



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrados  
Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**DESARROLLO DE PROCESO DE ULTRACONGELACION DE PASTELES  
PRECOCIDOS**

**Ing. Randy Rodas de León**  
Asesorado por la Mtra. Andrea Pereira Medrano

Guatemala, abril de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE PROCESO DE ULTRACONGELACION DE PASTELES  
PRECOCIDOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ING. RANDY RODAS DE LEÓN**

ASESORADO POR LA MTRA. ANDREA PEREIRA MEDRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

GUATEMALA, ABRIL DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



## NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA

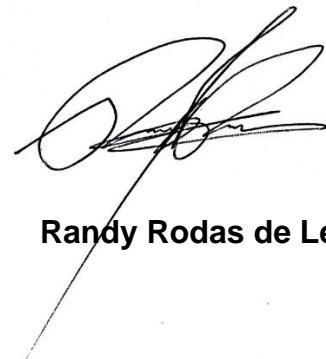
DECANA Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
EXAMINADORA Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini  
EXAMINADORA Mtra. Licda. Blanca Azucena Méndez Cerna  
EXAMINADOR Mtro. Lic. David Fernando Cabrera García  
SECRETARIO Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DESARROLLO DE PROCESO DE ULTRACONGELACION DE PASTELES PRECOCIDOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Estudios de Postgrados, con fecha 12 de enero de 2022.



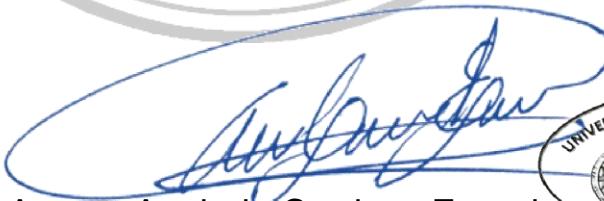
**Randy Rodas de León**

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
[secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt](mailto:secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt)

LNG.DECANATO.OI.376.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE PROCESO DE ULTRACONGELACION DE PASTELES PRECOCIDOS**, presentado por: **Ing. Randy Rodas de León**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
★

Decana

Guatemala, abril de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, abril de 2023

LNG.EEP.OI.376.2023

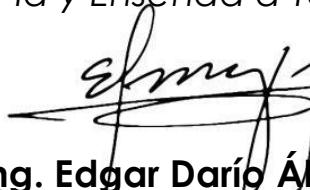
En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“DESARROLLO DE PROCESO DE ULTRACONGELACION DE PASTELES  
PRECOCIDOS”**

presentado por **Ing. Randy Rodas de León** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
**Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
**Director**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**





Guatemala, 27 de septiembre de 2022

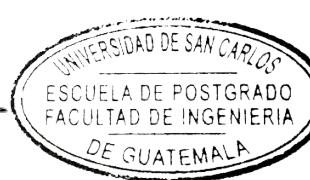
**M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti**  
**Director**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Presente**

**Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti**

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **DESARROLLO DE PROCESO DE ULTRACONGELACION DE PASTELES PRECOCIDOS** del estudiante **Randy Rodas De Leon** quien se identifica con número de carné **202190913** del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
ESCUOLA DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE GUATEMALA

**Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos**  
**Coordinador**  
**Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**

Guatemala, 27 de septiembre de  
2022

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrados  
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: "**DESARROLLO DE PROCESO DE ULTRACONGELACION DE PASTELES PRECOCIDOS**" del estudiante **Randy Rodas De Leon** del programa de **Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos** identificado(a) con número de carné 202190913.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Msc. Inga. Andrea Pereira Medrano

Colegiado No. null

Asesora de Tesis

MSc. Inga. Andrea Pereira  
Colegiado 2331

## ACTO QUE DEDICO A:

<b>Dios</b>	Por su cuidado hacia mí y la bendición diaria hacia el alcance de mis metas.
<b>Mis padres</b>	Carlos Rodas y Maritza de León por su apoyo incondicional.
<b>Mi esposa</b>	Ana Valeria Escobar, por ser un pilar fundamental en mi desarrollo personal y profesional
<b>Mis hermanos</b>	Alan y Nataly Rodas, por ser un apoyo importante en mi vida.
<b>Mis abuelos</b>	Manuel de León y Elvinda Escobar que en vida fueron mi apoyo en todo momento y desde el cielo me guían.
<b>Mi familia</b>	Tíos y primos que han sido apoyo fundamental en mi vida.

## AGRADECIMIENTOS A:

- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por su apoyo en el crecimiento de mi carrera profesional y personal.
- Facultad de Ingeniería** Por su apoyo fundamental en el cumplimiento de una meta más en mi vida profesional.
- Dr. José Rosal** Por el acompañamiento, motivación, asesoramiento y guía en cada fase.
- Mtra. Andrea Pereira** Por la confianza y el apoyo otorgado en la realización del estudio.
- Lic. Ligia Quan** Por su apoyo incondicional a lo largo de la carrera para el cumplimiento de la meta.
- Lic. Antonio Archila** Por motivarme y apoyarme en el cumplimiento de una meta más en mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	XIII
OBJETIVOS .....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Generalidades de masas laminadas .....	3
1.2.1. Clasificación y descripción .....	3
1.2.2. Elaboración de la pastas .....	7
1.3. Generalidades de productos precocidos .....	10
1.3.1. Clasificación y descripción .....	10
1.3.2. Ventajas de los productos precocidos .....	12
1.3.3. Inconvenientes de los productos precocidos .....	13
1.4. Generalidades del proceso de ultracongelación .....	14
1.4.1. Descripción .....	14
1.4.2. Ventajas de la aplicación .....	16
1.4.3. Inconvenientes de la aplicación .....	16
1.5. Producción de pasteles porción con pastas danés y hojaldre .....	17
1.5.1. Proceso de producción .....	17

1.5.1.1.	Masa Danesa .....	17
1.5.1.2.	Masa Hojaldre .....	21
1.5.2.	Materias primas.....	21
1.5.3.	Especificaciones técnicas.....	24
1.6.	Evaluación Sensorial.....	27
1.6.1.	Pruebas orientadas a consumidor final .....	27
1.6.2.	Pruebas hedónicas.....	27
1.7.	Ánalisis estadístico.....	29
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	31
2.1.	Proceso de elaboración de pasteles precocidos .....	31
2.1.1.	Evaluación de características organolépticas de producto terminado .....	32
2.2.	Evaluación de variación de tiempo de horneo en productos precocidos.....	32
2.2.1.	Preparación de las muestras por método de precocción .....	33
2.2.2.	Variación del tiempo de horneo.....	34
2.2.3.	Evaluación de características organolépticas.....	36
2.2.4.	Evaluación sensorial con panel interno .....	36
2.2.5.	Análisis estadístico .....	37
2.3.	Proceso de ultracongelación .....	38
2.3.1.	Preparación de las muestras.....	38
2.3.2.	Aplicación de ultracongelación .....	40
2.3.3.	Evaluación de características organolépticas.....	41
2.3.4.	Evaluación sensorial con panel interno .....	41
2.3.5.	Evaluación sensorial con panel interno .....	42
2.4.	Proceso de ultracongelación .....	43

2.5.	Evaluación sensorial de producto normal en comparación con el producto precocido ultracongelado .....	44
2.5.1.	Preparación de las muestras .....	44
2.5.2.	Panel sensorial interno .....	45
2.5.3.	Evaluación sensorial externa .....	46
2.5.4.	Ánalisis estadístico .....	46
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	47
3.1.	Proceso de producción actual y características organolépticas de producto terminado .....	47
3.2.	Evaluación del efecto en la variación de tiempos de hordeo de productos precocidos.....	48
3.2.1.	Características organolépticas.....	48
3.2.2.	Evaluación sensorial interna .....	49
3.2.3.	Ánalisis estadístico .....	49
3.3.	Variaciones en tiempos de ultracongelación de pasteles precocidos .....	50
3.3.1.	Características organolépticas.....	50
3.3.2.	Evaluación sensorial interna .....	51
3.3.3.	Ánalisis estadístico .....	52
3.4.	Variaciones en tiempos de ultracongelación de pasteles precocidos .....	52
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	55
	CONCLUSIONES .....	59
	RECOMENDACIONES .....	61
	REFERENCIAS .....	63
	APÉNDICES .....	67



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Estructura de las masas.....	4
2. Mecanismo de aumento de volumen de la masa hojaldre durante el horneado.....	6
3. Ejemplo de los dobleces para la elaboración de pasta hojaldre.....	8
4. Migración de agua intracelular en congelación rápida .....	15
5. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de hojaldre .....	21
6. Proceso de elaboración actual.....	31
7. Preparación de muestras antes de horneo .....	34
8. Variaciones parámetros de horneo .....	35
9. Ejemplo de formulario de evaluación .....	37
10. Preparación de muestras antes de ultracongelación .....	39
11. Ejemplo de formulario de evaluación .....	42
12. Muestras de productos para degustación .....	44
13. Ejemplo del formulario de evaluación .....	45
14. Ejemplo del formulario de evaluación .....	46

### TABLAS

I. Cómo controlar los microorganismos patógenos .....	14
II. Fórmula típica de masa de hojaldre industrializada .....	23
III. Fórmula de hojaldre tradicional francés .....	23
IV. Contabilización de capas con vueltas simples .....	24
V. Contabilización de capas con vueltas simples .....	25

VI.	Contabilización de Capas de vueltas simples.....	26
VII.	Formato de evaluación interna de características organolépticas .....	32
VIII.	Parámetros para elaboración de muestras .....	33
IX.	Muestras de variaciones en tiempos de horneo .....	35
X.	Formato de evaluación interna de características organolépticas .....	36
XI.	Escala Hedónica de 5 puntos .....	37
XII.	Parámetros para elaboración de muestras .....	39
XIII.	Parámetros de temperaturas para almacenaje en frio .....	40
XIV.	Parámetros de horneo final de muestras ultracongeladas.....	40
XV.	Formato de evaluación interna de características organolépticas .....	41
XVI.	Escala Hedónica de 5 puntos .....	42
XVII.	Gastos del estudio asumidos por la empresa .....	43
XVIII.	Parámetros de elaboración de proceso actual.....	47
XIX.	Comparación características organolépticas de productos .....	48
XX.	Comparación características organolépticas de productos .....	48
XXI.	Medias de resultados evaluación sensorial interna .....	49
XXII.	Resultados de análisis estadísticos .....	50
XXIII.	Comparación características organolépticas de productos .....	51
XXIV.	Resultados evaluación sensorial interna .....	51
XXV.	Resultados de análisis estadísticos .....	52
XXVI.	Resultados de análisis estadísticos .....	53

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>g</b>	gramos
<b>lb</b>	Libras
<b>min</b>	Minutos
<b>mp</b>	Materia prima
<b>Pr</b>	Producto en proceso
<b>T</b>	Temperatura
<b>α</b>	Alpha
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>°F</b>	Grados Fahrenheit
<b>≥</b>	Mayor o igual que



## GLOSARIO

<b>Amasado</b>	Es el proceso en la fabricación de pan o masa de pasta, se utiliza para mezclar los ingredientes, añade resistencia al producto final.
<b><i>Crunch</i></b>	Morder, masticar con un sonido aplastante o crujiente.
<b>Fermentación</b>	Es el proceso en el cual los microorganismos presentes en la levadura descomponen el azúcar de las masas, produciendo dióxido de carbono con alcohol.
<b>Hojaldre</b>	Es una masa crujiente utilizada para elaborar pasteles, entre otras, preparaciones culinarias.
<b>Masas laminadas</b>	Se obtienen al intercalar capas de masa, materia grasa, que durante la cocción se separan lo que permite la formación de un acordeón que se denomina hojaldrado.
<b>Pasteurizar</b>	Someter un alimento, generalmente líquido, a una temperatura aproximada de 80 grados durante un corto período de tiempo enfriándolo después rápidamente.

<b>Precocción</b>	Es un proceso térmico que consiste en coagular la proteína en conjunto con la licuefacción de grasa para la materia prima.
<b>Ultracongelación</b>	Consiste en una congelación en tiempo muy rápido (120 minutos como máximo), a una temperatura muy baja.
<b>Vuelta simple</b>	Consiste en dividir mentalmente la masa en tres partes posteriormente, doblar cada uno de los extremos sobre la parte central.
<b>Vuelta doble</b>	Consiste en dividir mentalmente la masa en cuatro partes, doblar, inicialmente, cada uno de los extremos sobre la parte central más cercana para volver a doblar por la mitad.

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se elaboraron pasteles precocidos ultracongelados a partir del proceso actual de producción de pasteles sin la aplicación de ultracongelación, precocimiento. Por lo cual, se evaluó el proceso de producción actual, al igual que las características organolépticas de los pasteles obtenidos con el proceso implementado, se determinaron los cambios en el porcentaje de horneo necesarios para el correcto proceso de precocimiento, además se determinaron los parámetros para la correcta aplicación de la ultracongelación del producto precocido. Por medio de estos, se determinó el correcto proceso para la elaboración de pasteles precocidos ultracongelados, de esta manera se realizó una comparación de manera sensorial del producto con el producto original en donde se determinó la aceptabilidad del producto con el consumidor final.

Como primer paso se realizó la producción de pasteles de masa laminada como se realizan de manera tradicional, definiendo el flujo de trabajo que se emplea para elaborarlos, definiendo los parámetros para la producción de estos. Con los parámetros definidos se realizaron dos ensayos con variaciones en tiempo de horneo, se compararon para definir el mejor proceso para precocimiento del producto. Al resultado de este ensayo se le aplicaron dos ensayos de ultracongelación para definir el mejor parámetro para la ultracongelación del producto precocido, se compararon para definir el tiempo que mejores características obtuvo para el proceso. Definidos los procesos de ultracongelación y horneo, se realizó el producto precocido, ultracongelado, se comparó con el producto actual para comparar, a fin de, finir la aceptabilidad del producto con los cambios definidos en los procesos.

La aceptabilidad del producto precocido ultracongelado fue positivo con respecto al producto original, con características organolépticas similares, teniendo la posibilidad de congelar el producto para que pueda ser transportado a diferentes puntos del país.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No se tiene un proceso implementado en la industria local para la elaboración de pasteles precocidos y congelados, este proceso es utilizado en muchos países porque permiten aumentar el tiempo de vida y con esto permite comercializar productos de pastelería refrigerados en los que el proceso final se puede concluir en casa o permite que los precocidos congelados sean transportados a otros puntos geográficos y terminar la cocción para su venta final en tienda. Localmente no se tiene en ninguna panificadora/pastelería debido a que el costo para realizar el proceso es elevado por la inversión en equipos y proceso.

En el mercado local únicamente se encuentran pasteles con un tiempo de vida muy corto debido a que son elaborados al día por las características de las pastas que son utilizadas, estas al entrar en contacto con el ambiente sufren un cambio en la textura y el tiempo de vida se acorta.

Dado que el tiempo de vida es corto no permite que se pueda ampliar la región geográfica de los puntos de venta ya que, al ser un producto tan corto en tiempo de vida, limita la distribución a los diferentes puntos del país, por lo que todo el comercio de este producto queda centralizado para su venta localmente.

Localmente no se tienen suficientes recursos para la inversión en equipos de refrigeración para el proceso, como abatidores de temperatura, cámaras frías y cuartos fríos se ha convertido esta mejora en el proceso en un problema para las empresas que quieren ampliar el crecimiento de los puntos de venta a más ubicaciones geográficas.

Esto hace que sea necesario tener mayores controles en tiempos de refrigeración y en tiempos de horneado para que se pueda cumplir con el tiempo de vida y con las características necesarias para poder cumplir con un producto final de calidad. Y de esta manera poder ampliar los puntos de venta a nivel nacional.

Para poder cumplir con las características de calidad es necesario invertir en equipo de ultra congelación, debido a las bajas temperaturas a las que son sometidos los productos se busca congelar el agua que contienen para así poder alargar el tiempo de vida.

Debido a que posterior a la ultra congelación se debe refrigerar el producto, es necesario realizar la inversión de equipo de almacenamiento y transporte refrigerado para mantener el producto final en buen estado y de esta manera poder comercializar pasteles al resto del país.

Esto lleva a plantear la pregunta principal de este estudio. ¿Cuál es el proceso adecuado para la implementación en la elaboración de pasteles precocidos ultracongelados para ampliar el tiempo de vida?

Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

1. ¿Cuál es el proceso de almacenaje y las características organolépticas del producto actual?
2. ¿Cuál es el cambio a implementar en el porcentaje de horneo y temperaturas para el almacenaje de precocidos y así mantener las características organolépticas del proceso original?

3. ¿Cómo se llevará a cabo el proceso de ultracongelación en el proceso de precocidos?

4. ¿Cuál es la aceptabilidad del producto final evaluado por el cliente final?



## **OBJETIVOS**

### **General**

Establecer el proceso adecuado para la implementación de ultracongelación en la elaboración de pasteles precocidos para ampliar el tiempo de vida en almacenamiento.

### **Específicos**

1. Evaluar el proceso de producción y las características organolépticas del producto actual.
2. Determinar el cambio en el porcentaje de horneo previo al proceso de ultracongelación.
3. Especificar los parámetros de ultracongelación y almacenaje de precocidos en el proceso a implementar.
4. Establecer la aceptabilidad del producto precocido ultracongelado en el consumidor final por medio de evaluación sensorial.



## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

Este estudio es de tipo cuantitativo descriptivo, enfocado en el desarrollo de un proceso de ultracongelación de pasteles precocidos, en la cual se determinaron las características organolépticas y su aceptabilidad.

Se realizó un diseño de tipo experimental descriptivo, debido a que se tomaron datos a escala mínima cuando se realizaron los cambios en temperatura y tiempos, estas muestras fueron no probabilísticas.

Se definió el proceso de horneado de los productos precocidos realizando una modificación en los tiempos de horneado, realizando una prueba con el 70% de la temperatura original y otra prueba con el 90% de la temperatura original, utilizando la temperatura original de horneo. Se determinaron cuáles de los dos porcentajes nos brindan mejores resultados, así como se determinó las temperaturas y tiempos de ultracongelación y almacenaje.

Mediante esta evaluación sensorial se determinó si el sabor original/textura de los pasteles porción de masas laminadas se ve afectado por el método de ultracongelación o por los cambios que se realizaran en los porcentajes de horneo. Para esto se determinaron los cambios perceptibles en cuanto a aspecto, color, aroma, sabor y textura, utilizando la escala hedónica.

Se mostró el método adecuado para la producción de pasteles en porción con masas laminadas poniendo en práctica el método de precocidos utilizando la ultracongelación como aporte para el aumento en el tiempo de vida. Se expusieron los resultados de la vida de anaquel y la aceptabilidad del producto final.



## INTRODUCCIÓN

En el proceso de producción de pasteles porción a base de masas laminadas de manera industrial se tienen inconvenientes debido a que tienen un corto tiempo de vida en su procesamiento original, lo que limita la distribución de estas ubicaciones que se encuentren alejadas de la fábrica original de procesamiento.

Para solucionar el problema se propone implementar un proceso de ultracongelación mediante el uso de pasteles precocidos, al implementar este proceso se tendrán mejoras en los tiempos de vida de anaquel, además se tendrá disponibilidad de productos en cualquier lugar del país mediante el uso de un cuarto frío en donde se almacenarán los productos precocidos ultracongelados, manteniendo las características del producto realizado originalmente, obteniendo de esta manera la opción de expandirse a otros puntos del país.

Se elaboraron pasteles precocidos ultracongelados de masa laminada, evaluando diferentes procesos para determinar el mejor procedimiento a implementar para poder almacenar estos productos congelados, se definió el mejor porcentaje de tiempo en horneo que es del 90%, se determinó el mejor tiempo de ultracongelación que es el de 30 minutos, y se confirmó la aceptabilidad del producto final ultracongelado con respecto al original.

En el capítulo 1 se presentó el marco teórico que contiene los antecedentes de la investigación, los cuales resumen investigaciones previas sobre el tema. En el capítulo 2, se demostró el proceso de elaboración de pasteles precocidos ultracongelados, mediante las variaciones en los tiempos de horneo y ultracongelación.

En el capítulo 3, se realizó una presentación de los resultados de la investigación, a su vez en el capítulo 4, se realizó una discusión de los resultados para determinar los beneficios. Así como las mejoras del proceso a implementar. Por último, se presentaron las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En Guatemala no se encontraron estudios sobre la utilización de un proceso de ultracongelado en repostería, sin embargo, en otros países como México y Ecuador se encontraron estudios sobre alimentos congelados. A continuación, se presentan las más destacadas:

Álvarez y Tusa (2009), en su investigación sobre la elaboración de pan precocido aplicando diferentes cambios en tiempos de horneo, en la investigación se llegó a la conclusión que las características organolépticas son aceptables respecto a las características originales. Según las pruebas realizadas en el panel sensorial de la investigación los participantes aceptaron de buena manera las pruebas de precocidos. También la investigación indica que al tener producto congelado precocido se tiene el beneficio de tener un *stock* de reserva disponible en cualquier momento al igual que las distintas ubicaciones en donde se cuente con la refrigeración adecuada.

Murillo (2018), en la investigación desarrollo y elaboración de panes precocidos y congelados empleando varios tipos de harinas. Elaboraron recetas para elaborar diversidad de panes utilizando el método de precocido juntamente con la ultracongelación en cada una de las pruebas, llegando a la conclusión que el pan con este proceso mantiene las características iniciales, de comienzo a fin del producto elaborado, también dedujeron en la investigación que se pueden tener resultados similares en harinas con base de arroz, cebada, maíz y haba.

Vázquez, González y Cervantes (2016), en su investigación calidad de pan precocido conservado en congelación, elaboraron panes utilizando el método de precocimiento interrumpiendo los tiempos de horneo de esta manera elaborar la estructura requerida sin llegar a definir la estructura final. En dicha prueba se utilizó harina de trigo con un porcentaje de doce por ciento de prótido final, además sesenta y cuatro por ciento de impregnación de líquidos presentando propiedades tradicionales de una molienda de trigo fuerte apta para la producción de panes precocidos. Por consecuencia de que en la primera cocción se disminuye la cantidad de agua, se recurrió a agregar una mayor cantidad de agua en el amasijo, esto para evitar que en la cocción posterior se forme una coraza en la superficie.

Balarezo (2011), en la investigación evaluación del uso de sal de potasio y propanoato en la estabilidad del pan precocido refrigerado almacenado para su comercialización en supermercados, demuestra que el pan precocido es susceptible en carga microbiológica a consecuencia de su elevada actividad de agua a diferencia del pan tradicional elaborado diariamente. Así mismo, la carga microbiana se reduce de gran manera posterior al horneo con el propósito de obtener el precocido adecuado. Además, ayuda a la conservación de la receta original manteniendo las propiedades originales.

Velásquez (2011), según la información detallada en la investigación congelación de alimentos, sobre los efectos de congelar alimentos en las empresas dedicadas a la comercialización de productos alimenticios, se da a conocer la importancia del proceso de congelación utilizado de a gran escala en la industria para prolongar el tiempo de vida de los alimentos, también demuestra que, al congelar, también se mantienen los nutrientes que poseen de manera original. Al utilizar este método de conservación nos permite transportar alimentos a diferentes puntos de la región por períodos indefinidos de tiempo,

manteniendo las condiciones de almacenamiento en el transporte. Es de suma importancia mantener las condiciones ideales para poder asegurar alimentos inocuos, lo cual permite retrasar la putrefacción, cabe mencionar, que al congelar no se eliminan los organismos patógenos únicamente se pausa su desarrollo, si el alimento es congelado ya contaminado al descongelarse el organismo patógeno regresara a su estado original.

## **1.2. Generalidades de masas laminadas**

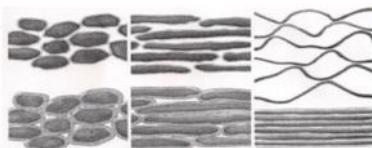
En una panadería o repostería se encuentran masas laminadas con variantes en formatos, obteniendo productos dulces o salados para diferentes horas del día.

### **1.2.1. Clasificación y descripción**

Las masas laminadas están clasificadas dependiendo la textura que es caracterizada por la adición de grasa en el proceso. Están divididas en:

- Masa hojaldre.
- Masa *Strudel*.
- Masa *Fhilo*.

Figura 1. **Estructura de las masas**



Fuente: McGee (2007). Sobre la comida y la cocina: la ciencia y la tradición de la cocina.

### **Masa de Hojaldre**

Este tipo de masa está conformada por diversas láminas de margarina, así como, de masa del mismo grosor que son combinadas en conjunto para la formación de la estructura de esta.

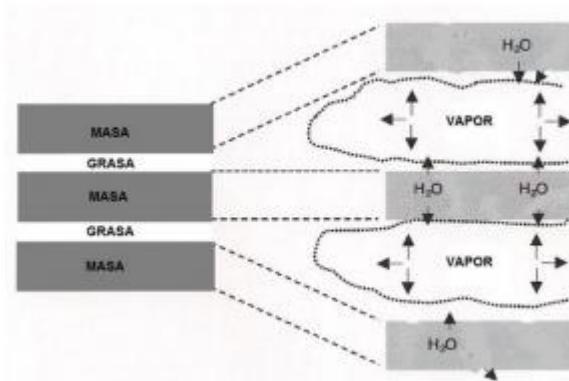
Este tipo de masa es perfectamente conocida en el ámbito industrial, de restaurantes, así como, en su elaboración de manera artesanal casera, debido a que es una masa laminada que puede ser almacenada en refrigeración lo cual permite la preparación adecuada, para trabajarse en cualquier momento que sea requerida evitando de esta manera el tiempo de preparación. Esta masa es utilizada en pastelitos como milhojas, volvanes, mini pizzas, empanadas, con diversidad de rellenos dulces y salados. (Moreno, 2017).

Cuando ocurre el horneo de esta masa, a consecuencia de que la temperatura es elevada el agua que se encuentra en el interior comienza un proceso de evaporación en el cual busca salir a la superficie, acto que no es permitido debido a que la superficie se impermeabiliza debido a la margarina que se aplica en capas, provocando que la masa crezca de acuerdo al volumen del producto se vea aumentado automáticamente. (López, 2012).

La masa de hojaldre puede contener agentes leudantes, regularmente se utiliza para realizar croissants, postres rellenos de carne o pollo, es popular debido a la característica que posee esta pasta de ser suave pero crujiente al mismo tiempo. Esta masa formada por diversas capas de grasa y pasta ya es una masa básica en pastelería derivado de esta surgen otras masas dando origen de esta manera a la bollería hojaldrada. (Imbaquingo, Quintero, 2018).

La masa hojaldrada tiene un porcentaje de actividad de agua que al comenzar con el proceso de horneo ingresa en estado de evaporación dentro de los pliegues del material graso, al toparse con una lámina de material graso que obstruye el camino, éstas comienzan a desplegarse con mayor fuerza hacia la siguiente lámina, sucesivamente se van empujando unas con otras provocando que el tamaño de la masa se vea aumentado de manera muy notoria. Si se realiza de manera adecuada el horneo, las capas podrán ser visibles en cada uno de sus pliegues además que la textura será de manera uniforme. A pesar de que no posee levadura la masa de hojaldrada, esta es capaz de aumentar su volumen hasta ocho veces más de su tamaño original. (López, 2012).

Figura 2. **Mecanismo de aumento de volumen de la masa hojaldre durante el horneado**



Fuente: Cauvin y Young (2000). Bakery food manufacture and quality: Water control and effects.

### **Masa *Fhilo***

Esta es una pasta con una característica particular debido a que es sumamente delgada, esta es una pasta que tiene incidencia sobre todo en el oriente medio. La elaboración es diferente a la masa hojaldra sin embargo tienen un parecido debido a las capas ubicadas una sobre la otra. Tiene diversas aplicaciones, como en frituras, combinada con otras materias primas en alimentos con contenido de sodio. El nombre se origina debido a su estructura translúcida similar a una hoja de papel, debido a esta particularidad se ha empleado principalmente para combinar con frutos secos, así como con ingredientes con contenidos de azúcar o sal. Esta masa parece fácil de elaborar, sin embargo, tiene un grado de elaboración complicada debido a la delgadez en el grosor de la pasta, por lo que la elaboración de manera doméstica es complicada (López, 2012).

La pasta *fhilo* es una pasta con textura poco sólida, que está formada a base de agua, sal, harina, aceite. Originaria de Grecia en donde es consumida de manera frecuente, así como en otros países del medio oriente para postres principalmente salados. Esta pasta puede tener un tiempo de vida de hasta un año si se mantiene congelada (Oviedo, 2014).

- Masa Strudel

Es una masa con un sabor único, que está conformada por pocos ingredientes que forma una lámina delgada de pasta. El punto a controlar esta masa es el estirado, que es el encargado de darle el grado de transparencia necesario, el relleno que tiene mayor aceptabilidad y reconocimiento conocido es el de manzana, sin embargo, existen otras opciones que pueden ser utilizadas como licores, uvas, pasas, entre otras. La receta original está constituida por un elevado porcentaje de gluten, huevo, harina y agua. (López, 2012).

### **1.2.2. Elaboración de la pastas**

- Masa Hojaldre

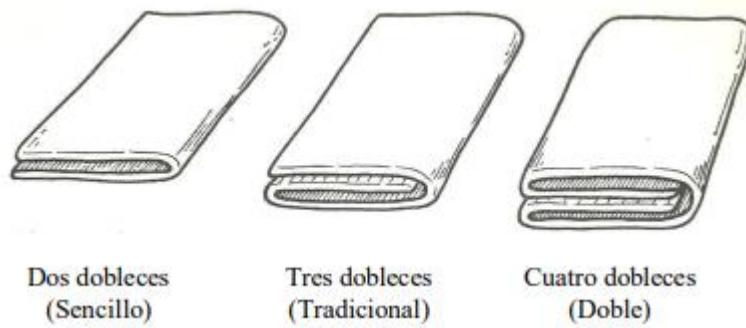
Históricamente para la elaboración de masas hojaldadas se utiliza mantequilla con un contenido elevado de grasa en baja proporción de agua, o realizando la clarificación de mantequilla. (Betanzos, 2020).

- Técnica de elaboración

Consiste en la elaboración de la masa utilizando los ingredientes básicos, esta masa se estira y se envuelve con la mantequilla formando pliegues en forma de paquete. Al integrar el material graso, la masa se dobla en tres partes, con el

fin de que esta envoltura forme capas entre la mantequilla y la masa. (Betanzos, 2020).

**Figura 3. Ejemplo de los dobleces para la elaboración de pasta hojaldre**



Fuente: Pérez (2008). *El libro del hojaldre*.

Para la elaboración de esta masa es necesario componer una mezcla de harina con agua, el empaste. Posteriormente se realiza de manera intercalada la colocación de una capa de empaste, también, amasijo intercaladas. Cuando se traslada al proceso de horneado el agua presente en esta composición se evapora. La temperatura de horneo a la que es sometida esta pasta es de 200°C-220°C. Las hojas de grasa presentes en el empaste retienen el vapor, lo cual provoca la creación del clásico acordeón presente en la masa hojaldrada (López, 2012).

- Masa Philo

Para la preparación de esta masa es necesario contar con harina, aceite, claras de huevo, vinagre, sal, agua, almidón de maíz y manteca. Como primer paso se coloca en un bol la harina con sal, luego se agrega aceite, huevos y

vinagre, se agrega el agua para dar una consistencia de masa. Cuando la masa está mezclada uniformemente, esta se divide en bolas de 45-55 gramos aproximadamente cada una. Se dejan reposar para posteriormente agregar el almidón de maíz a cada una de las bolas elaboradas, se procede a estirar la masa hasta alcanzar la característica translúcida de la masa. (López, 2012).

- Masa Strudel

Para la elaboración de esta masa es necesario contar con harina, sal, huevos, agua y manteca. Como primer paso para la elaboración de esta masa es colocar la harina sobre una mesa o tablero, también agregar un agujero en medio, se agrega en este agujero agua, huevo, sal. Se realiza una mezcla homogénea con estos ingredientes. Al inicio es un proceso que es difícil no se observa mayor cambio en la masa, sin embargo, al insistir la masa toma la textura necesaria.

Luego se continúa con el amasado con la finalidad de romper el gluten que es lo que nos da la pauta para poder estirar la pasta, posterior a esto agregamos la grasa a utilizar con el fin de que el gluten se pueda desarrollar. El gluten es una proteína que se desarrolla por hidratación, por lo que esta razón se agrega hasta el final el agua con el fin de que no se desarrolle desde el inicio. Cuando la masa ya se encuentre formada, se debe continuar el amasado alargando y retrayendo para que el gluten se unifique. (López, 2012).

- Diferencias entre pastas

Es común confundir la pasta de *strudel* con la de *fhilo*, sin embargo, existen diferencias marcadas entre estas, la masa *fhilo* entre los componentes que la integran no se encuentran huevo y aceite, mientras que en la masa de *strudel* si

se encuentran presentes en su composición. El hojaldre por su lado posee la característica que no posee agentes leudantes como levadura, además de que esta masa no contiene porcentaje de azúcar en la fórmula, este se caracteriza por tener una serie de capas firmes. (López, 2012).

### **1.3. Generalidades de productos precocidos**

Existen diversos tipos de productos precocidos en la actualidad entre los principales figuran los que se mencionan a continuación.

#### **1.3.1. Clasificación y descripción**

Productos Precocidos: Son productos que se dan debido a una preparación no completada en su totalidad, estos son conservados en temperaturas frías. Para poder ser consumidas es necesario darle un proceso final para completar el proceso de horneado o fritura. Como ejemplo de estos son las papas congeladas, pizzas congeladas, pan congelados, entre otras. (Rojo, 2007).

En la actualidad la industria alimentaria nos ofrece diferentes tipos de alimentos con diferente tipo de procesamiento, que son tratados con un mayor o menor grado de tratamiento, estos son clasificados en alimentos de primera, segunda, tercera, cuarta hasta quinta gama (Aperte, 2007).

Los alimentos que están en la primera gama son los más básicos, los productos tradicionales, frescos, que han sido tratados en secado o fermentación.

Los alimentos constituidos en la segunda gama son los que han sido tratados con un proceso térmico que supera los cien grados centígrados, este

tratamiento se utiliza para aumentar el tiempo de vida, supone un cocinado previo, regularmente en esta categoría se encuentran las conservas de un solo producto como los guisantes (Aperte, 2007).

Los alimentos constituidos en la tercera gama son los productos en los cuales se aplican temperaturas bajas para poder conservar, en esta categoría ingresan los alimentos congelados, al igual que, los ultracongelados, los alimentos en los que se aplica congelación inferior a los menos dieciocho grados centígrados es uno de los métodos en los que el producto se mantiene tan fresco como se encontraba originalmente, pero este tratamiento prolonga la vida útil durante un mayor tiempo de semanas. En esta categoría podemos encontrar productos sencillos como los mariscos, pan, pizza. En esta categoría la mayor parte son sometidos a un cocimiento previo que no es completado al cual se le denomina precocido, para posteriormente dar un tratamiento leve final (Aperte, 2007).

En la cuarta gama de productos están los alimentos frescos listos para su consumo, son productos que no recibieron tratamientos previos, por lo cual, deben ser refrigerados para evitar acelerar su descomposición. A pesar de refrigerarse estos tienen una vida útil muy corta que ronda los siete a diez días. Los productos que conforman esta gama son tomates, zanahorias, espinacas (Aperte, 2007).

En la quinta gama se encuentran los productos más recientes, que son productos que ya están procesados en su totalidad, se distribuyen embalados y refrigerados, estos no requieren grandes manipulaciones, solamente es necesario calentar para poder consumir. Estos tienen una vida más prolongada que los de la cuarta gama. Suelen ser distribuidos con empaques sellados con atmósfera modificada para aumentar el tiempo de vida, un ejemplo de estos son

las pizzas precocidas listas para su consumo luego de que se realice un horneo final (Aperte, 2007).

Los productos que se encuentran en la cuarta y quinta categoría son los que tienen mayor semejanza a los productos originales recién elaborados, productos que se encuentran preparados para ser consumidos de manera inmediata tras una leve manipulación. Esta preferencia por los productos de la cuarta y quinta gama se origina por los hábitos de consumo que se han desarrollado en la actualidad en donde los consumidores buscan productos que tengan valor nutricional, que sean frescos que no requieran de una manipulación elevada. Son productos que por lo regular tienen un costo más elevado a los de las otras gamas presentados pero que se adaptan al perfil que poseen los nuevos consumidores que cuentan con un poder adquisitivo que buscan producto de calidad y frescos (Aperte, 2007).

- Tipos De Alimentos Precocinados

- Verduras y hortalizas.
- Legumbres.
- Carnes y pescados.
- Sopas y cremas.
- Pizzas, Pastas y Arroz.
- Productos para determinados usos.

#### **1.3.2. Ventajas de los productos precocidos**

Las principales ventajas en los productos precocidos son:

- Son productos con un sabor fresco, que mantienen el sabor original durante mucho tiempo, lo que los hace atractivos al paladar de los consumidores.
- Son productos que ahorran tiempo y trabajo, debido a que la manipulación es mínima son productos que se pueden elaborar de manera rápida sin realizar un esfuerzo mayor.
- Son productos que se conservan por mucho tiempo, lo que nos da la ventaja de disponer de producto relativamente fresco en cualquier momento.
- Son productos que se encuentran esterilizados, con el proceso controlado el riesgo de contaminación microbiológica no es alto. (Negre, 2016).

### **1.3.3. Inconvenientes de los productos precocidos**

Los alimentos precocidos no están libres de riesgos, ya que por más controlado que el proceso sea siempre existe un porcentaje de riesgo. El inconveniente de seguridad alimentaria más elevado presente en los alimentos precocinados es el riesgo microbiológico, principalmente los que no son sometidos a ningún tratamiento térmico o los que tienen una manipulación luego del tratamiento térmico. Los microorganismos que se encuentran presentes en el ambiente son imposibles de eliminar en su totalidad, tomando en cuenta que los productos alimenticios promueven el desarrollo de estos, sin embargo, en estos alimentos se debe asegurar que no existan microorganismos patógenos ya que estos son los provocantes de enfermedades en los consumidores. (Aperte, 2007).

Tabla I. Cómo controlar los microorganismos patógenos

PATÓGENO	MECANISMO DE CONTROL
Campylobacter	Calentar los alimentos > 60°C Manipular correctamente
Salmonella	Enfriar rápidamente < 4°C Mantener en caliente > 60°C Cocinar > 75°C
Escherichia coli O157:H7	Calentar los alimentos > 68°C
Staphylococcus aureus	Enfriar rápidamente < 4°C Higiene personal
Clostridium botulinum	Cocer durante 10-15 minutos
Clostridium perfringens	Enfriar < 4°C Manipulación higiénica
Listeria	Pasteurizar la leche Cocinar suficientemente

*Adaptado de Collins*

Fuente: Aperte (2007). *Alimentos precocinados*.

#### 1.4. Generalidades del proceso de ultracongelación

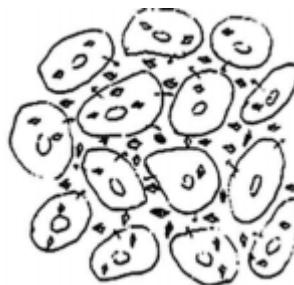
Describe la forma en que se aplica el proceso de ultracongelación en los alimentos para el uso en la industria.

##### 1.4.1. Descripción

La ultracongelación es un método de conservación que consiste en alcanzar temperaturas de entre menos dieciocho y menos veinte grados en el núcleo del producto por un tiempo no máximo de cuatro horas, para que luego de ser congelado pueda rondar entre menos veinte y menos cuarenta grados. Los métodos de congelación y ultracongelación son los procesos que preservan los productos con las menores alteraciones de los productos. Los equipos necesarios para realizar este tipo de procesos son: túnel criogénico, nitrógeno líquido, abatidor de temperatura. (Muñumel, 2012).

El proceso de ultra congelado se realiza reduciendo la temperatura de un producto determinado a temperaturas inferiores a menos veinte grados centígrados, en este tipo de congelación se forma una elevada cantidad de hielos cristalizados con esferas pequeñas translúcidas, tanto en el interior como en el exterior, con un menor aporte de agua desde del interior al exterior de la célula, menor daño estructural de la célula a mayor actividad de agua en el tejido. (Hernandez, 2016).

Figura 4. **Migración de agua intracelular en congelación rápida**



Fuente: Barreiro y Sandoval (2002). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas.*

La ultracongelación que también recibe el nombre de sobre-congelación o congelación rápida, es el proceso en el cual los alimentos son congelados en el menor tiempo posible, teniendo un máximo de dos horas para realizar el procedimiento. Provocando que estos puedan preservar la mayor parte de sus propiedades, la estructura se daña mínimamente debido a que se reduce la cantidad de cristales de hielo que son formados tanto en el interior como en los espacios entre las células. Se puede dar por hecho que el proceso de ultracongelación se llevó de manera correcta cuando el producto sometido al proceso alcanza los menos dieciocho grados centígrados en el centro del

producto en mención. Por lo tanto, el producto debe ser guardados en temperaturas similares a las del proceso de ultracongelado. (De la torre, 2015).

#### **1.4.2. Ventajas de la aplicación**

Cuanto más veloz es el proceso de congelación, menor será el aporte de agua que será expulsado del interior de la célula, por consiguiente, serán pequeños los cristales de hielo que se formen en la capa exterior. La textura que resulta del proceso de ultracongelación es superior al de la lenta, debido a que el tejido se conserva de mejor manera, se asemeja de mejor manera al ingresado antes del proceso de congelación. Esto provoca que al final del proceso al descongelar el producto este tenga un reblandecimiento menor. (Chávez, 2017).

Para todos los productos que pasan por este proceso, el ultracongelar permite que se mantengan las características originales del producto. Características como: valor nutritivo, sabor, olor, apariencia. Además de que permite que la carga microbiológica se detenga, conservando de esta manera al máximo el tiempo de vida de los productos ultracongelados (Chávez, 2017).

#### **1.4.3. Inconvenientes de la aplicación**

- Por más que se intente mantener el valor nutricional inicial al pasar el tiempo se van perdiendo los nutrientes iniciales.
- Al realizar el proceso de descongelación se corre el riesgo de que la carga microbiológica despierte, esto puede producir que algún producto congelado se pueda descomponer.
- El sabor se ve afectado, manteniendo la frescura conservando el sabor queda levemente tocado en comparación del producto original.

- El precio en ocasiones es más elevado que el original debido a la inversión realizada en el proceso para lograr la ultracongelación.
- El aspecto en comparación con el original es diferente, ya que si bien es un producto fresco el aspecto es diferente puede presentar tonos de color diferentes al original, además que la textura puede cambiar debido a la humedad. (Gon, 2017).

## **1.5. Producción de pasteles porción con pastas danés y hojaldre**

Describe la forma de elaboración de productos utilizando la base de pastas laminadas.

### **1.5.1. Proceso de producción**

Descripción del proceso de producción de las masas danesa y hojaldre.

#### **1.5.1.1. Masa Danesa**

Elaboración:

- Calentar leche según cantidad a utilizar, agregar levadura con el azúcar, dejar reposando hasta que la mezcla fermente.
- En un recipiente se coloca harina y se agrega mantequilla en trozos pequeños, se realiza la mezcla hasta obtener una masa arenosa.
- En un bol de proporciones mayores agregar leche fría, disolver en esta azúcar, sal, huevo, saborizante.
- Agregar la harina en un bol mientras se mezcla.

- Se retira la masa preparada en el bol se coloca en una superficie plana agregando harina para que no se pegue.
- Realizar el amasado en periodos cortos con descansos largos, hasta que el gluten se desarrolle levemente, la característica de la pasta en este punto es lisa, firme.
- Introducir la masa en la fermentadora hasta que alcance el doble del tamaño original.
- Laminar la pasta formando un rectángulo de dieciocho por veinticuatro centímetros, dejar reposar en refrigeración por al menos dos horas, como máximo ocho horas.
- Envolver la mantequilla en film con ayuda de un rodillo realizar un rectángulo con un grosor uniforme de 9\*15. Dejar reposar en refrigeración.
- Sacar la mantequilla y la masa de refrigeración, ambas deben estar a una temperatura parecida.
- Colocar en un tablero o mesa plana el rectángulo de masa previamente elaborado colocando harina en la superficie. Colocar la mantequilla sobre este.
- Realizar el empastado sellando de manera adecuada la masa con el fin de que no se observe la mantequilla agregada.

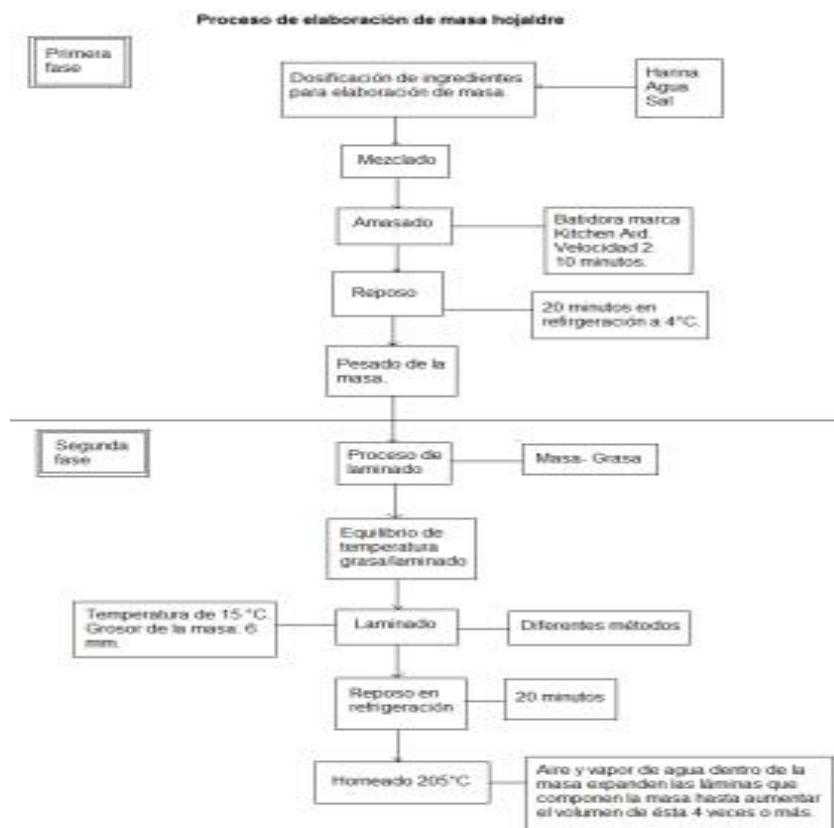
- Alargar la masa con medidas aproximadas de veinticinco por cuarenta centímetros, retirando los excesos de harina previamente agregados posteriormente con el propósito de plegar.
- Aplanar la masa mínimamente utilizando un rodillo, empacarla e ingresar a refrigeración durante media hora.
- Se deben realizar nuevamente los pasos detallados en el paso trece y catorce por dos ocasiones más, en la última repetición se debe empacar la más con el triple de material de empaque e ingresar a refrigeración.
- En el último tiempo de reposo en refrigeración se pueden aplicar diversos tiempos de los cuales pueden ser: 1. Almacenar por dos o tres horas, 2. Almacenar por doce o dieciséis horas que sería el tiempo ideal, 3. Congelar para alargar el tiempo de vida a un máximo de siete días.
- Ante cualquier tiempo elegido de los anteriores mencionados, la temperatura de refrigeración debe oscilar entre once y catorce grados centígrados para lograr alargar para elaborar la pasta danesa.
- La bollería de hojaldre ya figurada se puede almacenar de manera inmediata en un congelador, resguardadas, se puede alargar el tiempo de vida por siete días. Tomando en cuenta que se debe elegir la opción 1 o 2 del paso dieciséis para congelar.
- Cuando se quieran hornear las piezas preparadas, se deben hacer los siguientes pasos: A) Pasar las pastas a la nevera para dejarlas ahí unas 12 horas. B) Pasar las pastas a un sitio cálido para que fermenten aumentando el volumen. C) Hornear a temperatura tomando en cuenta los

distintos tiempos indicados en las diferentes recetas (de 170ºC a 200ºC y de 12 a 20 minutos aproximadamente, siempre tomando en cuenta que cada horno es diferente).

- Cuando sea necesario el horneo de la bollería figurada, se deben trasladar las pastas del congelador a un cuarto frío para dejar en este lugar por doce horas. Posterior a esto se deben mantener en un lugar con temperatura cálido para que desarrolle. Hornear según lo indicado en las recetas, dependiendo de horneo que se posea.
- Previo al horneo de la bollería figurada se debe aplicar betún, solo se agrega de manera mínima en la superficie.
- Luego del horneo final, se puede aplicar brillo, se deben dejar al ambiente previo a consumir con el fin de reducir la temperatura, así obtener las características organolépticas adecuadas.

### 1.5.1.2. Masa Hojaldre

Figura 5. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de hojaldre



Fuente: AIB, 1994.

Fuente: AIB (1994). Manual de capacitación y desarrollo de la panificación.

### 1.5.2. Materias primas

Materias primas a utilizar para la elaboración.

Masa Danesa:

- Harina de trigo.
  - Leche.
  - Levadura fresca.
  - Sal.
  - Azúcar.
  - Huevos.
  - Mantequilla.
  - Mantequilla para empastar.
  - Vainilla.
- Masa Hojaldre:
- Harina de trigo.
  - Sal.
  - Margarina.
  - Huevos.
  - Agua.

Tabla II. **Fórmula típica de masa de hojaldre industrializada**

Ingredientes	Peso en gramos	Porcentaje panadero (%)
<b>Harina para pan</b>	2835	100.00%
<b>Sal</b>	21	0.75%
<b>Margarina panadera</b>	454	16.00%
<b>Huevos enteros líquidos</b>	282	10.00%
<b>Agua fria (variable)</b>	1531	54.00%
<b>Peso total de la masa</b>	5125	180.75%
<b>Grasa para laminado de la pasta hojaldre</b>	2381	84.00%

Fuente: AIB (1994). *Manual de capacitación y desarrollo de la panificación*.

Tabla III. **Fórmula de hojaldre tradicional francés**

Ingredientes	Peso gramos	Porcentaje panadero (%)
<b>Harina para pan</b>	1000 g	100%
<b>Sal</b>	15 g	1.5%
<b>Agua</b>	650	65%
<b>Mantequilla para llevar a cabo el proceso de laminado.</b>	832.5 g	50% = 100% de grasa utilizado para el proceso de laminación.

Fuente: AIB (1994). *Manual de capacitación y desarrollo de la panificación*.

### 1.5.3. Especificaciones técnicas

Tabla IV. Contabilización de capas con vueltas simples

0 vueltas (materia grasa ensobrada)		1 capa de mat.grasa x1 = 1 de mat grasa $(1 \times 2) + 1 = 3$ capas totales
1 Vuelta simple	S	1 capa de mat.grasa x3 = 3 de mat grasa $(3 \times 2) + 1 = 7$ capas totales
2 Vuelta simple	S	3 capas de mat.grasa x3 = 9 de mat grasa $(9 \times 2) + 1 = 19$ capas totales
3 Vuelta simple	S	9 capas de mat.grasa x3 = 27 de mat grasa $(27 \times 2) + 1 = 55$ capas totales
4 Vuelta simple	S	27 capas de mat.grasa x3 = 81 de mat grasa $(81 \times 2) + 1 = 163$ capas totales
5 Vuelta simple	S	81 capas de mat.grasa x3 = 243 de mat grasa $(243 \times 2) + 1 = 487$ capas totales
6 Vuelta simple	S	243 capas de mat.grasa x3 = 729 de mat grasa $(729 \times 2) + 1 = 1459$ capas totales
7 Vuelta simple	S	729 capas de mat.grasa x3 = 2187 de mat grasa $(2187 \times 2) + 1 = 4375$ capas totales

Fuente: Llanes (2013). *Notas técnicas sobre hojaldre*.

Tabla V. **Contabilización de capas con vueltas simples**

0 vueltas (materia grasa ensobrada)		1 capa de mat.grasa x1= 1 de mat grasa(1×2)+1= 3 capas totales
1 Vuelta Doble	D	1 capa de mat.grasa x4 =4 de mat grasa(4×2)+1= 9 capas totales
2 Vuelta Doble	D	4 capas de mat.grasa x4 = 16 de mat grasa(16×2)+1= 33 capas totales
3 Vuelta Doble	D	16 capas de mat.grasa x4= 64 de mat grasa(64×2)+1= 129 capas totales
4 Vuelta Doble	D	64 capas de mat.grasa x4=256 de mat grasa(256×2)+1= 513 capas totales
5 Vuelta Doble	D	256 capas de mat.grasa x4= 1024 de mat grasa(1024×2)+1= 2049 capas totales
6 Vuelta Doble	D	1024 capas de mat.grasa x4= 4096 de mat grasa(4096×2)+1= 8193 capas totales

Fuente: Llanes (2013). *Notas técnicas sobre hojaldre*.

Tabla VI. **Contabilización de Capas de vueltas simples**

0 vueltas (materia grasa ensobrada)		1 capa de mat.grasa x1= 1 de mat grasa( $1 \times 2$ )+1= 3 capas totales
1 Vuelta Simple	S	1 capa de mat.grasa x3 =3 de mat grasa( $3 \times 2$ )+1= 7 capas totales
1 Vuelta Doble	D	3 capas de mat.grasa x4 = 12 de mat grasa( $12 \times 2$ )+1= 25 capas totales
2 Vuelta Simple	S	12 capas de mat.grasa x3= 36 de mat grasa( $36 \times 2$ )+1= 73 capas totales
2 Vuelta Doble	D	36 capas de mat.grasa x4=144 de mat grasa( $144 \times 2$ )+1= 289 capas totales
3 Vuelta Simple	S	144 capas de mat.grasa x3= 432 de mat grasa( $432 \times 2$ )+1= 865 capas totales
3 Vuelta Doble	D	432 capas de mat.grasa x4= 1728 de mat grasa( $1728 \times 2$ )+1= 3457 capas totales

Fuente: Llanes (2013). *Notas técnicas sobre hojaldre*.

## **1.6. Evaluación Sensorial**

Los análisis sensoriales son herramientas destinadas a medir, analizar e interpretar la percepción que tiene un producto genera en un consumidor. Debido a que la opinión de una persona es subjetiva estas herramientas son susceptibles al sesgo, a pesar de estos inconvenientes estas herramientas son muy necesarias para la evaluación en la aceptación de los consumidores. (Piqueras-Friszman, Ares & Varela, 2015).

### **1.6.1. Pruebas orientadas a consumidor final**

Las pruebas de consumidores miden la preferencia que los clientes tienen hacia un producto, la aceptación se describe como una compra por placer. Estas pruebas se deben realizar por personas que conformen un grupo significativo de la población de compradores del producto evaluado. Estos consumidores deben responder a preguntas como: ¿fue de su agrado? ¿Cuál le gustó más? (González, Rodeiro, Sanmartín & Vila, 2014).

### **1.6.2. Pruebas hedónicas**

Es un tipo de prueba en donde se le da a conocer al panelista una escala de evaluación para que valore su grado de satisfacción respecto al producto que evaluó, esta prueba es una herramienta utilizada para obtener resultados favorables para el cliente final es el que da la opinión sobre si es de su agrado o no, Así como conocer cual prefieren en una comparación de productos.

Hasta en los últimos tiempos el departamento de mercadeo, desarrollo e investigación de las industrias eran los únicos que podían realizar un análisis de intención de compra de los potenciales compradores de un producto. Sin embargo, es importante conocer la diferencia entre un panel sensorial y el

departamento de mercadeo, debido a que estos paneles sensoriales son realizados de manera sorpresiva, sin dar detalles a las personas que participen sobre el producto que van a evaluar es probable que para el consumidor un producto tenga una puntuación alta en la prueba hedónica pero este producto no tenga demanda en el mercado. Sin embargo, es poco probable que un producto con una puntuación baja en la prueba hedónica sea bien aceptado en el mercado final, aunque se enfoque el departamento de mercadeo en impulsarlo. Por esta razón las pruebas hedónicas en consumidores resultan prácticas antes de la puesta en mercado de los nuevos productos. (González, Rodeiro, Sanmartín & Vila, 2014).

Estas pruebas también son conocidas como pruebas con consumidores, esta consiste en consultar a los consumidores que son panelistas que no tienen la preparación adecuada, que cuantifiquen mediante una escala que tanto los gusta un producto x. Estas pruebas deben de ser realizadas únicamente con consumidores que no han sido entrenados. Existen dos tipos de esta prueba, las que miden la preferencia que miden la aceptación. (Piqueras-Friszman, Ares & Varela, 2015).

Cuando medimos la aceptación de los consumidores por medio de su agrado a través de una escala esta es llamada hedónica, las cuales pueden ser de cinco, siete o nueve puntos en los que están presentes de extremo a extremo desde agrado a desagrado, en estas se puede indicar el agrado mediante números o marcando expresiones faciales. Es usual obtener una base de datos para determinar los resultados de aceptación de cada producto. (Piqueras-Friszman, Ares & Varela, 2015).

## 1.7. Análisis estadístico

Para analizar los resultados obtenidos se llevó a cabo una prueba de hipótesis para comparar las medias de la evaluación general y atributos de las dos muestras. Debido a la cantidad de evaluaciones ( $\geq 30$ ) se utilizó la prueba Z con un nivel de significancia  $\alpha$  fue 0.05. Se especificó una hipótesis nula, que propuso que no hay diferencia entre las medias.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

Se utilizó el valor Z para rechazar o aprobar la hipótesis nula, al compararlo con un valor crítico Z. Si el valor Z calculado es menor que el Z crítico para una prueba bilateral no puede rechazarse la hipótesis nula. Se calculó el valor Z de la siguiente forma:

$$Z_{prueba} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

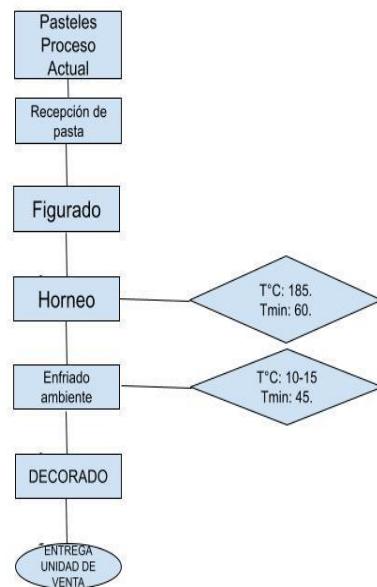


## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1. Proceso de elaboración de pasteles precocidos

Se elaboró el producto como se realiza de manera tradicional, proceso descrito figura 6.

Figura 6. **Proceso de elaboración actual**



Fuente: Elaboración propia, empleando Google *Drawigs*.

### **2.1.1. Evaluación de características organolépticas de producto terminado**

Se sometió el producto actual a una evaluación de características organolépticas por parte del panel interno de la empresa, realizando una prueba con el producto recién elaborado otra al cumplir 24 horas después de su elaboración.

A continuación, en la tabla VII se muestra el formulario utilizado para la evaluación.

**Tabla VII. Formato de evaluación interna de características organolépticas**

<b>Evaluación Interna</b>	
<b>Nombre: José Gómez</b>	<b>Fecha: 01/08/21</b>
<b>Atributo</b>	<b>Observaciones</b>
Textura	Dispareja, desmoronable, suave
Color	Dorado claro
Olor	Mantequilla característico masas laminadas
Sabor	Salado

Fuente: Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **2.2. Evaluación de variación de tiempo de horneo en productos precocidos**

Para determinar el efecto en la variación del tiempo de horno se prepararon muestras de pasteles de masa hojaldre y masa croissant como se realizan de manera tradicional aplicando los cambios en los parámetros de

horneo utilizando un método de precocción, posteriormente, se evaluaron las características organolépticas.

### **2.2.1. Preparación de las muestras por método de precocción**

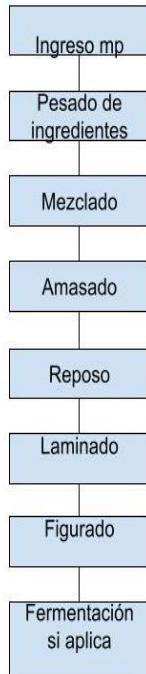
A continuación, se presentan los parámetros y el proceso a seguir para la elaboración de pasteles precocidos descritos en la tabla VIII y figura 7.

**Tabla VIII. Parámetros para elaboración de muestras**

<b>Preparación</b>	
<b>Atributo</b>	<b>Observaciones</b>
Reposo pasta	Tiempo: 30 minutos
Laminado	Temperatura: 12°C
Reposo en frio	Tiempo: 120 minutos. Temperatura: 5°C
Figurado	Temperatura: 12°C

Fuente: Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 7. **Preparación de muestras antes de horneo**

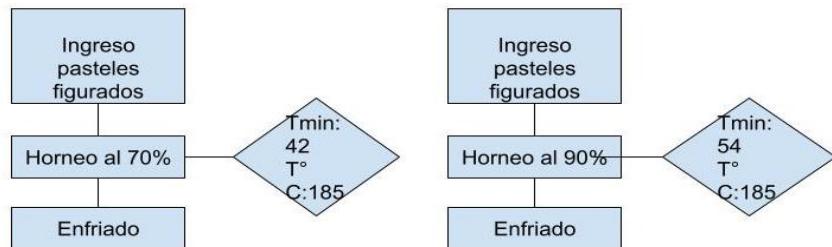


Fuente: Elaboración propia, empleando Google Drawigs.

### 2.2.2. **Variación del tiempo de horneo**

Para este estudio se consideró como 100% de horneo al tiempo definido para el procedimiento actual se realizaron variaciones a este tiempo. En el primer ensayo se aplicó una variación del 70% del tiempo sin modificar la temperatura de horneo, la cual corresponde a un tiempo de 42 minutos a una temperatura de 185°C. Posteriormente se realizó el segundo ensayo en el cual se aplicó una variación del 90% del tiempo con la misma temperatura de horneo, los cuales corresponden a 54 minutos a una temperatura de 185°C. El proceso de elaboración y comparación entre ambas muestras se detalla en la figura y tabla.

Figura 8. **Variaciones parámetros de horneo**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Drawigs.

Tabla IX. **Muestras de variaciones en tiempos de horneo**

Tiempo Horneo	Observaciones
70%	
90%	

Fuente: [Fotografía de Randy Rodas]. (Quetzaltenango, 2022). Fotografía guardada en carpeta proceso de ultracongelación de colección particular.

### **2.2.3. Evaluación de características organolépticas**

Se sometió el producto horneado con las variaciones en los tiempos a una evaluación de características organolépticas por parte del panel interno de la empresa, realizando una prueba con el producto recién elaborado después de su elaboración.

A continuación, en la tabla X se muestra el formulario utilizado para la evaluación.

**Tabla X. Formato de evaluación interna de características organolépticas**

<b>Evaluación Interna</b>	
<b>Nombre: José Gómez</b>	<b>Fecha: 01/08/21</b>
<b>Atributo</b>	<b>Observaciones</b>
Textura	Dispareja, desmoronable, suave
Color	Dorado claro
Olor	Mantequilla característico masas laminadas
Sabor	Salado

Fuente: Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **2.2.4. Evaluación sensorial con panel interno**

Se evaluaron sensorialmente los dos productos en un panel de 31 personas pertenecientes a la empresa utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Ver tabla XI, en la figura 9, se muestra uno de los formularios llenos.

Tabla XI. Escala Hedónica de 5 puntos

Me disgusta mucho	1
Me disgusta poco	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta poco	4
Me gusta mucho	5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 9. Ejemplo de formulario de evaluación

Producto:	Croissant Mantequilla																				
Nombre:	Sergio Alvarado																				
Fecha:	20-86727																				
Instrucciones: A continuación se le presentan dos muestras, evaluelas según la característica indicada. Elija para cada una la calificación de acuerdo a su gusto.																					
<b>Variable: Textura</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Muestra 1</th> <th style="text-align: center;">Muestra 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Me disgusta mucho</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Me disgusta poco</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No me gusta ni me disgusta</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Me gusta poco</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td>Me gusta mucho</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Muestra 1	Muestra 2	Me disgusta mucho	X		Me disgusta poco			No me gusta ni me disgusta			Me gusta poco		X	Me gusta mucho		
	Muestra 1	Muestra 2																			
Me disgusta mucho	X																				
Me disgusta poco																					
No me gusta ni me disgusta																					
Me gusta poco		X																			
Me gusta mucho																					
Observaciones Muestra 1: <u>Se percibe crudo</u>																					
Observaciones Muestra 2:																					

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## 2.2.5. Análisis estadístico

Para analizar los resultados obtenidos se llevó a cabo una prueba de hipótesis para comparar las medias de la evaluación general y de atributos de las dos muestras. Debido a la cantidad de evaluaciones ( $\geq 30$ ) se utilizó la prueba Z con un nivel de significancia  $\alpha$  fue 0.05. Se especificó una hipótesis nula, que propuso que no hay diferencia entre las medias.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

Se utilizó el valor Z para rechazar o aprobar la hipótesis nula, al compararlo con un valor crítico Z. Si el valor Z calculado es menor que el Z crítico para una prueba bilateral no puede rechazarse la hipótesis nula. Se calculó el valor Z de la siguiente forma:

$$Z_{prueba} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

## 2.3. Proceso de ultracongelación

A continuación, se detalla el proceso utilizado para el método de ultracongelación.

### 2.3.1. Preparación de las muestras

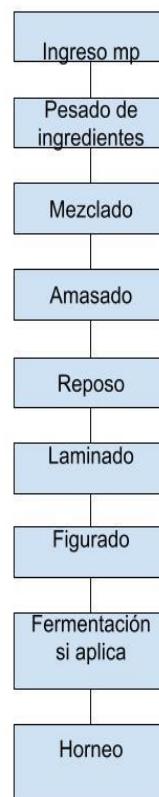
A continuación, se presentan los parámetros, así como el proceso a seguir para la elaboración de pasteles precocidos ultracongelados descritos en la tabla XII y figura 10.

Tabla XII. **Parámetros para elaboración de muestras**

Preparación	
Atributo	Observaciones
Reposo pasta	Tiempo: 30 minutos
Laminado	Temperatura: 12°C
Reposo en frio	Tiempo: 120 minutos. Temperatura: 5°C
Figurado	Temperatura: 12°C
Horneo	Tiempo: 54 minutos. Temperatura: 185°C

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 10. **Preparación de muestras antes de ultracongelación**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Drawigs.

### **2.3.2. Aplicación de ultracongelación**

Se llevó a cabo el proceso de ultracongelación a dos tiempos para luego aplicar dos ensayos, el primero por 30 minutos y el segundo por 60 minutos para posteriormente trasladar a un congelador para su almacenaje. Los parámetros de temperatura a destacar se describen en la tabla XIII.

**Tabla XIII. Parámetros de temperaturas para almacenaje en frio**

<b>Almacenaje en Frio</b>	
Congelador	T°C: -15 a -20
Abatidor	T°C: -20 a -30
Cuarto frio	T°C: 2 a 6
Contenedor frio	T°C: 0 a 5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Posterior a esto se realizó el traslado correspondiente para dar el horneo final al producto, el tiempo y temperaturas utilizados se describen en la tabla XIV.

**Tabla XIV. Parámetros de horneo final de muestras ultracongeladas**

<b>Tiempo ultracongelación</b>	<b>Temperatura Horneo Final</b>	<b>Tiempo Horneo Final</b>
30 minutos	185 °C	6 minutos
60 minutos	185 °C	6 minutos

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **2.3.3. Evaluación de características organolépticas**

Se sometió el producto a ultracongelación con las variaciones en los tiempos a una evaluación de características organolépticas por parte del panel interno de la empresa.

A continuación, en la tabla XV se muestra el formulario utilizado para la evaluación.

**Tabla XV. Formato de evaluación interna de características organolépticas**

<b>Evaluación Interna</b>	
<b>Nombre: José Gómez</b>	<b>Fecha: 01/08/21</b>
<b>Atributo</b>	<b>Observaciones</b>
Textura	Dispareja, desmoronable, suave
Color	Dorado claro
Olor	Mantequilla característico masas laminadas
Sabor	Salado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **2.3.4. Evaluación sensorial con panel interno**

Se evaluaron sensorialmente los dos productos en un panel de 31 personas pertenecientes a la empresa utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Ver tabla XVI, en la figura 11, se muestra uno de los formularios llenos.

Tabla XVI. Escala Hedónica de 5 puntos

<b>Me disgusta mucho</b>	1
<b>Me disgusta poco</b>	2
<b>No me gusta ni me disgusta</b>	3
<b>Me gusta poco</b>	4
<b>Me gusta mucho</b>	5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 11. Ejemplo de formulario de evaluación

Producto:	Croissant Mantequilla	
Nombre:	Sergio Alvaro	
Fecha:	20-86727	
Instrucciones: A continuación se le presentan dos muestras, evaluelas según la característica indicada. Elija para cada una la calificación de acuerdo a su gusto.		
Variable: Textura	Muestra 1	Muestra 2
Me disgusta mucho	X	
Me disgusta poco		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta poco		X
Me gusta mucho		
Observaciones Muestra 1:	Se percibe crudo	
Observaciones Muestra 2:		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.3.5. Evaluación sensorial con panel interno

Se aplicó la prueba de hipótesis Z descrito con anterioridad.

## 2.4. Proceso de ultracongelación

En la tabla XVII se detalla el costo estimado para producir 10000 unidades de pasteles precocidos ultracongelados.

Tabla XVII. **Gastos del estudio asumidos por la empresa**

CONCEP TO	DESCRIPCIÓ N	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Maquinaria, equipo y accesorios necesarios para la implementación	Ultracongelador Congelador	Unidad Unidad	Q 19 ,000.00 Q 5 ,000.00	3 2	Q 57,000.00 Q 10,000.00
	Cuarto Frío	Unidad	Q 25 ,000.00	1	Q 25,000.00
Materias primas	Materia prima	Unidad	Q 5 ,000.00	1	Q 5,000.00
Materiales	Empaque	Unidad	Q 1 ,000.00	1	Q 1,000.00
Total					Q 98,000.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## **2.5. Evaluación sensorial de producto normal en comparación con el producto precocido ultracongelado**

Se realizaron dos evaluaciones sensoriales una con un panel interno otra con panel externo para comparar el producto elaborado con el procedimiento actual, por lo que el producto precocido ultracongelado.

### **2.5.1. Preparación de las muestras**

Se prepararon 62 muestras, 31 de estas con el método actual, 31 muestras con el método precocido ultracongelado, estas fueron colocadas en capacillos individualmente y dadas a degustar por unidades enteras como se muestra en la figura 12.

**Figura 12. Muestras de productos para degustación**



Fuente: [Fotografía de Randy Rodas]. (Quetzaltenango, 2022). Fotografía guardada en carpeta proceso de ultracongelación de colección particular.

### 2.5.2. Panel sensorial interno

La prueba de aceptabilidad se realizó en una empresa de alimentos de la ciudad de Quetzaltenango, en donde se realizaron pruebas sensoriales con 31 personas internas de la empresa, se realizó un panel sensorial para determinar la aceptabilidad del producto con panelistas internos para de esta manera definir las características del producto original comparado con el precocido ultracongelado. Las evaluaciones compartidas con los panelistas se muestran en la figura 13.

Figura 13. Ejemplo del formulario de evaluación

Producto	Precocidos ultracongelados	
Nombre	Maritza Lily del Río	
Fecha	31-agosto-2021	
Instrucciones: A continuación se le presentan dos muestras, evalúelas según la característica indicada. Elija para cada una la calificación de acuerdo a su gusto.		
Variable: Aceptación general	Muestra 1	Muestra 2
Me disgusta mucho		
Me disgusta poco		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta poco	X	X
Me gusta mucho		
Producto	Precocidos ultracongelados	
Nombre	Maritza Lily del Río	
Fecha	31-agosto-2021	
Instrucciones: A continuación se le presentan dos muestras, evalúelas según la característica indicada. Elija para cada una la calificación de acuerdo a su gusto.		
Variable: Sabor	Muestra 1	Muestra 2
Me disgusta mucho		
Me disgusta poco		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta poco	X	
Me gusta mucho		X

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.5.3. Evaluación sensorial externa

La prueba de aceptabilidad se realizó en una empresa de alimentos de la ciudad de Quetzaltenango, en donde se realizaron pruebas sensoriales con 31 personas externas de la empresa, se realizó un panel sensorial para determinar la aceptabilidad del producto con panelistas externos para de esta manera definir las características del producto original comparado con el precocido ultracongelado. Las evaluaciones compartidas con los panelistas se muestran en la figura 14.

Figura 14. Ejemplo del formulario de evaluación

Producto	Precocidos ultracongelados	
Nombre	Maritza Lily del Río	
Fecha	31-agosto-2021	
Instrucciones: A continuación se le presentan dos muestras, evalúelas según la característica indicada. Elija para cada una la calificación de acuerdo a su gusto.		
Variable: Aceptación general	Muestra 1	Muestra 2
Me disgusta mucho		
Me disgusta poco		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta poco	X	X
Me gusta mucho		
Producto	Precocidos ultracongelados	
Nombre	Maritza Lily del Río	
Fecha	31-agosto-2021	
Instrucciones: A continuación se le presentan dos muestras, evalúelas según la característica indicada. Elija para cada una la calificación de acuerdo a su gusto.		
Variable: Sabor	Muestra 1	Muestra 2
Me disgusta mucho		
Me disgusta poco		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta poco	X	X
Me gusta mucho		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.5.4. Análisis estadístico

Se aplicó la prueba de hipótesis Z descrito con anterioridad.

### 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Proceso de producción actual y características organolépticas de producto terminado

En la tabla XVIII se definen los parámetros de la producción actual de pasteles laminados.

Tabla XVIII. Parámetros de elaboración de proceso actual

Observaciones	
Mojado de pasta	Tiempo: 15 minutos
Reposo pasta	Tiempo: 30 minutos
Laminado	Temperatura: 12°C
Reposo en frio	Tiempo: 120 minutos. Temperatura: 5°C
Figurado	Temperatura: 12°C
Horneo	Tiempo: 60 minutos. Temperatura: 185°C
Enfriado	Tiempo: 45 minutos. Temperatura: 12°C

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la tabla XIX se observa la comparativa de características organolépticas de producto recién elaborado con producto transcurridas 24 horas desde su producción para detectar las diferencias en el producto al transcurrir un día.

Tabla XIX. Comparación características organolépticas de productos

Proceso	Actual	24 hrs. Despues
Atributo	Observaciones	Observaciones
Textura	Disparejo, desmoronable, suave	Disparejo, desmoronable, duro
Color	Dorado claro	Dorado claro
Olor	Olor a mantequilla	Ligero a mantequilla
Sabor	Buen sabor agradable	Ligeramente acido en pasteles con decoración

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 3.2. Evaluación del efecto en la variación de tiempos de horneo de productos precocidos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de características organolépticas y de la evaluación sensorial de los productos horneados con las dos variaciones de tiempo.

#### 3.2.1. Características organolépticas

En la tabla XX se observa la comparativa de características organolépticas de producto horneado en un 70% del tiempo original de horneo contra un 90%.

Tabla XX. Comparación características organolépticas de productos

Proceso	Horneo 70%	Horneo 90%
Atributo	Observaciones	Observaciones
Textura	Disparejo, desmoronable, húmeda	Disparejo, desmoronable, buen desarrollo
Color	Dorado	Dorado claro
Olor	Olor ligero a mantequilla	Olor a mantequilla
Sabor	Se percibe crudo	Sabor agradable

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **3.2.2. Evaluación sensorial interna**

A partir de la tabulación de las evaluaciones de cada panelista se calcularon las medias para cada atributo evaluado, las cuales están detalladas a continuación en la tabla XXI.

**Tabla XXI. Medias de resultados evaluación sensorial interna**

<b>Atributo</b>	<b>Horneo 70%</b>	<b>Horneo 90%</b>
<b>Aroma</b>	3.97	4.26
<b>Sabor</b>	3.77	4.32
<b>Defectos físicos</b>	3.90	4.19
<b>Defectos color</b>	4.03	3.97
<b>Textura</b>	3.87	4.19
<b>Apariencia</b>	4.13	4.32
<b>Aceptación general</b>	3.77	4.16

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **3.2.3. Análisis estadístico**

En la tabla XXII se presenta el análisis estadístico de las medias de la evaluación sensorial.

Tabla XXII. Resultados de análisis estadísticos

Atributo	Alpha	Valor P	Z Calculado	Z Crítico	Interpretación
<b>Aroma</b>	0.05	0.1	-1.65	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Sabor</b>	0.05	0.001	-3.4	1.96	Si existe diferencia significativa
<b>Defectos Físicos</b>	0.05	0.1	-1.63	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Defectos de color</b>	0.05	0.69	0.40	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Textura</b>	0.05	0.055	-1.91	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Apariencia</b>	0.05	0.231	-1.19	1.96	No existe diferencia significativa

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 3.3. Variaciones en tiempos de ultracongelación de pasteles precocidos

Para A continuación, se presentan los resultados obtenidos de características organolépticas, al igual que, de la evaluación sensorial de los productos ultracongelados con las dos variaciones de tiempo.

#### 3.3.1. Características organolépticas

En la tabla XXIII se observa la comparativa de características organolépticas de producto sometido a ultracongelación durante 30 minutos y durante 60 minutos. En donde se observan características muy similares.

Tabla XXIII. Comparación características organolépticas de productos

Proceso	Ultracongelación 30 minutos	Ultracongelación 60 minutos
Atributo	Observaciones	Observaciones
Textura	Disparejo, desmoronable	Disparejo, desmoronable
Color	Dorado	Dorado
Olor	Olor a mantequilla	Olor a mantequilla
Sabor	Sabor agradable	Sabor agradable

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 3.3.2. Evaluación sensorial interna

A partir de la tabulación de las evaluaciones de cada panelista se calcularon las medias para cada atributo evaluado, las cuales están detalladas a continuación en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. Resultados evaluación sensorial interna

Atributo	30 minutos	60 minutos
Aroma	4.1	3.87
Sabor	3.61	3.55
Defectos físicos	3.87	3.58
Defectos color	3.97	3.65
Textura	3.74	3.61
Apariencia	3.84	3.61
Aceptación general	4.32	4.03

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 3.3.3. Análisis estadístico

En la tabla XXV se presenta el análisis estadístico de las medias de la evaluación sensorial.

Tabla XXV. Resultados de análisis estadísticos

Atributo	Alpha	Valor P	Z Calculado	Z Crítico	Interpretación
Aroma	0.05	0.14	1.46	1.96	No existe diferencia significativa
Sabor	0.05	0.70	0.37	1.96	No existe diferencia significativa
Defectos Físicos	0.05	0.022	2.28	1.96	Si existe diferencia significativa
Defectos de color	0.05	0.036	2.09	1.96	Si existe diferencia significativa
Textura	0.05	0.41	0.81	1.96	No existe diferencia significativa
Apariencia	0.05	0.13	1.48	1.96	No existe diferencia significativa
Aceptación General	0.05	0.60	0.40	1.96	No existe diferencia significativa

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 3.4. Variaciones en tiempos de ultracongelación de pasteles precocidos

Se realizó una comparación en la aceptación de los productos del proceso actual contra el proceso propuesto de precocidos ultracongelados. En la tabla

XXVI se muestran los datos obtenidos a través del análisis de prueba de hipótesis Z, para comparación de las medias de la evaluación general de acuerdo con los atributos de ambos procesos.

Tabla XXVI. **Resultados de análisis estadísticos**

Atributo	Alpha	Valor P	Z Calculado	Z Critico	Interpretación
<b>Aroma</b>	0.05	0.39	0.85	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Sabor</b>	0.05	0.006	-2.75	1.96	Si existe diferencia significativa
<b>Defectos Físicos</b>	0.05	1.00	0.00	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Defectos de color</b>	0.05	1.00	0.00	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Textura</b>	0.05	0.72	-0.34	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Apariencia</b>	0.05	0.85	0.18	1.96	No existe diferencia significativa
<b>Aceptación General</b>	0.05	0.73	0.34	1.96	No existe diferencia significativa

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



#### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación propone la elaboración de pasteles precocidos de masa laminada aplicando el proceso de precocimiento y ultracongelación con la finalidad de poder transportar estos productos congelados a diferentes puntos del país sin tener que iniciar el proceso de cero para centralizar la producción. Para llevar a cabo este proceso se realizó un seguimiento del proceso actual tomando en cuenta parámetros de horneo, al igual que, características organolépticas.

Se evaluaron las características organolépticas del producto final elaborado con el proceso actual determinando los tiempos de elaboración en cada punto crítico del proceso. Se realizó una evaluación de características organolépticas del producto recién elaborado describiendo sus atributos, además se evaluó este producto transcurrido un día de vida denotando un producto con características organolépticas diferentes al recién salido, un producto con textura diferente teniendo una mayor dureza producto que es complicado enviar a otros puntos del país por la pérdida de características en un día.

Se determinó según la percepción de panelistas la mejor aceptación en los porcentajes de horneo, aplicando un pre horneo del 70% y del 90% del proceso original, en donde se determinó que el proceso que mejor características organolépticas obtuvo fue el proceso de 90%. El 70% presento inconvenientes en aceptación general debido a inconsistencias en textura y sabor, características que en el horneo final no se pudieron mejorar en el 90% del tiempo de horneo original si fueron alcanzadas teniendo este proceso mejor aceptación, parecido a las características del producto original.

Se determinó según la percepción de panelistas la mejor aceptación en el proceso de ultracongelación, definiendo dos tiempos de ultracongelación del producto precocido lo cuales fueron de 30 y 60 minutos. Tiempos en los que tuvo una aceptación superior el tiempo de ultracongelación de 30 minutos, además de esta manera se hace más eficiente el proceso al reducir los tiempos en que el producto tiene que estar en ultracongelación. Además, se definieron los parámetros de refrigeración que están descritos en la tabla II. Tiempos y temperaturas claves en el proceso para conservar el producto que pueda mantener las características originales.

Los resultados de las características organolépticas. Los análisis sensoriales denotaron mejor aceptación en el aroma del proceso actual en comparación con el proceso de precocido ultracongelado, la diferencia en la aceptación es mínima, en sabor se tuvo una mejor aceptación en el proceso de ultracongelación derivado de una percepción de margarina en el producto. En el aspecto de defectos físicos se tuvo un resultado de medias igual, demostrando que el producto mantiene sus características originales, pero si este de inicio no es bien figurado el producto no puede ser corregido si no que mantiene la característica original a la que fue ultracongelado. De la misma manera ocurrió con los defectos de color determinados por los tiempos de horneo, los cuales fueron establecidos al respetarse los tiempos y temperaturas los productos tienen los mismos defectos de color. En la textura se obtuvo una mejor aceptación del producto ultracongelado precocido, esta percepción derivada de una mejor sensación de crunch producido por el pre horneo y horneo final que da una textura que tuvo una mejor aceptabilidad, aunque mínima.

El aspecto de apariencia es determinado por la decoración del producto final, ligeramente se obtuvo una mejor aceptación del producto original, aunque

la decoración no es un factor que sea influido por los procesos que se están modificando. En aceptación general se obtuvo una ligera mejor recepción de los panelistas por el producto original, aunque la diferencia de medias es muy pequeña.

Los resultados nos demuestran que hay una mejor aceptación por el producto ultracongelado precocido, aunque la diferencia de las medias es realmente mínima, lo relevante de los resultados es la aceptación del producto ultracongelado precocido comparado con el producto original, ya que el producto mantiene las características del producto original, además que almacenado en congelación puede permanecer durante más días almacenado, permite el transporte de este a otros puntos del país manteniendo las características y formula original, centralizando la producción de este haciendo más eficiente el proceso en el punto de venta final al tener que dar un horneo del 10% final sin tener que iniciar el proceso desde cero



## CONCLUSIONES

1. Se definieron las etapas del proceso de elaboración en tiempos de amasado, tiempos de horneo, tiempos de enfriado, tiempos de empastado del proceso actual para la elaboración del producto actual, en base a estos productos elaborados se definieron las características organolépticas del producto final.
2. El porcentaje de horneo con mayor aceptación en el resultado es el de 90% del tiempo original, definido por las características organolépticas en donde se definió que tiene un mejor desarrollo. Se utilizó un panel sensorial interno en donde de igual manera tuvo mejores resultados en el promedio de medias por lo cual se estableció como el porcentaje de horneo a utilizar antes del proceso de ultracongelación.
3. El tiempo de ultracongelación de mayor aceptación, obteniendo el de 30 minutos, definido por las características organolépticas con panel sensorial interno en donde se definieron las temperaturas de almacenaje en congelación en tiempos y temperaturas de ultracongelación que fueron de 30 minutos de -15 a -20 °C.
4. Se definió la aceptación de los pasteles precocidos ultracongelados demostrando resultados a favor del producto precocido ultracongelado, el producto precocido ultracongelado tiene resultados positivos, con características organolépticas similares a la del producto actual, teniendo la posibilidad de poder almacenarse en ultracongelación para poder ser distribuido, transportado a otros puntos de interés.



## RECOMENDACIONES

1. Utilizar el procedimiento de elaboración de pasteles precocidos ultracongelados propuesto en este trabajo de investigación para la distribución en diferentes puntos del país de productos con masa laminada como hojaldre o croissants de panaderías y reposterías en el país.
2. Se recomienda continuar la línea de investigación para el aprovechamiento de los métodos de pre cocimiento, ultracongelación o combinados para otros productos utilizados en panificación o repostería.
3. La industria de la panificación/repostería puede utilizar los datos obtenidos en la presente investigación para la comercialización de productos precocidos ultracongelados y poder de esta manera ampliar el portafolio de productos a la venta.
4. Se recomienda continuar la línea de investigación para el aprovechamiento de los métodos de pre cocimiento y ultracongelación de alimentos de consumo masivo o de utilización industrial en restaurantes como producto semi terminado.



## REFERENCIAS

1. AIB (1994). *Applied Baking Technology. Manual de capacitación y desarrollo de la panificación.* The american Institute of Baking
2. Álvarez, Z. y Tusa, E. (2009). Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua. Universidad técnica del norte
3. Aperte, E. (2007). Alimentos precocinados. Universidad de San Pablo CEU
4. Balarezo, P. (2011). Evaluación del uso del propionato de calcio y sorbato de potasio en la estabilidad del pan precocido almacenado en refrigeración, para su comercialización en supermercados. Universidad técnica de Ambato
5. Barreiro, J. y Sandoval, A. (2002). Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Ed. Universidad Simón Bolívar
6. Betanzos, C. (2020). Aprovechamiento de la energía solar para la elaboración de masas básicas de la repostería. Universidad de ciencias y artes Chiapas
7. Cauvin, S. P. y Young, L.S. (2000). *Bakery food manufacture and quality: Water control and effects.* Gloucester: Blackwell Science Ltd
8. Chávez, J. (2017). Proceso de ultracongelación y liofilización de chayote. Instituto Tecnológico de Orizaba

9. De la Torre, R. (2015). Congelación de Alimentos (Aspectos de Ingeniería)
10. Gon (2017). Consejos nutrición alimentos supercongelados. Obtenido de: <https://viviendosanos.com/consejos-nutricion-alimentos-supercongelados>
11. González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C. y Vila S., (2014). Introducción al análisis sensorial, Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos
12. Llanes, H. (2013). Notas técnicas sobre hojaldre. Obtenido de: <https://panaderos.info/?p=255>
13. López, R. (2012). El origen, métodos y técnicas en masas laminadas y hojaldradas. Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Turismo
14. Mcgee H. (2004). On Food and Cooking: The science and lore of the kitchen. Sobre la comida y la cocina: la ciencia y la tradición de la cocina. Hodder & Stoughton Ltd
15. Moreno, D. (2017). Comercialización de masa de hojaldre laminada para mercado profesional y doméstico a nivel nacional en Ecuador. Facultad de Posgrados. UDLA. Quito
16. Muñumel, J. (2012). Preelaboración, Cocina, Conservación. Editorial Norma-Capitel

17. Murillo, J. (2018). Desarrollo y elaboración de panes precocidos y congelados, empleando varios tipos de harinas. Universidad de Guayaquil
18. Negre, T. (2016). Las ventajas de los productos precocinados para los restaurantes
19. Oviedo, L. (2014). Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de pasta filo por la Empresa IMPOCOR en los principales hoteles gourmet de Quito y Guayaquil. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba
20. Pérez, S. (2008). El libro del hojaldre. Montagud Editoriales
21. Piqueras-Fiszman, B., Ares, G. & Varela, P. (2015). An Introduction to Sensory Evaluation Techniques. En L. Nollet & F. Toldrá (Ed.), Handbook of food analysis. (pp. 65-79). CRC Press
22. Rojas, A. (2007). Implantación y evolución de los productos precocinados de castilla y león. Observatorio industrial del sector agroalimentario de Castilla y León
23. Vásquez, L., González, D. y Cervantes, C. (2016). Calidad de pan precocido almacenado en refrigeración y en congelación. Universidad autónoma metropolitana de Iztapalapa
24. Velásquez, M. (2011). Congelación de alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Matriz de coherencia

Problema	Objetivos	Conclusiones	Recomendaciones
<b>Pregunta Principal</b>	<b>Objetivo general</b>		
¿Cuál es el proceso adecuado para la implementación en la elaboración de pasteles precocidos ultracongelados para ampliar el tiempo de vida?	Establecer el proceso adecuado para la implementación de ultracongelación en la elaboración de pasteles precocidos para ampliar el tiempo de vida en almacenamiento.		
<b>Preguntas Auxiliares</b>	<b>Objetivos Específicos</b>		

Continuación de apéndice 1.

<p>¿Cuál es el proceso de almacenaje con características organolépticas del producto actual?</p>	<p>Evaluar el proceso de producción con características organolépticas del producto actual.</p>	<p>Se definieron las etapas del proceso de elaboración en tiempos de amasado, tiempos de horneo, tiempos de enfriado, tiempos de empastado del proceso actual para la elaboración del producto actual con base a estos productos elaborados se definieron las características organolépticas del producto final.</p>	<p>Utilizar el procedimiento de elaboración de pasteles precocidos ultracongelados propuesto en este trabajo de investigación para la distribución en diferentes puntos del país de productos con masa laminada como hojaldre o croissants de panaderías y reposterías en el país.</p>
<p>¿Cuál es el cambio a implementar en el porcentaje de horneo con temperaturas para el almacenaje de precocidos, así mantener las características organolépticas del proceso original?</p>	<p>Determinar el cambio en el porcentaje de horneo previo al proceso de ultracongelación.</p>	<p>El porcentaje con mayor aceptación con resultados de 90% del tiempo original, definido por las características organolépticas en donde se determinó que tiene un mejor desarrollo.</p>	<p>Se recomienda continuar la línea de investigación para el aprovechamiento de los métodos de pre cocimiento, ultracongelación o combinados para otros productos utilizados en panificación.</p>

Continuación apéndice 1.

¿Cómo se llevará a cabo el proceso de ultracongelación en el proceso de precocidos?	Especificación de los parámetros de ultracongelación y almacenaje de precocidos en el proceso a implementar.	El tiempo de mayor aceptación con resultado de 30 minutos, definido por las características organolépticas con panel sensorial interno en donde se definieron las temperaturas de almacenaje en congelación y los tiempos y temperaturas de ultracongelación que fueron de 30 minutos de -15 a -20 °C.	La industria de la panificación/repostería puede utilizar los datos obtenidos en la presente investigación para la comercialización de productos precocidos ultracongelados con poder de esta manera ampliar el portafolio de productos a la venta.
---	--	--	---

Continuación apéndice 1.

<p>¿Cuál es la aceptabilidad del producto final evaluado por el cliente final?</p>	<p>Establecer la aceptabilidad del producto precocido ultracongelado en el consumidor final por medio de evaluación sensorial.</p>	<p>Se definió la aceptación de los pasteles precocidos ultracongelados, estos tienen características organolépticas similares a las del producto actual, se tiene la posibilidad de almacenarse en congelación para poder ser distribuido y transportado a otros puntos de interés.</p>	<p>Se recomienda continuar la línea de investigación para el aprovechamiento de los métodos de pre cocimiento o ultracongelación de alimentos de consumo masivo o de utilización industrial en restaurantes como producto semi terminado.</p>
--	--	---	---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## Apéndice 2. Formato utilizado para la evaluación sensorial

<b>Producto</b>	<b>Precocidos ultracongelados</b>	
<b>Nombre</b>		
<b>Fecha</b>		
Instrucciones: A continuación se le presentan dos muestras, evaluelas según la característica indicada. Elija para cada una la calificación de acuerdo a su		
<b>Variable: Sabor</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>
Me disgusta mucho		
Me disgusta poco		
No me gusta ni me disgusta		
Me gusta poco		
Me gusta mucho		

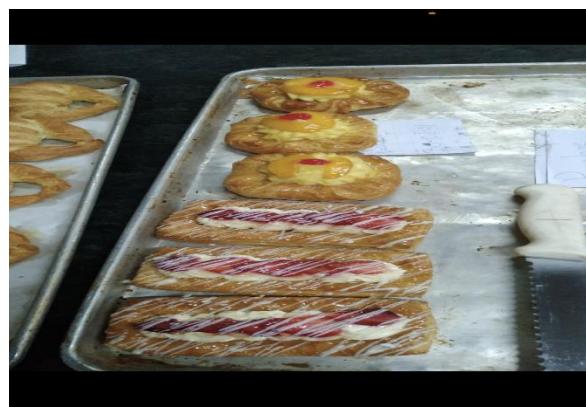
Fuente: Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### Appendice 3. **Fotografías del proceso de Toma de Muestras**

- Proceso de ultracongelación



- Muestras producto final



Continuación apéndice 3.

- Croissant horneo final



- Croissant precocido al 70% ultracongelado



Continuación apéndice 3.

- Muestras producto final precocido al 90%



- Producto precocido ultracongelado en cuarto frio



Continuación apéndice 3.

- Mediciones de producto final



- Producto precocido ultracongelado en congelador



Continuación de apéndice 3.



- Muestras de producto final horneado



Continuación de apéndice 3.

- Mediciones de temperatura producto final



- Mediciones altura de producto final



Fuente: [Fotografía de Randy Rodas] (Quetzaltenango, 2022). Fotografía guardada en carpeta proceso de ultracongelación de colección particular.

## Apéndice 4. Tabulación de Resultados Prueba Sensorial

### Proceso Actual versus Propuesto

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Aceptación General			
															Proceso Ad	Proceso Pr	Proceso Ad	
4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	
3	4	4	5	5	4	4	3	4	4	5	4	5	4	5	4	5	3	
3	4	4	5	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	3	
4	4	3	5	3	3	4	4	4	4	5	4	4	3	5	3	5	5	
4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	5	3	5	3	3	3	3	4	
2	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	5	4	
3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4	5	
4	5	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	
3	3	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	
3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	5	
4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	5	5	5	3	3	4	4	
3	4	4	5	4	4	3	4	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	
5	4	4	3	5	5	3	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	3	
4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	5	
3	5	3	3	4	4	4	4	5	4	3	3	4	5	4	5	4	4	
4	3	5	4	4	3	3	4	4	4	3	5	4	3	3	3	3	5	
4	5	4	3	3	4	4	4	5	5	4	4	4	3	5	3	5	4	
5	4	4	4	3	5	5	5	3	4	3	5	4	4	4	4	4	5	
5	3	3	4	4	3	4	4	5	5	3	5	4	4	4	4	4	4	
4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	5	4	3	3	3	3	4	
3	4	4	5	5	3	5	4	5	5	3	4	4	3	4	4	4	3	
5	5	4	3	3	4	4	4	3	5	4	4	4	5	4	5	4	4	
4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	5	3	4	3	3	3	3	5	
4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	
5	3	4	4	4	5	5	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	
5	3	4	4	3	5	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
5	4	3	4	4	4	4	4	4	5	3	5	3	4	4	4	4	3	
4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	
4	3	3	4	4	4	3	5	5	4	4	4	3	4	4	5	4	4	

Procesos

Horneo

Tiempos de Ultracongelación

Ultracongelación

(+)

⋮ 4

## Continuación apéndice 4.

### % Horneo

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Aroma		Sabor		Defectos Fisicos		Defectos de color		Textura		Apariencia		Aceptación General	
Horneo 70%	Horneo 90%	Horneo 70%	Horneo 90%	Horneo 70%	Horneo 90%	Horneo 70%	Horneo 90%	Horneo 70%	Horneo 90%	Horneo 70%	Horneo 90%	Horneo 70%	Horneo 90%
4	4	3	3	4	4	3	5	4	5	3	3	3	3
4	3	3	4	4	5	4	4	4	5	3	4	3	4
5	5	4	4	3	3	4	4	3	5	4	4	4	4
4	3	3	4	4	3	3	4	3	5	4	4	3	5
3	4	4	4	4	5	3	4	4	3	5	4	4	5
3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4	4	5
4	5	5	4	4	5	5	4	3	4	4	5	3	4
5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	3	4	4	5
5	4	4	5	3	4	5	4	4	4	4	5	4	4
4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	3	4	3
4	3	4	5	4	4	4	3	5	3	4	5	3	4
4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
4	4	5	5	3	3	4	5	3	4	4	4	3	4
4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	5	4	4	5
5	4	4	5	3	5	5	4	4	3	4	5	4	5
4	5	3	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4
4	3	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5
4	4	3	4	4	5	3	4	5	5	5	4	3	4
4	5	3	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3
4	5	4	5	5	4	4	3	4	5	4	5	3	4
4	5	5	4	3	4	5	4	4	5	4	5	4	5
3	5	4	4	4	4	5	4	3	4	5	3	4	3
4	3	3	4	3	4	4	4	5	4	4	5	3	4
4	4	3	4	4	3	4	5	4	5	5	4	3	4
3	5	4	4	4	5	4	3	4	4	5	5	5	4
5	4	3	5	4	4	5	4	3	4	4	5	4	3
5	4	3	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5
3	5	4	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4
4	5	4	3	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4
3	4	5	4	5	4	5	4	3	4	4	5	4	4
3	5	4	5	4	5	4	5	3	4	5	4	5	4

cesos **Horneo** Tiempos de Ultracongelación Ultracongelación + : < >

## Continuación apéndice 4.

### Tiempos de ultracongelación

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Aroma		Sabor		Defectos Físicos		Defectos de color		Textura		Apariencia		Aceptación General	
30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos
5	4	4	5	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4
5	4	4	5	4	4	5	4	3	3	4	3	4	3
4	4	3	3	4	3	5	4	4	5	4	3	5	5
4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	5	3	5	3
4	4	3	5	4	3	5	4	4	4	4	5	5	3
4	4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4
4	3	3	4	4	4	4	3	5	4	4	5	5	4
5	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	3	4	3
5	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	5
5	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	5
4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	5	4
4	3	5	4	4	4	3	3	4	3	4	4	5	4
3	3	3	4	4	3	5	4	4	3	3	4	4	4
4	4	3	5	4	4	3	3	3	3	4	4	4	5
4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	5	5
4	5	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4
4	4	4	3	4	4	4	4	5	5	4	4	3	3
4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3
5	4	4	3	4	4	4	4	4	3	5	4	4	3
3	5	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4
4	3	4	4	5	3	4	4	3	4	4	3	4	4
4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	5
4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3
4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	5
4	4	3	3	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4
4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4
5	5	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	5
3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4
4	5	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4
4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
3	3	4	3	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4

Procesos | Horneo | **Tiempos de Ultracongelación** | Ultracongelación | +

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## Apéndice 5. Medias de Resultados Prueba Sensorial

## Proceso Actual versus Propuesto

% Horneo

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Aroma		Sabor		Defectos Físicos		Defectos de color		Textura		Apariencia		Aceptación General			
Horneo 70%	Horneo 30%	Horneo 70%	Horneo 30%	Horneo 70%	Horneo 30%	Horneo 70%	Horneo 30%	Horneo 70%	Horneo 30%	Horneo 70%	Horneo 30%	Horneo 70%	Horneo 30%		
4	4	3	3	4	4	3	5	4	5	3	3	3	3	3	
4	3	3	4	4	5	4	4	4	5	3	4	3	4	4	
5	5	4	4	3	3	4	4	3	5	4	4	4	4	4	
4	3	3	4	4	3	3	4	3	5	4	4	3	5	4	
3	4	4	4	4	5	3	4	4	3	5	4	4	5	4	
3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4	4	5	4	
4	5	5	4	4	5	5	4	3	4	4	5	3	4	4	
5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	3	4	4	5	5	
5	4	4	5	3	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	
4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	3	4	3	3	
4	3	4	5	4	4	4	3	5	3	3	4	5	3	4	
4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	
4	4	5	5	3	3	4	5	3	4	4	4	3	4	4	
4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	4	5	4	5	5	
5	4	4	5	3	5	5	4	4	3	4	4	5	4	5	
4	5	3	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
4	3	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	
4	4	3	4	4	5	3	4	5	5	5	4	3	4	4	
4	5	3	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	
4	5	4	5	5	4	4	3	4	4	5	4	5	3	4	
4	5	5	4	3	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	
3	5	4	4	4	4	5	4	3	4	5	3	4	3	4	
4	3	3	4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	
4	4	3	4	4	3	4	5	4	5	5	5	4	3	4	
3	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	5	5	4	4	
5	4	3	5	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4	3	
5	4	3	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	
3	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	3	5	4	5	
4	5	4	3	4	4	5	4	4	3	4	5	5	4	4	
4	5	4	3	4	4	5	4	4	3	4	5	5	5	4	
3	4	5	4	5	4	5	4	3	4	4	5	4	5	4	
3	5	4	5	4	5	4	5	4	3	4	5	4	5	4	
Promedios		3.97	4.26	3.77	4.32	3.90	4.19	4.03	3.97	3.87	4.19	4.13	4.32	3.77	4.16

## Continuación apéndice 5.

### Tiempos de ultracongelación

Aroma	sabor	lurectos físicos	lurectos de color	Textura	Apariencia	Aceptación General									
30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos	30 minutos	60 minutos				
5	4	4	5	4	3	3	4	4	4	5	4				
5	4	4	5	4	4	5	4	3	4	3	3				
4	4	3	3	4	3	5	4	4	5	4	5				
4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	5	3				
4	4	3	5	4	3	5	4	4	5	5	3				
4	4	5	3	4	4	4	4	3	4	4	4				
4	3	3	4	4	4	4	3	5	4	5	4				
5	4	4	3	3	4	4	5	4	4	3	3				
5	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4				
5	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	5				
5	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	5				
4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4				
4	3	5	4	4	4	3	4	3	4	5	4				
3	3	3	4	4	3	5	4	4	3	4	4				
4	4	3	5	4	4	4	3	3	4	4	5				
4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	5				
4	5	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4				
4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	3	3				
4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3				
5	4	4	3	4	4	4	4	3	5	4	3				
3	5	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4				
4	3	4	4	5	3	4	4	3	4	3	4				
4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4				
4	4	3	4	4	3	5	4	4	3	5	5				
4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4				
4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4				
4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	5				
4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4				
4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4				
5	5	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4				
3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4				
4	5	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4				
4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4				
3	3	4	3	5	4	4	3	3	4	4	4				
promedios		4.10	3.87	3.61	3.55	3.87	3.58	3.97	3.65	3.74	3.61	3.84	3.61	4.32	4.03

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.