

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias
Alimentarias



**Comparación de estudios de vida útil en panes de molde:
Pruebas aceleradas y tiempo real**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias

Autor:

Bach. Teresa del Pilar Quispe Chumbes

Asesor:

Dr. Reynaldo Justino Silva Paz

Lima, 19 de septiembre de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Reynaldo Justino Silva Paz, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Comparación de estudios de vida útil en panes de molde: Pruebas aceleradas y tiempo real**” del autor Teresa del Pilar Quispe Chumbes tiene un índice de similitud de 11 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 29 días del mes de setiembre del año 2025.



Dr. Reynaldo Justino Silva Paz

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Naña, Villa Unión, a 19 día(s) del mes de setiembre del año 2025 siendo las 10:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Sc. Cinthya Karem Huaman Alvino el (la) secretario(a): Mg. Sc. Daniel Sumire Aguenta López y los demás miembros: Dr. Santiago Ramírez Silva Paz y el (la) asesor(a) Dr. Reynaldo Justino

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Comparación de estudios de vida útil en panes de molde: Pruebas aceleradas y tiempo real"

del(los) bachiller(es): a) Teresa del Pilar Guispe Chumbes b) c)

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero de Industrias Alimentarias

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Teresa del Pilar Guispe Chumbes

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Aprobado, 18, A-, Muy bueno, Sobresaliente

Bachiller (b):

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Empty

Bachiller (c):

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Empty

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Signatures and names of Presidente/a, Asesoría, Miembro, Miembro, Bachiller (a), Bachiller (b), Bachiller (c)

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

Agradecimiento

A Dios por todo.

A mis padres Marta y Yuri por su apoyo y sacrificio en bien de sus hijos.

A mi hermano Boris por su ayuda y apoyo en la logística de materiales.

A mi asesor Dr Reynaldo, por su guía, confianza y disposición.

Al Centro Universitario de Producción de Bienes y Servicios (CUPBS) - Unión y sus colaboradores por proporcionar los recursos necesarios, su tiempo y disposición.

Dedicatoria

A mis padres y hermano.

A mi novio Abner.

Índice

Resumen	5
Abstract.....	5
1. Introducción	6
2. Materiales y métodos	7
2.1. Muestra	7
2.2. Métodos de análisis.....	9
2.2.1. Análisis Químico Proximal	9
2.2.2. Determinación de la vida útil mediante panel entrenado	10
2.2.3. Determinación de la vida útil mediante consumidores.....	11
2.2.4. Determinación de la vida útil mediante modelos cinéticos	12
2.3. Diseño experimental	13
2.4. Análisis de datos	14
2.4.1. Datos descriptivos	14
2.4.2. Datos afectivos/aceptabilidad.....	14
2.5. Análisis estadístico	15
3. Resultados y discusión	16
3.1. Composición fisico-química de los panes de molde.....	16
3.2. Variación de la composición química de los panes en el tiempo a diferentes temperaturas de almacenamiento	17
3.3. Variación de los datos descriptivos determinado por el panel entrenado en el tiempo a diferentes temperaturas de almacenamiento.	18
3.4. Aceptabilidad de los consumidores a diferentes temperaturas de almacenamiento	25
3.5. Determinación de valor crítico	27
3.6. Determinación de vida útil mediante cinética de reacción con Arrhenius.....	28
3.7. Determinación de vida útil mediante el factor Q10.....	31
3.8. Validación del modelo en tiempo acelerado vs tiempo real	33
4. Conclusión.....	36
6. Anexos.....	41

Comparación de estudios de vida útil en panes de molde: Pruebas aceleradas y tiempo real

Comparison of shelf-life studies on sliced breads: Accelerated and real-time testing

Teresa Quispe Chumbes¹; Reynaldo J. Silva Paz*

¹ Escuela Profesional Ingeniería de Industrias Alimentarias – Facultad de Ingeniería y Arquitectura – Universidad Peruana Unión Lima – Perú

Resumen

El objetivo de esta investigación fue comparar la vida útil de panes de molde clásico, integral y multisemillas, mediante pruebas aceleradas usando la ecuación de Arrhenius y el factor Q10 y pruebas en tiempo real. Se realizaron análisis químicos y sensoriales con consumidores y jueces entrenados para las diferentes pruebas. Los atributos que más rápido se deterioraron fueron la dureza, firmeza, humedad sensorial y la aceptabilidad por parte de los consumidores; los métodos que aceleran el deterioro por efecto de la temperatura, se basan en el cumplimiento de la ley de Arrhenius; sin embargo, también se demostró que el factor Q10 permite la determinación de vida útil de los panes de molde similares al tiempo real. El tiempo de vida útil calculado para el pan almacenado a temperatura ambiente (~22°C) de la Marca A fue de 17 días, el pan Marca B, 29 días y el pan Marca C, 32 días debido a la diferente composición de ingredientes de cada marca de pan. En este sentido, un estudio de vida útil acelerada y en tiempo real, puede considerarse una herramienta eficaz al momento de analizar y estudiar las características para la aceptabilidad del pan de molde a lo largo de su vida útil.

Palabras clave: Vida útil, pan de molde, aceptabilidad, jueces, consumidores

Abstract

The objective of this research was to compare the shelf life of classic, whole wheat and multiseed breads by means of accelerated tests using the Arrhenius equation and the Q10 factor and real-time tests. Chemical and sensory analyses were performed with consumers and trained judges for the different tests. The attributes that deteriorated the fastest were hardness, firmness, sensory moisture and consumer acceptability; the methods that accelerate deterioration by temperature effect are based on the fulfillment of the Arrhenius law; however, it was also demonstrated that the Q10 factor allows the determination of shelf life of loaves similar to real time. The calculated shelf life for bread stored at room temperature (~22°C) Brand A was 17 days, Brand B, 20 days and Brand C, 32 days due to the different ingredient composition of each brand of bread. In this sense, an accelerated and real-time shelf-life study can be considered an effective tool when analyzing and studying the characteristics for the acceptability of sliced bread throughout its shelf-life.

Keywords: Shelf life, sliced bread, acceptability, judges, consumers