces simples y dobles, a fin de formar capas tipo hojaldre; pero con menos cantidad de vueltas.
- f) **División y formado:** La división de la masa es un proceso manual para este tipo de pan, por lo que hay que tener mucha precisión para obtener productos homogéneos. El formado es la operación

que consiste en dar forma a una porción de masa (Figura 8) antes de la fermentación. Ésta será la forma que presentará el pan una vez cocido. La temperatura óptima de la masa para el formado es de 21 a 23 °C (Calaveras, 1996).

Figura 7

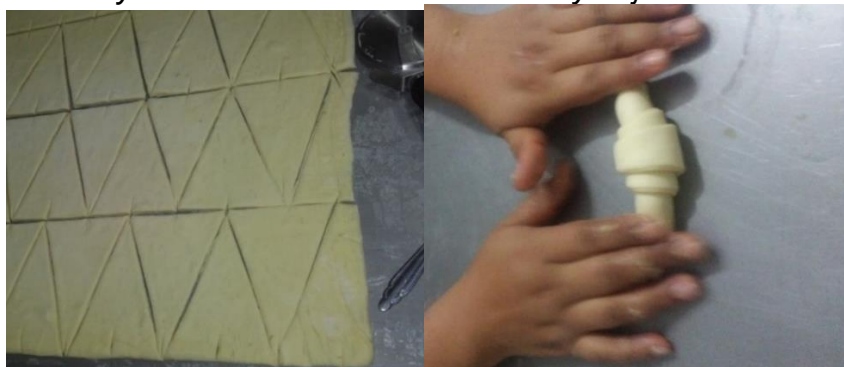
Incorporación de la grasa a la masa y laminado mediante dobleces.



Fuente: Elaboración propia (2019)

Figura 8

División y formado de la masa laminada y hojaldrada



Fuente: Elaboración propia (2019)

- g) **Fermentación:** Es la serie de reacciones bioquímicas llevadas a cabo por en la masa formada (Figura 9) por levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae* y básicamente lácticas y acéticas, que conducen finalmente a la formación de etanol y gas carbónico, y a una serie de fermentaciones secundarias que serán las causantes del aroma y sabor final del pan precocado. En esta etapa la fermentación se da con una humedad relativa entre 75 a 80 % a 27–30 °C (Quaglia, 1991).

Figura 9

Fermentación de las masas formadas



Fuente: Elaboración propia (2019)

- h) **Precocción:** La precocción o primera cocción se realiza generalmente en hornos rotativos. La transmisión del calor en este tipo de horno se realiza por convección (el aire se calienta y

recircula aprovechando su temperatura para la cocción del pan). Dentro de la cámara de cocción se introduce el carro portabandejas y, colocado sobre una plataforma giratoria, el pan va adaptando necesariamente diferentes posiciones relativas ante la corriente de aire caliente (Figura 10). La temperatura y tiempo de precocción serán determinados experimentalmente, hasta que la masa adquiera una temperatura interna de 55 °C, donde se acelera la acción fermentativa, y aumenta el volumen del pan. A partir de los 55 °C, las levaduras mueren y se paraliza la fermentación. Este hecho ocurre antes en las capas externas de la masa, de tal forma que cuando ya ha tomado estructura la corteza, aún sigue habiendo expansión en el interior del pan incrementando la presión, sin que este tome coloración (Calaveras, 1996).

Figura 10

Precocción de muestras (tratamientos) a condiciones de diseño



Fuente: Elaboración propia (2019)

- i) **Enfriamiento:** En el pan precocido esta fase debe hacerse en una forma estándar. Por lo que una vez que ha salido el pan del horno y antes de proceder a las siguientes manipulaciones, el pan debe enfriarse durante treinta o cuarenta minutos, tiempo necesario para que la temperatura interna descienda hasta 30 °C (Quaglia, 1991).
- j) **Envasado:** Las piezas de pan precocidas ya envasadas (Figura 11) se pueden tratar con técnicas de frío como congelación (-30 y -40 °C) y la refrigeración (4 y 6 °C) (Quaglia, 1991).

Figura 11

Panes precocidos antes del almacenaje



Fuente: Elaboración propia (2019)

- k) **Cocción final:** Se realiza en hornos convencionales. En esta última etapa del proceso tiene lugar la reacción de Maillard, formándose una corteza crujiente, dorada y apetitosa. Ello permite disponer de pan recién horneado a cualquier hora del día (Calaveras, 1996).

4.3.3 Métodos de análisis de muestras en investigación

a) Análisis sensorial en los tratamientos

- Perfil sensorial descriptivo: intensidad color, volumen y textura según ficha de cata descriptiva (Anexo 2).
- Aceptabilidad sensorial: Del color, aroma, sabor y textura en la escala hedónica estructurada (Anexo 3).

b) Análisis del volumen específico.

- Volumen específico: De acuerdo con Lainez (2008) aplicando una modificación del método 10-05 de la AACC (2000).

c) Análisis fisicoquímico del producto final

- Humedad: Basado en la pérdida de peso que sufre la muestra por calentamiento, hasta obtener peso constante (AOAC, 2016).
- Proteína: Mediante el método Kjeldahl para determinar el total de nitrógeno en la muestra que multiplicada por el factor proteico presenta el porcentaje de proteína total (AOAC, 2016).
- Cenizas: Método de Calcinación: Se incinera la muestra a 550 °C para quemar todo el material (AOAC, 2016).
- Grasa: Por extracción directa por método de Soxhlet, usando muestra después de la determinación de humedad (AOAC, 2016).

- Carbohidratos: Por diferencia porcentual del total de componentes.

d) Análisis microbiológico del producto final

- Numeración de mohos.
- Numeración de *Staphylococcus aureus*.
- Numeración de *Escherichia coli*.
- Detección de Salmonella.

4.3.4 Métodos de análisis de datos

Los datos de los 9 tratamientos fueron analizados a través de la metodología de superficie de respuesta, se desarrollaron modelos matemáticos a fin de explicar los efectos de las variables y finalmente determinar las condiciones óptimas del proceso de horneado. La validez de predicción y explicación de los modelos fue evaluada por análisis de varianza (ANVA) al 5 % de significancia. Además, se tomó en cuenta lo señalado por los autores Granato y Ares (2014) y Gutiérrez y De la Vara (2008) quienes recomiendan aplicar el método de deseabilidad, para considerar como óptimo a la combinación que resulte con una deseabilidad mayor a 0,7. Para los cálculos necesarios se utilizaron los programas MS Excel 2019 y Minitab 18.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1 Técnicas aplicadas en la recolección de la información

El estudio al ser de tipo experimental, los datos fueron prospectivos y según Supo (2013) se aplicó la técnica de recolección denominada técnica de recolección de datos por observación científica, que se caracteriza porque tuvo la participación directa del tesista además de sistemática porque se utilizaron instrumentos de medición y fue realizada en laboratorio.

5.2 Instrumentos de medición

En el presente estudio los instrumentos de medición a utilizar son las fichas de cata de aceptabilidad sensorial con la ficha que se muestra en el Anexo 1.

5.3 Resultados y discusión

5.3.1 Análisis sensorial descriptivo del pan precocido

Se evaluaron sensorialmente los 9 tratamientos desarrollados aplicando la prueba de la intensidad en la escala de 10 cm con panelistas semientrenados y los resultados promedio se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7*Percepción de los descriptores del pan precocido y horneado*

	X1: Temperatura (°C)	X2: Tiempo (min)	Color	Volumen	Textura
T1	130	10	2,287	2,231	2,131
T2	130	15	2,273	3,073	2,700
T3	130	20	3,300	4,580	3,080
T4	140	10	3,087	3,415	2,919
T5	140	15	3,700	4,146	3,392
T6	140	20	3,913	4,558	4,085
T7	150	10	4,553	5,644	4,236
T8	150	15	5,320	6,573	5,069
T9	150	20	7,327	6,412	6,419

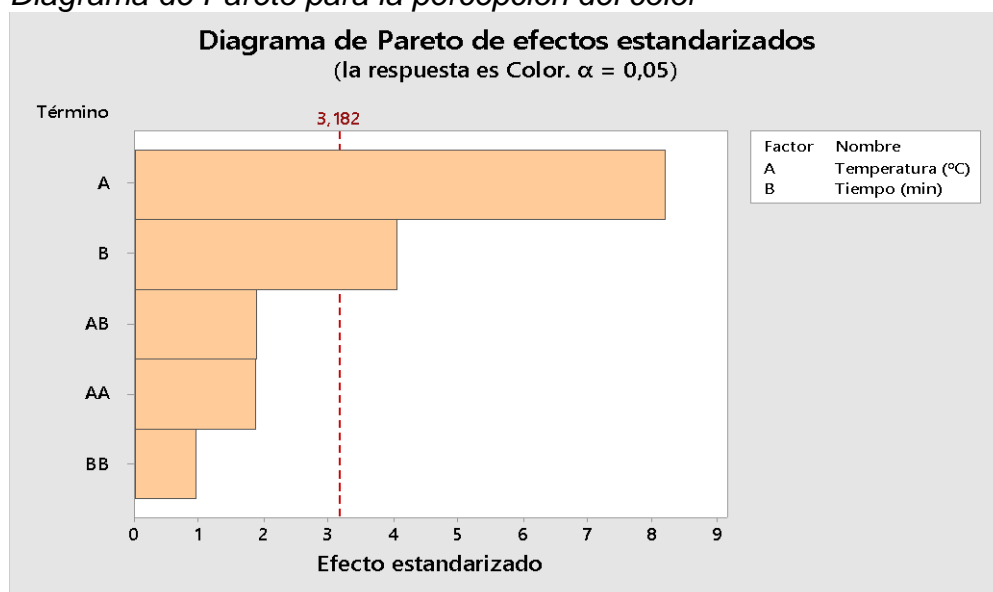
Fuente: Elaboración propia (2019)

a) Análisis de la percepción del color

Según la gráfica de Pareto (Figura 12) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que explican la variabilidad de la percepción de la intensidad del color del pan precocido. Donde se observa el valor crítico de los efectos lineales del tiempo y temperatura de precocción del modelo de regresión con $p\text{-valor} < 0,05$; que han demostrado su influencia sobre la intensidad de color del pan precocido.

Del análisis de varianza del modelo que explica la variación de la percepción del color (Anexo 4), la prueba F ($p\text{-valor}=0,019<0,05$) resultó significativa y complementado con un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 96,84 % valor cercano a 100 %; estos resultados afirman que el modelo propuesto es estadísticamente significativo para explicar la importancia de las variables de proceso de horneado del pan semihojaldrado sobre el cambio del color de blanco a dorado.

Figura 12
Diagrama de Pareto para la percepción del color

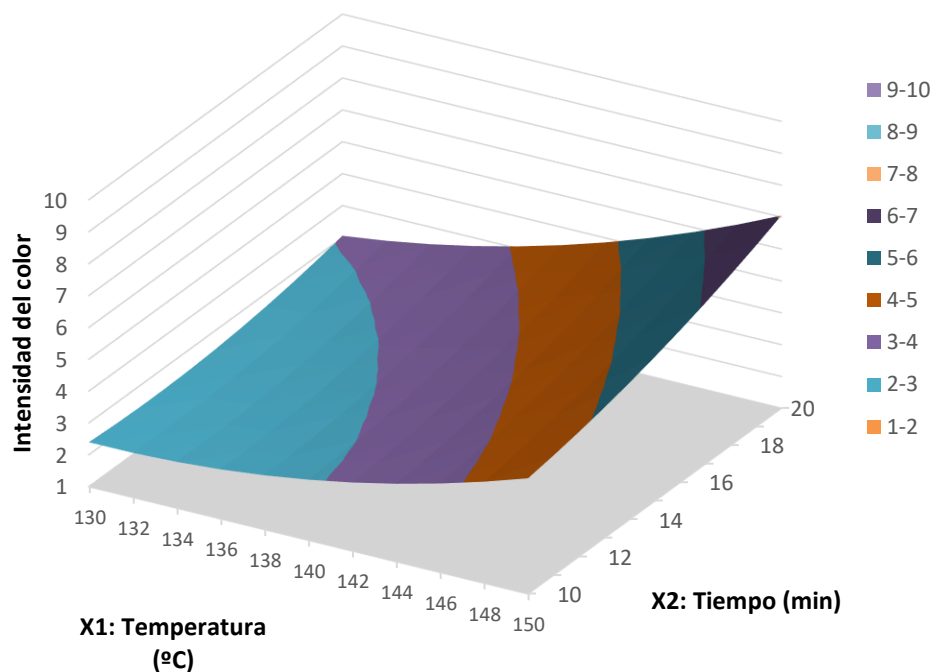


Fuente: Elaboración propia (2020) con Minitab 18.

Mientras en la Figura 13 de superficie de respuesta, se muestra la tendencia en la variación de la percepción del color en función de las variables independientes temperatura y tiempo de horneado, donde la

región de máxima intensidad del color del pan (en morado oscuro) con un rango de blanco a dorado en valores estimados 6 a 7 en la escala 10 corresponde cuando las variables operan a su máximo nivel de horneado.

Figura 13
Percepción de la intensidad del color del pan



Fuente: Elaboración propia (2020)

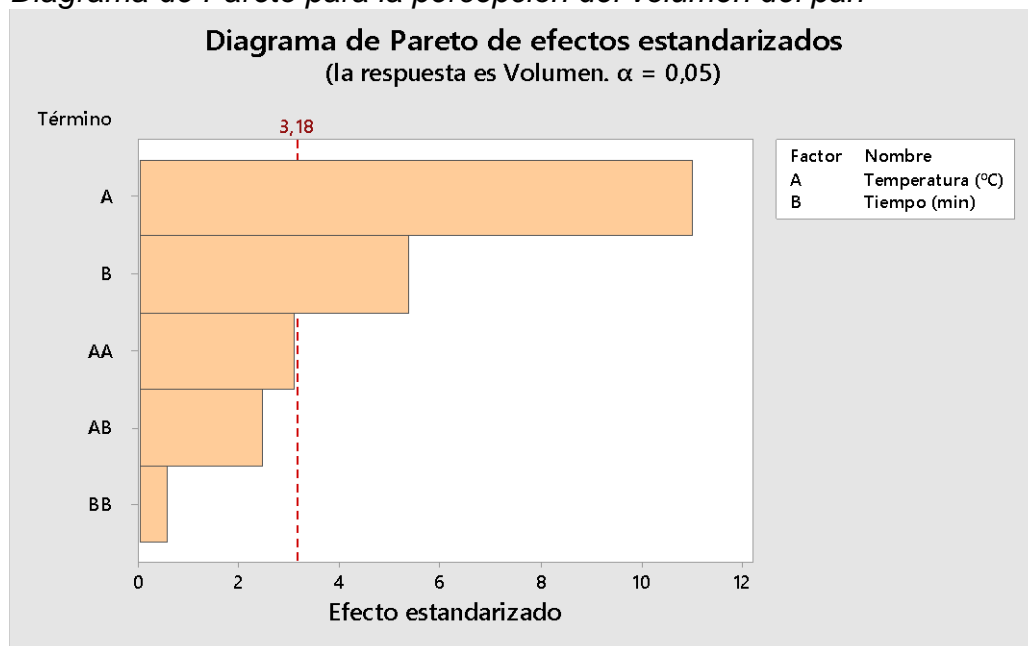
b) Análisis de la percepción del volumen

Según la gráfica de Pareto (Figura 14) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que explican la variabilidad de la percepción de la intensidad del volumen del pan precocido. Donde se observan el valor crítico de los efectos lineales del tiempo y temperatura de precocción del

modelo de regresión con $p\text{-valor} < 0,05$; que han demostrado su influencia sobre la forma del volumen del pan precocido.

Figura 14

Diagrama de Pareto para la percepción del volumen del pan

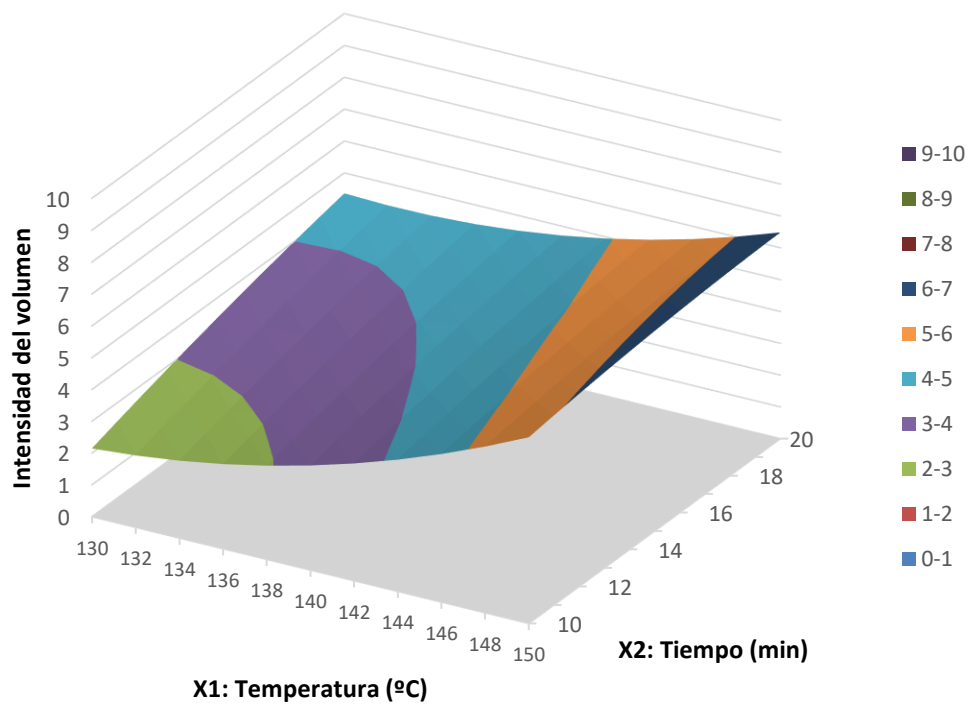


Fuente: Elaboración propia (2020) con Minitab 18.

Del análisis de varianza del modelo que explica la variación de la percepción del color (Anexo 5), la prueba F ($p\text{-valor}=0,008 < 0,05$) resultó significativa y complementado con un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 98,22 % valor cercano al 100 %; estos resultados afirman que el modelo propuesto es estadísticamente significativo para explicar la importancia de las variables de proceso de horneado del pan semihojaldrado sobre el cambio del volumen de “bajo” a “alto”. Mientras en

la Figura 15 de superficie de respuesta, se muestra la tendencia en la variación de la percepción del volumen en función de las variables independientes temperatura y tiempo de horneado, donde la región de máximo volumen alcanzado por el pan (en azul oscuro) con un rango de bajo a alto en un rango estimado de 6 a 7 en la escala de 10, correspondiente cuando ambas variables operan a su máximo nivel de horneado.

Figura 15
Percepción de la intensidad del volumen del pan



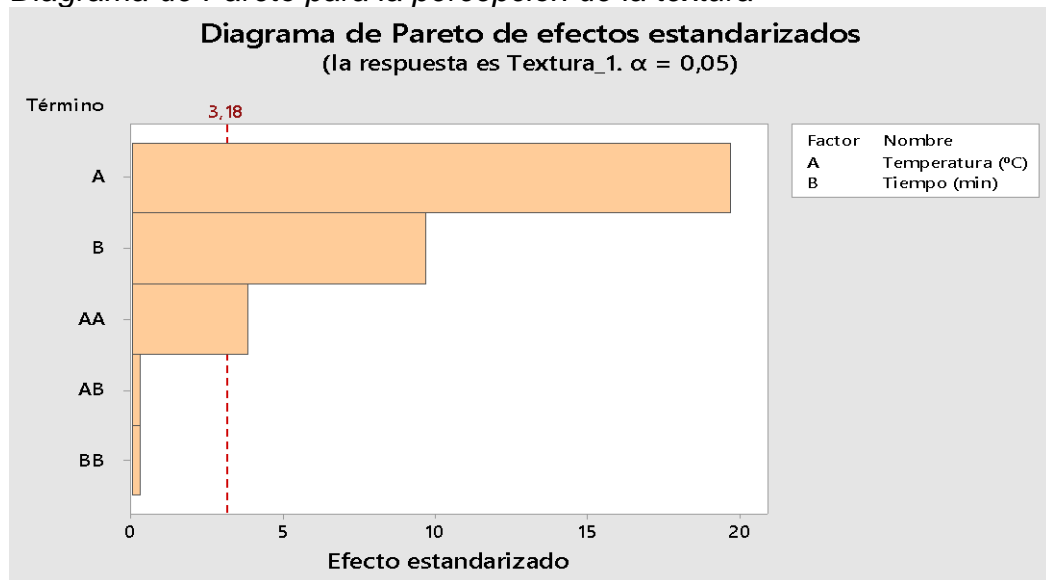
Fuente: Elaboración propia (2020)

c) Análisis de la percepción de la textura

Según la gráfica de Pareto (Figura 16) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que explican la variabilidad de la percepción de la intensidad de la intensidad de la textura del pan precocido. Donde se observa el valor crítico de los efectos lineales del tiempo y temperatura de precocción, así como el efecto cuadrático de la temperatura del modelo de regresión con un $p\text{-valor} < 0,05$; que han demostrado su influencia sobre la intensidad de la textura del pan precocido. Del análisis de varianza del modelo que explica la variación de la percepción de la textura (Anexo 6), la prueba F ($p\text{-valor} = 0,002 < 0,05$) resultó significativa y complementado con un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 99,33 % valor cercano a 100 %; estos resultados afirman que el modelo propuesto es estadísticamente significativo para explicar la importancia de las variables de proceso de horneado del pan semihojaldrado sobre el cambio de la textura de blando a crocante. Mientras en la Figura 17 de superficie de respuesta, se muestra la tendencia en la variación de la percepción de la textura en función de las variables independientes temperatura y tiempo de horneado, donde la región de máximo volumen alcanzado por el pan (en color naranja oscuro) en un rango estimado de 6 a 7 en la escala de 10, correspondiente también cuando ambas variables operan a su máximo nivel de horneado.

Figura 16

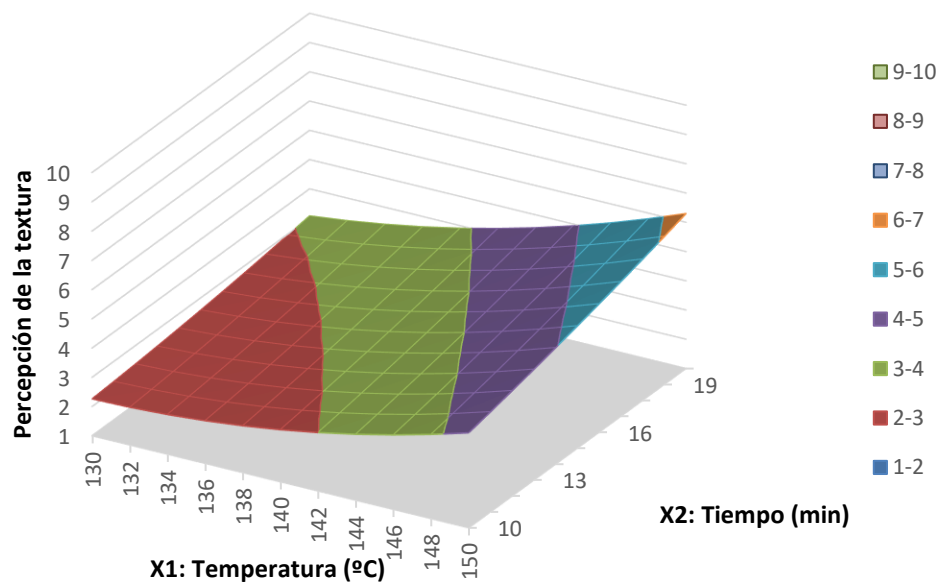
Diagrama de Pareto para la percepción de la textura



Fuente: Elaboración propia (2020) con Minitab 18.

Figura 17

Percepción de la textura del pan



Fuente: Elaboración propia (2020)

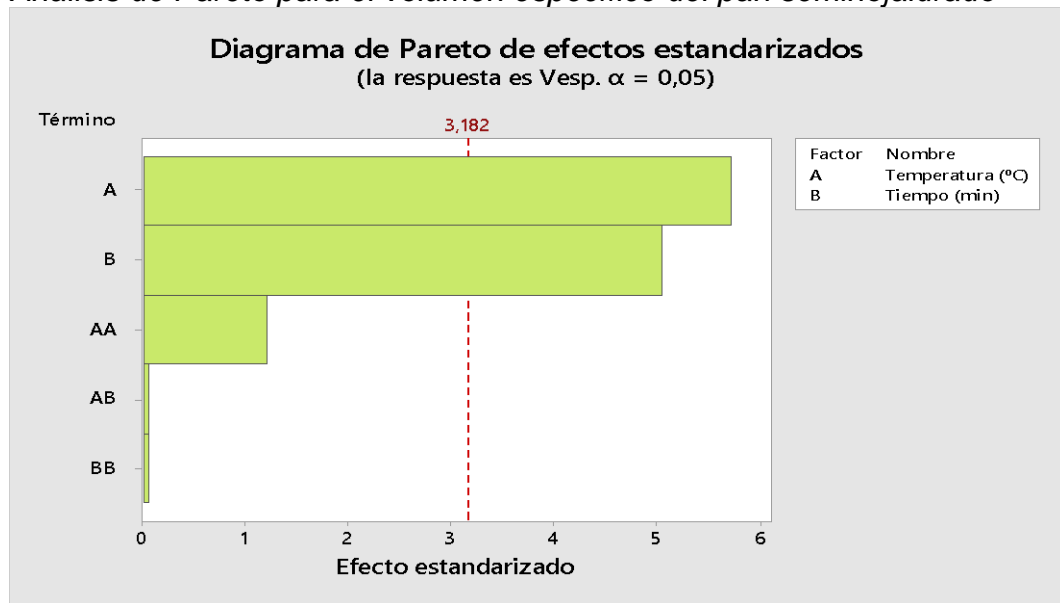
5.3.2 Evaluación física del volumen específico

Con el análisis de Pareto (Figura 18) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo matemático que relaciona la temperatura y tiempo de precocido con el volumen específico del pan. Donde se visualiza que el valor crítico de los efectos lineales del tiempo y temperatura de precocción presentan un p -valor $< 0,05$ que demuestran su influencia sobre el volumen específico del pan precocido. El análisis de varianza que evaluó la significancia del modelo sobre la aceptabilidad del volumen específico (Anexo 11), resultó con un p -valor $= 0,034$, es decir, es significativa y el cálculo del valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 95,22 % resultó cercano a 100 %; ambos resultados confirman que el modelo matemático es estadísticamente significativo y útil para explicar la influencia de la precocción del pan semihojaldrado sobre el cambio de menor a mayor volumen específico.

En la Figura 19 de superficie de respuesta, se muestra la variación del volumen específico en función de las variables independientes temperatura y tiempo de horneado, donde la región de mayor volumen del pan (en naranja oscuro) corresponde a valores entre 3,5 a 4 correspondiendo cuando las variables operan a una temperatura mayor a 142 °C y tiempos mayores a 14 minutos.

Figura 18

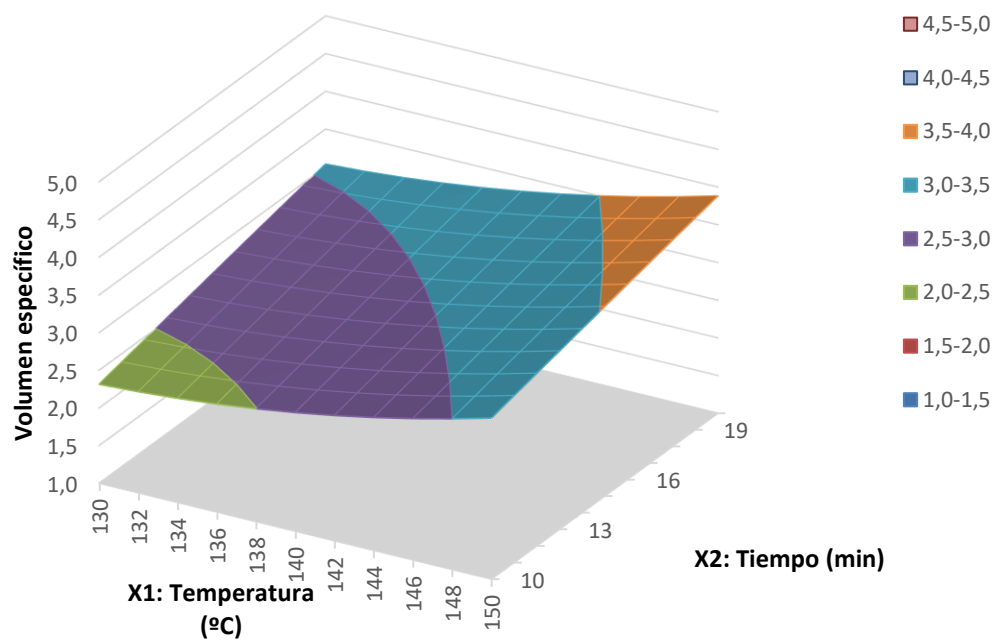
Análisis de Pareto para el volumen específico del pan semihojaldrado



Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 19

Superficie de respuesta para el volumen específico



Fuente: Elaboración propia (2020) con MS Excel 2019

5.3.3 Análisis sensorial hedónico del pan precocido

Se evaluaron sensorialmente los 9 tratamientos desarrollados aplicando la prueba hedónica en la escala de 9 puntos con panelistas semientrenados y los resultados promedio se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Aceptabilidad sensorial de los atributos del pan precocido

	X1: Temperatura (°C)	X2: Tiempo (min)	Color	Aroma	Sabor	Textura
T1	130	10	4,654	4,923	3,960	3,692
T2	130	15	4,423	5,192	3,920	4,577
T3	130	20	4,808	5,538	4,840	5,154
T4	140	10	4,846	5,692	4,600	4,923
T5	140	15	5,269	6,077	5,231	5,385
T6	140	20	5,923	6,000	5,962	6,038
T7	150	10	6,077	6,423	6,115	6,346
T8	150	15	6,615	6,692	6,923	7,000
T9	150	20	7,692	7,462	7,800	7,760

Fuente: Elaboración propia (2019)

a) Evaluación sensorial de la aceptabilidad del color

Según la gráfica de Pareto (Figura 20) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que explican la variabilidad de la aceptabilidad de del color del pan precocido. Donde se observan el valor crítico de los efectos lineales, cuadráticos e interacción del tiempo y temperatura de

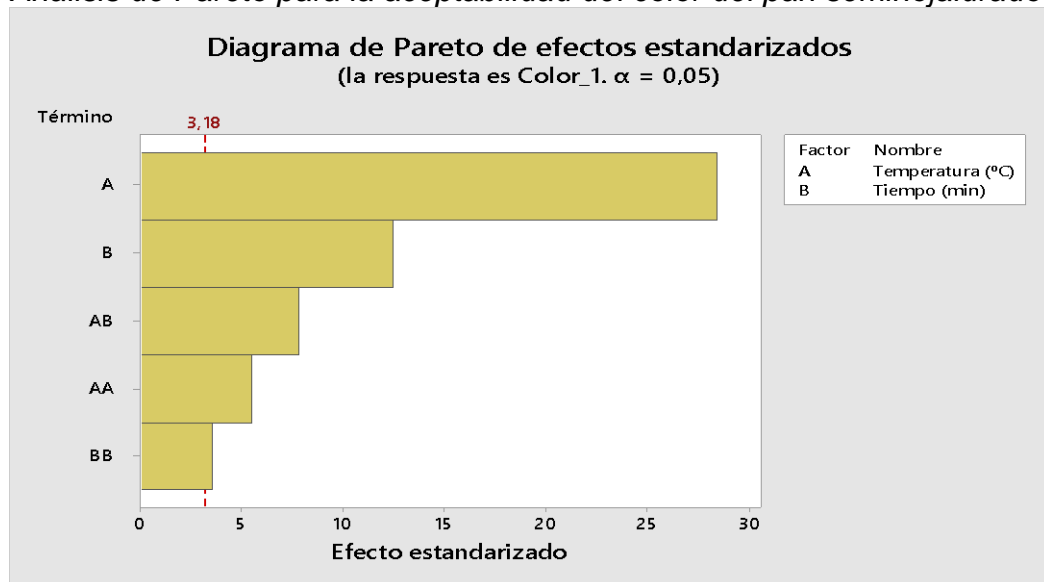
precoccción del modelo de regresión con $p\text{-valor} < 0,05$ han demostrado su influencia sobre la aceptabilidad del color del pan precocido.

El análisis de varianza que evaluó la significancia del modelo sobre la aceptabilidad del color (Anexo 07), resultó con un $p\text{-valor}=0,001$, es decir, es significativa y el cálculo del valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 99,72 % resultó muy cercano a 100 %; ambos resultados confirman que el modelo matemático es estadísticamente significativo y útil para explicar la influencia de la precoccción del pan semihojaldrado sobre la variación de la aceptabilidad del color del pan entre la calificación de me agrada moderadamente a me agrada mucho. En la Figura 21 de superficie de respuesta, se muestra la tendencia de la aceptabilidad en función de las variables independientes temperatura y tiempo de horneado, donde la región de máxima aceptabilidad del color del pan (en azul oscuro) alcanza un rango estimado de 7 a 8 en la escala 9, correspondiendo cuando las variables operan a su máximo nivel de horneado.

Quezada (2011) determino que, el color depende del tiempo de horneado, con un coeficiente de determinación R^2 de 0,93 cercano a 1, lo que indica un muy buen ajuste en la elaboración del pan hallulla, resultados similares en efecto y ajuste a los obtenidos para el pan semihojaldrado.

Figura 20

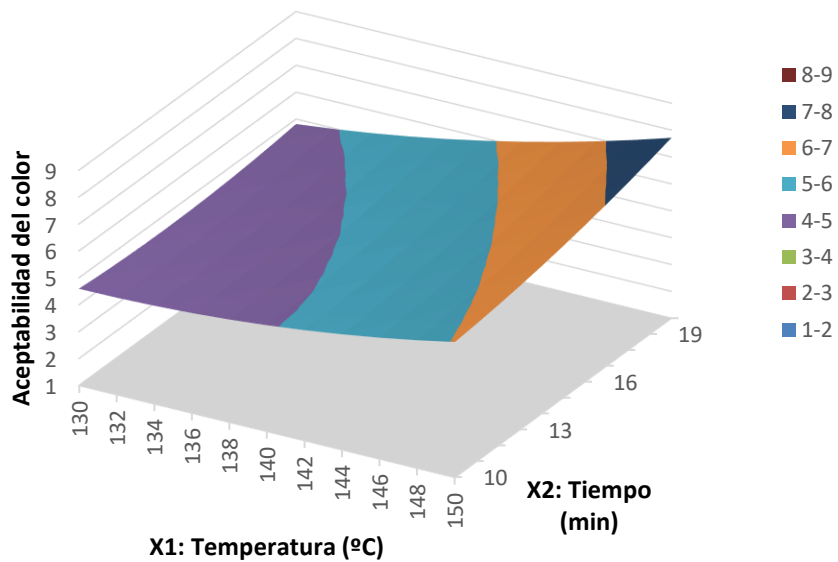
Análisis de Pareto para la aceptabilidad del color del pan semihojaldrado



Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 21

Superficie de respuesta para la aceptabilidad del color



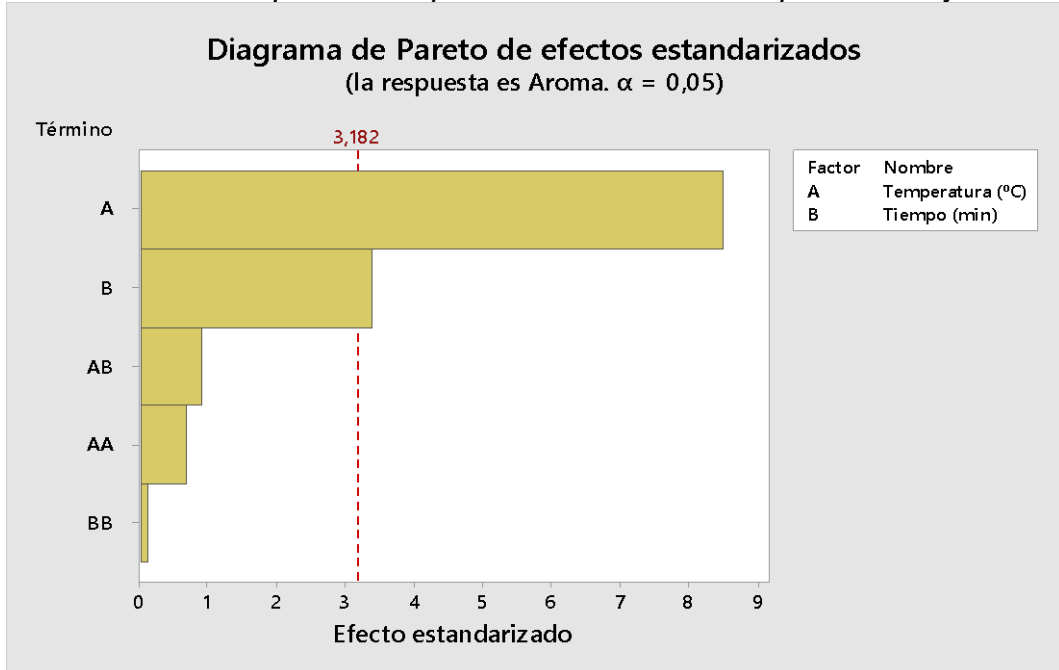
Fuente: Elaboración propia (2020) con MS Excel 2019

b) Evaluación sensorial de la aceptabilidad del aroma

Según la gráfica de Pareto (Figura 22) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que explican la variabilidad de la aceptabilidad del aroma del pan precocido. Se observa el valor crítico de los efectos lineales, del tiempo y temperatura de precocción del modelo de regresión con un p -valor $< 0,05$ que demuestra su influencia sobre la aceptabilidad del aroma del pan precocido. El análisis de varianza que evaluó la significancia del modelo sobre la aceptabilidad del color (Anexo 08), resultó con un p -valor $= 0,021$, es decir, es significativa y el valor del coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 96,60 % resultó muy cercano a 100 %; ambos resultados confirman que el modelo matemático es significativo y útil para explicar la influencia de la precocción del pan semihojaldrado sobre la variación de la aceptabilidad del aroma del pan entre las escalas de “me agrada moderadamente” a “me agrada mucho”.

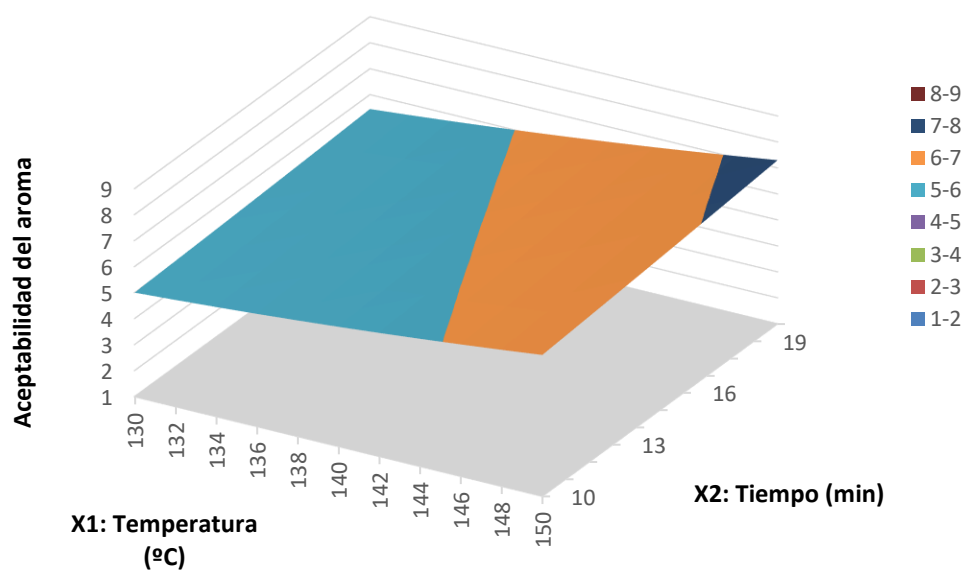
Mientras que en la Figura 23 de superficie de respuesta, se muestra la tendencia de la aceptabilidad en función de las variables independientes temperatura y tiempo de horneado, donde la región de máxima aceptabilidad del aroma del pan (en azul oscuro) alcanza un rango estimado de 7 a 8 en la escala 9, correspondiendo cuando las variables operan a su máximo nivel de horneado.

Figura 22
Análisis de Pareto para la aceptabilidad del aroma del pan semihojaldrado



Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 23
Superficie de respuesta para la aceptabilidad del aroma



Fuente: Elaboración propia (2020) con MS Excel 2019

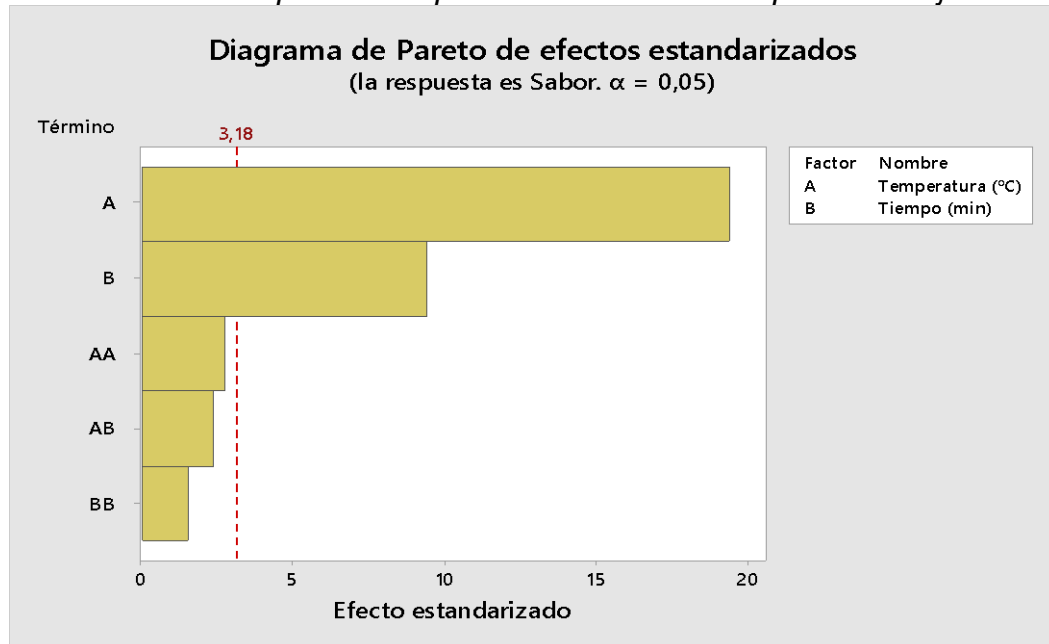
Quezada (2011) indicaron que la aceptabilidad del aroma depende del tiempo de horneado, para un coeficiente de determinación R^2 de 0,96 cercano a 1, lo que indicó un muy buen ajuste en la elaboración del pan hallulla, estos resultados son similares en efecto y ajuste a los obtenidos para el pan semihojaldrado.

c) Evaluación sensorial de la aceptabilidad del sabor

Según la gráfica de Pareto (Figura 24) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que explican la variabilidad de la aceptabilidad del sabor del pan precocido. Donde se observan el valor crítico de los efectos lineales, del tiempo y temperatura de precocción del modelo de regresión con un p -valor $<0,05$ que demuestran su influencia sobre la aceptabilidad del sabor del pan precocido. El análisis de varianza que evaluó la significancia del modelo sobre la aceptabilidad del sabor (Anexo 09), resultó con un p -valor $=0,002$, es decir, es significativa y el cálculo del valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 99,38 % resultó muy cercano a 100 %; ambos resultados confirman que el modelo matemático es estadísticamente significativo y útil para explicar la influencia de la precocción del pan semihojaldrado sobre la variación de la aceptabilidad del sabor del pan entre las escalas de la aceptabilidad de “me agrada moderadamente” a “me agrada mucho”.

Figura 24

Análisis de Pareto para la aceptabilidad del sabor del pan semihojaldrado



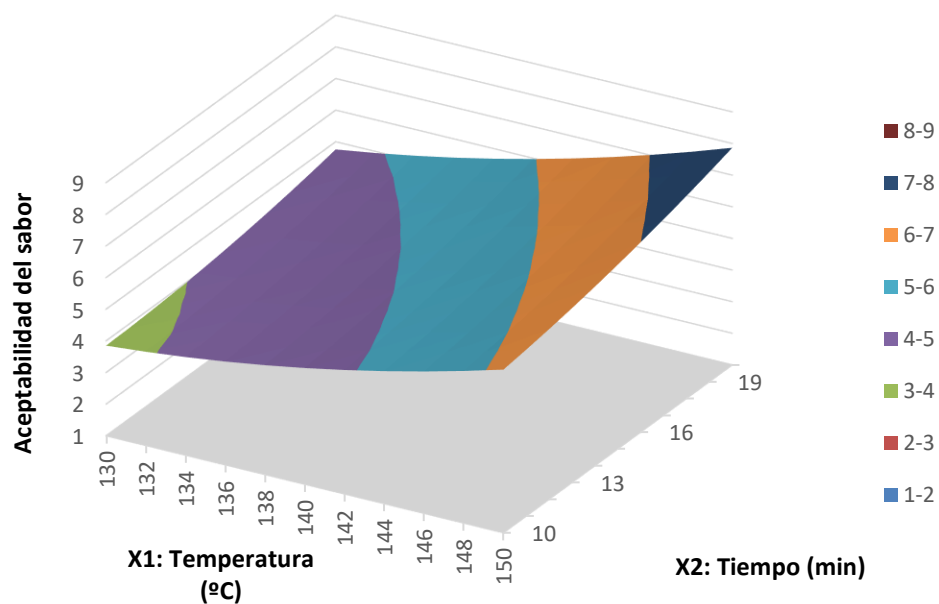
Fuente: Elaboración propia (2020)

Mientras que en la Figura 25 de superficie de respuesta, se muestra la tendencia de la aceptabilidad en función de las variables independientes temperatura y tiempo de horneado, donde la región de máxima aceptabilidad del sabor del pan (en azul oscuro) alcanzó un rango estimado de 7 a 8 en la escala 9, correspondiendo cuando las variables operan a su máximo nivel de horneado.

Para Quezada (2011) la aceptabilidad del sabor depende principalmente del tiempo de horneado, que con un coeficiente de determinación R^2 de 0,89 cercano a 1, indica un buen ajuste en la

elaboración del pan hallulla, resultados son similares en efecto y ajuste a los obtenidos para el sabor del pan semihojaldrado.

Figura 25
Superficie de respuesta para la aceptabilidad del sabor



Fuente: Elaboración propia (2020) con MS Excel 2019

Según Cote (2019) por lo general, se requiere un tiempo de prueba prolongado para que los sabores del pan se desarrollen por completo. La actividad enzimática de la levadura y el ácido láctico en la masa comienza con el amasado. Por lo tanto, este es un paso clave en el desarrollo de sabores únicos en el pan. Ello explica porque en el caso del pan semihojaldrado las muestras con mayor tiempo de precocción alcanzaron las mayores calificaciones de aceptabilidad en el atributo sabor.

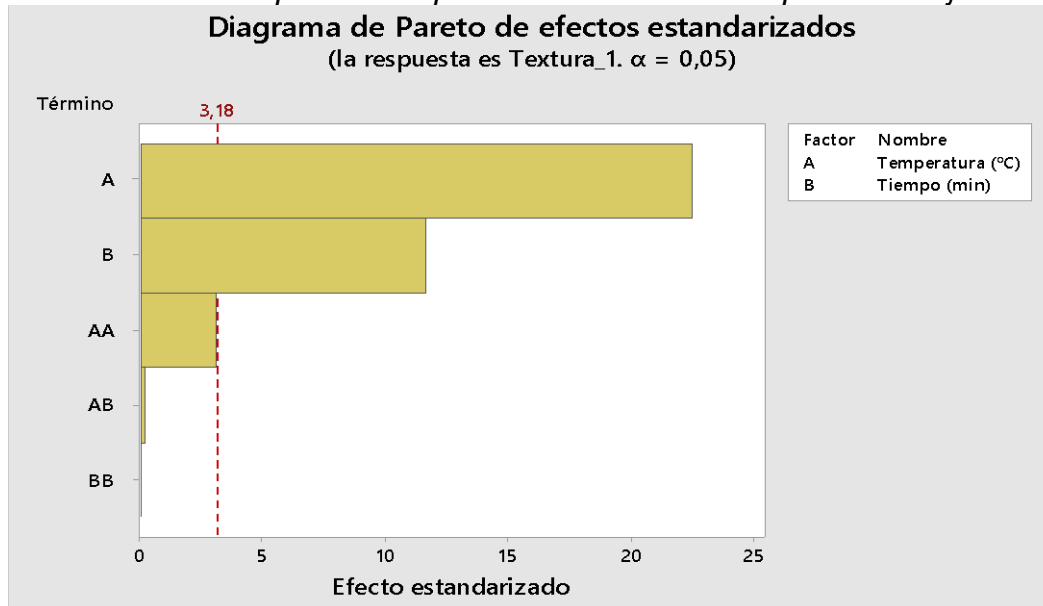
d) Evaluación sensorial de la aceptabilidad de la textura

Según la gráfica de Pareto (Figura 26) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que explican la variabilidad de la aceptabilidad de la textura del pan precocido. Donde se observa el valor crítico de los efectos lineales, del tiempo y temperatura de precocción del modelo de regresión con un p -valor $< 0,05$ que demuestran su influencia sobre la aceptabilidad de la textura del pan precocido. Del análisis de varianza del modelo que explica la variación de la aceptabilidad de la textura (Anexo 10), la prueba F (p -valor $= 0,001 < 0,05$) resultó significativa y complementado con un valor de coeficiente de determinación múltiple (R^2) de 99,54 % valor relativamente cercano a 100 %; estos resultados afirman que el modelo propuesto es estadísticamente significativo para explicar la importancia de las variables de proceso de precocción del pan semihojaldrado sobre el cambio de la aceptabilidad de la textura entre me agrada moderadamente a me agrada mucho.

Para Quezada (2011) la aceptabilidad de la textura también depende del tiempo de horneado, para un coeficiente de determinación R^2 de 0,89 cercano a 1 que indica un buen ajuste en la elaboración del pan hallulla, resultados similares en efecto y ajuste a los obtenidos para la aceptabilidad del pan semihojaldrado.

Figura 26

Análisis de Pareto para la aceptabilidad de textura del pan semihojaldrado

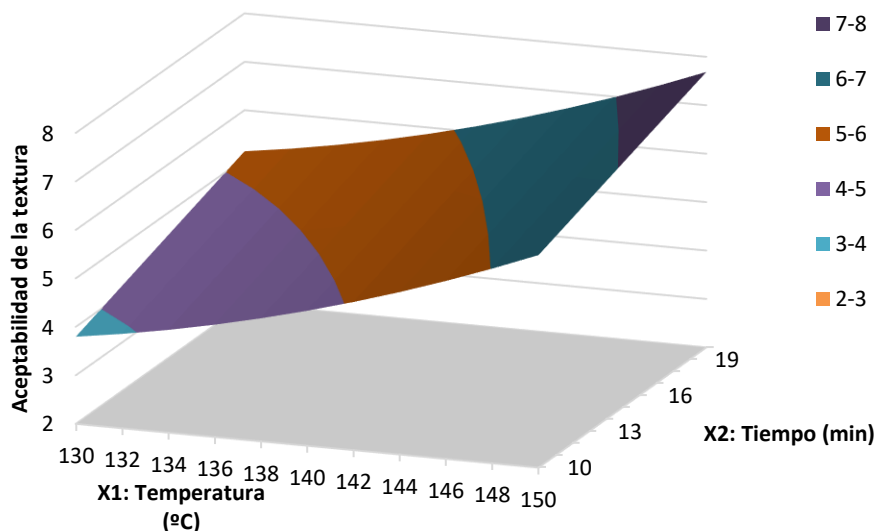


Fuente: Elaboración propia (2020)

Mientras que en la Figura 27 de superficie de respuesta, se muestra la tendencia de la aceptabilidad en función de las variables independientes temperatura y tiempo de horneado, donde la región de máxima aceptabilidad de la textura del pan (en azul oscuro) alcanza un rango estimado de 7 a 8 en la escala 9, correspondiendo cuando las variables operan a su máximo nivel de horneado. Ozilgen et al. (1994) afirma que los efectos del calor se manifiestan a través de cambios físicos y químicos en una masa panadera durante la cocción, incluyendo el aumento de volumen de los alveolos, desnaturalización y coagulación de proteínas, gelatinización de almidón, formación de corteza, reacciones de pardeamiento, evaporación de agua y desarrollo de estructura porosa.

Figura 27

Superficie de respuesta para la aceptabilidad de la textura



Fuente: Elaboración propia (2020) con MS Excel 2019

La variación de la aceptabilidad del pan se muestra cuando los tiempos de cocción son cortos, por debajo de 14 min, esto probablemente evidencio una falta de cocción de la miga, lo que contribuyó a una consistencia excesivamente húmeda y gomosa y también al empeoramiento de dicha textura características como elasticidad y resistencia. Alta humedad de la miga produce un aumento de la pegajosidad, que resultó en un marcado aumento indeseable en su viscosidad. Por lo tanto, tal como lo afirman Miroslaw y Krzysztof (2002) el tiempo de precocción aplicado antes de la congelación de productos de panadería considerablemente influye en su calidad después de descongelar y volver a hornear.

5.3.4 Optimización del proceso de precocción

Para la optimización múltiple se tomaron las siguientes restricciones:

- Variables de entrada: mantener en el rango de estudio a los niveles de las variables independientes (temperatura y tiempo de precocción).
- Variables respuestas: Maximizar los atributos sensoriales color, aroma, sabor y textura.

Aplicando la metodología de la función deseada mediante el paquete estadístico Statgraphics, en la Tabla 9 se muestra los resultados de la optimización que satisfacen los criterios establecidos.

Tabla 9

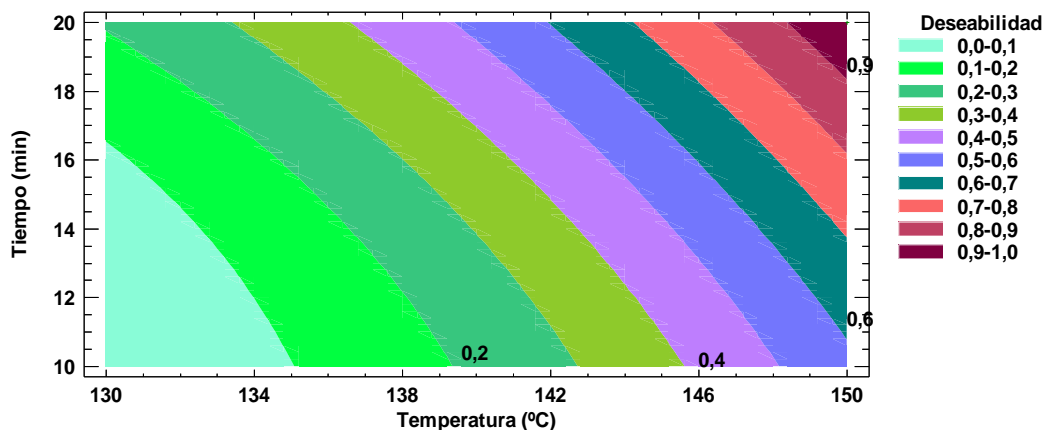
Parámetros del proceso de precocción del pan especial semihojaldrado

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Variables independientes			
Temperatura	130	150	150
Tiempo	10	20	20
Variables dependientes			
	Color		7,71
	Aroma		7,29
Escala hedónica	Sabor		7,86
	Textura		7,92
	Descriptor color		7,05
Descriptores	Descriptor volumen		6,48
	Descriptor textura		6,30
V específico			3,88
Deseabilidad			0,979

Fuente: Elaboración propia (2020) con Statgraphics centurión 16

La Figura 28 ubica el punto óptimo del pan semihojaldrado precocido según los factores de precocción (temperatura y tiempo). La solución óptima presentó las siguientes condiciones: temperatura de precocción de 150 °C con 20 minutos de tiempo de proceso. Estos resultados resulto con un valor de deseabilidad fue de 0,979 valor que es mayor al 0,7 para ser considerado adecuado para denominarse solución óptima tal como lo recomiendan los autores Granato y Ares (2014) así como por Gutiérrez y De la Vara (2008), que para este caso se busca la máxima aceptabilidad combinada de los atributos sensoriales del pan precocido, alcanzando un rango estimado de los atributos sensoriales evaluados entre 7 a 8 en la escala 9, correspondiendo a una escala hedónica entre “me agrada moderadamente” a “me agrada mucho”.

Figura 28
Superficie de respuesta para la condición óptima del precocido del pan especial semihojaldrado

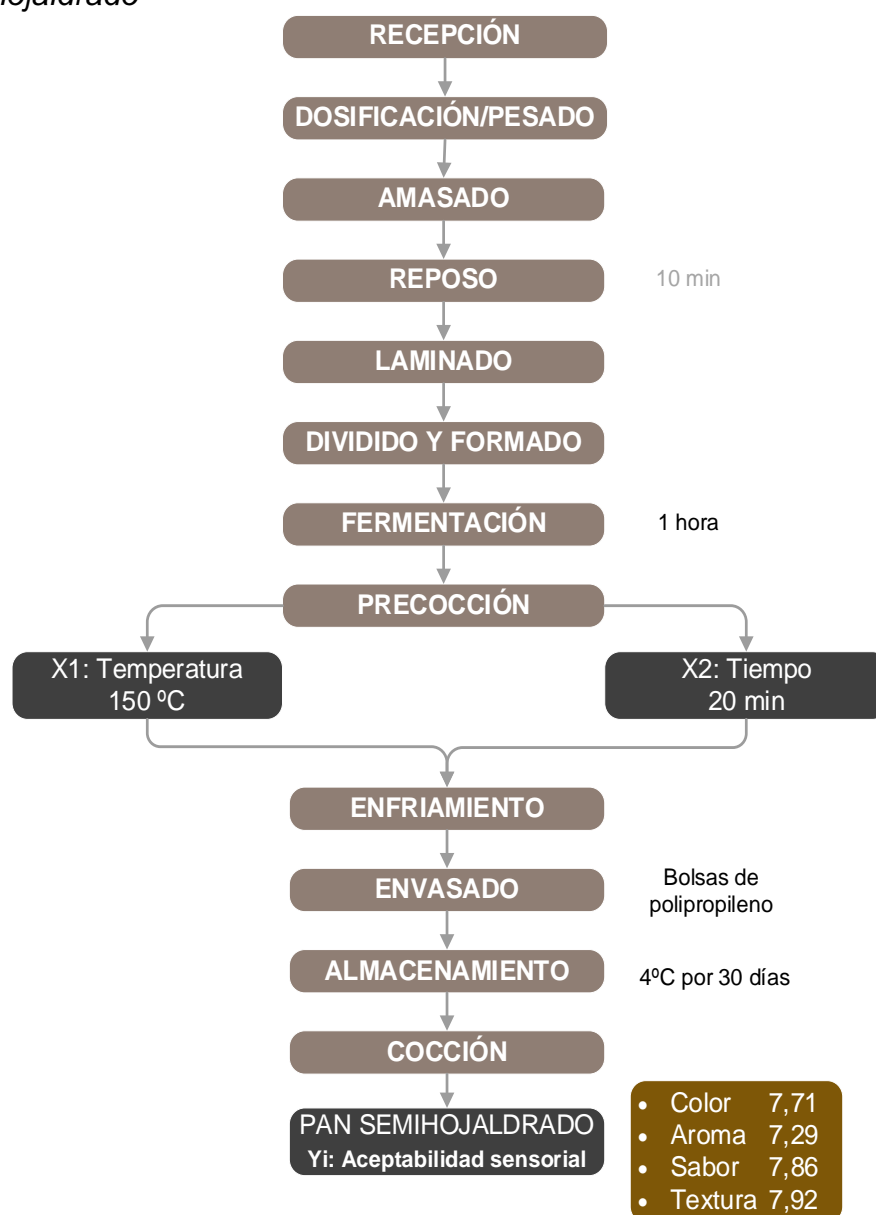


Fuente: Elaboración propia (2020) con Statgraphics centurión 16

En la Figura 29 se muestra los parámetros óptimos para el proceso de precocción y el producto final en la elaboración del pan semihojaldrado.

Figura 29

Flujo definitivo con los parámetros de precocción del pan especial semihojaldrado



Fuente: Elaboración propia (2020)

Según Mirosław y Krzysztof (2002) la tecnología del pan parcialmente horneado congelado en principio no es muy diferente al tradicional, ya que el producto se somete, antes de congelación, todas las transformaciones necesarias para preparar la masa en pan. El proceso de horneado, sin embargo, se interrumpe por congelación justo antes del inicio de la reacción de Maillard, que produce el pardeamiento del corteza. El aplazamiento de esta reacción hasta la etapa de reequilibrio después de la descongelación tiene una influencia significativa sobre la calidad del pan.

Como afirma Mirosław y Krzysztof (2002) en un pan parcialmente horneado, congelado y almacenado con una fracción del 71 % del tiempo de horneado, después de volver a hornear, no solo genera características de textura favorables, sino también una mejor calidad sensorial en comparación con su cocción completa contraparte que no fue recalentada. Esto era debido en gran medida, a la mejora de la sensibilidad característica de este pan como resultado de la reacción de Maillard durante el reequilibrado después del almacenamiento en congelación. Es decir que la equilibrada percepción de la aceptabilidad sensorial de la muestra optimizada (escala entre 7 y 8) del pan semihojaldrado muy probablemente también se haya visto favorecida por el proceso de precocción y posterior refrigeración. Aunque tampoco se debe descartar el

importante contenido de grasa que también aporta cualidades sensoriales, tal como se muestra en la Tabla 10 con la composición proximal promedio destacándose el porcentaje de grasa, típico en los panes semihojaldrados.

Tabla 10
Composición proximal del producto final

Componente	Hojaldre experimental optimo	Hojaldre con reducción de grasa (Silow et al., 2017)
Carbohidratos	33,93 %	52,6 %
Cenizas	3,45 %	1,5 %
Fibra	5,71 %	--
Grasa	28,24 %	29 %
Humedad	20,62 %	10,2 %
Proteínas	8,05 %	6,7 %

Fuente: Elaboración propia (2020)

Silow et al. (2017) al optimizar la reducción de grasa de masas hojaldre determinaron que el contenido de grasa en las muestras fue entre 29,0 g hasta 45,0 g para la muestra de hojaldre con grasa reducida y la muestra control respectivamente. Esto equivale a una reducción total de grasa del 36 %. Estos resultados muestran que para el contenido de grasa del hojaldre optimizado del presente estudio es muy similar en su composición.

Sin embargo, también se debe destacar que existe mucha diferencia en el contenido de humedad pues mientras Silow et al. (2017) presenta un

10,2 %; la muestra experimental optimizada esta en 20,62 % practicamente el doble del contenido de la muestra en referencia, dando ha entender que el proceso de precocción justamente no ha culminado con el horneado de la muestra, sin embargo puesto que el horneado solo afectaria a la cantidada de agua es poco probable que afecte porcentualmente los demas componentes.

Otra aspecto a destacar es el contenido de cenizas, que mayoritariamente hace referencia al contenido de sal, que en la muestra experimental optimizada es casi el doble que la muestra de hojaldre con grasa reducida, al respecto Beck et al. (2012) afirman que en general, las masas con niveles bajos o nulos de sal son más viscosas, carecen estabilidad y se espera que sean muy débiles, debido a una menor formación de redes de proteínas y, por lo tanto, pocos componentes elásticos

Eso explicaría del porqué las muestra experimentales algunas alcanzaron el máximo de calificación en volumen del pan, lo que demuestra que la masa hojaldre utilizada se desempeñó muy bien durante el proceso de precocción. Tal como indica Beck et al. (2012) esto es debido a que la interacción entre los enlaces cruzados de polímeros de la masa con la sal

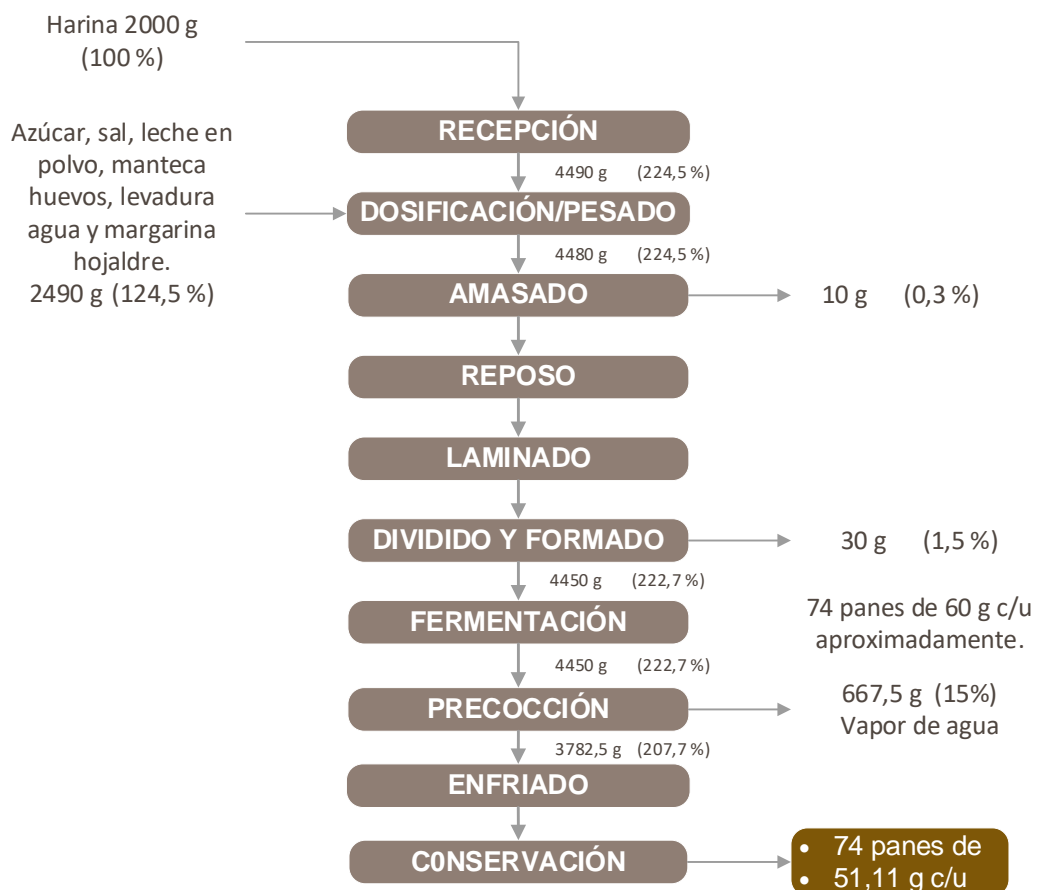
se vuelve más fuerte, mejora el gluten y la formación de redes y, por lo tanto, aumenta la resistencia y extensibilidad de la masa.

Asimismo, el contenido de proteína de la muestra experimental optimizado solo es ligeramente mayor que la muestra de hojaldre con grasa reducida, es decir que el uso de la harina fuerte y sal es una combinación útil para el hojaldre, aunque como afirma McCann & Day (2013) los niveles bajos de sal o la ausencia de sal pueden no tener efectos tan negativos en las harinas más fuertes con un mayor contenido de proteínas en comparación con las harinas bajas en proteínas

El balance de materia de la Figura 30 destaca no solo el rendimiento en unidades producidas en peso sino también de cómo es que se prepararon las unidades de estudio (panes precocidos) sin considerar el peso final del pan ya en el horneado definitivo, y tomando en cuenta que es precisamente en la etapa de precocción donde se evidencia la mayor pérdida de peso por evaporación del agua (15 %) da a entender que el rendimiento bien podría también verse afectado por el proceso de precocción, aunque esta características no fue parte del estudio bien podría servir para futuras investigación a fin de considerar junto con los aspectos

económicos, es decir puede ser útil considerarla para propósitos industriales.

Figura 30
Balance de masa del pan especial semihojaldrado (precocido)



Fuente: Elaboración propia (2020)

Asimismo, se realizó el análisis microbiológico de tratamiento optimizado (pan semihojaldrado precocido) a fin de demostrar su inocuidad y tal como lo corroboran los resultados en la Tabla 11, el pan optimizado

precocido, cumple con los requisitos sanitarios establecidos en la norma sanitaria nacional, es decir es un alimento inocuo para horneado final y consumo.

Tabla 11

Calidad microbiológica del producto final horneado

Análisis	Resultado	Norma sanitaria (límite)
Mohos (ufc/g)	<10	100
<i>Estafilococcus aureus</i> (NMP/g)	<10	10
<i>E. Coli</i> (NMP/g)	<3	3
<i>Salmonella</i> (/25 g)	ausencia	ausencia

Fuente: Elaboración propia (2021)

El método de horneado parcial era un método adecuado para la producción de pan blanco, lo indican Karaoglu et al. (2005) además que afirma que “la calidad microbiológica es más útil en panes parcialmente horneados almacenados a temperatura de refrigerador que a temperatura ambiente recomendando además el uso de un agente antimicrobiano en los panes parcialmente horneados es muy importante y, en caso contrario, los panes parcialmente horneados deben almacenarse a temperatura de nevera (4 ± 2 °C)”, aunque para el presente estudio, el pan precocido no requirió de conservante para mantener un nivel de inocuidad aceptable, prueba de ello es que previo al horneado final, las masas precocidos

reportaron recuentos aceptables de los microorganismos indicadores de la calidad microbiológica.

Los resultados de aceptabilidad sensorial del pan especial semihojaldrado según su escala de calificación presentan valores superiores a la media, que los resultados de la calificación de sus descriptores sensoriales, es decir que probablemente se requiera mezclar con otros tipos de harina para mejorar su aceptabilidad, posición que coincide con Ljung (2001) quien afirma que los resultados de las pruebas sensoriales descriptivas, en comparación con los resultados de las pruebas de los consumidores, pueden contribuir a decidir por la calidad de la harina para su mejor uso. Esto puede verse como parte del aprendizaje colaborativo, donde diferentes actores del mercado (productores, consumidores) se comunican para orientar la producción y el consumo hacia la sostenibilidad.

CONCLUSIONES

1. Los efectos lineales del tiempo y temperatura de precocción influyeron significativamente ($p\text{-valor}<0,05$) sobre la intensidad de color del pan precocido que va de blanco a dorado, también sobre la forma del volumen del pan precocido con un rango de “bajo” a “alto”. Además, el efecto cuadrático de la temperatura también demostró su influencia ($p\text{-valor}<0,05$) sobre la intensidad de la textura del pan precocido en un rango entre “blando” a “crocante”.
2. Los efectos lineales del tiempo y temperatura de precocción influyeron ($p\text{-valor}<0,05$) sobre el volumen específico del pan precocido, la región de mayor volumen del pan correspondió a valores entre 3,5 a 4 cuando las variables operan a una temperatura mayor a 144 °C y tiempos mayores a 14 minutos.
3. Los parámetros de temperatura y tiempo de precocción del pan semihojaldrado son los siguientes: 150 °C por 20 minutos. Combinación que con valor de deseabilidad de 0,979 para la máxima aceptabilidad combinada de los atributos sensoriales del pan precocido que alcanzo un rango de aceptabilidad entre 7 a 8 en la escala hedónica de 9, categorizando el pan entre “me agrada moderadamente” a “me agrada mucho”.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar el efecto de porcentaje y tipo de grasa sobre el volumen y humedad del pan semihojaldrado.
2. Evaluar la vida útil del producto final por efecto de la conservación en refrigeración y tipos de envase.
3. Evaluar presencia de relleno en los panes semihojaldrados en función a su estabilidad física del relleno y calidad sensorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aksezer C. (2008). *On the sensitivity of desirability functions for multiresponse optimization*, Journal of Industrial and Management Optimization 4(4), 685-696,
- Álvarez Zulma y Tusa Enrique (2009). Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador
- Applied Baking Technology (AIB) (1994). *Manual de Capacitación y desarrollo de la panificación*. Capítulo 16: Masas laminadas, danés y croissant. Manhattan
- Aragundi , K.; Plua B. (2015). *Utilización de harina de zanahoria amarilla (Daucus carota) en la elaboración de pan*. Red repositorios de acceso abierto del Ecuador.
- Arias, D. (2002). Evaluación de cinco proporciones de harina de trigo con harina integral para la elaboración de Pan Francés Integral. Honduras. Tesis.
- Bárcenas, M; Rosell, C. (2003). *Effect of Freezing and Frozen Storage on the Staling of Partly Baked Bread*. *European Food Research and Technology*, 218, 56-61.

- Bárcenas, M; Rosell, C. (2004). *Use of Hydrocolloids as Bread Improvers in Interrupted Baking Process with Frozen Storage*. *Food Hydrocolloids*, 18, 769-774.
- Bárcenas, M; Rosell, C. (2006). *Effect of Frozen Storage Time on the Bread Crumb and Aging of Parbaked Bread*. *Journal of Food Engineering*, 72, 92-99.
- Beck, M., Jekle, M., & Becker, T. (2012). *Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeast-leavened products. I. Rheological attributes*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2012.
- Bennion, E. (1991). *Fabricación de Panes*. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Bhise S. y Kaur A. (2014). *Baking quality, sensory properties and shelf life of bread with polyols*. *J Food Sci Technol*.
- Calaveras, J. (1996). *Tratado de Panificación y Bollería*. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Callejo, M. (2002). *Industrias de Cereales y Derivados*. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Callejo, M. (2011). *Present situation on the descriptive sensory análisis of bread* Dpto. Tecnología de Alimentos, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.

- Carr L., Rodas M., Della Torre J. y Tadini C. (2006). *Physical, textural and sensory characteristics of 7-day frozen part-baked French bread*, LWT - Food Science and Technology,
- Catania C. y Avagnina S. (2007). *El análisis sensorial*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. Mendoza-Argentina
- Cauvain, S; Lidis, S. (2002). *Fabricación del Pan*. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Chambers E. (2019). *Analysis of Sensory Properties in Foods: A Special Issue*. Center for Sensory Analysis and Consumer Behavior, Kansas State University, 1310 Research Park Dr., Manhattan, KS 66502, USA.
- Cheftel, J; Henry, C. (1976). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. (2ª Ed.). Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Collazos, C. (1996). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Lima, Perú: Editora Gráfica.
- Cote, J. (2019). Desarrollar sabores y aromas únicos de pan. 25-05-2021, de Bakerpedia Sitio web: <https://bakerpedia.com/developing-unique-bread-flavors-and-aromas/>
- FAO (2014). Bread. En: <http://www.fao.org/3/au108e/au108e.pdf>

- Fik, M; Surowka, K. (2002). *Effect of Prebaking and Frozen Storage on the Quality and Instrumental Texture of Bread*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 1268-1275.
- Fleischmann. (2002). *Manual de Panadería*. Lima, Perú: Editora Gráfica.
- Frazier, W; Westhoff, D. (1993). *Microbiología de los Alimentos*. New York, U.S.A: Editorial McGraw Hill Book Company.
- Ghotra BS, Dyal SD, Narine SS (2002). *Acortamientos lipídicos: una revisión*. *Food Research International*. Volume 35, Issue 10, 2002, Pages 1015-1048
- Giannou V., Kessoglou V. and Tzia C. (2003). *Quality and safety characteristics of bread made from frozen dough*. *Trends in Food Science & Technology* 14. 99-108
- Gil, M. J., Callejo, M. & Rodríguez, C. (1997). *Effect of water content and storage time on white pan bread quality: instrument evaluation*. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 205, 268-273.
- Granato D. y Ares G. (2014). *Mathematical and statistical methods in food science and technology*. WILEY Blackwell. West Sussex, UK.
- Gutiérrez C. (2012). *Preparación de alimentos y bebidas IV*. RED Tercer milenio. México.
- Gutiérrez H. y De La Vara R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. McGraw Hill 2da edición. México D.F

- Hayward L., McSweeney M (2020). *Acceptability of bread made with hemp (Cannabis sativa subsp. sativa) flour evaluated fresh and following a partial bake method*. Journal Food Science. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15372>
- Ibarz, A. (2005). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos*. Madrid, España: Ediciones Grupo Mundi-Prensa.
- Karaoglu M., Gürbüz H. & Gurses M. (2005). *Microbiological Characteristics of Part-Baked White Pan Bread During Storage*. International Journal of Food Properties, 8:2, 355-365, DOI: 10.1081/JFP-200060239
- Kemp S., Hort J. y Hollowood T. (2018). *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. WILEY Blackwell. West Sussex, PQ19 8SQ, UK
- Kihlberg (2004). *Sensory Quality and consumer perception of wheat bread*. Universitatis Uppsaliensis Uppsala, Sweden.
- King Arthur Baking Company Inc (2021). Classic Puff Pastry. En: <https://www.kingarthurbaking.com/recipes/classic-puff-pastry-pate-feuilletee-recipe>
- Lainez, E., Vergara, F. y Bárcenas, M.E. (2008). *Quality and microbial stability of partially baked bread during refrigerated storage*. Journal of Food Engineering 89;414-418

- Lawless H. y Heymann H. (2010). *Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices*. Second Edition Springer. USA
- Leuschner, G. (1997). *Optimization of baking parameters of part baked and rebaked Irish brown soda bread by evaluation of some quality characteristics*. International Journal of Food Science and Technology.
- Ljung, M., (2001). *Collaborative Learning for Sustainable Development of Agri-Food Systems*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Loza R y Loza E. (2008). Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de pan precocido de yuca (*Manihot esculenta crantz*). Tesis. Ibarra, Ecuador.
- Madrid, A; Gómez, J. (1997). *Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos*. Madrid, España: Editorial A.M.V.
- Manisha S. (2018). *How to Manufacture Bread: Components, Steps and Processes*. 26-05-2021, de Bio Technology Notes Sitio web: How to Manufacture Bread: Components, Steps and Processes
- McCann, T., & Day, L. (2013). *Effect of sodium chloride on gluten network formation dough microstructure and rheology in relation to breadmaking*. Journal of Cereal Science, 444–452.

Mesas, J; Alegre, M. (2002). *El Pan y su Proceso de Elaboración*. Ciencia y Tecnología Alimentaria, 3, 5, 739-745.

Método Fuentes XQ para la elaboración de productos horneados con capas reducidas de grasa. 20,120,009,303 A1. Patente de Estados Unidos. 12 de enero de 2012.

Minitab (2019). Optimización de respuestas. 08-09-2019. Sitio web: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/using-fitted-models/supporting-topics/response-optimization/what-is-response-optimization/>

Mirosław F. y Krzysztof S. (2002). *Effect of prebaking and frozen storage on the sensory quality and instrumental texture of bread*. Department of Refrigeration and Food Concentrates, Agricultural University, Podluz'na 3, PL-30-239 Kraków, Poland

Miskandar MS, Man YC, Yusoff MSA, Abd Rahman R. (2005). *Calidad de la margarina: Selección de grasas y parámetros de procesamiento*. Asia Pac. J. Clin. Nutr. 2005; 14 : 387–395.

Mora A. (2017). *Estudio del efecto de la enzima α -amilasa en la microestructura de la pasta hojaldre para llevar a cabo una reducción de grasa en el proceso de laminado*. Universidad Autónoma de México. México.

- Morales, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Morera J. (2017). *La revolución del pan*. Ed. Montagud. Barcelona, España.
- Moscoso Moure. (2019). *Croissant*. 12-01-2020, de pandamoa Sitio web: <http://pandamoa.com/es/dulces/croissant>
- Myers R., Montgomery D., Anderson-Cook C. (2016). *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*, 4th Edition. Ed Wiley ISBN: 978-1-118-91601-8
- Özilgen, M; Heil, J.R. (1994). *Thermal Properties of Foods and agricultural Material*. Gordon and Breach, New York.
- Park S., Park J. (1998). *Optimización simultánea de respuestas múltiples usando una función de deseabilidad ponderada*. En: Abraham B. (eds) *Mejora de la calidad a través de métodos estadísticos. Estadísticas para la industria y la tecnología*. Birkhäuser, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1776-3_24
- Patel, B.K., Waniska, R.D. and Seetharaman, K. (2005). *Impact of different baking processes on bread firmness and starch properties in breadcrumb*. *J.Cereal Sci.* 42, 173–184
- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y Tecnología de la Panificación*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.

- Quezada N. (2011). *Clasificación de la calidad sensorial de pan tipo hallulla mediante visión computacional*. Universidad de Chile. Santiago-Chile.
- Real Decreto 1202/2002. (2002). Reglamentación Técnico Sanitaria. Ministerio de la Presidencia.
- Real Decreto 1202/2002. (2002). Reglamentación Técnico Sanitaria. Ministerio de la Presidencia.
- Ribotta, P; Tadini, C. (2009). *Alternativas Tecnológicas para La Elaboración y La Conservación de Productos Panificados*. Córdoba, España: Universidad Nacional de Córdoba.
- Silow C., Zannini E., Axel C., Belz M. y Arendt E. (2017). *Optimization of Fat-Reduced Puff Pastry Using Response Surface Methodology*. Article Foods. Feb; 6 (2): 15.
- Silow, C., Zannini, E., Axel, C., Belz, M., & Arendt, E. (2017). Optimization of Fat-Reduced Puff Pastry Using Response Surface Methodology. Foods MDPI.
- Smith, J., Phillips Daifas, D., El-khoury, w., Koukoutsis, J. and El-Khoury, A. (2004). Shelf life and safety concerns of bakery products— a review. *CRCCrit.Rev.Food Sci. Nutr.* 44, 19–55
- Supo, J. (2012) *Seminarios de investigación*. Arequipa-Perú

- Tejero F. (2015). Guía práctica del pan precocido ultracongelado. 12-01-2020. Sitio web <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/guia-practica-del-pan-precocido-ultracongelado/>
- Tinoco, M. (2007). *Influencia del Envasado sobre la Vida Útil del Pan Precocido*. Tesis para el grado de Ingeniero Alimentario. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Torres, V; Grande, S; Castillo, E; (2011). *Procesos de Panificación en la Industria Alimentaria*. Unidad de protección de la salud. Málaga, España.
- Yüksel A. (2018). *Utilization of Response Surface Methodology in Optimization of Extraction of Plant Materials, Statistical Approaches With Emphasis on Design of Experiments Applied to Chemical Processes*. Valter Silva, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.73690.

ANEXOS

Anexo 1. Formulación del pan precocido

Ingrediente	Porcentaje
Harina	100%
Azúcar	10%
Sal	1,5%
Leche en polvo	2%
Manteca vegetal	5%
Huevos	12%
Levadura fresca	2%
Agua	52%
Margarina hojaldre	40%

Fuente: Elaboración propia (2019)

Anexo 2. Cartilla de cata según escala descriptiva

Panelista: Fecha:.....

FICHA DE CATA DESCRIPTIVA

Para cada uno de los atributos evalúe la **INTENSIDAD PERCIBIDA**, colocando una línea vertical en la línea horizontal adjunta no estructurada de 10 cm de largo.

COLOR

Blanco ●—————|—————● Dorado

518 ●—————●

825 ●—————●

437 ●—————●

648 ●—————●

952 ●—————●

269 ●—————●

673 ●—————●

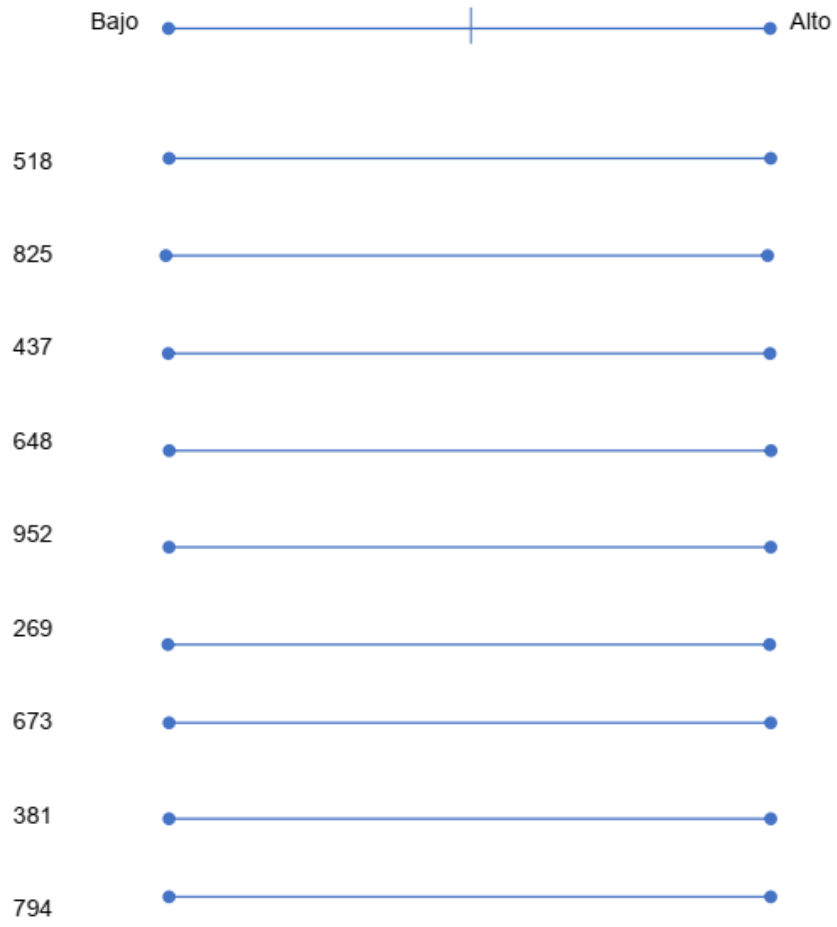
381 ●—————●

794 ●—————●

Observaciones:

.....

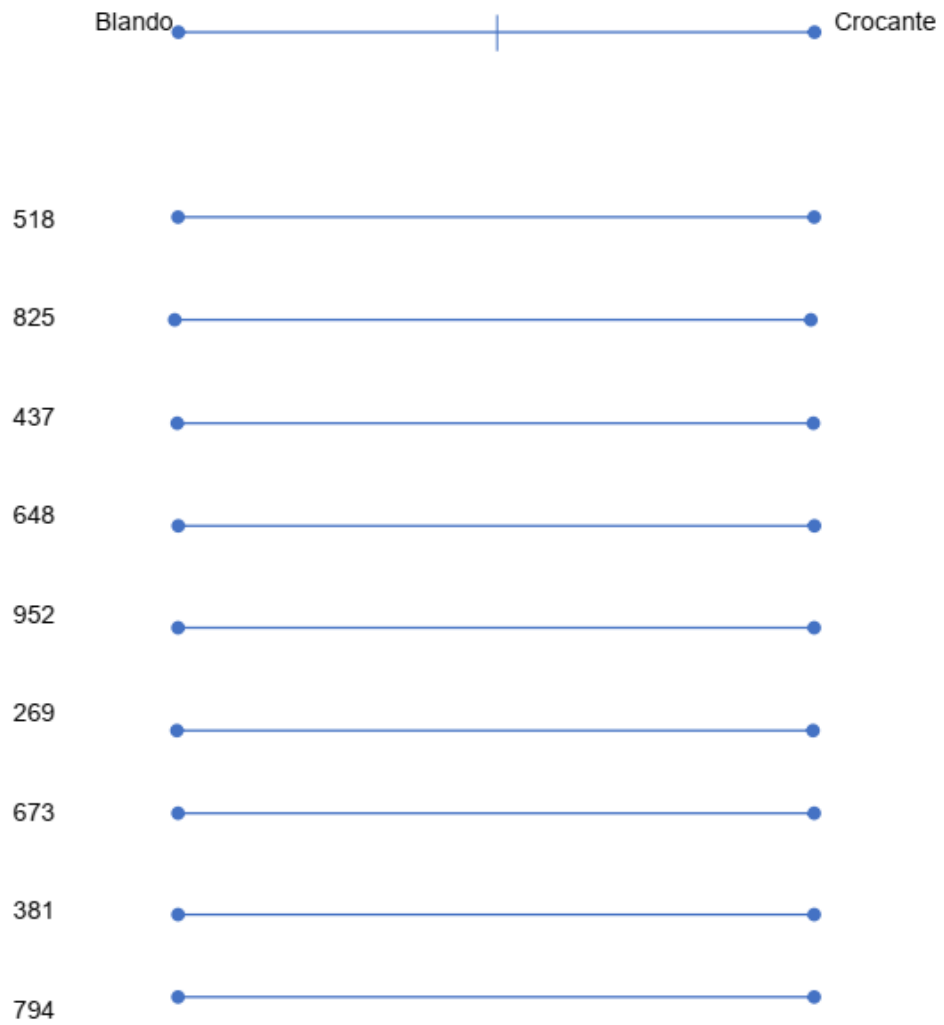
VOLUMEN



Observaciones:

.....

TEXTURA



Observaciones:

.....

Anexo 3. Cartilla de cata según escala hedónica

Atributo: _____

Escala hedónica	Tratamientos codificados								
	518	825	437	648	952	269	673	381	791
Agrada muchísimo									
Agrada mucho									
Agrada moderadamente									
Agrada poco									
Indiferente									
Desagrada un poco									
Desagrada moderadamente									
Desagrada mucho									
Desagrada muchísimo									

Anexo 4. Análisis estadístico de la percepción del color

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	19,8014	3,9603	18,39	0,019
X1: Temperatura (°C)	1	14,5393	14,5393	67,51	0,004
X2: Tiempo (min)	1	3,5471	3,5471	16,47	0,027
X1 ²	1	0,7442	0,7442	3,46	0,160
X2 ²	1	0,1964	0,1964	0,91	0,410
X1. X2	1	0,7744	0,7744	3,60	0,154
Error	3	0,6461	0,2154		
Total	8	20,4475			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,464077	96,84%	91,57%	67,60%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	3,358	0,346	9,71	0,002	
X1: Temperatura (°C)	1,557	0,189	8,22	0,004	1,00
X2: Tiempo (min)	0,769	0,189	4,06	0,027	1,00
X1 ²	0,610	0,328	1,86	0,160	1,00
X2 ²	0,313	0,328	0,95	0,410	1,00
X1. X2	0,440	0,232	1,90	0,154	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Color = 120,1 - 1,684 Temperatura (°C) - 1,454 Tiempo (min)
 + 0,00610 Temperatura (°C)*Temperatura (°C) + 0,0125 Tiempo (min)*Tiempo (min)
 + 0,00880 Temperatura (°C)*Tiempo (min)

Anexo 5. Análisis estadístico de la percepción del volumen

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	17,4396	3,4879	33,14	0,008
X1: Temperatura (°C)	1	12,7452	12,7452	121,11	0,002
X2: Tiempo (min)	1	3,0233	3,0233	28,73	0,013
X1 ²	1	1,0148	1,0148	9,64	0,053
X2 ²	1	0,0309	0,0309	0,29	0,626
X1. X2	1	0,6254	0,6254	5,94	0,093
Error	3	0,3157	0,1052		
Total	8	17,7553			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,324395	98,22%	95,26%	78,36%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	4,123	0,242	17,05	0,000	
X1: Temperatura (°C)	1,457	0,132	11,01	0,002	1,00
X2: Tiempo (min)	0,710	0,132	5,36	0,013	1,00
X1 ²	0,712	0,229	3,11	0,053	1,00
X2 ²	-0,124	0,229	-0,54	0,626	1,00
X1. X2	-0,395	0,162	-2,44	0,093	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Volumen = 103,5 - 1,730 Temperatura (°C) + 1,398 Tiempo (min)
 + 0,00712 Temperatura (°C)*Temperatura (°C) - 0,00497 Tiempo (min)*Tiempo (min)
 - 0,00791 Temperatura (°C)*Tiempo (min)

Anexo 6. Análisis estadístico de la percepción de la textura

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	14,1005	2,8201	88,65	0,002
X1: Temperatura (°C)	1	10,1756	10,1756	319,86	0,000
X2: Tiempo (min)	1	3,0786	3,0786	96,77	0,002
X1 ²	1	0,4490	0,4490	14,11	0,033
X2 ²	1	0,0166	0,0166	0,52	0,522
X1. X2	1	0,3807	0,3807	11,97	0,041
Error	3	0,0954	0,0318		
Total	8	14,1960			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,178360	99,33%	98,21%	91,82%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	3,405	0,133	25,61	0,000	
X1: Temperatura (°C)	1,3023	0,0728	17,88	0,000	1,00
X2: Tiempo (min)	0,7163	0,0728	9,84	0,002	1,00
X1 ²	0,474	0,126	3,76	0,033	1,00
X2 ²	0,091	0,126	0,72	0,522	1,00
X1. X2	0,3085	0,0892	3,46	0,041	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Textura = 89,7 - 1,289 Temperatura (°C) - 0,830 Tiempo (min)
 + 0,00474 Temperatura (°C)*Temperatura (°C) + 0,00365 Tiempo (min)*Tiempo (min)
 + 0,00617 Temperatura (°C)*Tiempo (min)

Anexo 7. Análisis estadístico de la aceptabilidad color

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	9,29931	1,85986	213,50	0,001
X1: Temperatura (°C)	1	7,04167	7,04167	808,33	0,000
X2: Tiempo (min)	1	1,35010	1,35010	154,98	0,001
X1 ²	1	0,26701	0,26701	30,65	0,012
X2 ²	1	0,10651	0,10651	12,23	0,040
X1. X2	1	0,53402	0,53402	61,30	0,004
Error	3	0,02613	0,00871		
Total	8	9,32544			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0933347	99,72%	99,25%	97,26%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	5,1923	0,0696	74,64	0,000	
X1: Temperatura (°C)	1,0833	0,0381	28,43	0,000	1,00
X2: Tiempo (min)	0,4744	0,0381	12,45	0,001	1,00
X1 ²	0,3654	0,0660	5,54	0,012	1,00
X2 ²	0,2308	0,0660	3,50	0,040	1,00
X1. X2	0,3654	0,0467	7,83	0,004	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Color₁ = 77,6 - 1,024 Temperatura (°C) - 1,205 Tiempo (min)
 + 0,003654 Temperatura (°C)*Temperatura (°C) + 0,00923 Tiempo (min)*Tiempo (min)
 + 0,007308 Temperatura (°C)*Tiempo (min)

Anexo 8. Análisis estadístico del aroma

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	4,75284	0,95057	17,05	0,021
X1: Temperatura (°C)	1	4,03945	4,03945	72,44	0,003
X2: Tiempo (min)	1	0,64127	0,64127	11,50	0,043
X1 ²	1	0,02663	0,02663	0,48	0,539
X2 ²	1	0,00074	0,00074	0,01	0,916
X1. X2	1	0,04475	0,04475	0,80	0,436
Error	3	0,16728	0,05576		
Total	8	4,92012			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,236138	96,60%	90,93%	64,59%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	5,910	0,176	33,58	0,000	
X1: Temperatura (°C)	0,8205	0,0964	8,51	0,003	1,00
X2: Tiempo (min)	0,3269	0,0964	3,39	0,043	1,00
X1 ²	0,115	0,167	0,69	0,539	1,00
X2 ²	0,019	0,167	0,12	0,916	1,00
X1. X2	0,106	0,118	0,90	0,436	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Aroma = 20,7 - 0,273 Temperatura (°C) - 0,254 Tiempo (min)
 + 0,00115 Temperatura (°C)*Temperatura (°C) + 0,00077 Tiempo (min)*Tiempo (min)
 + 0,00212 Temperatura (°C)*Tiempo (min)

Anexo 9. Análisis estadístico del sabor

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	14,0032	2,8006	96,22	0,002
X1: Temperatura (°C)	1	10,9849	10,9849	377,42	0,000
X2: Tiempo (min)	1	2,5691	2,5691	88,27	0,003
X1 ²	1	0,2164	0,2164	7,44	0,072
X2 ²	1	0,0708	0,0708	2,43	0,217
X1. X2	1	0,1619	0,1619	5,56	0,100
Error	3	0,0873	0,0291		
Total	8	14,0905			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,170603	99,38%	98,35%	93,09%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	5,139	0,127	40,41	0,000	
X1: Temperatura (°C)	1,3531	0,0696	19,43	0,000	1,00
X2: Tiempo (min)	0,6544	0,0696	9,40	0,003	1,00
X1 ²	0,329	0,121	2,73	0,072	1,00
X2 ²	0,188	0,121	1,56	0,217	1,00
X1. X2	0,2012	0,0853	2,36	0,100	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Sabor = 58,9 - 0,846 Temperatura (°C) - 0,658 Tiempo (min)
 + 0,00329 Temperatura (°C)*Temperatura (°C) + 0,00753 Tiempo (min)*Tiempo (min)
 + 0,00402 Temperatura (°C)*Tiempo (min)

Anexo 10. Análisis estadístico de la textura

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	12,6807	2,53614	130,18	0,001
X1: Temperatura (°C)	1	9,8383	9,83828	505,01	0,000
X2: Tiempo (min)	1	2,6544	2,65437	136,25	0,001
X1 ²	1	0,1875	0,18746	9,62	0,053
X2 ²	1	0,0000	0,00000	0,00	0,989
X1. X2	1	0,0006	0,00057	0,03	0,875
Error	3	0,0584	0,01948		
Total	8	12,7391			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,139575	99,54%	98,78%	94,76%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	5,450	0,104	52,38	0,000	
X1: Temperatura (°C)	1,2805	0,0570	22,47	0,000	1,00
X2: Tiempo (min)	0,6651	0,0570	11,67	0,001	1,00
X1 ²	0,3062	0,0987	3,10	0,053	1,00
X2 ²	-0,0015	0,0987	-0,02	0,989	1,00
X1. X2	-0,0119	0,0698	-0,17	0,875	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Textura_1 = 45,0 - 0,726 Temperatura (°C) + 0,168 Tiempo (min)
 + 0,003062 Temperatura (°C)*Temperatura (°C) - 0,00006 Tiempo (min)*Tiempo (min)
 - 0,00024 Temperatura (°C)*Tiempo (min)

Anexo 11. Análisis estadístico del volumen específico

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	1,90119	0,38024	11,96	0,034
X1: Temperatura (°C)	1	1,04637	1,04637	32,91	0,011
X2: Tiempo (min)	1	0,80886	0,80886	25,44	0,015
X1 ²	1	0,04571	0,04571	1,44	0,317
X2 ²	1	0,00009	0,00009	0,00	0,960
X1. X2	1	0,00016	0,00016	0,00	0,949
Error	3	0,09539	0,03180		
Total	8	1,99658			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,178313	95,22%	87,26%	42,29%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	2,948	0,133	22,18	0,000	
X1: Temperatura (°C)	0,4176	0,0728	5,74	0,011	1,00
X2: Tiempo (min)	0,3672	0,0728	5,04	0,015	1,00
X1 ²	0,151	0,126	1,20	0,317	1,00
X2 ²	-0,007	0,126	-0,05	0,960	1,00
X1. X2	0,0062	0,0892	0,07	0,949	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\begin{aligned} \text{Vesp} = & 25,8 - 0,383 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 0,064 \text{ Tiempo (min)} \\ & + 0,00151 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) * \text{Temperatura } (^\circ\text{C}) - 0,00027 \text{ Tiempo (min)} * \text{Tiempo (min)} \\ & + 0,00012 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) * \text{Tiempo (min)} \end{aligned}$$

Anexo 12. Análisis microbiológico del producto final



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA15A19A.003783

Nombre del Cliente	: Jesús Ángel Lima Arias
Dirección del Cliente	: Agrupación Santa Rosa de Lima Mz A Lote 7 Cercado Tacna
RUC	: No corresponde
Condición del Muestreado	: Por el cliente
Descripción	: Pan pre cocido croissant
Tamaño de muestra	: 500 g
Fecha de Recepción	: 15/01/2019
Fecha de Inicio del Ensayo	: 15/01/2019
Fecha de Emisión de Informe	: 22/01/2019
Página	: 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA (%) Cereales y Menestras NTP 205.003:2017	5,71

II. ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
NUMERACION DE MOHOS (UFC/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	< 10
NUMERACION DE ESTAFILOCOCOS AUREUS (NMP/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 5 pag 235-238(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	< 3
NUMERACION DE E. coli (NMP/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	< 3
DETECCION DE Salmonella sp (AUSENCIA/ PRESENCIA en 25 g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	Ausencia

OBSERVACIONES:

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
 CQFDA 00824
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



Anexo 13. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano

NTS N° - MINSA/DIGESA-V.01
 NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD
 PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

VII.4 Turrón blando o duro de confitería, barras de cereales.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	3 x 10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (**)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
(*) Sólo para productos que contienen leche.						
(**) Sólo para productos que contienen cereales.						
VII.5 Cacao en pasta (Licor de cacao/Chocolate) y torta de cacao.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g ó mL	
					m	M
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
VIII. PRODUCTOS DE PANADERÍA, PASTERÍA y GALLETERÍA.						
VIII.1 Productos de panadería y pastelería con o sin relleno y/o cobertura que no requieren refrigeración (pan, galletas y panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, galletas, obleas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	----
(*) Para productos con relleno.						
(**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales.						
VIII.2 Productos de pastelería dulce y salado que requieren refrigeración (pasteles, tortas, empanadas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
(*) Para aquellos productos con rellenos de carne y/o vegetales.						
IX. ALIMENTOS PARA REGÍMENES ESPECIALES.						
IX.1 Preparaciones en polvo para lactantes (fórmulas infantiles y sucedáneos de la leche materna).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Enterobacteriaceas</i>	8	3	5	1	<10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	< 3	10
<i>Bacillus cereus</i>	8	3	5	1	< 10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	12	2	60 (*)	0	Ausencia /25 g	---
(*) Hacer compósito para analizar n = 5.						

Anexo 14. Fichas técnicas de insumos



Servicio al Cliente
0-800-12542 (sin costo) ó 5950444
atencionclientes@allicorp.com.pe

Alicorp S.A.A
Planta COPSA
Av. Argentina 4793
Carmen de la Legua Reynoso
Lima 100 - Perú
T (511) 3150800
http://www.allicorp.com.pe

HOJA TÉCNICA

PRODUCTO : MARGARINA PRIMAVERA HOJALDRE

CARACTERÍSTICAS	LÍMITES	UNIDADES	MÉTODOS ANALÍTICOS
Grasa (*)	80 +/- 0.5	%	
Agua (*)	16.5 +/- 0.5	%	PCO-A-CA-00-022
Sal	1.0 +/- 0.1	%	
Contenido de trans-isómeros	Max. 1.0	%	
Sabor (del producto)	Mín 7.0 (bueno)		PCO-A-CA-00-023
Mohos	Máx 100	ufc/g	PCO-A-CA-00-026
Coliformes	Máx 4.0	NMP/g	
Staphylococcus aureus	Ausencia	-	PCO-A-CA-00-027
(*) Análisis no reportados en los certificados de calidad de cada lote.			
COMPOSICIÓN	Mezcla de grasa vegetal (palma) con aceite vegetal completamente hidrogenado y líquido (palma y soya), agua, emulsificantes (SIN 471, SIN 322(i)), sal, acidulante / antioxidante (SIN 330), sustancia conservante (SIN 202), aroma a mantequilla, colorante (SIN 160a(i)).		
ASPECTO	Límpido, textura plástica y homogénea, color amarillo característico, sin materias extrañas. Material de envase con código de producción en forma legible, sin producto que sobresalga del envase primario y con rotulado de acuerdo a norma de rotulado vigente.		
PRESENTACIÓN	Caja x 5 placas x 2Kg		
ENVASE PRIMARIO	Envoltura de papel aluminio impreso, con código de producción (**).		
ENVASE SECUNDARIO	Caja de cartón impresa, con código de producción (***). Cinta adhesiva sin impresión en cara superior e inferior de la caja.		
TIEMPO DE VIDA ÚTIL	7 meses.		
ROTULADO	(**) "FV/LOTE: DD MM AA hh:mm L" Fecha de vencimiento (7 meses después de producido), día, mes, año, hora de producción y código de la ciudad de Lima. (***) "FV/LOTE: DD MM AA hh:mm #### L" Fecha de vencimiento (7 meses después de producido), día, mes, año, hora de producción, número de caja y código de la ciudad de Lima. Impresos mediante sistema de inyección de tinta.		
ALMACENAMIENTO	Manténgase protegido de la luz; en lugar seco y fresco.		



Servicio al Cliente
0-800-12542 (sin costo) ó 5950444
atencionclientes@alicorp.com.pe

Alicorp S.A.A
Planta Arequipa
Av. Parra N° 400
Arequipa
Perú
Tel.(054) 232880
http://www.alicorp.com.pe

HOJA TÉCNICA

PRODUCTO: NICOLINI PREMIUM

CARACTERÍSTICAS	LÍMITES	UNIDADES	MÉTODOS ANALÍTICOS
FÍSICO QUÍMICAS			
HUMEDAD	Max. 15.0	%	AACC 44-15A
CENIZAS, base húmeda	Max. 0.40	%	NTP 205.038
ACIDEZ, como ácido sulfúrico	Max. 0.10	%	NTP 205.039
MICRONUTRIENTES, de acuerdo a ley N° 28314			
Tiamina (Vitamina B1)	5,0	mg/Kg	-
Riboflavina (Vitamina B2)	4,0	mg/Kg	-
Niacina (Vitamina B3)	48,0	mg/Kg	-
Ácido fólico	1,2	mg/Kg	-
Hierro	55,0	mg/Kg	-
MICROBIOLÓGICOS 071-MINSA.DIGESA-2008			
Mohos	Max. 10 ⁴	UFC/g	ICMSF-Microorganism in Foods 1/2nd Ed. 1978
Salmonella	Ausencia	en 25 g	FDA/BAM Online:1995 8 th Ed.
E.Coli	Max. 10	UFC/g	FDA/BAM Online:1995 8 th Ed.

NOTA: La harina no contiene Bromato de Potasio.

COMPOSICIÓN

Harina de trigo, peróxido de benzoilo E928, hierro, mezcla vitamínica (niacina, tiamina, riboflavina y ácido fólico). CONTIENE GLUTEN.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Sólido pulverulento semi fluido de color blanco cremoso y de olor característico.

CONDICIONES SANITARIAS

La harina de trigo para consumo humano ha sido fabricado a partir de trigos sanos y limpios. Ni la materia prima, ni los productos intermedios, ni el producto terminado han estado en contacto con minerales ni sustancias ajenas a la molienda del trigo.

ALÉRGENOS

Producto derivado del trigo entero. Contiene gluten.

OMG

Este subproducto no es un OMG, y no contiene un OMG o material cuyo ADN haya sido recombinado. Las materias primas utilizadas no son producidas a partir de trigo genéticamente modificado.

CONTENIDO NETO AL ENVASAR

El contenido neto debe ser de 50 kg referido a una humedad de 15.0%.

MATERIAL DE ENVASE

Bolsas de polipropileno/polietileno, sacos de tocuyo o bolsas de papel.

TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Consumir el producto preferentemente dentro de los 6 meses seguido a la fecha de fabricación.

ALMACENAMIENTO

Conservar el producto en un ambiente cubierto, limpio, ventilado, seco y libre de contaminación y de olores fuertes.

TRANSPORTE

Transportar los sacos del producto en camiones o contenedores limpios, cubiertos y libre de material contaminante.