

Mejoramiento de la estructura de panes enrollados del Ecuador por ultracongelado

Improvement of the Structure of Ecuadorian Rolled Breads through Ultra-Freezing

Autor:

Patricio Xavier Pinos Flores, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4502-2754>. Correo: xpinos@uide.edu.ec

Afiliación institucional: Universidad Internacional del Ecuador

***Autor correo para correspondencia:** xpinos@uide.edu.ec

Resumen

El presente artículo propone mejorar la estructura del pan enrollado tradicional del Ecuador mediante la aplicación de la técnica de ultracongelación, como alternativa tecnológica para optimizar la conservación y la calidad de las masas laminadas. El objetivo es establecer un procedimiento que permita conservar las características de la estructura, el volumen, la textura, el aroma y el sabor, favoreciendo la producción anticipada y el horneado posterior. La elaboración de la masa se realizó mediante el control del gramaje de los ingredientes, empleando una levadura resistente a bajas temperaturas y agua con hielo a 3 °C. El amasado no superó los 6 minutos, a una velocidad de 50 a 80 RPM, utilizando una amasadora de 50 libras y 1200 W. Se empleó harina comercial disponible en Ecuador, con un contenido proteico de 12 % a 14 %, adecuada para masas laminadas. La temperatura final de la masa se mantuvo por debajo de 10 °C y alcanzó aproximadamente un 70 % de desarrollo del gluten. Posteriormente, la masa fue laminada mediante empaste rápido o escocés y sometida a las vueltas simples y dobles para obtener una estructura uniforme. Se realizó el formado y el cortado manual al aire del pan enrollado, seguido de la ultracongelación a aproximadamente -40 °C durante 30 minutos. Los productos fueron empacados, etiquetados y almacenados.

Palabras clave: pan enrollado, ultracongelación, masas laminadas, estructura del pan, panificación ecuatoriana

Abstract

This article proposes improving the structure of traditional Ecuadorian rolled bread by applying the ultrafreezing technique as a technological alternative to optimize the preservation and quality of laminated doughs. The objective is to establish a procedure that allows maintaining characteristics of structure, volume, texture, aroma, and flavor, favoring early production and subsequent baking. Dough preparation was carried out by controlling ingredient weight and using a yeast resistant to low temperatures and water at 3 °C. Kneading did not exceed 6 minutes at 50 to 80 RPM, using a 50-pound, 1200 W mixer. Commercial flour available in Ecuador was used, with a protein content of 12% to 14%, suitable for laminated doughs. The final dough temperature was kept below 10 °C, reaching approximately 70% gluten development. Subsequently, the dough was laminated using a quick or Scottish fold and subjected to single and double turns to achieve a uniform structure. The shaping and manual cutting of the rolled bread was done in the open air, followed by flash freezing at approximately -40 °C for 30 minutes. The products were packed, labeled, and stored.

Keywords: rolled bread, blast freezing, laminated dough, bread structure, Ecuadorian baking

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 21 de julio de 2026

Fecha de aceptación: 26 de julio de 2026

Fecha de publicación: 27 de julio de 2026

Introducción

La panificación constituye una actividad relevante en la alimentación ecuatoriana y representa un sector de elevada frecuencia de consumo. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR, 2025), el pan es el alimento que registra la mayor frecuencia de compra en los hogares ecuatorianos, representando el 6,5 % de las transacciones mensuales de alimentos, dentro de aproximadamente 140 millones de transacciones mensuales. Estos datos evidencian la importancia del pan en los patrones de consumo del país (INEC, 2026)

Figura1

Productos alimenticios más gastados mensualmente durante el 2024 al 2025



Nota: Representación gráfica de porcentajes y valores de consumo mensual. Tomado del (<https://www.ecuadorencifras.gob.ec>, 2026, pág. INEC).

La importancia productiva de la panificación también se refleja en los registros del INEC, que reportaron 204.717.288 unidades de pan producidas en Ecuador durante 2016 por las empresas investigadas. Esto destaca parámetros de consumo masivo del pan como un producto básico de alta demanda, la producción se reduce a la generación de empleo específico con conocimiento técnico, y proveedores calificados con calidad de materia prima, y como punto adicional relacionado a lo mencionado anteriormente impulsa la tecnificación con un estándar constante de calidad, tiempo de respuesta, valor nutricional, acompañado con otros sectores como los lácteos y grasas de impacto industrial.

Los ecuatorianos consumen entre 20 y 30 kilos de pan por año; existen más de 9000 panaderías tradicionales que han logrado posicionar el pan cachito como un alimento que aporta energía, valor

proteico, comúnmente usado para los desayunos (Hansel&gretel, 2025).

Tabla 1

Valor nutricional del cachito mediano de 57g

Pan cachito de 100g por porción
Calorías: 234 kcal
Proteínas: 11.80 g
Carbohidratos: 28.9 g
Grasas totales: 7.3 g
Grasas saturadas: 3.5 g
Azúcares: 6.2g
Sodio: 0.63 g (632mg)

Nota: Detalle de valor nutricional de pan popular cachito, tabla realizada por Mgp. Patricio Pinos, Ing. Tomado de App Fitia (fitia, 2026).

Esta magnitud evidencia la necesidad de desarrollar procesos que mejoren la eficiencia productiva, reduzcan las pérdidas y mantengan la calidad de los productos durante su conservación. En este contexto, el pan enrollado constituye una alternativa de interés dentro de los productos laminados, con características propias que lo diferencian de otros productos, como el croissant. Aunque ambos emplean técnicas de laminación, el pan enrollado presenta mayor flexibilidad

en su formulación y puede elaborarse con diferentes materias grasas, como mantequilla, margarina panadera o grasas vegetales técnicamente apropiadas, de acuerdo con las características tecnológicas y sensoriales buscadas.

Desde el punto de vista tecnológico, la estructura del pan enrollado depende de variables como la formulación, la hidratación, la temperatura de la masa, el desarrollo del gluten, la incorporación de la materia grasa, la laminación, la fermentación y el horneado. La alteración de estas variables puede afectar el volumen, la textura, la distribución de las capas y las características sensoriales del producto. Por ello, la aplicación de tecnologías de conservación que conserven las propiedades de la masa constituye una alternativa para mejorar los procesos de producción.

La ultracongelación, permite conservar masas previamente elaboradas y porcionadas, favoreciendo la formación de cristales de hielo de menor tamaño y reduciendo potencialmente el deterioro de su estructura durante la congelación. Su aplicación puede facilitar, además, la producción anticipada, disminuir los excedentes

y permitir disponer de masas li-
para procesos posteriores
descongelación, fermentación
horneado.

	rica y crocancia prolonga da.		
--	--	--	--

Tabla 2
*Matriz comparativa de
técnicas de elaboración pan cachito*

Tipo de Receta	Textura de Miga Esperad a	Alveolado Interno	Vida Útil Tecnoló gica
Tradicional (Masa Directa Enriquecida con grasa vegetal)	Miga algodono sa, densa y suave.	Pequeño, uniforme y cerrado.	Mediana (retrogra dación del almidón moderad a por las grasas).
Laminada (con hojaldrina)	Crujiente en el exterior, suave y húmeda por dentro.	Abierto, forma de panal (alvéolos alargados).	Corta (pierde la propieda d crocante rápidame nte por la humedad ambienta l).
Con masa ultracongelada	Elástica, con mayor masticabi lidad (<i>chewine ss</i>), mejor aparienci a colorimét	Alvéolos medianos a grandes	Alta resistenci a en su manipula ción, frena el endureci miento.

Nota: información de
propiedades por aplicación de técnica
de ultracongelación. Tomado de
(Cauvain, 2007).

En Ecuador, el INEN cumple
una función complementaria
mediante la elaboración y aplicación
de normas técnicas orientadas a
establecer parámetros de calidad,
inocuidad y seguridad de los
productos; por tanto, el desarrollo de
productos de panificación debe
considerar tanto los criterios
tecnológicos de elaboración como el
marco normativo aplicable (Servicio
Ecuatoriano de Normalización (INEN,
2026), reflejados en fichas técnicas
de recetas tradicionales o populares
de la panadería en el Ecuador.

Figura 2

Ficha técnica de guagua de

variables relacionadas con la elaboración de la masa, el desarrollo del

Sistema Integrado de Consulta de Clasificaciones y Nomenclaturas (SIN)
PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL PARA EL DESARROLLO

FICHA TÉCNICA DE ALIMENTOS

Producto Específico:	Guaguas de pan
Nombre Comercial:	Guaguas de pan
Código CPC V.2:	23410.01.01
Código CIU 4.0:	C1071.01
Código Arancel 2007:	1905.90.90.00
Código Arancel 2012:	1905.90.90.00
PROPIEDADES GENERALES	
Descripción:	Las Guaguas de pan, también wawas de pan, son hogazas o panes grandes, usualmente de trigo, moldeados y adornados con forma de niño pequeño o bebé, a veces rellenas de dulce, que se elaboran y se consumen o usan como parte de ritos ancestrales en regiones andinas de Ecuador, Perú, Bolivia, sur de Colombia y norte de Argentina, principalmente el 2 de noviembre o Día de los Fieles Difuntos, como también en fiestas agrarias, durante carnavales o en Navidad como elementos simbólicos de alianzas y compromisos sociales.
Usos:	Alimento básico que forma parte de la dieta tradicional en ritos ancestrales principalmente el 2 de noviembre o Día de los Fieles Difuntos
Magnitud:	Peso
Unidad de Medida:	Gramos
Presentación Comercial:	Venta a granel en locales de expendio como panaderías, supermercados, etc.
PROPIEDADES ESPECÍFICAS	
Composición Principal:	Harina de trigo, levadura, sal, mantequilla
Composición Secundaria:	Saborizantes y aditivos decorativos
Características Organolépticas:	Corteza de color caramelo y consistencia quebradiza, color de la miga de acuerdo al tipo de harina utilizada, olor característico. Color: la miga es blanco cremoso. La corteza debe ser dorada a ligeramente moreno, uniforme, no debe estar quemada, ni tener material extraño alguno. Olor y sabor: debe ser característico al pan horneado, bien cocido, sin acidez, libre de olores y sabores desagradables. Textura: la miga debe ser elástica, poco porosa y uniforme.
Observaciones:	El pan artesanal, es producido por uno 12.000 establecimientos en todo el país, el pan en el Ecuador no está industrializado, por tal motivo las panaderías grandes buscan dar un valor agregado a sus locales. La demanda en el país es creciente porque, esta depende directamente del incremento de la población, a más de ser un producto de primera necesidad consumido por la mayoría de los hogares ecuatorianos, se considera por hogar el consumo de 10 componentes. Pan consumido, Per-Capital (Kg/Año).

pan tradicional del Ecuador

Nota: Representación técnica ejemplificada de un pan tradicional estandarizado. Tomado del INEN 2012 web:

https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_alimentos.php?id=23410.01.01

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar el mejoramiento de la estructura de panes enrollados del Ecuador mediante la aplicación de la ultracongelación, considerando

gluten, la laminación, el abatimiento negativo y la conservación. Se busca establecer una alternativa tecnológica que contribuya a preservar las características estructurales y sensoriales del producto, a mejorar la planificación de la producción y a reducir las pérdidas asociadas al proceso de panificación.

Materiales y métodos

Enfoque y diseño de investigación

La investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo, experimental y aplicado, orientado al

mejoramiento de la estructura de panes enrollados mediante un proceso de ultracongelación. El estudio se fundamentó en la elaboración de masas laminadas, su congelación rápida y posterior evaluación del comportamiento tecnológico y de las características del producto horneado.

Se empleó un diseño experimental de tipo preexperimental, en el que se estableció un proceso controlado de elaboración de la masa y se comparó el comportamiento del pan enrollado obtenido mediante ultracongelación con el producto elaborado y horneado sin congelación. Las principales variables consideradas fueron la temperatura de la masa, el desarrollo del gluten, el proceso de laminación, la temperatura y el tiempo de abatimiento, la conservación en congelación y el comportamiento posterior al horneado.

La selección de estas variables se fundamentó en estudios que señalan que la congelación puede afectar la actividad de la levadura y deteriorar la red de gluten, lo que influye posteriormente en la capacidad de retención de dióxido de carbono, el volumen y la textura del pan. Asimismo, la velocidad de

congelación y las condiciones de almacenamiento son factores determinantes para reducir el daño ocasionado por los cristales de hielo (Li et al., 2018; Zhang et al., 2024), dentro de estos parámetros podemos mencionar los beneficios de combinar técnicas de conservación de alimentos.

https://www.researchgate.net/publication/12070896_Effect_of_Freezing_and_Frozen_Storage_of_Doughs_on_Bread_Quality

La técnica de ultracongelación para conservar alimentos se comenzó a aplicar desde los años 1925 por Avance Industrial por Bridseye son los primeros que desarrollaron la máquina de congelación rápida logrando obtener un producto congelado en minutos en vez de horas. (MITA, 2018), y a partir de 1930 se impulsó a la comercialización de este método de conservación.

Resultados y discusión

Figura 3

Conservación de la
ultracongelado en alimentos



Nota: Presentación grafica de la aplicación de la ultracongelación. Tomado de la web: <https://inventtogroup.com/blogs/invento-group/la-tecnica-de-ultracongelacion-para-conservar-tus-alimentos?srsltid=AfmBOoppZi-v4t51ahICAW3zrJs-LVUyMRaGBOVoSsqjO9F-w7aZ67qv>

Materiales

Para la elaboración del pan enrollado se utilizaron harina de trigo para panificación, agua potable, hielo, levadura, azúcar, sal, huevos y materia grasa. La materia grasa se seleccionó de acuerdo con el objetivo tecnológico del producto y puede corresponder a mantequilla, margarina panadera o grasa vegetal especializada para laminación.

El equipamiento empleado estuvo constituido por amasadora, balanza digital, termómetro para alimentos, mesa de trabajo, rodillo o laminadora, bandejas de panificación, cámara o abatidor de temperatura negativa, congelador, horno y material de empaque.

La formulación se expresó mediante porcentaje panadero, considerando la harina como 100 %. Esta metodología permite estandarizar la formulación y facilita la comparación de tratamientos experimentales.

Figura 4

Receta estándar del pan enrollado ecuatoriano con porcentaje panadero

Nota: Formato estándar del proceso de pan enrollado ultracongelado con levadura

		MANUAL DE PANADERÍA NIVEL 1					Código: _____		
FICHA Nº		NOMBRE RECETA				CLASIFICACIÓN		N°PORCIONES	
PML-053		PAN ENROLLADO TRADICIONAL				PAN LAMINADO			
Ingredientes		Cantidad	Unidad	Mise en place	Porcentaje	Costo Unitario	Costo Total	Diseño Fotográfico	
HARINA		1000	GRAMOS		GRAMOS				
SAL		20	GRAMOS		GRAMOS				
AZUCAR		90	GRAMOS		GRAMOS				
LEVADURA		20	GRAMOS	Usar levadura deshidratada activa	GRAMOS				
MARGARINA		120	GRAMOS		GRAMOS				
LECHE		400	ML		ML				
HUEVOS		4	UNIDADES		UNIDADES				
EMPASTE					0			Procesos y Pasos a seguir 1.-Tamizar la harina y formar 2 coronas. En una corona colocamos la levadura y agua tibia amasamos y dejamos fermentar en un recipiente hasta que se forme una esponja. 2.- En la segunda corona añadimos el resto de los ingredientes excepto la grasa que es para el empaste. 3.- Amasar bien hasta tener una masa homogénea y elástica (glutén). 4.- le hacemos un corte en forma de cruz en la superficie de la masa y dejamos reposar por 10 mnts, estiramos en forma de estrella las 4 puntas de la masa dejando el centro mas grueso. 5.- Añadir la grasa vegetal y cubrir la grasa con las 4 puntas de la masa. 6.- Estirar la masa con un rodillo dejando 3 veces mas largo que ancho la masa. 7.- Hacer 1 doblez dobles y 1 simples. 8.- Reposar la masa por 20 minutos, laminar de forma rectangular, formar tiras de 2 pulgadas, enrollar al aire y porcionar, ultracongelar. 9.- Para descongelar Colocar en una lata engrasada y dejar leudar por 1 hora. 10.- Hornear a 200°C de 10 a 15 mnts. y servir 11.- Enfriar y dar brillo al producto con huevo batido.	
GRASA VEGETAL		400	GRAMOS		GRAMOS				
					0				
				amasar hasta el 70% de haber	0				
				desarrollado el gluten	0				
					0				
				descongelar por 2 horas	0				
				leudar 1 hora	0				
					0				
					0				
					0				

lioofilizada resistente a la congelación.

Procedimiento de elaboración

Tomado www.gabsglobalab.com

La elaboración de la masa se realizó mediante un procedimiento estandarizado. Inicialmente, se

preparó una mezcla de agua fría e hielo, procurando mantener una temperatura aproximada de 8 °C o inferior, con un máximo de 10 °C. El agua fría tuvo como objetivo controlar la temperatura final de la masa durante el amasado.

Los ingredientes líquidos se incorporaron a la amasadora y, posteriormente, se añadieron los ingredientes secos y la materia grasa de acuerdo con la formulación establecida. El amasado comenzó a velocidad baja durante aproximadamente 1 minuto, correspondiente a la etapa de fresado, seguido de un amasado de 7 a 8 minutos. Durante esta etapa se controló la temperatura de la masa, estableciendo como límite máximo 10°C.

El amasado se detuvo cuando se alcanzó aproximadamente un 70 % de desarrollo de la red de gluten, evitando un sobreamasado, una técnica que podría afectar las propiedades de extensibilidad y laminación. Este control resulta relevante, ya que la estructura del gluten constituye una de las principales matrices afectadas

durante la congelación de masas, lo que puede producir debilitamiento de la red proteica y alteraciones de sus propiedades viscoelásticas (SCIELO, 2016).

Una vez finalizado el amasado, la masa se retiró incluyendo que mediante la amasadora controlada por su RPM (50 a 80 revoluciones por minutos) hace que el laminado se optimice. Posteriormente se realizó el empaste una técnica que los panaderos la conocen y que se lo realiza para cubrir un porcentaje de grasa con la masa enriquecida del enrollado ecuatoriano, este paso genera una estructura laminada mediante pliegues simples y dobles. La masa es sometida a las vueltas o pliegues correspondientes hasta obtener una distribución uniforme de las capas, evitando incrementos excesivos de temperatura durante esta operación.

Cabe mencionar que uno de los detalles es que al ser una masa similar al croissant francés y al hojaldre escocés o rápido (GABS, 2026)¹. El enrollado ecuatoriano está dentro de las masas laminadas, técnicamente la masa se lo denomina

¹ Gastronomy and Business School. Clase de masa de hojaldre rápido.
<https://youtu.be/ZkI4xUQPSTg?si=EYWGbTRUJS>

[rwZZxV](#) . Gastronomy and Business School (2026)

amasijo y la grasa a usar puede ser de origen animal y/ u origen vegetal y su técnica de incorporación se denomina empaste. (Jurado, 2026). Su similitud en su técnica de trabajo hace que la masa se adapte a los paladares del mercado ecuatoriano, misma que puede elaborarse con rellenos o sin rellenos, una masa rápida de elaboración, pero mejorada con la técnica de ultracongelado.

Figura 5

Vueltas simples y dobles para una masa laminada

nadoras más o menos sofisticadas incluyéndose trenes de corte y relleno de piezas, estos sistemas están entre lo puramente artesano (cada vez más en desuso) y lo industrial, la realidad es que cada vez se estira menos a rodillo y es rara la pastelería que no dispone, al menos, de laminadora ya que el rendimiento y perfección en el laminado no se puede comparar al rodillo.

DESARROLLO

Una vez que hemos hablado del volteado vamos a explicar más detalladamente en qué consisten las vueltas, número de capas que forman, etc.

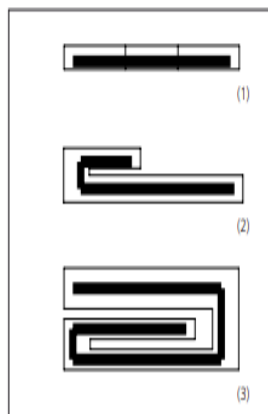
Conviene recordar que las únicas pastas que llevan incorporada la materia grasa en forma de bloque o plastón dentro de la masa o empaste son: el hojaldre, croissant y danesas.

Para que estas pastas tengan la característica de formar finas láminas u hojas, es necesario el estirado para su mezcla por medio de la laminación y el plegado, de forma que se vayan intercalando las capas o láminas de masa y materia grasa.

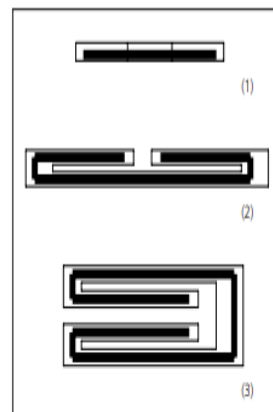
¿Qué tipos de vueltas existen?

Existen dos tipos:

■ **Medias o sencillas:** Una vez estirado el plastón con la grasa dentro, nos imaginamos tres partes iguales (1). A continuación, doblamos una de las partes sobre sí misma (2). Con la parte restante arropamos las dos anteriores (3).



■ **Enteras o dobles:** Una vez estirado el plastón con la grasa dentro, nos imaginamos tres partes iguales (1). Doblamos las puntas al centro del plastón (2). Montamos una parte sobre la otra (3).



► La vuelta sencilla consiste en el plegado en tres hojas.

► La vuelta doble en cuatro hojas.

El hojaldre, por norma general, no llevará menos de cinco ni más de seis. Teniendo en cuenta que una vuelta doble equivale a dos sencillas.

¿Qué número de hojas producen las vueltas?

Entiéndase que todo esto es meramente teórico, y curioso, ya que durante el proceso de laminado y volteado no todas las capas se conservan y gran parte de ellas se pierden, mezclan entre sí o incluso no llegan a formarse (como es el caso cuando se pliega para dar las vueltas y se juntan dos capas de masa, ya que no existe materia grasa entre ellas).

Hojaldre con seis vueltas sencillas		
Vuelta	Tipo de vuelta	N.º de capas*
Primera	Sencilla	9
Segunda	Sencilla	9 x 3 = 27
Tercera	Sencilla	27 x 3 = 81
Cuarta	Sencilla	81 x 3 = 243
Quinta	Sencilla	243 x 3 = 729
Sexta	Sencilla	729 x 3 = 2.187

Nota: Diferenciación entre dobleces simples y dobles en masas laminadas. Tomado de al web: https://www.academia.edu/42399809/Libro_de_hojaldre

Formado y porcionado

Después del laminado, se realizó el formado del pan enrollado mediante el corte y el enrollado de la masa. Las unidades fueron estandarizadas en peso para reducir la variabilidad experimental. Posteriormente, las piezas fueron colocadas en bandejas de panificación y preparadas para el proceso de congelación.

La estandarización del peso permitió reducir la influencia del tamaño de las piezas en variables posteriores, como el volumen, la pérdida de humedad y el tiempo de horneado.

Proceso de abatimiento y ultracongelación

Las unidades de masa previamente formadas se introdujeron en un equipo de abatimiento negativo ya calibrado. El proceso se efectuó a una temperatura programada de aproximadamente -40°C durante 30 minutos, con el fin de lograr una reducción rápida de la temperatura del producto.

La aplicación de una congelación rápida se fundamenta en la necesidad de disminuir el tamaño y el crecimiento de los cristales de hielo

y obtener un enrollado con una corteza mucho más crujiente, en tiempo prolongado en la vitrina de venta directa al cliente; a su vez, dar un producto con menos horas de exposición después de su horneado, dando como resultado un pan recién horneado. En masas congeladas, los cristales pueden causar daños mecánicos en la estructura y afectar componentes como el gluten, el almidón y las células de levadura; por esta razón, las condiciones de congelación constituyen una variable crítica para preservar la calidad de la masa (María Irene Silvas García, 2013).

Ultracongelación

Técnica que mejora y alarga la vida útil del producto, las unidades al ser empacadas en materiales apropiados para productos congelados y trasladadas a almacenamiento a temperatura inferior a -20°C . Se debe mantener una cadena de frío estable.

Figura 6

ULTRACONGELADOR EBF05



Ultracongela la masa del pan de 80 gramos a -40°C en el exterior con un corazón de -18°C en 60 minutos,

produciendo 2000 panes abatidos cada hora.

Referencia:

<https://www.atosaiberia.com/producto/abatidor-congelador-rapido-ebf-05/>

Descongelación, fermentación y horneado

Para la evaluación del producto, las unidades congeladas se deben retirar del almacenamiento y someter a descongelación controlada. Posteriormente se realiza la fermentación hasta alcanzar las condiciones requeridas para el horneado.

Las porciones deben ser horneadas bajo condiciones estandarizadas de temperatura de 200°C y después a 160°C , la aplicación de estas variaciones de

temperatura hace que la grasa se evapore y reviente el pan dando lugar a su forma y crecimiento necesario para obtener alveolos grandes característicos de panes laminados. Esta estandarización permite atribuir las diferencias observadas principalmente al efecto del proceso de ultracongelación y no a variaciones posteriores del mismo.

Figura 7

Horno convección digital con vapor, y controlador de temperatura

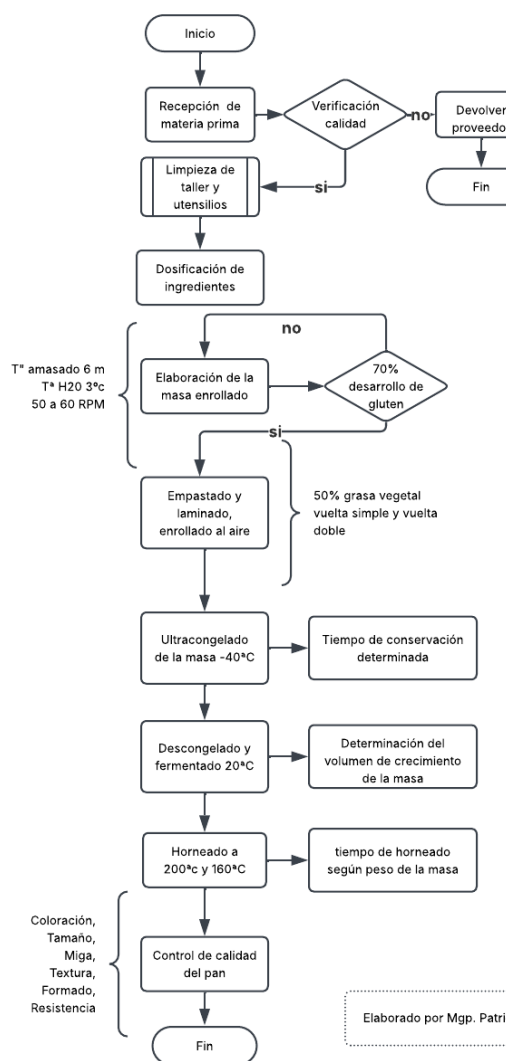


Referencia:

<https://inoxforni.com/horno-profesional-digital-en-ecuador>

Figura 8

Diagrama de flujo del pan enrollado ecuatoriano ultracongelado



Nota: Representación gráfica de la elaboración del pan enrollado ecuatoriano, Elaborado por Mgp. Patricio Pinos, Ing.
www.gabsgloballab.com

Variables de evaluación

El mejoramiento de la estructura del pan enrollado se determina mediante variables físicas, tecnológicas y sensorial aplicadas con fichas técnicas de

estandarización de pan enrollado ecuatoriano.

Las variables físicas consideradas fueron:

- Peso de la masa antes del horneado.
- Peso del producto terminado.
- Volumen del pan.
- Pérdida de peso durante el horneado.
- Altura y diámetro de las unidades.
- Relación entre volumen y peso.

En cuanto a la estructura interna, se evaluó visualmente la distribución de las capas de laminación, la uniformidad de la miga, la presencia de alvéolos, la compactación y la separación entre capas.

Las características sensoriales consideradas fueron apariencia, textura, aroma, sabor y aceptación general. Estas variables permitieron determinar si el proceso de ultracongelación conservó las características esperadas del pan enrollado tras la descongelación, la fermentación y el horneado.

Control de variables del proceso

Las principales variables independientes fueron la aplicación de ultracongelación y las condiciones de almacenamiento. Como variables de control se establecieron la formulación, la temperatura inicial del agua, la temperatura final de la masa, el tiempo de amasado, el grado de desarrollo del gluten, el proceso de laminación, el peso de las unidades, la temperatura y el tiempo de ultracongelación constantes, las condiciones de almacenamiento, la descongelación, la fermentación y el horneado.

El control de estas variables se estableció porque la literatura científica identifica la formulación, el amasado, la velocidad de congelación, el almacenamiento y la descongelación como factores capaces de modificar significativamente la calidad de las masas congeladas y del pan obtenido posteriormente (Selomulyo, 2007).

Análisis de los resultados

La ultracongelación se aplica para mejorar un producto alimenticio. Fue necesario evidenciar sus aspectos, como apariencia, color, aroma, texturas, estructura de capas (laminado), sabor y su aceptación mediante la escala hedónica, en la

que se define como el método utilizado para determinar el grado de agrado o desagrado que los evaluadores manifiestan ante un alimento (Heymann, 2010). Se presenta la escala de ponderación:

1 = me disgusta mucho;

2 = me disgusta;

3 = ni me gusta ni me disgusta;

4 = me gusta;

5 = me gusta mucho;

Los resultados obtenidos fueron organizados mediante estadística descriptiva, utilizando la media y la desviación estándar para las variables cuantitativas. Los resultados de las características estructurales y sensoriales se compararon entre el pan elaborado mediante el proceso de ultracongelación y el producto de control o común.

El análisis permitió determinar la influencia del proceso de ultracongelación en la estructura del pan enrollado, en particular en cuanto a volumen, textura, distribución de capas, apariencia interna y características sensoriales. De esta manera, se estableció si las condiciones aplicadas permitieron conservar o mejorar las

características estructurales del producto después de la congelación y posterior horneado.

Figura 9

Gráfico de resultados de evaluación de pan enrollado (control) y ultracongelado

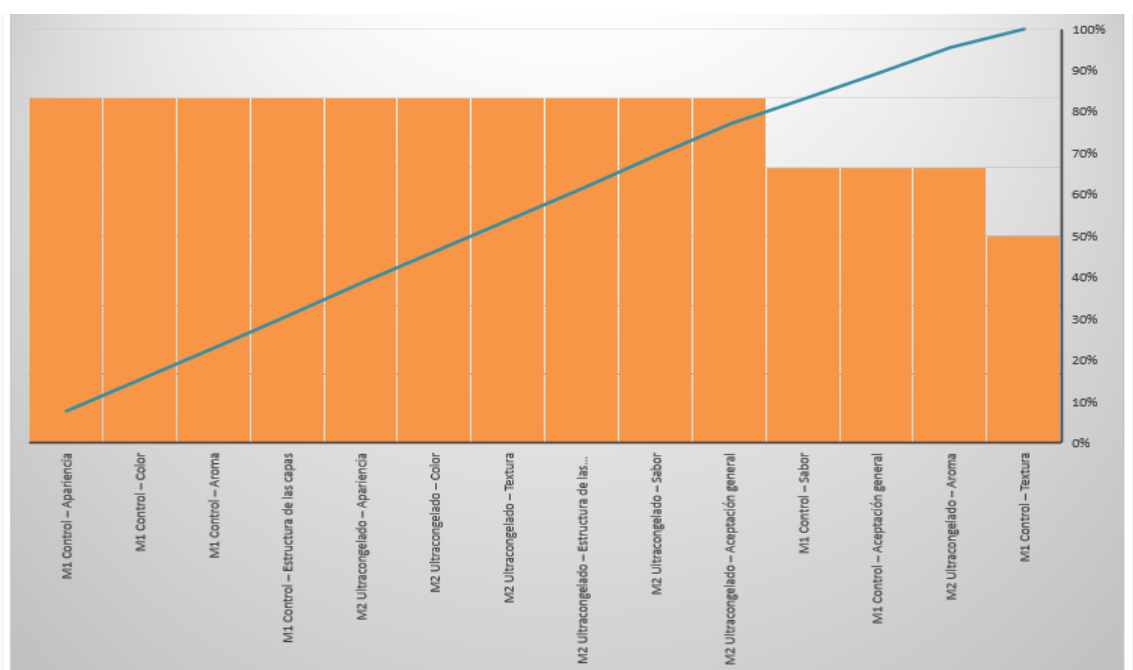
Nota: representación de los resultados de las evaluaciones mediante una escala hedónica. Elaborado por el autor Msp. Patricio Pinos, Ing.

Los resultados de la evaluación sensorial muestran una tendencia claramente favorable al pan sometido a ultracongelación, en comparación con el tratamiento de control. De los siete atributos evaluados, seis presentaron diferencias estadísticamente

significativas ($p < 0,05$), lo que indica que las diferencias observadas no se deben únicamente a la variabilidad entre los evaluadores.

El efecto más importante se observó en la textura, que aumentó de $3,60 \pm 0,70$ en el control a $4,90 \pm 0,32$ en el producto ultracongelado, lo que equivale a una mejora del 36,11 %. Este resultado es particularmente relevante, ya que la textura constituye uno de los principales factores de percepción de calidad en productos de panificación. La menor desviación estándar del tratamiento ultracongelado también evidencia una mayor uniformidad en la percepción de los evaluadores.

La estructura de las capas presentó igualmente una mejora considerable, pasando de $3,90 \pm 0,57$



a $5,00 \pm 0,00$, con un incremento del 28,21 %. Esto sugiere que el proceso de ultracongelación permitió conservar de manera más adecuada la conformación y la separación de las capas del pan, aspecto directamente relacionado con su estructura interna y sus características de elaboración.

En cuanto a apariencia y color, ambos tratamientos obtuvieron una valoración elevada, pero el ultracongelado alcanzó valores superiores (5,00 en ambos atributos). La significancia estadística ($p = 0,0039$) confirma que esta diferencia fue consistente entre los evaluadores.

El aroma también mejoró significativamente, con un incremento del 29,73 %, mientras que la aceptación general aumentó de 4,00 a 4,80, lo que demuestra que las mejoras físicas y sensoriales del producto tuvieron una repercusión positiva en la valoración global.

Por otra parte, el sabor fue el único atributo que no mostró una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,125$). Aunque su puntuación aumentó de 3,80 a 4,20, este incremento no permite afirmar que la ultracongelación haya

producido un cambio significativo en la percepción del sabor.

En conclusión, en la siguiente tabla se podrá visualizar de una mejor forma. La prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas se utilizó para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las valoraciones del tratamiento control y del tratamiento ultracongelado.

Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva (media y desviación estándar) y la prueba no paramétrica de **Wilcoxon para muestras relacionadas**, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Ejercicio paso a paso con la fórmula (Caso: Textura) En la prueba de Wilcoxon para muestras emparejadas con $(n = 10)$ pares, cuando la diferencia es unánime a favor de un grupo (los 10 jueces prefirieron la textura del ultracongelado), la suma de rangos positivos toma el valor máximo teórico, generando un estadístico de prueba $(W = 0)$.1.

1. Parámetros e Indicadores Iniciales

n = 10 (Número total de pares evaluados con diferencias directas).

W = 0 (Suma menor de rangos con signo, indicando asimetría absoluta).

N = 20 (Número total de observaciones individuales evaluadas cruzadas; $n_{\text{control}} + n_{\text{ultracongelado}}$).

2. Paso 1: Obtención del Valor Estandarizado (Z)

Para aproximar la distribución de Wilcoxon a una distribución normal estándar Z en conjuntos de muestras relacionadas libres de empates absolutos, se aplica la siguiente función estructural:

$$Z = (W - \mu_W) / \sigma_W = [W - (n(n + 1) / 4)] / \sqrt{[n(n + 1)(2n + 1) / 24]}$$

El cálculo algebraico se desglosa en tres subfases consecutivas de resolución matemática:

A. Determinación de la Media Teórica (μ_W):

Representa el valor esperado bajo el cumplimiento estricto de la hipótesis nula (H_0):

$$\mu_W = [10 \times (10 + 1)] / 4 = 110 / 4 = 27.5$$

B. Determinación del Error Estándar (σ_W):

Cuantifica la variabilidad esperada en la distribución de rangos asignados:

$$\sigma_W = \sqrt{[10 \times 11 \times (2(10) + 1) / 24]} = \sqrt{[110 \times 21 / 24]} = \sqrt{[2310 / 24]} = \sqrt{[96.25]} \approx 9.8107$$

C. Ejecución y Cálculo de Z: Se asocia el estadístico empírico con las unidades de desviación estándar de la distribución de referencia:

$$Z = (0 - 27.5) / 9.8107 = -27.5 / 9.8107 \approx -2.803$$

3. Paso 2: Determinación de la Magnitud del Tamaño del Efecto (r)

Para normalizar de forma paramétrica la fuerza de la asociación no paramétrica en pruebas dependientes, se estandariza el valor absoluto de Z dividiéndolo por la raíz cuadrada del volumen agregado de muestras individuales (N):

$$r = |Z| / \sqrt{N}$$

Sustituyendo los valores analíticos calculados previamente en las fases previas:

$$r = 2.8031 / \sqrt{20} = 2.8031 / 4.4721 \approx 0.6268$$

Resultado Conclusivo: El

coeficiente de tamaño de efecto final obtenido es **$r \approx 0.63$**

Tabla 3

Evaluación hedónica y comprobación estadística de resultados

Atributo	Control Media ± DE	Ultracongelado Media ± DE	Diferencia	Mejora %	Wilcoxon	Tamaño del efecto
Apariencia	4,00 ± 0,47	5,00 ± 0,00	+1,00	25,00 %	0,003 ^{9*}	0.63 (grande)
Color	4,10 ± 0,32	5,00 ± 0,00	+0,90	21,95 %	0,003 ^{9*}	0.63 (grande)
Aroma	3,70 ± 0,67	4,80 ± 0,42	+1,10	29,73 %	0,015 ^{6*}	0.54 (grande)
Textura	3,60 ± 0,70	4,90 ± 0,32	+1,30	36,11 %	0,003 ^{9*}	

Estructura de las capas	3,90 ± 0,57	5,00 ± 0,00	+1,10	28,21 %	0,0039*	0,63 (gr e)
Sabor	3,80 ± 0,42	4,20 ± 0,42	+0,40	10,53 %	0,1250	0,4 (me no)
Aceptación general	4,00 ± 0,47	4,80 ± 0,42	+0,80	20,00 %	0,0156*	0,54 (f and e)

variables de formulación, amasado, desarrollo del gluten, laminación, congelación, almacenamiento, descongelación, fermentación y horneado. La literatura científica señala que las masas congeladas pueden experimentar debilitamiento de la red de gluten, pérdida de actividad de la levadura y alteraciones en la calidad del producto como consecuencia de los procesos de congelación y almacenamiento; por ello, la optimización de las condiciones de congelación constituye un factor determinante para preservar la calidad de la masa y del pan obtenido posteriormente, (Selomulyo, 2007).

En el presente estudio, el tratamiento ultracongelado presentó una valoración sensorial superior al producto control en apariencia, color, aroma, textura, estructura de las capas y aceptación general. Las diferencias fueron estadísticamente significativas en estos seis atributos según la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas ($p < 0,05$), mientras que el sabor no presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,125$). Este resultado permite sostener que, bajo las condiciones experimentales utilizadas, la aplicación de la

Nota: Resumen de ponderación hedónica, y valores porcentuales de resultados de wilcoxon.: N = 10 evaluadores. Escala hedónica: 1 = Me disgusta mucho, 5 = Me gusta mucho. DE = Desviación Estándar. ¹Valores de p calculados mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas. Asteriscos (*) indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Clasificación del tamaño del efecto (r) según los criterios de Cohen: Pequeño (≥ 0.1), Mediano (≥ 0.3), Grande (≥ 0.5).* Elaborado por Autor.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que la aplicación de un proceso controlado de ultracongelación constituye una alternativa tecnológica viable para la elaboración anticipada y conservación del pan enrollado ecuatoriano, siempre que se mantenga un control adecuado de las

ultracongelación estuvo asociada con una percepción sensorial más favorable del producto, particularmente en los atributos relacionados con su apariencia y estructura.

La mayor diferencia se observó en la textura, que pasó de $3,60 \pm 0,70$ en el tratamiento control a $4,90 \pm 0,32$ en el tratamiento ultracongelado, seguida de la estructura de las capas, que aumentó de $3,90 \pm 0,57$ a $5,00 \pm 0,00$. Estos resultados adquieren especial relevancia en un producto laminado, ya que la integridad de la matriz de gluten, la distribución de la materia grasa y el comportamiento del agua durante la congelación y la descongelación influyen en la capacidad de la masa para conservar su estructura y desarrollar características adecuadas durante el horneado. Estudios recientes confirman que el daño por congelación puede afectar simultáneamente el gluten, el almidón, la levadura y la distribución del agua, por lo que el control del proceso resulta fundamental para preservar la calidad de las masas congeladas.

El comportamiento observado también respalda la importancia de

utilizar una harina con características adecuadas para la panificación y de controlar la temperatura y el desarrollo de la masa antes de la congelación. Las harinas de mayor contenido proteico presentan, en términos generales, una mayor capacidad de formación de gluten y pueden proporcionar una mayor estructura al pan; sin embargo, el porcentaje de proteína por sí solo no determina el comportamiento tecnológico de una harina, ya que también intervienen la calidad de las proteínas y las propiedades reológicas de la masa.

En consecuencia, la ultracongelación no debe considerarse únicamente como un mecanismo para prolongar la conservación, sino como parte de un sistema tecnológico integral de producción que permite separar temporalmente las etapas de elaboración y horneado. Esta característica puede favorecer la planificación de la producción, la estandarización de las unidades, la disponibilidad del producto para el horneado posterior y la reducción de excedentes derivados de la producción diaria. La literatura especializada reconoce precisamente estas ventajas de la

tecnología de masas congeladas, aunque advierte que una formulación y unas condiciones de congelación, almacenamiento o descongelación inadecuadas pueden provocar pérdidas de calidad.

Por tanto, los resultados de esta investigación permiten considerar la ultracongelación como una estrategia tecnológica prometedora para mejorar el proceso productivo del pan enrollado ecuatoriano, manteniendo su identidad como producto de panificación local y adaptándolo a sistemas contemporáneos de producción y conservación. No obstante, para confirmar de manera integral el mejoramiento estructural del producto, futuras investigaciones deberían complementar la evaluación sensorial con mediciones instrumentales de volumen específico, pérdida de masa, altura, diámetro, textura, distribución de alveolos, humedad, actividad de agua y comportamiento de la levadura durante el almacenamiento. De esta manera, será posible establecer con mayor precisión la relación entre las condiciones de ultracongelación y las propiedades fisicoquímicas, tecnológicas y sensoriales del pan enrollado.

En definitiva, la principal contribución de este estudio radica en demostrar que un producto tradicional de la panificación ecuatoriana puede incorporar una tecnología moderna de conservación sin perder su aceptación sensorial, lo que genera una alternativa que articula tradición, estandarización e innovación tecnológica. La ultracongelación, aplicada bajo parámetros controlados, puede convertirse así en una herramienta para mejorar la gestión productiva y la disponibilidad del pan enrollado, al tiempo que abre nuevas posibilidades para su producción estandarizada y comercialización.

Bibliografía

- Cauvain, S. P. (2007). <https://www.researchgate.net>.
Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/281674066_Baked_Products_Science_Technology_and_Practice
- ENIGHUR. (2025). Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/los-hogares-ecuatorianos-transforman-sus-patrones-de-consumo-alimentacion-conectividad-y-transporte-concentran-el-mayor-gasto-familiar/>
- fitia. (2026). <https://fitia.app>.
Obtenido de

- <https://fitia.app/es/calorias-informacion-nutricional/cachito-17414/>
- GABS. (26 de 08 de 2026). Obtenido de
<https://youtu.be/Zkl4xUQPSTg>
- Hansel&gretel. (17 de 11 de 2025).
<https://hansel-gretel.com>.
Obtenido de <https://hansel-gretel.com/el-pan-en-ecuador-alimento-esencial-simbolo-cultural/>
- Heymann, (. &. (2010). Obtenido de
https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-6488-5?utm_source=chatgpt.com
- INEC. (05 de 2026).
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec>. Obtenido de
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>:
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/enighur/2024-2025/Presentacion_Enighur.pdf
- INEN. (2026).
<https://www.normalizacion.gob.ec/>. Obtenido de
<https://www.normalizacion.gob.ec/conoce-las-normas-que-debes-tomar-en-cuenta-para-garantizar-la-inocuidad-de-los-alimentos/>
- Jurado, J. A. (2026). Obtenido de
https://www.academia.edu/42399809/Libro_de_hojaldre
- María Irene Silvas García, B. R. (2013).
<https://www.interciencia.net>.
Obtenido de
<https://www.interciencia.net/w>
- p-content/uploads/2017/12/332-RAM%C3%8DREZ-WONG-7.pdf
- MITA. (2018).
<https://uniparmafauba.agro.uba.ar>. Obtenido de
<https://uniparmafauba.agro.uba.ar/secretos-de-la-ultracongelacion-de-alimentos/>
- SCIELO. (2016).
<https://www.scielo.org.ar>.
Obtenido de
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2016000200001SCIELO
- Selomulyo, V. O. (2007).
<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cereal-science>. Obtenido de
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0733521006001342>