



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIONATO DE CALCIO Y
PROPIONATO DE SODIO EN LA ESTABILIDAD DEL PAN
PRECOCIDO ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN”**

TESIS

PRESENTADA POR:

JOSUE LUIS FLORES CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2019



DEDICATORIA

*A Dios, que guía y fortalece
cada uno de mis pasos quien me
ayudo a no desvanecer.*

*A mis queridos padres Francisco e Hilaria quienes han sabido formarme con buenos
sentimientos, hábitos y valores. A mi incondicional hermano Yoni; quienes me dieron su
cariño, apoyo, comprensión y ejemplo de vida.*

*A mis maestros de la
universidad por inculcarme los
diferentes conocimientos que me
impartieron y por los ejemplos de
seguir adelante a pesar de los
obstáculos.*

*A todas las personas que me apoyaron y han hecho posible este trabajo, especialmente a
aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.*

Josue L. Flores C.



AGRADECIMIENTO

A nuestra Alma Mater la Universidad Nacional del Altiplano, a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por haberme impartido sus valiosas enseñanzas y compartido experiencias en mi formación profesional.

- A mi director de Tesis M. Sc. Pablo Pari Huarcaya, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por sus consejos, apoyo, orientación y comprensión en el desarrollo de este trabajo de investigación.
- A mis Jurados de Tesis al Dr. Alejandro Coloma Paxi, Ing. Edgar Gallegos Rojas, Dr. Ronald Astete Tebes, por sus sabias enseñanzas y contribución, críticas, sugerencias y correcciones para la culminación de esta investigación.
- Al Personal Administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por su apoyo durante la ejecución del proyecto.
- A todas las personas que hicieron posible este trabajo como son mis amigos que caminaron junto a mí dándome palabras de alientos y motivación, GRACIAS A TODOS.

Josue L. Flores C.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PANIFICACIÓN..... 16

2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PAN..... 17

2.4. INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN..... 19

2.4.1. HARINA 19

2.4.2. SAL 24

2.4.3. AGUA 24

2.4.4. LEVADURA..... 25

2.4.5. AZÚCAR 26

2.4.6. LAS GRASAS 27

2.5 CARACTERÍSTICAS DEL PAN PRECOCIDO. 27

**2.6. PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA CONGELACIÓN Y REFRIGERACIÓN
DEL PAN PRECOCIDO..... 30**



2.7. EFECTOS DE LA REFRIGERACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS PRECOCIDOS.....	30
2.8. FASES DE PANIFICACIÓN.....	32
2.8.1. AMASADO	33
2.8.2. BOLEADO.....	33
2.8.3. FERMENTADO	34
2.8.4. HORNEADO	35
2.9. PROCESO TECNOLÓGICO DEL PAN PRECOCIDO	36
2.10. ETAPAS DEL PROCESO TECNOLÓGICO DEL PAN PRECOCIDO..	37
2.11. PROPIONATOS	38
2.11.1 ADITIVOS ALIMENTARIOS.....	38
2.11.2. CONSERVANTE	38
2.11.3. ÁCIDO PROPIÓNICO.....	39
2.11.4. PROPIONATO DE CALCIO	40
2.11.5. PROPIONATO DE SODIO.....	41
2.12. VALORACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS.....	42
2.12.1. VARIABLES DE ANÁLISIS SENSORIAL.....	43
2.12.2. ESCALAS SENSORIALES	45

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	46
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	46
3.3. INSUMOS	46
3.4. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	47
3.4.1. EQUIPOS.....	47



3.4.2. MATERIALES	47
3.4.3. REACTIVOS	48
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	49
3.5.1. PROCESO PARA EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL PAN PRECOCIDO TIPO FRANCÉS ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN	49
3.5.2. PROCESO PARA DETERMINAR EL EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LAS PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL PAN PRECOCIDO	54
FACTOR ESTUDIO.....	54
3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	55
3.6.1. DETERMINACION DE HUMEDAD.....	55
3.6.2. DETERMINACIÓN DE pH	55
3.6.3. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PROPIONATO DE CALCIO Y PROPIONATO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL PAN PRECOCIDO TIPO FRANCÉS ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN	56
3.6.4. HONGOS Y LEVADURAS	57
3.6.5. MESOFILOS VIABLES.....	57
3.6.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	58

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACION DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PAN PRECOCIDO tipo frances ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN	60
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------



4.2. ANÁLISIS organoleptico para PAN PRECOCIDO ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN.....	63
4.2.1 CARACTERÍSTICA SENSORIAL COLOR	63
4.2.2 CARACTERÍSTICA SENSORIAL OLOR.....	64
4.2.3 CARACTERÍSTICA SENSORIAL SABOR	64
4.2.4 CARACTERÍSTICA SENSORIAL TEXTURA.....	65
4.2.5 CARACTERÍSTICA SENSORIAL APARIENCIA	66
4.3 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS	68
4.3.1 ANÁLISIS pH	68
4.3.2 HUMEDAD	69
V. CONCLUSIONES	71
VI. RECOMENDACIONES.....	72
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS.....	76
FOTOS.....	85

AREA: Ingeniería y tecnología

LINEA: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

FECHA DE SUSTENTACION: 31 de julio del 2019



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición químico proximal del Pan francés por 100g de muestra.	18
Tabla 2	Composición de la harina.....	20
Tabla 3	Efecto del tiempo de refrigeración sobre el contenido de humedad del pan precocido y del pan resultante tras la segunda cocción.	31
Tabla 4	Influencia de la temperatura sobre la masa.....	36
Tabla 5	Productos crudos, deshidratados y precocidos que requieren cocción como hojuelas, harinas, otros similares.	53
Tabla 6	Requerimientos microbiológicos demandados para bienes de panificación, además de galletería como de pastelería.....	54
Tabla 7	Análisis de varianza para color del pan precocido tipo francés terminado de hornear	63
Tabla 8	Análisis de varianza para olor del pan precocido terminado de hornear	64
Tabla 9	Análisis de varianza para Sabor del pan precocido terminado de hornear ..	65
Tabla 10	Análisis de varianza para Textura del pan precocido terminado de hornear	66
Tabla 11	Análisis de varianza para apariencia del pan (precocido) terminado de hornear.	66
Tabla 12	Comparaciones en parejas de Tukey.....	67
Tabla 13	Efecto del propionato de calcio al 0.05% sobre el crecimiento de mesófilos en pan terminado de hornear.....	77
Tabla 14	Efecto del propionato de calcio al 0.05% sobre el crecimiento de mohos y levaduras en pan terminado de hornear	77
Tabla 15	Medición de pH en el pan horneado con propionato de calcio al 0.05%.....	77
Tabla 16	Humedad del pan precocido terminado de hornear con propionato de calcio al 0.05%	77



Tabla 17	Efecto del tipo de antimicrobiano sobre el crecimiento de mesófilos en pan precocido almacenado en refrigeración 4 °C.	78
Tabla 18	Efecto del tipo de aditivo sobre el crecimiento de hongos y levaduras en pan precocido almacenado en refrigeración 4°C.	78
Tabla 19	Efecto del tipo de aditivo sobre el pH en pan precocido almacenado en refrigeración.....	78
Tabla 20	Humedad del pan parcialmente horneado adicionado con antimicrobianos y almacenado en refrigeración 4 °C.....	79



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Segmento de amilosa	21
Figura 2	Segmento de amilopectina.....	22
Figura 3	Transformaciones de las enzimas invertasa y maltasa	23
Figura 4	Imagen de Saccharomyces cerevisiae vista microscopio electronico	26
Figura 5	Diagrama de flujo para la elaboración de pan precocido.	38
Figura 6	Formula estructural de Propionato de sodio	41
Figura 7	Diagrama de flujo para la elaboración de pan precocido tipo francés.....	49
Figura 8	Cuadro de comparación para aerobios mesófilos	61
Figura 9	Tiempo de vida útil en función al análisis microbiológico.	62
Figura 10	Resultado microbiológico para aerobios mesófilos.....	62
Figura 11	Tabla de comparación de pH	68
Figura 12	Tabla de comparación para humedad	69



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

pH	Potencial de Hidrógeno
T	Temperatura
U.C.F /g	Unidades Formadoras de Colonias por gramo de alimento.
g	Gramos
mg	Miligramos
%	Porcentaje
ml	Mililitros
min.	Minutos
T	Temperatura
°C	Grados centígrados
t	Tiempo
h	Horas
lt	Litro
cm ³	Centímetro cubico
kg	Kilogramo



RESUMEN

El presente estudio trata la evaluación de las características microbiológicas, determinación del mejor tratamiento y vida útil de pan precocido almacenado en refrigeración en la que se evaluó dos aditivos los cuales fueron: propionato de sodio(E281), propionato de calcio(E282) en concentraciones de 0%, 0.05% y 0.10% y el efecto del tiempo de almacenamiento de (1, 3, 5, 8, 11 Y 14) días de almacenamiento a temperatura de 4 °C. Se procedió a la etapa inicial donde se elaboró el pan precocido tipo francés pre horneado en diferentes concentraciones de aditivos las cuales fueron almacenados y analizados donde se valoró la carga microbiana (mesófilos, mohos y levaduras), análisis de pH y humedad, posterior a ello se culminó con la segunda etapa de horneado, y análisis organoléptico para determinar su influencia en el tiempo de vida útil del pan francés precocido. Para el estudio estadístico se empleó el paquete estadístico Minitab 18, datos que fueron evaluados por análisis de varianza (ANOVA), para las concentraciones significativas se aplicaron la prueba de Tukey, cuyos resultados demuestran la influencia que tuvo respecto al desarrollo de microorganismos, el descenso de pH de 5.3 – 5 en una unidad y la reducción de la humedad de 24.3 - 23 en la segunda etapa de horneado lo que demuestra, realizando una comparación entre las pruebas experimentales las que obtuvieron superior periodo de vida útil, se obtuvo un promedio de 3.69 días de conservación lo que explica que el tratamiento más favorable fue 348(propionato de calcio 0.10%), con un crecimiento de microorganismos insignificante, admitiendo conseguir pan terminado de hornear de calidad admisible.

Palabras Clave: aditivo, deterioro, propionato, pan, precocido



ABSTRACT

The present study deals with the evaluation of the microbiological characteristics, determination of the best treatment and useful life of pre-baked bread stored in refrigeration in which two additives were evaluated, which were: sodium propionate (E281), calcium propionate (E282) in concentrations of 0%, 0.05% and 0.10% and the effect of the storage time of (1, 3, 5, 8, 11 and 14) days of storage at a temperature of 4 °C. We proceeded to the initial stage where the pre-baked French-type pre-baked bread was prepared in different concentrations of additives, which were stored and analyzed where the microbial load (mesophiles, molds and yeasts), pH and humidity analysis were assessed, after that It culminated with the second baking stage, and organoleptic analysis to determine its influence on the shelf life of pre-baked French bread. For the statistical study, the statistical package Minitab 18 was used, data that were evaluated by analysis of variance (ANOVA), for significant concentrations the Tukey test was applied, whose results show the influence it had on the development of microorganisms, the decrease of pH of 5.3 - 5 in a unit and the reduction of humidity of 24.3 - 23 in the second stage of baking, which demonstrates, making a comparison between the experimental tests that obtained a superior period of useful life, an average of 3.69 days of conservation, which explains that the most favorable treatment was 348 (calcium propionate 0.10%), with an insignificant growth of microorganisms, allowing to obtain finished baking bread of admissible quality.

Keywords: additive, deterioration, propionate, bread, precooked.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El pan ha existido desde el principio de la vida, como demuestran los artefactos que demuestran que los humanos prehistóricos subsistieron con una forma de pan similar a la que comemos hoy. En los tiempos modernos, la industria panadera ofrece una amplia gama de productos para satisfacer las diversas necesidades de los consumidores, como demuestra el hecho de que el pan y los productos de cereales encabezan la lista de los alimentos más consumidos a escala nacional. Debido a que el pan tiene una corta vida útil como resultado del fenómeno de envejecimiento, que es un proceso que tiene lugar desde la producción hasta el consumidor final, una de las muchas variedades de estos productos es el pan precocido. Este pan recibe su nombre porque sólo se hornea parcialmente, lo que va seguido de condiciones de conservación, como la refrigeración o la congelación.

El pan como producto debido a sus características físico químicas es un alimento perecedero es decir que permanece fresco pocas horas después del proceso de horneado, a lo que conlleva una pérdida de su frescura organoléptica conocida como envejecimiento del pan, que da genera productos no aceptables para ser consumido por las personas produciendo pérdidas económicas. Las consideraciones anteriores nos lleva a la necesidad de realizar el estudio en la evaluación de la capacidad de algunos agentes antimicrobianos como es el propionato de sodio(E281) y el propionato de calcio(E282) aplicando concentraciones de los mismos que permitirá prolongar la vida útil del pan precocido a lo que pretende en esta investigación, tener un producto fresco y a cualquier hora del día con un producto de calidad y evitando los costos excesivos en la industria de la panificación al no haber industrias importantes de pan precocido almacenados en



refrigeración como medio de conservación de estos para tal efecto el presente trabajo tiene como objetivos:

Examinar como afecta el propionato de calcio(E282) y propionato de sodio(E281), a la estabilidad del pan precocido, almacenado en refrigeración.

- Evaluar las características microbiológicas del pan precocido con la adición de propionato de calcio(E282) y propionato de sodio(E281) almacenado en refrigeración.
- Evaluar mediante análisis sensorial las concentraciones de pan precocido almacenado en refrigeración.
- Determinar vida útil del pan precocido con el agregado de propionato de calcio(E282) y propionato de sodio(E281) almacenado en refrigeración.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PANIFICACIÓN

La harina y su principal producto el pan artículos, importante de nuestra alimentación cotidiana. La preferencia de las harinas de trigo, es debido a las características de la proteína, la cual cuando la harina se amasa con agua, forma un elemento elástico llamada Gluten, por tanto para la manipulación se necesita una harina que tenga alto nivel de proteínas de buena calidad. (Palma, 2006)

El pan conforma el fundamento de la alimentación desde hace 7000 u 8000 años (Bourgeois & Larpent, 1995).

2.2. PAN

Al principio, era una masa plana, sin fermentar, que se formaba con una masa de granos toscamente triturados y se horneaba, muy posiblemente sobre piedras planas calientes. Sus orígenes no están claros, aunque se cree que la masa se cocinaba sobre piedras planas. Parece que Egipto fue la cuna del primer pan fermentado. Por aquel entonces, se descubrió que la masa que se había trabajado el día previo generaba burbujas de aire e incrementaba su volumen. Cuando esta masa se combinaba con la elaborada con harina fresca, se obtenía un pan más ligero y con mejor sabor. Hay bajorrelieves en Egipto que datan del año 3000 a.C. y representan la producción de pan y cerveza. Estos muestran que la civilización egipcia fue la primera en aplicar procesos bioquímicos en la producción de alimentos fermentados como el pan y la cerveza (Alexandre, 1996)



Describen el pan como una comida que se produce con harina y otros insumos complementarios y que luego se combina con agua para hacer una masa esponjosa, que luego se cocina en un horno; se cree que el pan es un producto alimenticio básico que debe incluirse en la canasta familiar. (Caucain, 2002).

En general, el pan es el producto que resulta de la cocción de una masa que se obtiene mezclando harina de trigo, sal, agua y levadura. A continuación, esta masa es fermentada por especies de microorganismos propios de la fermentación, y a esta masa se le pueden añadir otros ingredientes y aditivos autorizados. El pan puede clasificarse como pan común o especial. Cuando el pan se elabora con harinas distintas a la de trigo, se denomina pan más el nombre del tipo de harina que se ha utilizado; como en el caso del pan de maíz, entre otros. (Carrasco, 1998).

2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PAN

Dado su alto contenido en hidratos de carbono (58%), el pan es una buena forma de obtener calorías y proteínas en una sola ración (9%) (Carrasco, 1998).

El pan debe tener un color amarillo dorado que se distribuya uniformemente por la corteza; un buen aroma y sabor; y una textura densa. Además, la corteza y la miga deben estar bien integradas en todas sus superficies de contacto y, al comerlas, la miga debe ablandarse y dejarse influenciar fácilmente por los fluidos salivales; en resumen, la miga es el componente más importante del pan. La composición del pan es casi idéntica a la de la harina con la que se elabora, con sólo pequeñas diferencias derivadas de los procesos de amasado y cocción (Larrea, 1949).



Tabla 1 Composición químico proximal del Pan francés por 100g de muestra.

COMPOSICION	BASE HUMEDA
Humedad	23 - 35 %
Cenizas	1.5 %
Proteínas	8.4 %
Grasa total	0.2 %
Fibra cruda	0.6 %
Carbohidrato total	62.9 %
Carbohidratos disponibles	60.5 %
Energía	277 kcal/100gr

Fuente: (CENAN, 2009)

A continuación, se indican algunas de las diferencias entre el pan normal y el pan especial:

a. El aspecto, la textura, el color, el olor y el sabor del producto deben ser agradables a la vista y al paladar.

b. No debe haber en el producto alimentario moho, insectos, además de sus huevos como de larvas, ni ningún otro elemento extraño que indique un estado higiénico inadecuado. c. La humedad máxima para los panes especiales es del 38%.

d. Se utilizará el ácido láctico para expresar la acidez, que se medirá utilizando extractos acuosos del material seco (Carrasco, 1998).



2.4. INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN

La harina, además del agua, así mismo el azúcar, la sal, la mantequilla y la levadura son los principales componentes en la fabricación del pan. Durante el proceso de amasado, se pueden añadir mejoradores de la masa para mejorar la calidad del producto final (Caucain, 2002)

2.4.1. HARINA

La harina de trigo blando procede de *Triticum aestivum* L., un grano de cereal que suele utilizarse para la fabricación de pan, mientras que la harina de trigo de salvado procede de la parte de triticales (salvado y germen) de *Triticum compactum* Host (trigo de salvado), un grano de cereal que suele utilizarse para la panificación. (OMS, 2019)

El producto final de la molienda del trigo se denomina harina. En teoría, las se separan en dos categorías como categorización preliminar. Un grupo consiste únicamente en las derivadas del endospermo, mientras que el otro grupo incluye las derivadas del grano de trigo entero, involucrando el germen, además del endospermo como las correspondientes capas exteriores de la piel (Picas, 1991)

La capacidad de una harina para generar un producto acabado con grandes cualidades organolépticas, como el sabor y la fragancia, un buen valor nutricional y un coste competitivo puede utilizarse para caracterizar la calidad de una harina. La mayoría de las proteínas incluidas en la harina de trigo son la gliadina como la glutenina, que cuando están muy hidratadas producen una masa elástica conocida como gluten que es la primordial responsable de las cualidades elásticas de la masa (Alcansar, 2000).



Una fina capa de celulosa que protege las células de almidón de la harina se degrada al hincharse en respuesta al calor.

Composición química de la harina.

La composición media de una harina de trigo para una tasa de extracción del 76% es la que se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2 Composición de la harina.

COMPOSICION DE LA HARINA	
Almidón	60 - 72 %
Humedad	14 - 16 %
Proteínas	8 - 14 %
Otros compuestos nitrogenados	1 - 2 %
Azúcar	1 - 2 %
Grasa	1,2 - 1,4 %
Minerales	0,4 - 0,6 %
Celulosa, vitaminas, enzima y ácidos	-

Fuente: Menpan

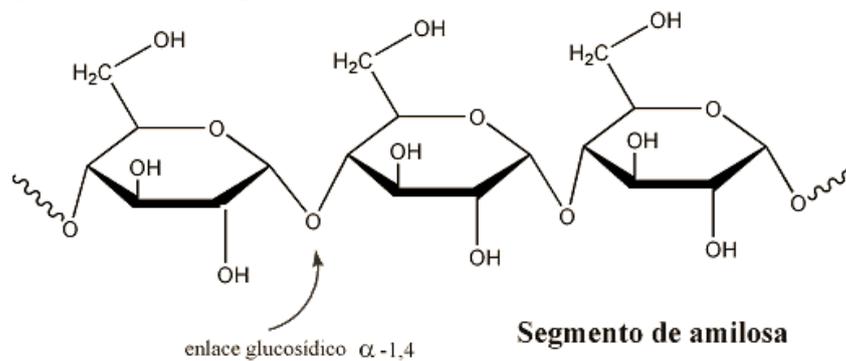
a) Almidón

Es, en términos de cantidad, el principal ingrediente de la harina. Es un hidrato de carbono que adopta la forma de un polisacárido y sirve como fuente de energía del pan, así mismo de tener la capacidad de absorción aproximadamente el 40% de su peso en agua. (Menpan, 2008)

Además, la mayor parte de la reserva de polisacáridos de los vegetales y la principal fuente de calorías de la mayor parte de la humanidad son ambos almidones. En términos de nutrición y tecnología, es un componente crucial de los alimentos en los que se encuentra. Entender cómo se comporta el almidón ayuda a explicar muchas de las características de la harina y los productos de panadería (Rebollar, 2002)

Amilosa

Molécula de almidón lineal, larga y no ramificada, formada por varios anillos de glucosa unidos Figura 1.

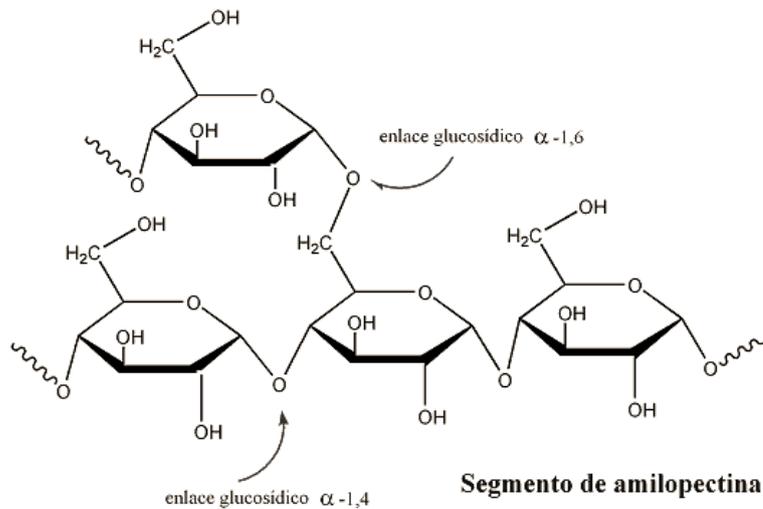


Amilopectina

Figura 1 Segmento de amilosa

Una molécula de almidón ramificada compuesta por múltiples anillos de glucosa conectados para crear largas moléculas con varias pequeñas ramas laterales Figura 2.

Figura 2 Segmento de amilopectina



b) Proteínas

Las proteínas de la harina pueden dividirse en dos categorías:

El 15% de los ingredientes no crean masa. La albúmina, la globulina y los péptidos son ejemplos de proteínas insolubles que no crean gluten. Son innecesarias para la panificación (Menpan, 2008).

El 85 por ciento de formación de masa En presencia de agua, estas proteínas insolubles, como la gliadina y la glutenina, crean una red que recoge los gránulos de almidón. Absorben casi el doble de su peso en agua, formando el gluten. Se convierten en una masa oscura y pegajosa durante el amasado, que es la principal responsable de las características físicas de la masa, incluida su capacidad para detener los gases liberados durante el procedimiento de fermentación. Se coagulan durante la cocción para proporcionar el armazón que mantiene la forma del artículo cocinado. El trigo se caracteriza por su contenido en gluten, y lo denominamos trigo duro cuando su concentración de gluten supera el 13%.

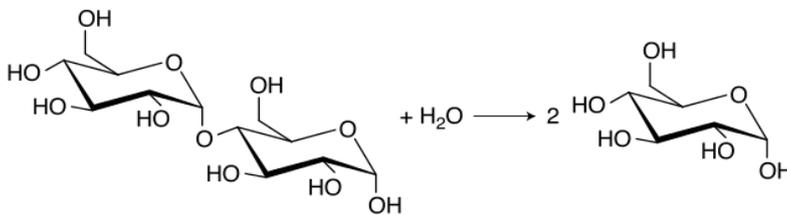
Numerosas empresas incluyen estas enzimas proteolíticas en la fabricación de sus aditivos. (Menpan, 2008).

c) Azúcares

Suelen estar presentes en forma de sacarosa y maltosa en la harina. Estos disacáridos no son inmediatamente fermentables y deben ser transformados enzimáticamente en azúcares simples fermentables, los monosacáridos. Estas modificaciones son facilitadas por las enzimas invertasa y maltasa. La figura 3, presente en la harina, da origen al denominado azúcar invertido, compuesto por una combinación de glucosa con la fructosa.

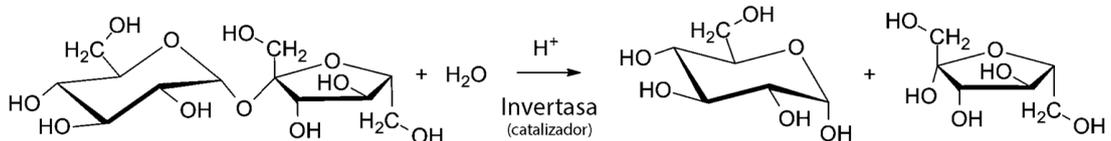
Otro azúcar presente es la dextrina, que tiene un porcentaje muy modesto (entre el 0,2% y el 0,3%) y es parcialmente responsable del brillo de la corteza (Menpan, 2008).

Maltasa



Maltosa + Agua-----> 2 Glucosa

Invertasa



Sacarosa + Agua-----> Glucosa + Fructosa

Figura 3 Transformaciones de las enzimas invertasa y maltasa



2.4.2. SAL

Además de contribuir al sabor del pan, la sal desempeña una función crucial en su elaboración. Regula el proceso de fermentación y, al mismo tiempo, optimiza la flexibilidad de la masa, la capacidad de hidratación de la harina y, en efecto, el rendimiento de la cocción. Asimismo, mejora la coloración y la finura de la corteza, aunque a costa de un aumento de la higroscopicidad. Además, la sal inhibe las bacterias productoras de ácido y limita la acción de la levadura, limitando el consumo de carbohidratos y dando lugar a una corteza superior (Menpan, 2008)

La sal influye especialmente en la síntesis del gluten, ya que la gliadina, uno de sus constituyentes, es menos soluble en agua salada, lo que da lugar a la creación de una mayor cantidad de gluten.

Su capacidad para absorber agua (higroscopicidad) determina la duración y la vida útil del producto, así como su efecto antibacteriano en la fermentación y la coloración (Alcansar, 2000).

Dependiendo de la clase de harina y del método de preparación, la cantidad y el tiempo de adición de sal son dos variables cruciales. La cantidad de sal que debe utilizarse oscila entre el 1,8% y el 2,1% en peso de la harina, lo que da lugar a una concentración de sal de entre el 1,1% y el 1,4% en el pan. (Quaglia, 1991)

2.4.3. AGUA

Se debe utilizar agua alcalina, que es el tipo de agua que solemos utilizar para beber. Las proteínas gliadina como la glutenina, al combinarse, generan el gluten, que



está unido por una conexión covalente y es el responsable último del volumen de la masa, cuando la harina se mezcla con la cantidad adecuada de agua. (Caucain, 2002)

El agua desempeña las correspondientes funciones en la panificación:

- **Formación de la masa:** Cuando se combinan los ingredientes, el agua actúa como vehículo para transportar la masa resultante. Además, hidrata el almidón, que al combinarse con el gluten da lugar a una masa plástica, blanda y elástica.
- **Fermentación:** El agua es necesaria para que las enzimas funcionen y puedan difundirse por medio de la membrana o pared que encierra la célula de levadura.
- El agua es lo que da a la masa sus propiedades de flexibilidad y extensibilidad, permitiendo que el gas creado durante la fermentación haga que la masa se expanda.
- **Impacto en el sabor como en la frescura:** El agua es lo que da al pan su porosidad y su excelente sabor. (Caucain, 2002)

2.4.4. LEVADURA

La mayoría de los panes necesitan levadura para su preparación. La levadura es una criatura biológica que prospera en ambientes cálidos; no puede sobrevivir en el frío ni en el calor extremo. Su función es fermentar la masa, lo que hace que se expanda y se ablande. Igualmente, es una fuente de vitaminas del complejo B y facilita la absorción de varios minerales, entre ellos el zinc. La masa fermentará más rápidamente cuanto más levadura contenga (Picas, 1991).

Son hongos diminutos llamados *Saccharomyces cerevisiae*, Figura 4, que provocan la fermentación de los azúcares de productos como el trigo, el vino y la cerveza, así como de otros compuestos orgánicos como el dióxido de carbono y el alcohol (Flores, 2004)

Las siguientes enzimas son secretadas por la levadura durante la fermentación:

- Proteasa: El gluten es alterado por la proteasa, lo que les confiere características plásticas.
- Invertasa: Una enzima de azúcares complejos.
- Maltasa: Afecta directamente a la maltosa.
- Zimasa: Los azúcares simples son convertidos por la enzima zimasa en alcohol y dióxido de carbono.

Se emplea 1,25 por ciento de levadura por peso de harina para una fermentación de 3 horas a 27 °C, frente al 0,45 por ciento para una fermentación de 8 horas a 24 °C (Quaglia, 1991).



Figura 4 Imagen de *Saccharomyces cerevisiae* vista microscopio electrónico

2.4.5. AZÚCAR

La dextrosa, la glucosa y la fructosa son los azúcares monosacáridos más utilizados como mejoradores de la masa.

Además de proporcionar un sabor dulce y alimentar a la levadura, el azúcar que se agrega a la masa para la producción de bienes de panadería de alta gama influye en la propiedad de absorber de la masa, el periodo de desarrollo de la misma y las propiedades organolépticas (Roca, 2002).



Lo ideal es un contenido de azúcar del 10 al 12 por ciento. La dieta debe adquirir compuestos nitrogenados solubles como sales minerales fosfatos de potasio, además de magnesio como de amonio en concentraciones no superiores al 2%. (Quaglia, 1991).

2.4.6. LAS GRASAS

La grasa más popular es la manteca, ya sea porque es más asequible o porque proporciona al alimento una suavidad especial que lo hace especialmente atractivo para los consumidores. Desde el enfoque tecnológico, es la conexión más adecuada para repartir el emulsionante de manera más uniforme por la masa. La cantidad típica de mantequilla que se utiliza es igual al 1% del peso de la harina; su adición aumenta el volumen del pan, ablanda la corteza y disminuye la dureza (Quaglia, 1991). La manteca es la grasa más comúnmente utilizada, bien por motivos económicos o porque confiere al producto una particular suavidad que la hace muy aceptable por el consumidor. Desde el punto de vista tecnológico, es el vínculo más adecuado para distribuir más uniformemente el emulgente en la masa. El promedio de manteca utilizada equivale al 1 % de peso de la harina, su inclusión mejora el volumen del pan, reduce la dureza y la corteza y da panes más suaves (Quaglia, 1991).

2.5 CARACTERÍSTICAS DEL PAN PRECOCIDO.

En las panaderías con grandes instalaciones, en las que se lleva a cabo un procedimiento de panificación comparable al proceso normal, salvo el paso de horneado o cocción, el pan se produce a menudo parcialmente horneado o cocido, precocido o precocinado.

Esta técnica de horneado, a veces conocida como "tecnología de horneado" (BOT) en el mundo anglosajón, es una buena manera de evitar que el pan madure y de obtener



un producto con sabor y aspecto de pan fresco siempre que se desee. Como el pan precocido ya está partido, moldeado y parcialmente cocido y no necesita mano de obra cualificada para completarlo, su mercado ha experimentado una importante expansión en las últimas décadas (Barcellas & Rosell., 2003)).

El pan que ha sido sometido a cocción dos veces se denomina pan precocido. Cerca de un tercio del periodo de cocción del pan se emplea en la primera etapa. El pan se refrigera o se congela, y se envasa en un entorno modificado o inerte, entre otros métodos, para conservarlo. Hasta que está completamente cocido, el producto se conserva en esta forma. Por lo general, es un producto que necesita unos minutos más para terminar la cocción. El pan francés es el tipo de pan más popular que se crea utilizando el procedimiento de prehorneado.

Las fases de elaboración del pan precocido son las mismas que las del procedimiento tradicional, siendo la etapa de cocción la que presenta mayores cambios. El primer paso es la dosificación y el pesaje de los componentes crudos para garantizar la consistencia de la masa, que a menudo se realiza con equipos de pesaje automatizados que aseguran la consistencia del bien final. La etapa de amasado es idéntica a la de la elaboración del pan ordinario, con la salvedad de que lleva un poco más de tiempo, ya que se utilizan harinas algo más fuertes.

Por otro lado, las etapas de segmentación, redondeo y conformación rara vez cambian respecto al proceso de fabricación típico o tradicional. Cuando la masa de pan se hornea parcialmente o se deja de hornear, no se alcanza ni se forma la corteza crujiente, sino que se fija la estructura de la miga. A menudo, el pan se cuece inicialmente o se precocciona en hornos giratorios, que utilizan la convección para transferir el calor (el aire se calienta y recircula, utilizando su temperatura para la cocción del pan). En algunos



sitios se ven hornos de túnel. Durante un breve periodo de tiempo tras la introducción del pan en el horno, se aplica vapor para evitar la formación de la corteza. Se emplean de diez a quince minutos de prehorneado (Espín, 2011).

Los autores sugieren que el tiempo ideal para la cocción parcial debe ser entre el 74% y el 86% por ciento del tiempo requerido para la cocción completa. Tras la cocción primera, el pan se debe de enfriar hasta alcanzar una temperatura interior de unos 30 oC. Para evitar que se escame, este proceso debe realizarse lentamente y en un entorno con alta humedad (Industria Alimenticia 2008). El pan puede almacenarse congelado, refrigerado o en un entorno modificado una vez que se ha enfriado (Alexandre, 1996)

El pan se introduce en cajas de cartón especializadas para su refrigeración, tras ser envuelto en bolsas de plástico. Para evitar la condensación en la superficie del pan precocido puesto en refrigeración, el envasado se realiza en regiones con temperaturas bajas (entre 6 y 8oC). El producto envasado debe mantenerse a una temperatura constante mientras se distribuye, manteniendo intacta la cadena de frío. El pan se descongela y se hornea en los "puntos calientes" o centros de distribución. El tipo y el tamaño del pan determinarán las circunstancias de descongelación y precocción. Para favorecer la recuperación de la estructura y aumentar el volumen del pan, el pan precocido congelado debe descongelarse antes de la cocción. También es posible el horneado inmediato sin que se descongele (lo que sobrelleva un aumento del periodo y la temperatura de horneado).

Para determinados productos de panadería, como el pan precocido conservado en refrigeración, también se han ideado condiciones de horneado específicas (Park y Baik 2007). Utilizando la técnica de prehorneado, se necesitan más de seis minutos de cocción parcial a 218 °C para conseguir una temperatura de la miga de 97 °C, que es comparable



a la del pan francés. Cuando se disminuye la temperatura de cocción parcial, hay que aumentar el tiempo de cocción, lo que reduce la dureza de la miga del bien final (Park y Baik 2007).

Los primordiales beneficios del pan previamente cocido son la disponibilidad de pan caliente a cualquier hora durante el día, la extensa gama de bienes y la reducción del periodo y los costes de mano de obra en los lugares de distribución finales. El procesamiento descuidado puede tener varios inconvenientes, como un inferior volumen de pan, un envejecimiento rápido y la formación de escamas.

2.6. PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA CONGELACIÓN Y REFRIGERACIÓN DEL PAN PRECOCIDO.

A lo largo de todo el proceso de horneado, el pan precocido pasa por una serie de variaciones de temperatura. La temperatura en el interior de la hogaza sube de 28 oC a unos 70 oC durante la cocción inicial o la cocción parcial, aunque esto varía según el tipo de horno, además del peso y la forma de las hogazas, y las circunstancias térmicas dentro del horno (Fik, 2002). Incluso fuera del horno, la temperatura dentro de los panes precocidos aumenta hasta los 86 °C durante el enfriamiento (Barcenas, 2003). Según Leuschner R. G. (1997), este fenómeno, conocido como aumento de la temperatura después de la cocción, se debe a la difusión del calor desde el núcleo de la corteza (90 °C) hasta el centro de la miga (70 °C) tras la conclusión de la cocción.

2.7. EFECTOS DE LA REFRIGERACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS PRECOCIDOS

- Modificaciones físicas: distribución y pérdida de humedad Almidón retrógrado y descamación

La tabla 3 muestra el contenido de humedad de los panes precocidos y de los de segunda cocción. Como resultado de la evaporación del agua durante la segunda cocción (Leuschner, O'Callaghan, & Arendt, 1997), Barcellas y Rosell (2006b) midieron el contenido de humedad de panes precocidos y de cocción segunda y descubrieron que los panes previamente cocidos contenían más humedad que sus homólogos totalmente cocidos.

El pan precocido que se congela presenta una reducción considerable del contenido de humedad. (Barcellas & Rosell., 2003) detallaron que el nivel de humedad del pan precocido es una de las características de calidad más afectadas como resultado de la reducción de la capacidad de retener agua del pan.

Tabla 3 Efecto del tiempo de refrigeración sobre el contenido de humedad del pan precocido y del pan resultante tras la segunda cocción.

TIEMPO (días)	HUMEDAD (%)	
	PRECOCIDO	HORNEADO
0	41.40	36.21
7	41.03	36.22
14	41.03	36.50
28	41.22	35.77
42	41.81	35.33

Fuente: Barcenás y Rosell (2006)

Las cualidades de la corteza del pan se consideran cruciales para la calidad técnica y sensorial. La descamación que se produce al separarse ciertas zonas de la corteza cuando se compara el pan fresco con el pan precocido y mantenido en refrigeración es uno de los problemas. Este resultado se ha relacionado con el secado excesivo de la superficie del pan después de enfriar y refrigerar el pan ya cocido (Lucas y Hamdami, 2007). Se han sugerido dos procesos distintos como causas de este fenómeno: en primer lugar, la



acumulación de agua en forma de hielo bajo la corteza como resultado de la presencia del frente de congelación, y en segundo lugar, la creación de diferencias interfaciales entre la corteza con la miga como resultado de las fuerzas de tensión y estrés provocadas por el choque termomecánico. (Lucas T, 2005).

2.8. FASES DE PANIFICACIÓN

La conversión de la harina de trigo en una harina esponjosa y deliciosa es el objetivo más básico que comparten todos los procedimientos utilizados para la producción de pan. La consecución de este objetivo es posible gracias a una serie de pasos comunes (Stanley & LINDA, 2002):

- Se mezclan las cantidades adecuadas de agua, harina, levadura, sal y otros componentes específicos.
- La creación de una estructura de gluten en la masa durante el amasado, basada en la energía, que suele denominarse amasado.
- La adición de burbujas de aire mientras se mezclan los materiales.
- El crecimiento continuo de la estructura de gluten creada durante el amasado, cuyo objetivo es cambiar las características reológicas de la masa y optimizar su capacidad para expandirse a medida que acrecienta la presión del gas debido a la producción de dióxido de carbono durante la fermentación. La maduración de la masa es otro nombre para esta etapa del proceso.
- La creación o el ajuste de los ingredientes que dan a la masa su sabor y aroma característicos.
- La división de la masa en piezas separadas.
- La primera alteración de las formas de estas piezas.



- Un período de reposo destinado a variar las características reológicas y físicas de los componentes.
- Se da forma a los componentes para crear las disposiciones necesarias.
- Durante el período de reposo, la fermentación y la expansión de los componentes producidos.
- La siguiente expansión de las piezas y la unión de la estructura última durante la cocción.

2.8.1. AMASADO

La etapa inicial de la elaboración reside en combinar los materiales necesarios, que cambian según el producto y el tipo de elaboración. La cantidad de agua que absorbe la harina durante el amasado depende de una serie de variables, como la granulometría, además de la calidad como de la humedad de la harina, así como la presencia simultánea de otros componentes. Una masa suave, lisa y elástica se produce aplicando mucha fuerza a los componentes de la masa (Giovanni, 1991).

2.8.2. BOLEADO

Tras el fraccionamiento, las piezas separadas se giran en la mesa de trabajo para crear un artículo de forma esférica con una superficie lisa, excepto un punto en su base. La masa se ve obligada a desplazarse desde la parte interna del cuerpo de la pieza por medio de la superficie y hasta la base de la pieza mediante la operación de moldeo. Normalmente, esto se hace extendiendo la superficie de la pieza (Scade, 1981).



2.8.3. FERMENTADO

La masa tiene que encontrarse a 25 °C y con un 75-80 % de humedad relativa para estar en las mejores condiciones de fermentación. Las bajas temperaturas impiden la fermentación, mientras que las altas favorecen el desarrollo del *Bacillus mesentericus*, que da lugar a un pan ahumado o fibroso (Quaglia, 1991).

Durante esta etapa, las levaduras funcionan fermentando una parte de los ingredientes del pan. Para esto, la masa se expone a condiciones ideales para el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae* en términos de temperatura y humedad. La temperatura oscila entre 24 y 29 °C y la humedad relativa es del 75%. Esta fermentación tiene lugar en una masa demasiado grande que aún no ha sido dividida en las secciones que se convertirán en los panes (Flores, 2004)

Hay muchos procesos de fermentación:

- La fermentación de la masa o técnica directa, en la que se suele dejar en reposo la totalidad del volumen de la preparación de la masa después de mezclarla y amasarla, antes de dividirla en trozos.
- Esponja y masa, en la que se deja fermentar una parte de la masa durante un tiempo prolongado y luego se mezcla con los demás componentes para crear la cantidad final de masa.
- Elaboración rápida, cuando la masa no sufre ninguna o muy poca fermentación después de ser amasada y antes de ser dividida en piezas.
- Desarrollo mecánico de la masa, en el que uno de los principales objetivos del amasado es proporcionar a la masa la energía suficiente para permitir su



desarrollo, tras lo cual la masa pasa inmediatamente de la amasadora a la divisora.
(Young, 2002).

2.8.4. HORNEADO

Dependiendo del tamaño del pan y del tipo de horno, la cocción estándar se realiza entre 190°C y 250°C. Para los panes pequeños, el tiempo puede ser de entre 12 y 16 minutos; para las porciones más grandes, puede tardar más de una hora. La experiencia de cada panadero determinará siempre la medida precisa. A menudo se vierte agua en el horno durante los primeros 10 minutos de cocción para evitar que el ambiente se reseque inicialmente. Los hornos profesionales suelen tener la capacidad de proporcionar vapor durante estas etapas de cocción. El interior debe alcanzar esta temperatura para garantizar la destrucción de cualquier organismo nocivo aún presente en la masa, ya que las fluctuaciones de temperatura entre la miga interior y la corteza pueden acercarse a los 100°C (Stanley & LINDA, 2002).

Dado que la masa se expone a determinadas temperaturas y duraciones de cocción específicas del tipo de pan, la cocción es una operación muy importante. Todas las levaduras y los posibles contaminantes se eliminan al hornear el pan a estas temperaturas, que por lo general son superiores a los 200 °C, con la excepción de las formas resistentes, que pueden seguir generando contaminaciones después de 24-36 h. Al endurecerse la superficie y expandirse el CO₂ como consecuencia del calor, también se produce más masa. La evaporación del agua de la corteza, que da lugar a una pérdida de peso del 8-14% del volumen, produce este endurecimiento (Scade, 1981).

Los trozos de masa sufren una serie de alteraciones físicas, químicas y biológicas a lo largo del proceso de cocción, lo que permite que el producto final tenga determinadas



cualidades organolépticas y nutritivas. Conforme el tamaño y la clase de pan, la temperatura del horno fluctúa entre 220 y 275 °C, y el periodo de cocción cambia en función de los siguientes factores (Quaglia, 1991):

- 45 a 50 minutos para panes de 2000 gramos
- 30 a 40 minutos para panes de 900 gramos
- 20 a 30 minutos para panes de 500 gramos
- 13 a 18 minutos para panes de pequeño tamaño.

Tabla 4 Influencia de la temperatura sobre la masa.

TEMPERATURA(°C)	FENOMENO QUE OCURRE EN EL INTERIOR DE LA MASA
30	Expansión del gas y producción enzimática
40 a 50	Muerte de sacaromicetos
50 a 60	Fuerte actividad enzimática, inicio de la solubilización del almidón
60 a 80	Final de la solubilización del almidón
100	Desarrollo y producción de vapor de agua
110 a 120	Formación de dextrina en la corteza
130 a 140	Formación de la dextrina parda
140 a 150	Caramelización (bronceamiento de la corteza)
150 a 200	Producto crujiente y aromático (pardo oscuro)
Mayor a 200	Carbonización de la pieza (masa porosa y negra)

Fuente: Quaglia, (1991).

2.9. PROCESO TECNOLÓGICO DEL PAN PRECOCIDO

Para panes precocidos se necesita operaciones similares a las empleadas en el pan “tradicional”. Se recomienda algunas modificaciones en la fórmula para aumentar la estabilidad o la rigidez de las piezas de masa precocida (Stanley & LINDA, 2002).



La masa se hace como de costumbre y se deja fermentar. La masa fermentada se hornea, y la cocción se detiene al sacar la pieza del horno hacia la mitad, cuando ya se ha formado la miga. Para que el almidón se gelatinice, la levadura y la actividad enzimática se inactiven, el gluten se desnaturalice y el gluten se coagule, debe alcanzarse una temperatura suficiente en el centro de la masa. La estructura de la miga de pan pronto empezará a tomar forma. El tiempo necesario puede variar en función de los ingredientes, el tipo y el tamaño de la hogaza. Es necesario realizar pruebas preliminares con el sensor de termopar para determinar con precisión el tiempo. A continuación, los componentes pueden manipularse mediante una de las dos técnicas de enfriamiento: congelación o refrigeración (Benito, 2001)

2.10. ETAPAS DEL PROCESO TECNOLÓGICO DEL PAN PRECOCIDO

En una investigación realizada en la Universidad Nacional del Callao presenta el procesamiento como se muestra en la Figura 5 el procesamiento del pan precocido análogo al convencional hasta la fase previa a la pre cocción (Bustamante, 2004).

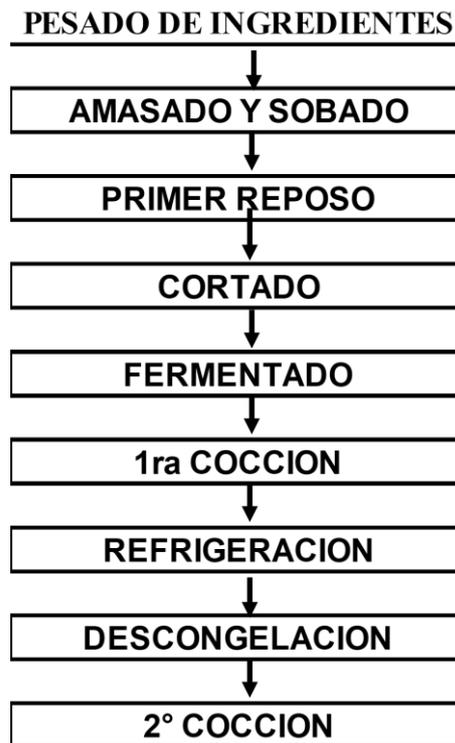


Figura 5 Diagrama de flujo para la elaboración de pan precocido.

2.11. PROPIONATOS

2.11.1 ADITIVOS ALIMENTARIOS

Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden intencionadamente a las comidas y bebidas en cantidades mínimas, sin que se conviertan en un alimento en sí mismas ni tengan ningún valor nutricional, con el objetivo de alterar sus propiedades organolépticas o facilitar o mejorar su proceso de producción o conservación.

2.11.2. CONSERVANTE

El uso de aditivos, que la Academia Nacional de Ciencias define como aquellas sustancias que se introducen en los alimentos de forma directa o indirecta durante su producción, almacenaje y correspondiente procesamiento, es una de las estrategias que se



utilizan actualmente para salvaguardar y prolongar la vida útil de los alimentos (Frazier, 1976). Las justificaciones básicas para la adición de sustancias incluyen:

- Mantener o aumentar el valor nutricional de los alimentos
- Aumentar la calidad del producto.
- Minimizar pérdidas
- Mejorar la aceptación entre los consumidores
- Extender la vida útil de los bienes

La eficacia de los conservantes se ve influida por una serie de características inherentes al alimento, como su conformación, el grado inicial de contaminación microbiana, el pH, el periodo de almacenaje, la temperatura de almacenaje y los aditivos, entre otros. Cuando los cambios relacionados con el moho o las bacterias en el pan suponen un riesgo para la salud o tienen el potencial de reducir el rendimiento del producto, deben evitarse. (Badui, 1999).

2.11.3. ÁCIDO PROPIÓNICO

Las propiedades antibacterianas del ácido propiónico ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$) y sus sales de sodio y calcio son eficaces contra los mohos y algunos tipos de bacterias. El *Propionibacterium shermanii* produce naturalmente esta sustancia en el queso suizo, hasta un 1% del peso total. El ácido propiónico se utiliza a menudo en las panaderías, donde es potente contra el *Bacillus mesentericus*, que fabrica pan duro, además de inhibir eficazmente los mohos. A menudo se utilizan concentraciones de hasta el 0,3% en peso. La forma no dissociada del ácido propiónico es activa, y tiene un rango de efectividad de pH que se extiende hasta 5,0 para la mayoría de las aplicaciones, similar a otros ácidos



carboxílicos con acción antibacteriana. La incapacidad de los mohos y ciertas bacterias para digerir el esqueleto de tres átomos de carbono explica la toxicidad del ácido propiónico para dichas especies. Los animales metabolizan el ácido propiónico de forma similar a como lo hacen otros ácidos grasos y, en las dosis utilizadas, no se ha demostrado que tenga consecuencias peligrosas. Desde la década de 1940, las sales del ácido acético de cadena corta se emplean para conservar los alimentos. (Ramirez, 2006)

2.11.4. PROPIONATO DE CALCIO

Una de las sales del ácido propiónico es el propionato de calcio. Aunque esta sal no es corrosiva, tiene menos eficacia antibacteriana que el ácido del que se forma. Además, cuando se combina con los demás componentes de la masa, no tiene ningún efecto sobre el tiempo de cocción, el volumen, el color, el sabor o el aroma típicos del pan. A 100°C, el propionato de calcio se disuelve en 55,8 g por 100 ml de agua. Tiene un ligero sabor a queso que es indetectable en el pan y es fácilmente absorbido y digerido por los seres humanos (Grundy, 1996).

- Acción

El propionato de calcio se utiliza a menudo en la producción de bienes que incluyen levaduras en su establecimiento, como el pan, ya que es eficaz contra los mohos, no tiene acción antibacteriana contra las bacterias (aparte de *B. mesentericus*), y no tiene ningún impacto sobre las levaduras.

Como el propionato se transforma en la forma libre del ácido en las comidas con un pH de 4,5 a 6,0, este antibacteriano funciona mejor en ellas. El propionato es más eficaz en productos cuyo pH está cerca de su pKa, ya que tiene un pKa de 4,87.

En los alimentos horneados, es el principal inhibidor del moho. Según algunas investigaciones, la adición de propionato de calcio al pan en una concentración del 0,1% retrasa el desarrollo de moho en el producto hasta 8 días. En cambio, añadir propionato en un contrado del 0,2% puede prolongar la vida útil del bien unos once días (Grundy, 1996). Dado que el propionato de calcio no tiene ningún efecto sobre las levaduras y, conjuntamente, ayuda al enriquecimiento nutricional, se emplea con mayor frecuencia en los productos de panadería.

- Limitaciones y consecuencias negativas del propionato de calcio

Mientras no se superen los límites establecidos por los buenos procedimientos de fabricación, el propionato de calcio se considera GRAS y su uso no está restringido. Los rangos de concentración útiles van del 0,15 al 0,38 por ciento.

2.11.5. PROPIONATO DE SODIO

El propionato de sodio o propanoato de sodio es la sal sódica del ácido propanoico con la fórmula química $\text{Na}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO})$.

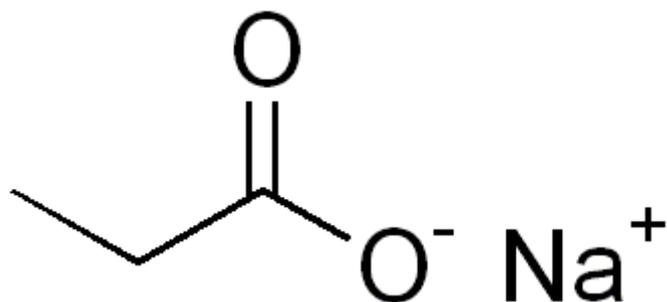


Figura 6 Formula estructural de Propionato de sodio

Propiedades físicas

Apariencia : cristales transparentes



Masa molar : 96.07 g/mol

Propiedades químicas

Solubilidad en agua : 1g/ml de agua

Puede fabricarse mediante la reacción industrial del ácido propanoico con bases sódicas como el hidróxido, el carbonato o el bicarbonato. Existe de forma natural en algunos quesos, como los "suizos".

Tiene usos como conservante alimentario y se designa con el código E281 en el Codex Alimentarius europeo para los alimentos. Se utiliza sobre todo para evitar la formación de moho en los artículos de panadería.

Propiedades de acción fungicida y antimicótica que permite prolongar la vida en anaquel, producto de panificación que no interfiere en la acción de los agentes leudantes fácilmente mezclado en harinas y de fácil digestión.

2.12. VALORACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

La disciplina científica de la evaluación sensorial se utiliza para caracterizar y analizar si un catador o consumidor aceptaría o rechazaría un producto en función de las sensaciones que experimenta durante y después de su consumo. Es importante recordar que las percepciones dependen sobre todo de la persona, el lugar y el momento (Alarcon, 2005).



2.12.1. VARIABLES DE ANÁLISIS SENSORIAL

- Color. – es la impresión visual que desprenden los rayos de luz que refleja un cuerpo, lo que lo convierte en una cualidad sensorial además de una característica de ese cuerpo (Peralta & Huapaya, 1999)

El color de cualquier objeto posee las siguientes 4 cualidades:

- a. El tono, que está determinado por la longitud de onda precisa de la luz reflejada.
- b. La intensidad, que está determinada por la cantidad de pigmentos presentes en el objeto.
- c. El brillo, que viene determinado por la cantidad de luz reflejada por el cuerpo en relación con la luz que incide sobre él.
- d. El brillo o valor, que distingue los colores en función de lo claros u oscuros que son (Peralta & Huapaya, 1999).

La retina, que es la membrana más interna, recoge los impulsos luminosos y los envía a través del nervio óptico a la región occipital del cerebro (Alarcon, 2005)

- Olor. - Las moléculas de los alimentos o bebidas que se descargan en el aire se mueven a diferentes velocidades, y el alcance y el olor dependen del tamaño de las moléculas. La volatilidad es la tendencia de las moléculas más ligeras a llegar más lejos. Los receptores olfativos situados en la nariz, sede del sentido del olfato, necesitan volatilizarse independientemente de su estado para ser detectados por ellos. Los incentivos químicos que impulsan el sentido del olfato son moléculas orgánicas formadas por componentes químicos (Bueso, 2013)
- Sabor. - es el conjunto de la experiencia sensorial que tiene lugar en la boca (Mattes, 2011).



La interpretación psicológica de la reacción fisiológica a los estímulos físicos como químicos, provocada por la presencia de elementos volátiles como no volátiles de los alimentos degustados en la boca, es lo que se entiende por sensación de sabor. Debido a que el sabor se compone de cuatro cualidades - olor, aroma, sabor y textura - su cálculo y valoración son más complicadas que las de cada componente por apartado. (Berastegui, 1989)

- Textura. - es una característica de los alimentos que puede percibirse mediante el tacto, la vista y el sonido, y que se pone de manifiesto cuando la comida se deforma. La textura, la consistencia en el caso de las comidas semisólidas, y la viscosidad en el caso de los alimentos líquidos son las características que se evalúan en la deformación de los alimentos sólidos.

Para evaluar la textura se pueden utilizar tanto enfoques sensoriales como instrumentales, pero como los métodos instrumentales son indirectos, sus resultados sólo deben tomarse como definitivos si pueden conectarse conceptual y estadísticamente con los de los métodos sensoriales (Lewis, 1993)

- Apariencia. – Es la apariencia externa del alimento determinada por el examen visual de su color, además de forma, así mismo tamaño, igualmente el estado y cualidades de la superficie en la evaluación sensorial. Para aceptar la comida para su ingesta, es importante apreciar cómo funcionan todas estas características juntas. Antes de experimentar y validar con indicios adicionales como el disfrute, el cliente se fija inicialmente en la frescura y el grado de madurez, entre otros rasgos que caracterizan su excelencia. (Civille, 2007).



2.12.2. ESCALAS SENSORIALES

Las diferencias en la forma en que los participantes perciben los estímulos y las variaciones en la forma en que los encuestados comunican sus impresiones son las dos causas principales de la variación de los datos del panel sensorial. La importante variedad de entradas sensoriales a la que el analista sensorial debe aprender a enfrentarse incluye las diferencias de percepción. Mediante una formación adecuada y el uso de escalas, las puntuaciones de los jueces pueden variar lo menos posible. El analista debe utilizar la técnica sensorial más sencilla para detectar las oposiciones previstas entre las muestras y reducir el periodo de formación del panel cuando decida cómo medir las respuestas (Bueso, 2013).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente estudio se efectuó en los meses de febrero y junio del 2019 en los siguientes lugares:

- La Panificadora CPBS PANIFICADORA Y CONFITERÍA UNAP -Puno, donde se efectuó la elaboración de pan precocido tipo francés.
- Laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, donde se realizó el cultivo recuento de mohos, levaduras y mesofilos, el análisis fisicoquímico (pH y humedad) del pan precocido de las muestras de pan francés.
- Universidad Nacional del Altiplano – Puno de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, donde se realizó la evaluación sensorial del pan precocido, por 20 panelistas no entrenados (Estudiantes de la Universidad).

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Aditivos Propionato de calcio (E282) y Propionato de sodio (E281), aditivo proveniente de la Región de Arequipa Empresa Mas venta Cal. Pierola de frutaron founded.

3.3. INSUMOS

- Harina de trigo (Marca Nicolini x 50kg)
- Manteca vegetal (Marca Famosa)



- Mejorador (Unipan Premium)
- Levadura instantánea (Unipan)
- Azúcar blanca (bell'sx 5kg)
- Sal Yodada (Cloruro de Sodio 97% de pureza) EMSAL
- Agua potable

3.4. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.4.1. EQUIPOS

- Horno rotativo a convección Nova Max 2000 de 36 bandejas a petróleo.
- Amasadora industrial Nova capacidad 50 kilos.
- Cámara de fermentación Industrial Nova Max 1000.
- Mesa de Acero inoxidable.
- Balanza analítica, Marca METLER TOLEDO, capacidad de 200 + 0.01g.
- Potenciómetro digital, VWR modelo 2000 pH/Temp.Meter +/- 0.01 g.
- Esterilizador autoclave digital de 50 litros marca: greetmed.
- Selladora manual, Marca ARNO.
- Contador de colonias tipo Quebec.
- Cámara digital D7000 4F.
- Computador Pentium (R) Dual-Core i3

3.4.2. MATERIALES

- Recipientes de plástico.
- Jarras de plástico de 0.5 y 1 lt.
- Termómetro de -10 a 150°C marca Precisión.



- Licuadora Oster – 1 lt.
- Frascos de vidrio de 10 y 20 ml.
- Micropipeta de 1000 μ L con tips.
- Probetas de 10, 50 y 500ml.
- Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 y 20 ml.
- Fiola 10 y 20ml.
- Vaso de precipitados de 10, 50, 100 ml.
- Tubo de ensayo de 5 y 10 ml.
- Matraces Erlenmeyer de 250 y 500 ml
- Cronometro Casio.
- Soporte universal.
- Mechero de bunsen.
- Placas Petri.
- Varilla de vidrio.

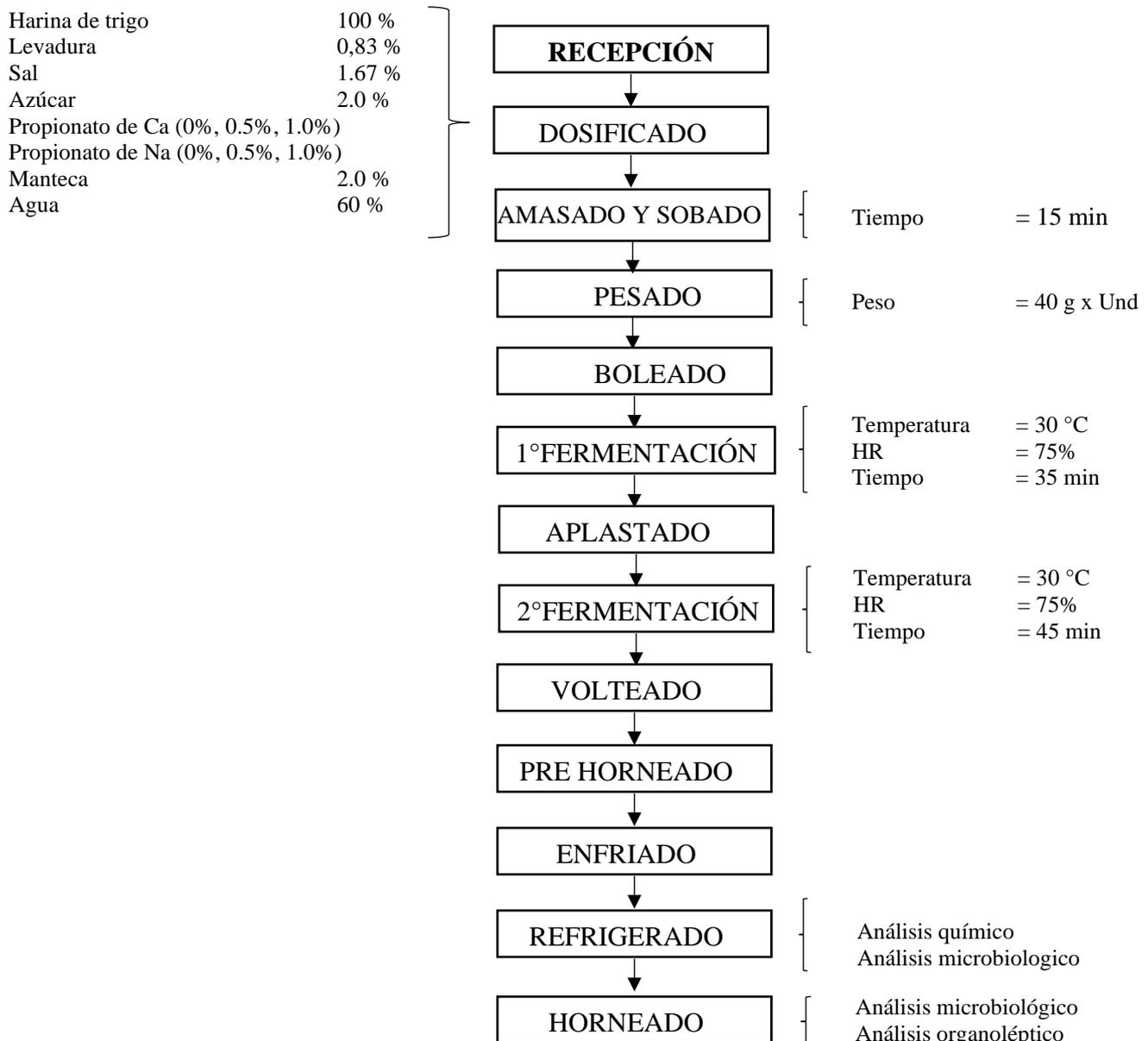
3.4.3. REACTIVOS

- Agua destilada
- Agar OGY, Fluka analytical
- Agar Plate Count Agar, lot: BCBR7963V

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.5.1. PROCESO PARA EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL PAN PRECOCIDO TIPO FRANCÉS ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN

Figura 7 Diagrama de flujo para la elaboración de pan precocido tipo francés



Fuente: Elaboración propia



La obtención de pan precocido tipo francés se realizó como se muestra en la figura 6, según se detalla a continuación.

a) RECEPCIÓN

Se recepcionó harina de trigo, azúcar, mejorador, sal, levadura propionato de calcio y propionato de sodio y demás insumos en las que se realizaron controles de calidad para la elaboración del pan.

b) DOSIFICADO

Proceso en que se determinó las cantidades de los ingredientes en el cual se garantiza la proporción en la que cada materia prima e insumos son añadidos para la elaboración del producto.

c) MEZCLADO, AMASADO Y SOBADO

Se mezcló a velocidad lenta la harina, azúcar y productos secos, seguido se añadieron los productos líquidos seguido de la manteca que se procedió amasar con mayor velocidad de forma mecánica mediante la amasadora durante 15 minutos cuya finalidad en la homogenización, evitando las bolsas de gas.

Se controló el tiempo de sobado ya que la calidad de pan depende del sobado, a un tiempo prolongado puede producir una masa débil y si el tiempo de sobado es corto la masa es poco manejable

d) PESADO

En esta etapa se procedió a pesar 1200g de masa para posterior mente ponerlo en la divisora para sacar pequeñas masas de 40g cada unidad.



e) BOLEADO

La forma definitiva del pan se define amasando la masa manualmente y dándole forma de bola o esférica. El objetivo de este procedimiento es eliminar el exceso de gas que pueda haberse creado en la masa y dotarla de una capa exterior considerablemente más seca que el resto de la masa para impedir que se escape el gas que pueda acumularse durante la siguiente fermentación.

f) 1° FERMENTADO

La masa se cargó manualmente en las bandejas, donde se dejó fermentar durante unos 35 minutos a 30 °C y 75 % de HR.

g) APLASTADO

Se procedió aplastar la masa fermentada por el medio y darle la forma característica del pan francés

h) 2° FERMENTADO

Operación donde la masa fue alimentada a las bandejas en forma manual, luego es ingresada a la cámara de fermentación con un tiempo aproximado de 45 min a 30 °C con HR = 75%.

i) VOLTEADO

Procedimiento en el cual se procedió a girar manera contraria a la base de la masa.

j) PRE-HORNEADO

Se introdujo a la cámara de horneado a 175°C por 10 min.



k) ENFRIADO

Proceso en el que los panes precocidos fueron transportados a una zona donde se le reduzca la temperatura a medio ambiente.

l) ENVASADO

Las piezas de pan preparadas se refrigeraron a 4°C en un medio controlado.

m) COCCION FINAL

Se ingreso al horno a temperatura de 230 °C, se inyecta vapor al iniciar por 8 segundos, proceso donde se realiza la reacción de Maillard formándose una corteza crujiente y dorada.

FACTORES EN ESTUDIO

- Concentraciones de Propionato de sodio(E281) y Propionato de calcio (E282)
- C1 = 0 %
- C2 = 0.05%
- C3 = 0.10%

VARIABLE RESPUESTA

- Análisis fisicoquímico
- Humedad %
- PH
- Contenido microbiológico
- Indicadores ufc/g (Mohos, levaduras y mesofilos)



Para los cual los resultados del análisis microbiológico se comparan con los requisitos exigidos por las normas sanitarias para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación aprobada mediante Resolución Ministerial N°451-2006/MINSA el 17 de Mayo de 2006 Tabla 5

Tabla 5 Productos crudos, deshidratados y precocidos que requieren cocción como hojuelas, harinas, otros similares.

ANALISIS MICROBIOLÓGICO	N	C	m	M
Aerobios mesófilos	5	2	10 ⁴	10 ⁵
Coliformes (ufc/g)	5	2	10 ²	10 ³
Bacillus cereus (ufc/g)	5	1	10 ²	10 ⁴
Mohos (ufc/g)	5	2	10 ³	10 ⁴
Levaduras (ufc/g)	5	2	10 ³	10 ⁴
Salmonella /25g	5	0	0	----

Fuente: Digesa(2006)

Dónde: **ufc/g** = Unidad formadora de colonia por gramo

N = Número de unidades de muestra que deben ser examinadas

m = Límite inferior aceptable

M = Límite superior aceptable

C = Número máximo permitido de unidades de muestras defectuosas cuando se encuentra en cantidades mayores a este número el lote es rechazado

3.5.2. PROCESO PARA DETERMINAR EL EFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LAS PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL PAN PRECOCIDO

FACTOR ESTUDIO

- Concentraciones de Propionato de sodio(E281) y Propionato de calcio(E282)
- C1 = 0 %
- C2 = 0.05%
- C3 = 0.10%

VARIABLES DE RESPUESTA

- Contenido químico proximal
- Indicador % (humedad)
- pH
- Contenido microbiológico
- Indicadores ufc/g (moho, levaduras y mesófilos)
- Calidad sensorial
- Indicador (análisis sensorial)

Los resultados del análisis microbiológico se compararon con los requisitos microbiológicos de la Tabla 6 del MINSA.

Tabla 6 Requerimientos microbiológicos demandados para bienes de panificación, además de galletería como de pastelería

ANALISIS	N	c	M	M
MICROBIOLÓGICO				
1.-Mohos y levaduras (ufc/gr)	5	2	10 ²	10 ³
2.-Escherichiacoli (ufc/gr)	5	1	3	20
3.-Staphylococcus aureus (ufc/gr)	5	1	10	10 ²
4.-Salmonella (ufc/gr)	5	0	AUSENCIA/ 25g	----

Fuente: MINSA



- Dónde: **ufc** = Unidad formadora de colonia
- N** = número de unidades de muestra que deben ser examinadas
- m** = Límite inferior aceptable
- M** = Límite superior aceptable
- c** = Número máximo permitido de unidades de muestras defectuosas cuando se encuentra en cantidades mayores a este número el lote es rechazado

3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.6.1. DETERMINACION DE HUMEDAD

La humedad se determinó por la medición de secado rápido en una balanza de Determinación de humedad KERNMLS 50 – 3.

$$\% \text{humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

3.6.2. DETERMINACIÓN DE PH

El pH tanto del pan precocido como el pan terminado de hornear se determinó mediante un pH metro OAKLON.

Se estableció por la metodología potenciométrica, en el que se añadió 10 ml de muestra en un vaso precipitado. Se efectúa la lectura correspondiente a la muestra.



3.6.3. DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PROPIONATO DE CALCIO Y PROPIONATO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL PAN PRECOCIDO TIPO FRANCÉS ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN

TIEMPO DE VIDA EN ANAQUEL

Según THE INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGIG define la vida útil como el periodo de tiempo transcurrido entre la producción y el consumo del producto se caracteriza por el nivel de satisfacción de la calidad determinada en el valor nutritivo, sabor textura y apariencia.

En varios casos, n no es igual a cero; puede ser un número entero o un número fraccionario entre 0 y 2. Si es 1, se relaciona con una ecuación de primer orden enunciada matemáticamente como:

$$\ln A = \ln A_0 + Kt$$

Se expresa las clases de deterioro que persiguen una cinética de orden primero, la rancidez que se observa en aceites y el crecimiento microbiano desarrollado en frutas, carnes, pan que produce gran disminución de la textura y pérdidas de vitaminas en alimentos como la pérdida de la calidad proteica en alimentos secos.

Para determinar el mejor tratamiento de pan precocido conservado en refrigeración 4 °C se efectuó una valoración de:



3.6.4. HONGOS Y LEVADURAS

La presencia de hongos como de levaduras se empleó para evaluar la calidad microbiológica del pan precocido. A partir de una muestra de 10 g pesada y diluida en 90 ml de agua destilada, se crearon las diluciones correspondientes.

Se prepara agar OGY que se añadió posteriormente a las platas de 15 a 20ml por placa, en la que se realizó la siembra correspondiente llevando a la incubadora a 37 °C por 24 horas en caso de levaduras y 7 días para hongos.

Se cuantifica transcurrida las 24 horas levaduras y 7 días en hongos, la cuantificación de la cantidad de unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g) con el apoyo de un medidor de colonias tipo Quebec.

3.6.5. MESOFILOS VIABLES

Se utilizó la siembra en placa con agar Plate Count para determinar el número total de mesófilos aerobios en muestras de pan parcialmente cocido y de pan cocido (del óptimo tratamiento estudiado sensorialmente).

En ambos casos, se sembraron diluciones de 10^{-2} y 10^{-3} . A continuación, se determinó la cantidad de unidades formadoras de colonias (ufc) por gramo de material utilizando un contador de colonias.

3.6.6. ANALISIS SENSORIAL

Con la asistencia de 20 jueces no entrenados, se realizó el examen sensorial (estudiantes de la Universidad Nacional del Altiplano). Las muestras se entregaron a los jueces en una secuencia predeterminada, y éstos registraron sus evaluaciones utilizando



una escala hedónica de 5 puntos para las correspondientes cualidades organolépticas: olor, además de color, igualmente sabor, textura como apariencia (Anexo 2).

3.6.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el estudio estadístico se realizó el ANOVA, el efecto de la concentración y la duración del almacenamiento, utilizando el programa estadístico minitab 18. Se utilizó la prueba de Tukey para determinar la concentración que estaba dentro del primer rango estadístico para las concentraciones significativas.

Para analizar la concentración de propionato de calcio y propionato de sodio en las cualidades sensoriales del pan francés mantenido en refrigeración y el impacto de la duración del almacenamiento se utilizó el DBCA (diseño de bloques totales aleatorizados). El modelo de este estudio es el correspondiente.

$$y_{ij} = u + a\tau_i + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable esperado

u = Es el efecto de la media general o constante común

$a\tau_i$ = Es el efecto de la concentración (pan)

β_{ij} = Es el efecto del bloque (jueces y días de almacenamiento)

ϵ_{ij} = Error experimental



Para determinar la concentración de propionato de sodio y propionato de calcio en las propiedades del pan tipo francés almacenado en refrigeración se hizo uso del DCA (diseño completo al azar) con tres repeticiones.

$$y_{ij} = u + a_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

u = Es el efecto de la media general o constante común

a_i = Es el efecto en la i -ésima concentración

ϵ_{ij} = Error experimental



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACION DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PAN PRECOCIDO TIPO FRANCES ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN

En la Tabla 18 y 19 del Anexo 2 se muestra la representación gráfica carga microbiana de mesófilos, hongos y levaduras en el pan precocido almacenado en refrigeración donde se observó.

Como se aprecia en la Figura 7. El tratamiento testigo mostró un crecimiento mayor de carga microbiana (mesófilos) a partir del día 5 hasta el día 14 en comparativa con los tratamientos agregados con alguna clase de aditivo se muestra la capacidad antimicrobiana de los dos aditivos en sus diferentes concentraciones según las normativas sanitarias para la elaboración de alimentos a base de granos y otros, consignados a programas Sociales de Alimentación están dentro de los límites permisibles en Productos crudos, además de deshidratados como precocidos que necesiten cocción (Tabla 5) del Anexo 1, harinas, otros similares.

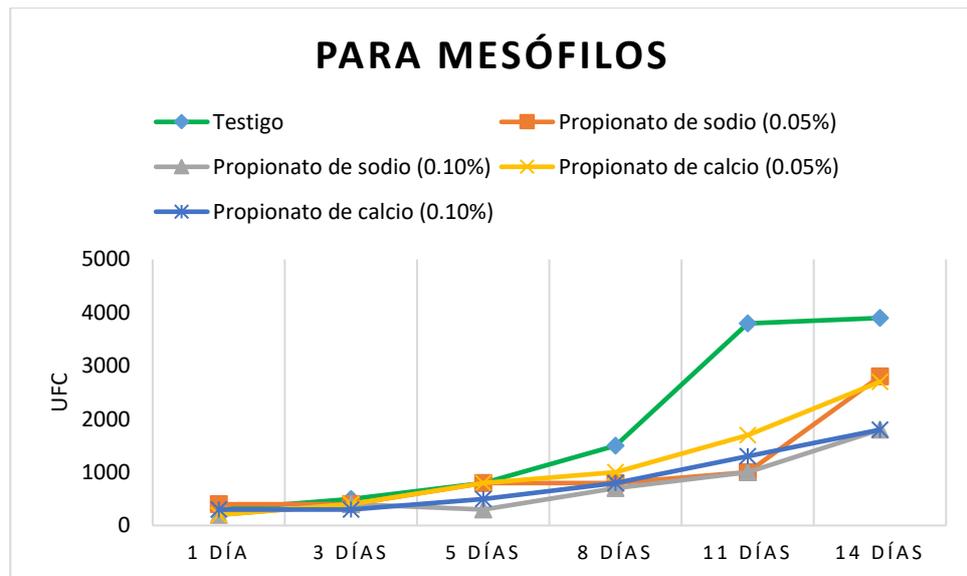


Figura 8 Cuadro de comparación para aerobios mesófilos

El último paso de horneado reduce significativamente el número de microorganismos y ayuda a restaurar las propiedades de frescura de la miga de pan (Karaoglu, 2006). Se ha sugerido que la adición de propionato de sodio y de calcio disminuye los recuentos microbianos en los panes precocidos que se conservan en el frigorífico, y su impacto en los recuentos totales de aerobios mesófilos, igualmente de esporas de *Bacillus*, así mismo levaduras y demás mohos (Figura 8) depende de la caída del pH que se produce.

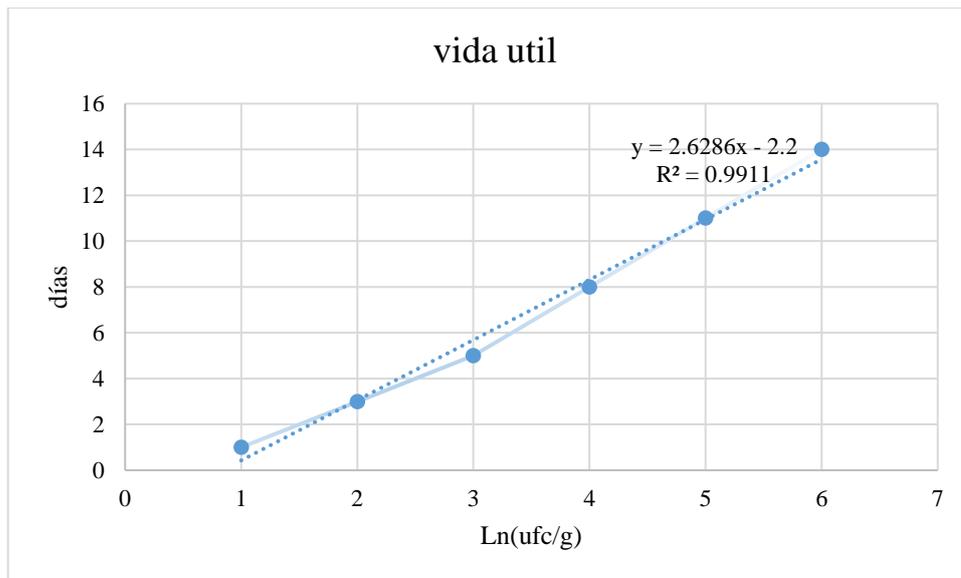


Figura 9 Tiempo de vida útil en función al análisis microbiológico.

El tiempo de vida útil en función a la evaluación del análisis microbiológico promediando los resultados el mejor tratamiento 348(propionato de calcio 0.10%), en los diferentes días, para lo cual se utilizó la ecuación cinética de primer orden figura 12.

TIEMPO (días)	Ufc/gr	Ln A
1	300	5.704
3	300	5.704
5	500	6.215
8	800	6.685
11	1300	7.17
14	1800	7.496

Figura 10 Resultado microbiológico para aerobios mesófilos.

$$\ln A = \ln A_0 + Kt$$

$$\ln (1800) = 2.628t - 2.2$$

$$t = 3.68721 \text{ días}$$

Para el tiempo de vida útil de pan precocido tipo francés se obtuvo un dato promedio de 3.69 días de conservación lo que explica que el tratamiento más favorable fue 348(propionato de calcio 0.10%).

4.2. ANÁLISIS ORGANOLEPTICO PARA PAN PRECOCIDO ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN

Para la evaluación de la calidad sensorial del pan acabado de hornear se hizo uso de una escala hedónica, con 5 puntos correspondientes.

La información suministrada por los catadores no entrenados, se adquirieron los datos originales de acuerdo con el cuaderno de análisis sensorial (Anexo 1), con el que se calcularon las valoraciones medias de cada una de las 5 particularidades sensoriales, seguidos del correspondiente análisis estadístico. Para evaluar los valores promedios, se utilizó ANOVA con un diseño de bloques totalmente aleatorio.

4.2.1 CARACTERÍSTICA SENSORIAL COLOR

Los efectos de la apreciación del color del pan precocido terminado de hornear se presentan en el ANEXO B.1. Cuyos datos fueron sometidos análisis de varianza (Tabla 7)

Tabla 7 Análisis de varianza para color del pan precocido tipo francés terminado de hornear

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE_1	19	3.733	0.1965	0.65	0.841 ^{NS}
TRATAMIENTOS_1	2	1.200	0.6000	1.99	0.151 ^{NS}
Error	38	11.467	0.3018		
Total	59	16.400			

CV = 15.2600908

^{NS} Al nivel de 0.05, las medias son significativamente iguales

^{**} Al nivel de 0.05, las medias son significativamente diferentes

Se reporta el análisis de varianza de la característica Color luego de haber realizado el análisis sensorial se puede observar que no existe diferencia significativa (Tabla 8)

entre los tratamientos, mediante el uso del minitab 18. El análisis de varianza indica que no existe diferencia significativa para los tratamientos, los panelistas no encuentran diferencia, el mismo color para los 5 tratamientos (ANEXO B.1).

4.2.2 CARACTERÍSTICA SENSORIAL OLOR

Tras el estudio sensorial, la Tabla 8 muestra el estudio de varianza de la particularidad de olor. De acuerdo con los resultados, no hay ninguna diferencia discernible entre los tratamientos (ANEXO B.2).

Tabla 8 Análisis de varianza para olor del pan precocido terminado de hornear

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.1600	0.04000	0.16	0.960 ^{NS}
Bloque	19	5.1600	0.27158	1.06	0.406 ^{NS}
Error	76	19.4400	0.25579		
Total	99	24.7600			

CV = 13.1936572

^{NS} Al nivel de 0.05, las medias son significativamente iguales

** Al nivel de 0.05, las medias son significativamente diferentes

La prueba ANOVA no existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre las concentraciones, con un nivel de confianza de 95%.

El estudio de varianza de la particularidad olor posterior de haber efectuado el estudio sensorial se puede visualizar que no se aprecia diferencia entre los procedimientos por parte de los panelistas.

4.2.3 CARACTERÍSTICA SENSORIAL SABOR

El estudio de la varianza de la particularidad de sabor (cuadro 9) revela que no hay diferencias significativas; por lo tanto, se realiza un estudio de contrastes para

descubrir qué tratamientos varían comparativamente entre sí, dado que la diferencia entre los tratamientos es insignificante (ANEXO B.3).

Tabla 9 Análisis de varianza para Sabor del pan precocido terminado de hornear

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	1.540	0.3850	1.07	0.376 ^{NS}
Bloque	19	3.840	0.2021	0.56	0.920 ^{NS}
Error	76	27.260	0.3587		
Total	99	32.640			

CV = 16.7139261

^{NS} Al nivel de 0.05, las medias son significativamente iguales

^{**} Al nivel de 0.05, las medias son significativamente diferentes

Se puede apreciar que todos los tratamientos no presentan ninguna diferencia entre sí, (Tabla 10) ya que los antimicrobianos usados, propionato de calcio y propionato de sodio, no alteran la característica sensorial según la percepción de los panelistas (ANEXO B.3).

4.2.4 CARACTERÍSTICA SENSORIAL TEXTURA

Los resultados en cuanto a la apreciación de textura por parte de los panelistas se presentan en el ANEXO B.4 datos a análisis de varianza (Tabla 10).

Tabla 10 Análisis de varianza para Textura del pan precocido terminado de hornear

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	2.740	0.6850	1.60	0.182 ^{NS}
Bloque	19	9.240	0.4863	1.14	0.333 ^{NS}
Error	76	32.460	0.4271		
Total	99	44.440			

CV = 17.0503243

^{NS} Al nivel de 0.05, las medias son significativamente iguales

** Al nivel de 0.05, las medias son significativamente diferentes

La textura del pan no cambia con el agregado de propionato de calcio y propionato de sodio en las variadas contracciones 0,00 por ciento, 0,05 por ciento y 0,1 por ciento, según el análisis de la varianza, que muestra que no hay diferencias significativas ni para los bloques de catadores ni para los tratamientos. Dado que los catadores no pudieron detectar ninguna diferencia en las texturas del pan, se desprende de este análisis que el agregado de antimicrobianos no tuvo ningún impacto en la textura del pan.

4.2.5 CARACTERÍSTICA SENSORIAL APARIENCIA

Los resultados de la apreciación de la apariencia del pan precocido terminado de hornear se presentan en el ANEXO B.5 cuyos datos fueron sometidos a estudio de análisis de varianza (Tabla 11)

Tabla 11 Análisis de varianza para apariencia del pan (precocido) terminado de hornear.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	5.240	1.3100	4.09	0.005 **
Bloque	19	5.440	0.2863	0.89	0.592 ^{NS}
Error	76	24.360	0.3205		
Total	99	35.040			



CV = 15.5529449

^{NS} Al nivel de 0.05, las medias son significativamente iguales

** Al nivel de 0.05, las medias son significativamente diferentes

La prueba de Tukey ($p < 0.05$) las medias son significativamente diferentes.

Según el estudio realizado, se comprobó que los catadores dieron a los tratamientos con diversos antimicrobianos una diferencia significativa. Para encontrar el mejor tratamiento en términos de apariencia, se utilizó la prueba de Tukey para la variable de apariencia para detallar si había diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 12 Comparaciones en parejas de Tukey

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
5	20	3.95	A	
3	20	3.75	A	B
2	20	3.65	A	B
4	20	3.60	A	B
1	20	3.25	B	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se puede visualizar de forma clara que se presentan tres grupos homogéneos en donde se pueden distinguir el tratamiento número 3 (Propionato de sodio al 0.10%) seguido del tratamiento 2 (propionato de sodio al 0.1 %) y el tratamiento 4 (propionato

de calcio al 0.05%), (ANEXO B.5), los mismos que son las referencias de estos grupos debido a que detallan la diferencia significativa entre ellos, como mejor tratamiento se distingue t5 con una media a 3.95 (Tabla 12).

4.3 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

4.3.1 ANÁLISIS pH

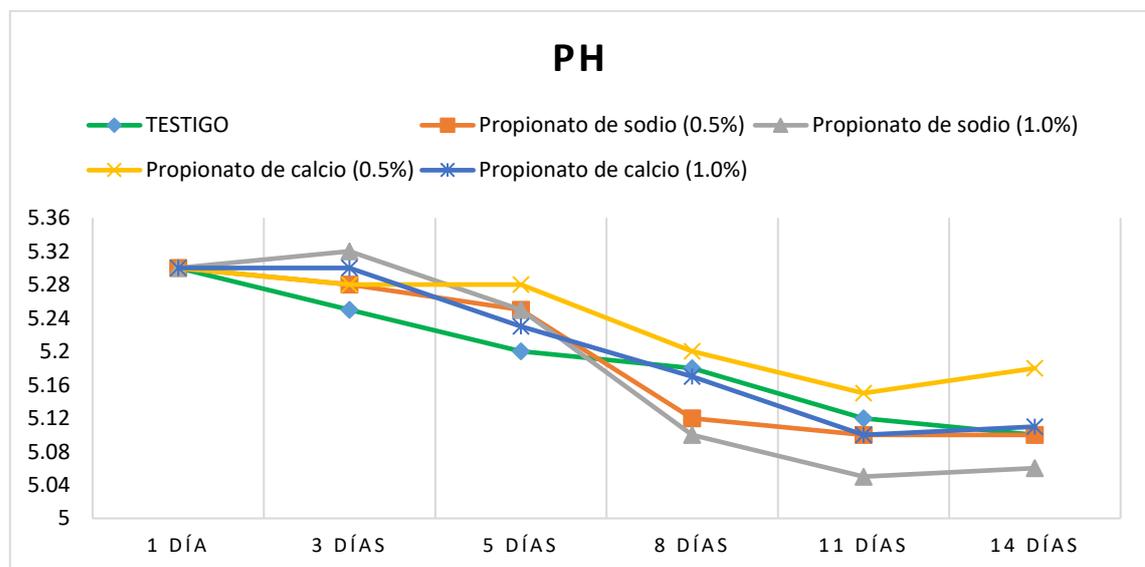


Figura 11 Tabla de comparación de pH

Los efectos de todas las pruebas experimentales (Tabla 20) indican que el pH disminuyó en menos de una unidad; al comparar las pruebas experimentales, el tratamiento con propionato de calcio y propionato de sodio al 0,1 %, obtuvo tiempo de vida útil más larga y la disminución del pH fue significativamente menor que la del tratamiento con propionato de calcio y propionato de sodio al 0,05 %.

Otro factor que afecta a la velocidad de varios procesos químicos y enzimáticos es el pH. La inhibición significativa del crecimiento microbiano y de la actividad enzimática suele requerir valores de pH elevados, que aceleran las reacciones catalizadas en entornos ácidos o básicos. Sin embargo, incluso pequeños cambios de

pH pueden tener un impacto significativo en la calidad de ciertos alimentos (Fenema, 2001).

4.3.2 HUMEDAD

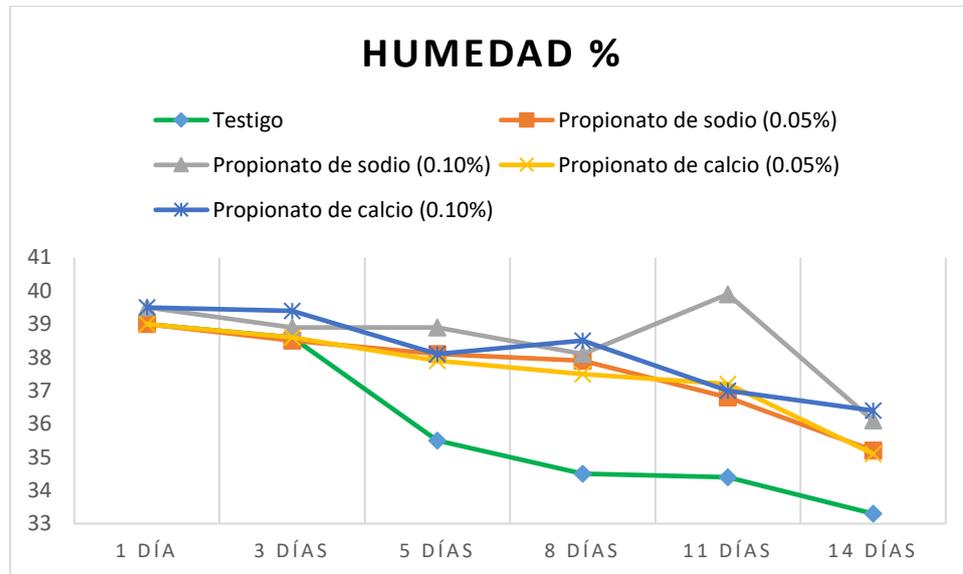


Figura 12 Tabla de comparación para humedad

Un factor que distingue al pan fresco del pan precocido conservado en el frigorífico es el descascarillado, causada por la separación de ciertas zonas de la corteza, un efecto atribuible al secado excesivo del pan precocido al finalizar la refrigeración. La figura 9 muestra la disminución del contenido de humedad del pan precocido desde el día 3 hasta el día 14. Dado que parte del agua se evapora durante la segunda fase de cocción, el contenido de humedad del pan parcialmente cocido (Tabla 21) es algo superior que el del pan final elaborado con él.

Dado que el producto final merma agua en la etapa segunda de cocción, la proporción de humedad del pan acabado era inferior al del pan precocido, lo que era de prever (Leuschner, 1997 & Lainez) (2006). La semejanza entre las temperaturas de almacenaje del pan precocido no tiene ningún efecto sobre el porcentaje de humedad del



producto final, ya que el pan parcialmente cocido mantenido a 4 °C redujo los porcentajes de humedad comparables a los encontrados en esta investigación.



V. CONCLUSIONES

Tomando como fundamento los resultados conseguidos en el estudio, se llegaron a las correspondientes conclusiones

- Según los resultados del examen microbiológico del pan precocido refrigerado y del pan precocido aún en las primeras fases de cocción, la existencia de antimicrobianos reduce progresivamente la estabilidad del pan precocido conservado a 4°C.
- Un examen detallado del pan en sus distintas concentraciones revela que el pan precocido acabado poseyó una elevada aceptación en términos de apariencia en las concentraciones del 0,1 por ciento por parte de los catadores. Los tratamientos revelan que el catador no distingue el agregado de propionato de calcio (E282) y propionato de sodio (E281) de un pan francés ordinario en las concentraciones probadas.
- Según los resultados mencionados nos permiten afirmar que la adición de conservantes en una concentración del 0.1%, mantiene el pan precocido almacenado en refrigeración temperatura de 4 °C en buenas condiciones durante el tiempo de vida útil promedio de 3.69 días de conservación lo que explica que el tratamiento más favorable fue 348(propionato de calcio 0.10%), lo que permite recibir un pan precocido terminado de calidad aceptable.



VI. RECOMENDACIONES

- Se brinda como recomendación continuar en la indagación de conservadores de origen natural que ayuden a extender la vida útil del pan, debido a que la problemática del pan es un producto de vida corta.
- Evaluar la estabilidad de conservantes en diferentes etapas del proceso de producción.
- Realizar estudios del pan almacenados en empaque con atmosfera modificada como CO₂.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon, E. H. (2005). *evaluacion sensorial*. Bogota: Universidad Nacional Abierta a Distancia.
- Alcansar, J. (2000). *Industrias Alimentarias*. Zaragoza - España: Acribia.
- Alexandre, J. L. (1996). *Procesos de Elaboracion de Alimentos*. Valencia: E.P.V.
- Barcellas, & Rosell., C. (2003). *Effect of Different Bread Improvers on the Staling of Pre-Baked Frozen Bread*. Eur: Food Res.
- Barcenas, M. E. (2003). *An Approach to Studying the Effect of Different Bread Improvers on the Staling of Pre-Baked Frozen Bread*. Eur: Food Resst.
- Benito, C. (2001). *Las nuevas tecnologias de frio, su implantación en la pequeña y media producción*. Valencia - España: Ceopan.
- Berastegui, C. (1989). *Los Organos de los Sentidos*. Barcelona - España: Ediciones Jover.
- Bourgeois, C. M., & Larpent, J. P. (1995). *Microbiologia Alimentaria II, Fermentaciones Alimentarias*. Zaragoza: Acribia.
- Bueso, C. (2013). *Aplicacion de Análisis sensorial de alimentos en la cocina y en la Industria Alimentaria* . Sevilla - España: Universidad Pablo de Olavide.
- Bustamante. (2004). *Flujo Experimental de elaboracion de Pan Ciabatta Precocido*. Callao - Peru: Universidad Nacional del Callao.
- Carr, L. R. (2005). *Textural and Sensory Characteristic*. Mexico: J. Food Eng.
- Carrasco, R. R. (1998). *Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y Granos Andinos*. lima: Agraria.
- Caucain, S. P. (2002). *Fabricacion de Pan*. Zaragoza - España: Acribia S.A.



- Chavez, V., & Sanchez, G. (2016). *Calidad de Pan precocido Almacenado en Refrigeracion y en Congelacion*. Colombia: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
- Civille, G. V. (2007). *Sensory evaluation techniques*. New York: MC.
- Espín, P. J. (2011). *Evaluacion del uso de Propionato de Calcio y Sorbato de Potasio en la estabilidad del pan precosido almacenado en rerigeracion, para su comercializacion en Supermercados*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Fenema, O. (2001). *Quimica de los alimentos*. new york.
- Fik, M. a. (2002). *Effect of Pre-baking and Frozen Storage on the Sensory Quality and Instrumental Texture of Bread*. New York: Food Agricult.
- Flores, G. (2004). *Los vinos; los quesos y el pan*. Mexico: Limusa S.A.
- Giovanni, Q. (1991). *Ciencia y Tecnologia de la Panificación*. Zaragoza- España: Acribia.
- González, M. E. (2017). *Efecto de la adición de propionato de calcio o sorbato de potasio en la vida de anaquel de una torta de naranja*. Honduras, Honduras: Zamorano.
- Karaoglu, M. (2006). *Minimally Processed Foods*. New york: Springer.
- Larrea, A. (1949). *El Pan*. Madrid: Uguina.
- Leuschner, R. G. (1997). *Optimization of baking parameters of part-baked and rebaked Irish brown soda bread by evaluation of some quality characteristics*. International Journal .
- Leuschner, R., O'Callaghan, & Arendt, E. (1997). Optimization of baking. *International Journal of Food Science and Technology*, 32: 487 493.
- Lewis, M. (1993). *Popiedades fisicas de los aliemntos y de los sistemas de procesado*. Zaragosa - España: Acribia.



- Lucas T, L. R. (2005). Chilling and freezing of part-baked bread. *Journal of Food Engineering*, 139-140.
- Matamoros, M. F. (2007). *Influencia del Envasado sobre la Vida Útil del Pan Precocido*. Guayaquil - Ecuador: Politecnica del Litoral.
- Mattes, R. (2011). Accumulating evidence supports a taste component for free fatty acids in humans. *Physiol*, 104, 624-631.
- Menpan. (2008). *Materias Primas*.
- Palma, E. T. (2006). *Introducción a la Tecnología de los Alimentos*. Puno - Peru: Offset Continental S.R.L.
- Peralta, M. U., & Huapaya, M. A. (1999). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Lima Peru: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Picas, C. y. (1991). *Técnicas de Pastelería, Panadería y Conservación de Alimentos*. Madrid- España.
- Quaglia, G. (1991). *Ciencia y tecnología de la panificación*. Zaragoza - España: Acribia S.A.
- Ramirez, F. D. (2006). *Manual del Ingeniero de Alimentos*. Colombia: Grupo Latino Ltda.
- Rebollar, M. C. (2002). *Bioquímica de los Alimentos*. Zaragoza.
- Roca, A. y. (2002). *Tabla de composición de Alimentos Industrializados*. Lima - Peru.
- Stanley, P., & LINDA. (2002). *Fabricación del pan*. Zaragoza - España: Acribia.
- Tokeshi, M. (2000). La industria de la Panificación, Panadería y Pastelería peruana. *Perspectivas*, 79.
- Young, S. C. (2002). *Tecnología de enfriamiento en Pan*. New York.



ANEXOS

ANEXO 1

FECHA:

INDICACIONES: EVALUE CADA UNA DE LAS MUESTRAS DE PAN PRECOSIDO TERMINADO DE HORNEAR MARCANDO CON UNA (X)

		121	200	154	121	325	348
CARACTERISTICA	ALTERNATIVA						
COLOR	1. DISGUSTA MUCHO						
	2. DISGUSTA POCO						
	3. NI GUSTA NI DISGUSTA						
	4. GUSTA POCO						
	5. GUSTA MUCHO						
OLOR	1. DISGUSTA MUCHO						
	2. DISGUSTA POCO						
	3. NI GUSTA NI DISGUSTA						
	4. GUSTA POCO						
	5. GUSTA MUCHO						
SABOR	1. DISGUSTA MUCHO						
	2. DISGUSTA POCO						
	3. NI GUSTA NI DISGUSTA						
	4. GUSTA POCO						
	5. GUSTA MUCHO						
TEXTURA	1. DISGUSTA MUCHO						
	2. DISGUSTA POCO						
	3. NI GUSTA NI DISGUSTA						
	4. GUSTA POCO						
	5. GUSTA MUCHO						
APARIENCIA	1. DISGUSTA MUCHO						
	2. DISGUSTA POCO						
	3. NI GUSTA NI DISGUSTA						
	4. GUSTA POCO						
	5. GUSTA MUCHO						

ELABORADO : Josue flores

COMENTARIOS: _____

ANEXO 2

Tabla 13 Efecto del propionato de calcio al 0.05% sobre el crecimiento de mesófilos en pan terminado de hornear

Mesófilos (UFC/g)		
Tiempos (días)	Testigo	Propionato de calcio (0.5%)
1	8.0×10^1	2.0×10^1
3	1.0×10^2	3.0×10^1
5	2.0×10^2	7.8×10^1

Tabla 14 Efecto del propionato de calcio al 0.05% sobre el crecimiento de mohos y levaduras en pan terminado de hornear

Mohos y levaduras (UFC/g)		
Tiempos (días)	Testigo	Propionato de sodio (0.5%)
1	1.0×10^1	1.0×10^1
3	1.0×10^1	1.0×10^1
5	1.0×10^1	1.1×10^1

Tabla 15 Medición de pH en el pan horneado con propionato de calcio al 0.05%

pH		
Tiempos (días)	Testigo	Propionato de calcio (0.5%)
1	5.78	5.28
3	5.70	5.20
5	5.60	5.12

Tabla 16 Humedad del pan precocido terminado de hornear con propionato de calcio al 0.05%

Humedad		
Tiempo (días)	Testigo	Propionato de calcio (0.5%)
1	25.2	24.3
3	23.3	23.3
5	23.0	23.1

Tabla 17 Efecto del tipo de antimicrobiano sobre el crecimiento de mesófilos en pan precocido almacenado en refrigeración 4 °C.

Tiempos (días)	Testigo	Propionato de sodio (0.05%)	Propionato de sodio (0.10%)	Propionato de calcio (0.05%)	Propionato de calcio (0.10%)
1	3.0×10^2	4.0×10^2	2.0×10^2	2.0×10^2	3.0×10^2
3	5.0×10^2	4.0×10^2	4.0×10^2	4.0×10^2	3.0×10^2
5	8.0×10^2	8.0×10^2	3.0×10^2	8.0×10^2	5.0×10^2
8	1.5×10^3	8.0×10^2	7.0×10^2	1.0×10^3	8.0×10^2
11	3.8×10^3	1.0×10^3	1.0×10^3	1.7×10^3	1.3×10^3
14	3.9×10^3	2.8×10^3	1.8×10^3	2.7×10^3	1.8×10^3

Tabla 18 Efecto del tipo de aditivo sobre el crecimiento de hongos y levaduras en pan precocido almacenado en refrigeración 4°C.

Tiempos (días)	Testigo	Propionato de sodio (0.05%)	Propionato de sodio (0.10%)	Propionato de calcio (0.05%)	Propionato de calcio (0.10%)
1	1.5×10^2	1.0×10^2	1.0×10^2	0.5×10^2	0.6×10^2
3	5.0×10^2	3.0×10^2	1.0×10^2	2.0×10^2	1.0×10^2
5	8.0×10^2	3.0×10^2	3.0×10^2	5.0×10^2	5.0×10^2
8	9.0×10^2	4.0×10^2	4.0×10^2	4.0×10^2	5.0×10^2
11	9.0×10^2	5.0×10^2	5.0×10^2	6.0×10^2	6.0×10^2
14	1.8×10^3	1.6×10^3	1.4×10^3	1.0×10^3	6.0×10^2

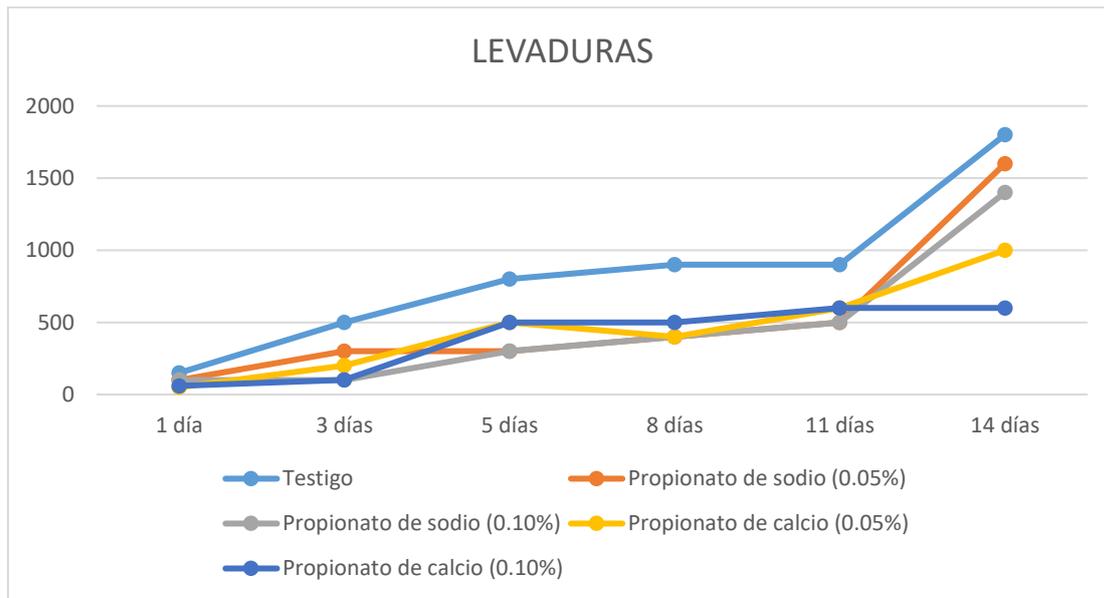
Tabla 19 Efecto del tipo de aditivo sobre el pH en pan precocido almacenado en refrigeración

TIEMPO (días)	TESTIGO	Propionato de sodio (0.5%)	Propionato de sodio (1.0%)	Propionato de calcio (0.5%)	Propionato de calcio (1.0%)
1	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
3	5.25	5.28	5.32	5.28	5.3
5	5.2	5.25	5.25	5.28	5.23
8	5.18	5.12	5.1	5.2	5.17
11	5.12	5.1	5.05	5.15	5.1
14	5.1	5.1	5.06	5.18	5.11

Tabla 20 Humedad del pan parcialmente horneado adicionado con antimicrobianos y almacenado en refrigeración 4 °C.

Tiempos (días)	Testigo	Propionato de sodio (0.05%)	Propionato de sodio (0.10%)	Propionato de calcio (0.05%)	Propionato de calcio (0.10%)
1	39	39	39.5	39	39.5
3	38.6	38.5	38.9	38.6	39.4
5	35.5	38.1	38.9	37.9	38.1
8	34.5	37.9	38.1	37.5	38.5
11	34.4	36.8	39.9	37.2	37
14	33.3	35.2	36.1	35.1	36.4

Figura 8.- Tabla de conteo de levaduras





ANEXO B

ANEXO B.1.-Resultado de análisis sensorial del pan (precocido) terminado de hornear con adición de conservantes para color

	t1	t2	t3	t4	t5
panelistas	121	200	154	325	348
1	4	4	3	4	4
2	3	4	4	3	4
3	4	3	3	3	5
4	3	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	3
7	4	3	3	3	4
8	3	3	3	4	4
9	3	4	3	4	4
10	3	4	3	4	4
11	4	3	3	4	4
12	4	3	4	3	4
13	3	3	4	3	4
14	4	3	4	3	3
15	4	3	3	3	3
16	4	4	3	3	3
17	4	4	3	3	3
18	4	4	3	3	3
19	4	4	3	3	3
20	4	4	3	3	4

T1 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.00%

T2 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.05%

T3 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.10%

T4 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.05%

T5 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.10%



ANEXO B.2.-Resultado de análisis sensorial del pan (precocido) terminado de hornear con adición de conservantes para olor

	t1	t2	t3	t4	t5
panelistas	121	200	154	325	348
1	3	3	3	4	4
2	3	4	5	4	4
3	4	3	5	4	4
4	4	4	5	4	4
5	4	4	4	5	4
6	3	4	4	3	4
7	3	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4
9	4	4	3	4	4
10	3	4	3	4	4
11	4	4	3	4	4
12	4	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4
14	4	3	4	4	4
15	4	3	3	4	3
16	4	4	3	3	4
17	4	4	5	3	4
18	4	4	4	4	3
19	4	4	4	4	3
20	4	4	3	3	4

- T1 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.00%
- T2 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.05%
- T3 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.10%
- T4 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.05%
- T5 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.10%



ANEXO B.3-Resultado de análisis sensorial del pan (precocido) terminado de hornear con adición de conservantes para sabor

	t1	t2	t3	t4	t5
panelistas	121	200	154	325	348
1	4	3	3	4	4
2	3	3	4	4	3
3	3	2	3	5	5
4	4	4	4	4	4
5	3	4	4	5	3
6	4	3	3	3	4
7	3	3	4	3	4
8	3	4	4	3	4
9	3	3	4	4	4
10	3	4	3	3	4
11	4	3	3	3	4
12	4	4	4	4	3
13	4	4	3	4	4
14	3	4	4	3	4
15	4	4	4	3	4
16	3	4	3	3	4
17	3	3	4	3	4
18	4	3	3	3	3
19	3	4	4	3	3
20	4	4	3	3	4

T1 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.00%

T2 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.05%

T3 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.10%

T4 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.05%

T5 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.10%



ANEXO B.4- Resultado de análisis sensorial del pan (precocido) terminado de hornear con adición de conservantes para textura

	t1	t2	t3	t4	t5
panelistas	121	200	154	325	348
1	3	4	2	5	5
2	4	4	4	4	4
3	3	2	4	5	5
4	4	4	5	4	4
5	3	4	4	4	5
6	3	5	4	4	3
7	4	3	3	4	4
8	4	3	3	4	3
9	4	4	3	4	4
10	4	4	3	4	5
11	3	3	4	4	4
12	4	3	4	4	5
13	4	3	4	3	4
14	3	3	4	3	3
15	4	3	4	4	3
16	4	4	3	4	3
17	3	3	4	4	3
18	4	4	3	4	3
19	4	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3

- T1 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.00%
- T2 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.05%
- T3 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.10%
- T4 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.05%
- T5 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.10%



ANEXO B.5-Resultado de análisis sensorial del pan (precocido) terminado de hornear con adición de conservantes para olor

panelistas	121	200	154	325	348
1	3	4	4	3	3
2	4	4	4	4	4
3	3	4	3	2	5
4	3	4	4	3	4
5	3	4	4	4	4
6	4	3	4	4	4
7	3	4	4	3	4
8	3	4	3	3	3
9	4	4	3	4	4
10	3	3	4	4	4
11	3	3	3	4	4
12	3	4	4	3	5
13	3	4	4	4	4
14	4	3	4	4	4
15	3	4	3	5	4
16	3	3	3	4	3
17	3	4	4	4	4
18	4	3	4	3	4
19	3	3	5	4	5
20	3	4	4	3	3

T1 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.00%

T2 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.05%

T3 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de sodio 0.10%

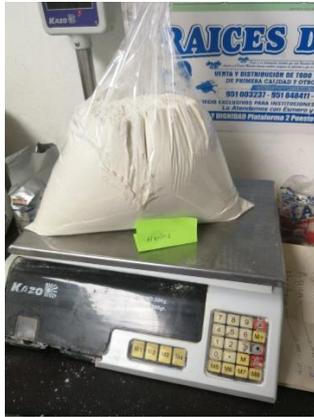
T4 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.05%

T5 = Pan precocido tipo francés concentración de propionato de calcio 0.10%

FOTOS

ELABORACION DE PAN PRECOCIDO TIPO FRANCES

1.-PESADO



2.-MEZCLADO Y AMASADO



3.PESADO Y DIVISIÓN



4.- BOLEADO



5.-FERMENTADO



7.- PRE HORNEADO pan



6.-BOLTEADO



8.-PAN PRECOCIDO



ANALISIS MICROBIOLÓGICO, MEDICION DE pH Y HUMEDAD DEL PAN PRECOCIDO





ANALISIS ORGANOLEPTICO

