



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**



**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

---

Análisis de las metodologías más utilizadas para la determinación de  
la vida útil de alimentos

---

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de investigación, previo la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autora:** Daniela Aracelly Díaz Quinaluisa

**Tutora:** Ing. M.Sc. Liliana Acurio Arcos

**Ambato-Ecuador**

**Septiembre – 2022**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. M.Sc. Liliana Patricia Acurio Arcos

CERTIFICA

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de titulación, bajo la modalidad Proyecto de investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de títulos y grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 12 de julio del 2022

---

Ing. M.Sc. Liliana Patricia Acurio Arcos

C.I.: 180406708-8

**Tutora**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Daniela Aracelly Díaz Quinaluisa, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



---

Daniela Aracelly Díaz Quinaluisa

C.I. 180514357-3

**Autora**

## **APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

---

Presidente del Tribunal

---

**Ing. Freddy Geovanny del Pozo León Ph.D.**

**C.I. 180244627-6**

---

**Ing. Santiago Esmiro Cadena Carrera Ph.D.**


**C.I. 171560259-3**

Ambato, 30 de agosto del 2022

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.



---

Daniela Aracelly Díaz Quinaluisa

C.I.: 1805143573

**Autora**

## **DEDICATORIA**

*Primeramente a Dios por su infinito amor.*

*Con amor a mi mami Paty, por ser el gran motor de mi vida, por su constante esfuerzo y apoyo incondicional, y por enseñarme que a pesar de los obstáculos que se me atravesasen, debo seguir adelante.*

*A mi padre Renán Pilco, por su apoyo económico y moral.*

*Danny*

## AGRADECIMIENTO

*A mi mami Paty por su apoyo incondicional, por ser una mujer luchadora y sacarme adelante.*

*A mi abuelita materna, tíos y primos, quienes me han apoyado y cuidado en mis momentos más difíciles.*

*De manera especial a mi tutora, Ing. M.Sc. Liliana Acurio, por su tiempo, paciencia y dedicación en el presente trabajo. Es una excelente profesional.*

*A mis amigas y compañeras, mi más profundo agradecimiento, quienes siempre me alentaron a que siga adelante y me recordaban que soy capaz de muchas cosas.*

*A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, cuyas aulas fueron testigo de mi formación académica.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TUTORA .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.1.1. Justificación.....	1
1.1.2. Clasificación de los alimentos según su estabilidad .....	2
1.1.2.1. Productos perecederos .....	2
1.1.2.2. Productos semiperecederos.....	3
1.1.2.3. Productos no perecederos .....	3
1.1.3. Factores que influyen en el tiempo de vida útil de los alimentos .....	3
1.1.3.1. Factores Intrínsecos .....	4
1.1.3.2. Factores Extrínsecos .....	4
1.1.4. Metodologías para determinar la vida útil de los alimentos.....	4
1.1.4.1. Método directo o en tiempo real .....	4
1.1.4.2. Método indirecto-Pruebas de vida útil acelerada.....	4
1.1.4.3. Método de supervivencia .....	5
1.1.4.4. Microbiología Predictiva.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General .....	5
1.2.2. Objetivos Específicos .....	5



CAPÍTULO II.....	6
METODOLOGÍA.....	6
2.1. Materiales .....	6
2.2. Métodos .....	6
2.2.1. Definición del problema.....	6
2.2.2. Búsqueda de la información.....	7
2.2.3. Organización de la información .....	7
2.2.4. Análisis de información .....	7
CAPÍTULO III .....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
3.1. Análisis y discusión de resultados: .....	8
3.1.1. Alimentos perecederos .....	8
3.1.2. Productos Lácteos y derivados.....	9
3.1.2. Productos Cárnicos y derivados .....	11
3.1.3. Productos Oleaginosos, granos, semillas y derivados.....	13
3.1.4. Productos Marinos .....	18
3.1.5. Frutas y hortalizas .....	19
3.2. Identificación de los parámetros aplicados en cada metodología y los efectos que generan en el resultado obtenido.....	27
3.3. Usos de la información recopilada con la finalidad de que sea utilizada en proyectos de investigación y en la producción alimentaria. ....	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	30
4.1. Conclusiones.....	30
4.2. Recomendaciones .....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de algunos alimentos según su estabilidad.....	3
<b>Tabla 2.</b> Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología.....	22
<b>Tabla 2.</b> Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología (continuación).....	23
<b>Tabla 2.</b> Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología (continuación).....	24
<b>Tabla 2.</b> Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología (continuación).....	25
<b>Tabla 2.</b> Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología (continuación).....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Índice de peróxido en bebida láctea con café a 10, 20 y 30 °C. ....	9
<b>Figura 2.</b> Valor de peroxidación de la carne curada a 37 °C y 47 °C.....	12
<b>Figura 3.</b> Comportamiento del índice de peróxido a 5, 15 y 30°C.....	13
<b>Figura 4.</b> Índice de Peróxido de avellanas crudas y tostadas almacenadas a 55, 65 y 75°C.14	
<b>Figura 5.</b> K270 del aceite de oliva virgen extra almacenado a 25, 40, 50 y 60 °C .....	14
<b>Figura 6.</b> a) Índice de peróxido T1 y b) Índice de peróxido T2 en función del tiempo. ....	15
<b>Figura 7.</b> a) humedad, b) actividad de agua y c) dureza, en relación con el tiempo de almacenamiento 35, 45 y 55°C. ....	16
<b>Figura 8.</b> Tiempo de vida útil a 25°C del aceite de tarwi por el método de Rancimat.....	17
<b>Figura 9.</b> Variación del índice de deterioro a 25, 30 y 35°C.....	18
<b>Figura 10.</b> Valor de ácidos grasos libres del aceite de aguaje a 45,55 y 65°C .....	18
<b>Figura 11.</b> Cinética de crecimiento a diferentes temperaturas a) sin biopelículas y b) con biopelículas.....	19
<b>Figura 12.</b> Valores del pH en función del tiempo a 20, 30 y 40 °C .....	20
<b>Figura 13.</b> Curva de crecimiento de microorganismos a a) 25°C, b) 30°C y c) 35°C.....	21
<b>Figura 14.</b> Curva de crecimiento de levaduras a 25°C .....	21

## RESUMEN

El análisis de vida útil de los alimentos es de gran interés para el fabricante y el consumidor; el fabricante requiere estimar la vida útil de su producto de manera rápida y sencilla. Mientras, el consumidor requiere presente la fecha de caducidad o consumo en el producto y que éste no presente cambios fisicoquímicos, microbiológicos y/o sensoriales que afecten su salud. El presente estudio tuvo como objetivo analizar las metodologías más utilizadas para la determinación de vida útil de alimentos. Se recopiló información de una variedad de alimentos tomando en cuenta los principales indicadores de deterioro y los parámetros cinéticos que se aplican en cada investigación; se evidenció que el principal indicador de deterioro en la mayoría de los alimentos que aportan aceite y, o grasa, es el índice de peróxido en lo que respecta a análisis químicos, mientras en análisis sensoriales la dureza y la textura. La mayoría de los estudios se han enfocado en someter a productos a estrés, siendo la más utilizada la temperatura, juntamente con la ecuación de Arrhenius que permite relacionar la constante velocidad de una reacción química en función de la temperatura, determinando el tiempo de vida útil en un corto tiempo, sin la necesidad de utilizar tanto material de laboratorio. El método de pruebas de vida útil acelerada es el más utilizado por investigadores para predecir la vida útil del alimento en un corto tiempo, a diferencia del método directo que provee de resultados perfectos, pero requiere largos tiempo por ende implica más gastos.

**Palabras clave:** Investigación bibliográfica, industria alimentaria, vida útil de alimentos, método directo, pruebas de vida útil acelerada (ASLT).

## ABSTRACT

Shelf-life analysis of food is of great interest to both the manufacturer and the consumer; the manufacturer needs to estimate the shelf-life of his product quickly and easily. Meanwhile, the consumer needs to know the expiration or use-by date on the product and that the product does not present physicochemical, microbiological and/or sensory changes that affect his health. The objective of this study was to analyze the most commonly used methodologies for determining the shelf life of foods. Information was collected from a variety of foods taking into account the main indicators of deterioration and the kinetic parameters applied in each investigation; it was found that the main indicator of deterioration in most of the foods that provide oil and, or fat is the peroxide value in chemical analysis, while in sensory analysis it is the hardness and texture. Most studies have focused on subjecting products to stress, the most widely used being temperature, together with the Arrhenius equation, which allows relating the constant rate of a chemical reaction as a function of temperature, determining the shelf life in a short time, without the need to use so much laboratory material. The accelerated shelf life testing method is the most used by researchers to predict the shelf life of food in a short time, unlike the direct method that provides perfect results, but requires long time and therefore involves more expenses.

**Keywords:** Literature research, food industry, food shelf life, direct method, accelerated shelf life testing (ASLT).

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

#### 1.1.1. Justificación

Los alimentos sufren cambios durante su almacenamiento, afectando su calidad nutritiva, fisicoquímica y sensorial; en forma general, dichos cambios son clasificados como intrínsecos y extrínsecos. Para poder evaluar los cambios previamente descritos, se determina el tiempo de vida útil, siendo éste el periodo de tiempo en el cual el alimento conserva sus aspectos nutricionales, funcionales, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, y se debe determinar desde el momento en el que su elaboración y envasado han concluido **(Alapont-Gutiérrez et al., 2020)**.

Para la determinación del tiempo de vida útil se debe seleccionar cuidadosamente aquel atributo que pueda tener ciertas contraindicaciones establecidas en normas, o aquel que se considere como factor sensible y que pueda influir considerablemente en la aceptación sensorial por parte del consumidor o con la finalidad de que el alimento sea seguro y permanezca inocuo hasta su consumo **(Olarde Pimentel & Ramírez Ruiz, 2021)**. Así mismo, esta determinación se puede realizar a partir de resultados de controles simultáneos, analizando diferentes atributos que evalúen los aspectos fisicoquímicos, microbiológicos o sensoriales del producto, y estableciendo límites a cada variable a analizar **(Pereira Alcedo, 2017)**.

Los principales métodos para la determinación del tiempo de vida útil de un producto se clasifican en directos e indirectos; los métodos directos se basan en que las condiciones de almacenamiento serán previamente seleccionadas a través de un intervalo de tiempo mayor a la vida útil esperada, mientras que los métodos indirectos utilizan estudios o modelos acelerados en los que se aplican altas temperaturas durante su almacenamiento, de tal modo que se pueda pronosticar dicho tiempo en un período más corto **(Franco Villavicencio, 2017; Phimolsiripol & Suppakul, 2016)**.

Actualmente, la vida útil o tiempo de vencimiento, forma parte de la etiqueta de los alimentos, siendo un medio de verificación del estado de éstos, tanto para los dueños de los centros de acopio, como para los consumidores. Es así que los productores tienen la responsabilidad de determinar la vida útil durante el desarrollo de los productos basándose en estudios científicos, pruebas a escala laboratorio, normas y regulaciones vigentes de cada país, y se debe evaluar considerando las condiciones óptimas de envasado, almacenamiento y distribución **(Núñez de Villavicencio et al., 2017)**. Según varios autores, tanto las condiciones de empaçado, como las de almacenamiento influyen en el tiempo de vida útil **(Chiroque-Mendoza, 2017; Soriano, 2018)**.

Bajo el contexto previamente planteado, en este estudio se analizaron las diferentes metodologías que se utilizan en el campo científico e industrial para determinar la vida útil de los alimentos, y se identificaron los parámetros de determinación y los efectos que éstos producen en la calidad y la aceptación del consumidor.

El objetivo fue evidenciar toda la información científica existente en un solo documento y mediante tablas, de tal manera que esta información pueda ser considerada como base previo a la realización de futuros proyectos científicos de investigación y vinculación, y que pueda ser fuente de consulta por parte de los productores previo al desarrollo o mejoramiento de los alimentos que fabrican.

### **1.1.2. Antecedentes científicos**

Los alimentos se pueden clasificar según su estabilidad de la siguiente manera:

#### **1.1.2.1. Productos perecederos**

Son todos aquellos productos que presentan una corta vida útil, ya que son muy propensos al ataque principalmente de microorganismos como hongos y bacterias, generando su rápida descomposición, al igual que otros factores como: temperatura, humedad y presión, factores que normalmente fluctúan durante la comercialización, transportación y lugar de almacenamiento **(Aguilar, 2012; Ortega, 2022)**. La percepción de calidad en este tipo de alimentos es compleja, por lo que se suele considerar que su valoración es subjetiva **(Torres-Sánchez et al., 2020)**.

### 1.1.2.2.Productos semiperecederos

Se denominan de esta forma a aquellos productos que presentan una vida útil entre 30 a 90 días, ya que presentan inhibidores naturales o han sido sometidos a un tratamiento previo que le proporciona mayor durabilidad a pesar de las condiciones ambientales a las que se exponga (Nuñez de Villavicencio, 2013).

### 1.1.2.3.Productos no perecederos

En esta clasificación se encuentran los productos con una vida útil de meses hasta años. Para su elaboración se les aplica procesos para su preservación como: esterilización, deshidratación, métodos químicos, entre otros (Nuñez de Villavicencio, 2013). Este grupo de alimentos empiezan a deteriorarse una vez abiertos, también dependen de una manipulación adecuada y las condiciones de almacenamiento deben ser apropiadas para evitar el deterioro del producto (Ortega, 2022).

**Tabla 1.** Clasificación de algunos alimentos según su estabilidad

<b>Productos perecederos</b>	<b>Productos semiperecederos</b>	<b>Productos no perecederos</b>
- Carnes		- Frutos secos
- Frutas	- Raíces o tubérculos	- Productos de confitería
- Lácteos	- Granos o cereales	- Enlatados o productos que se encuentran herméticos o envasados
- Vegetales y hortalizas		

**Fuente:** (Aguilar, 2012; Nuñez de Villavicencio, 2013)

**Elaborado por:** Autora

### 1.1.3. Factores que influyen en el tiempo de vida útil de los alimentos

Los alimentos tienden a deteriorarse por mecanismos físicos, químicos y/o microbiológicos, los mismos que puede ser complejos dependiendo la característica del alimento (Soriano, 2018).



### **1.1.3.1. Factores intrínsecos**

Son las propiedades propias del alimento como: ingredientes, pH, actividad de agua, potencial redox, microbiota competitiva y componentes antimicrobianos que afectan la vida útil del alimento **(Alapont-Gutiérrez et al., 2020; Soriano, 2018)**.

### **1.1.3.2. Factores extrínsecos**

Estos factores no dependen del propio alimento, dependen de elementos externos como: temperatura de conservación, humedad relativa, procesado y material de envase **(Alapont-Gutiérrez et al., 2020; Soriano, 2018)**.

## **1.1.4. Metodologías para la determinar de la vida útil de los alimentos**

### **1.1.4.1. Método directo o en tiempo real**

Estas pruebas se realizan a condiciones normales, de tal modo que requieren de condiciones de almacenamiento constantes, teniendo como desventaja que requiere de un largo tiempo de estudio, lo cual no es óptimo ya que se incurre en costos elevados **(Li & Wang, 2018)**. En estos estudios se seleccionan parámetros indicadores de acuerdo con el tipo de alimento y se evalúa periódicamente hasta que éstos sufran alguna modificación o degradación.

### **1.1.4.2. Método indirecto-Pruebas de vida útil acelerada**

Estos métodos permiten evaluar de manera rápida el comportamiento del alimento en condiciones extremas; es decir, el producto se almacena a altas temperaturas o condiciones ambientales agrestes. El parámetro de deterioro se selecciona a partir de una evaluación fisicoquímica, microbiológica y/o sensorial **(Bailón-Moreno et al., 2018)**. Son utilizados en alimentos no perecederos o estables.

Una de las desventajas más importantes de estos métodos es que ciertos factores como la temperatura, humedad, luz y oxígeno, ocasionan cambios importantes en los alimentos que no ocurrirían en condiciones normales; como por ejemplo la desnaturalización de proteínas a altas temperaturas o la modificación de la permeabilidad del empaque del producto, mismos que aceleran la degradación del alimento **(Coronel, 2016)**.

### **1.1.4.3. Método de supervivencia**

El análisis de supervivencia es un modelo estadístico que se basa en la percepción de un panel de consumidores que se enfocan en estimar la vida útil y la calidad del producto. En esta metodología se relacionan la intensidad de un descriptor crítico (defecto) en función del tiempo de almacenamiento. Es decir, evalúa las muestras categorizando un defecto sensorial, donde el consumidor responde si acepta o rechaza el producto (Elizagoyen, 2019).

### **1.1.4.4. Microbiología Predictiva**

Analiza el comportamiento de los microorganismos en base a factores que alteren su crecimiento o inactivación. Permite obtener resultados en un corto tiempo, además que es de bajo costo y no utilizan tanto material de laboratorio; sin embargo, siempre se apoya en la microbiología tradicional (Armijo Zambrano, 2020).

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Analizar las metodologías más utilizadas para la determinación de la vida útil de los alimentos.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Indagar información acerca de las distintas metodologías que se utilizan para la determinación de la vida útil de los alimentos.
- Identificar los parámetros aplicados en cada metodología y los efectos que generan en el resultado obtenido.
- Proponer usos de la información recopilada con la finalidad de que sea utilizada en proyectos de investigación y en la producción alimentaria.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Materiales**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron los siguientes recursos materiales:

- Computador.
- Internet.
- Plataformas virtuales de acceso libre (Google Académico, SciELO y Pubmed).
- Base de datos de la Universidad Técnica de Ambato (Springer, Wiley, Scopus, entre otros).
- Gestor bibliográfico Mendeley.

#### **2.2. Métodos**

##### **2.2.1. Definición del problema**

El presente proyecto de titulación tuvo un enfoque cualitativo, se planteó con la finalidad de recaudar la mayor información acerca de las metodologías más utilizadas para la determinación de la vida útil de los alimentos en un solo documento, debido a la escasez de documentos que otorguen una información general del tema.

Además, en la mayoría de los estudios encontrados no se redactaron discusiones extensas a cerca de la influencia de los parámetros aplicados en cada metodología y los efectos que generan en el resultado obtenido. El presente estudio realizó dicho análisis y eso permitió definir claramente aquellas metodologías más adecuadas a utilizar dependiendo el tipo de alimento a analizar.

### **2.2.2. Búsqueda de la información**

La información bibliográfica se recopiló por medio de plataformas virtuales de acceso libre como Google Académico, SciELO y Pubmed, y de base de datos disponibles a través del Sistema Integrado de la Universidad Técnica de Ambato, como Springer, Wiley, entre otros. En estas bases de datos se revisó la información proveniente de artículos científicos, tesis, libros y publicaciones oficiales, que brindaron información relevante y confiable.

### **2.2.3. Organización de la información**

La información recopilada se seleccionó y organizó de manera sistemática, de forma que se distingan las fuentes primarias y secundarias, con el propósito de que el trabajo de titulación sea entendible. La organización de la información inicialmente se agrupó tomando en cuenta los tipos de matrices alimenticias, como: listos para el consumo, lácteos, cárnicos, cereales, marinos, frutas y hortalizas. Para la organización de esta información se crearon grupos en la plataforma libre Mendeley y consecutivamente se comparó la información mediante tablas y gráficas, mismas que fueron construidas en función de los resultados obtenidos. Finalmente se revisaron los parámetros aplicados en cada metodología encontrada y los efectos de éstos en los resultados obtenidos.

### **2.2.4. Análisis de información**

Se realizó un análisis cualitativo y una discusión amplia de la información recolectada acerca de las metodologías más utilizadas en la determinación de la vida útil de alimentos. La información fue clasificada de acuerdo con los grupos de matrices alimenticias más importantes, y posteriormente se analizaron los parámetros aplicados en cada metodología y los efectos que generan en los resultados obtenidos.

La autenticidad de la información se vio reflejada por las referencias bibliográficas citadas, de tal modo que se presenta un documento con un enfoque general al tema a investigar. Con la finalidad de garantizar la recopilación de información se utilizó publicaciones realizadas durante los últimos 5 años, los cuales corresponden a un 80 % y el restante a publicaciones más antiguas.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de resultados

Se encontraron las metodologías más utilizadas para la determinación de la vida útil de alimentos en las investigaciones citadas a continuación.

##### 3.1.1. Alimentos listos para el consumo

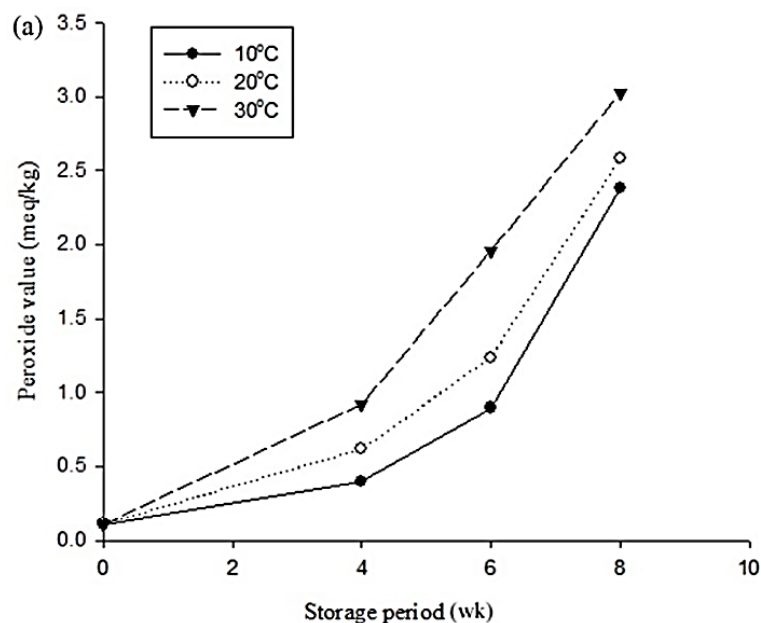
Un estudio realizado por (**Haouet et al., 2019**), evaluó el tiempo de vida útil de un alimento listo para consumo a base de atún, pollo y cereales, envasado en bandejas termo-selladas. Se aplicaron pruebas aceleradas a 35, 18 y 12°C, tomando como parámetros de estudio el total básico de nitrógeno volátil (TVB-N) y el pH; estos parámetros permitieron analizar los procesos proteolíticos y de fermentación que se pueden producir durante su almacenamiento, respectivamente. El valor de TVB-N determinado fue de  $9.0 \pm 0.5$  mg/100 g y el valor de pH de  $6.10 \pm 0.04$ . Con la información se estableció la energía de activación ( $E_A$ ) en un valor de 105.58 kJ y un factor  $Q_{10}$  de 4.53. Con estos valores se determinó la vida útil, arrojando un valor de 26 días a 4°C; por lo que se recomendó almacenar este producto a 4°C. El fabricante del producto coloca un tiempo de consumo preferente de 30 días, mismo que fue validado mediante el estudio realizado.

Mientras que **Silva & Sánchez (2016)**, estimaron la vida útil sensorial de “ají de gallina” envasado en frascos de vidrio. Para el estudio se utilizaron pruebas aceleradas con análisis de supervivencia; las muestras se almacenaron a 30, 40 y 50 °C por 47 días, con la finalidad de determinar el porcentaje de rechazo entre el rango del 25 y 50% (valores establecidos para productos alimentarios). Con un intervalo del 95% se obtuvo un valor de energía de activación de  $11.63 \pm 3.23$  kJ/ mol, misma que se encuentra dentro del rango establecido para productos agroalimentarios (15 a 95 kJ/mol). Los tiempos de vida útil sensorial estimados a los 20°C, para los diferentes porcentajes de rechazo, fueron: 42.26 días al 10%, 47.25 días al 25% y 53.49 días al 50%.

### 3.1.2. Productos lácteos y derivados

La vida útil en los productos lácteos es limitada debido al crecimiento bacteriano, mismo que conduce a la producción de enzimas. El factor principal de deterioro son los lípidos, ya que sufren grandes cambios en su almacenamiento, alteran el sabor y reducen la calidad de la leche (Nasralla et al., 2022; Sommella et al., 2018). En general la oxidación de los lípidos es el parámetro de calidad para estimar la vida útil y la aceptabilidad en la leche y los derivados lácteos (Clarke et al., 2021).

Por ejemplo, para estimar la vida útil de una bebida láctea con extracto de café se utilizaron pruebas de vida útil aceleradas a 10, 20 y 30°C durante 8 semanas. Se tomó como indicador de deterioro crítico el valor de peróxido (PV) y se evaluó hasta alcanzar un valor máximo de 20 mEq/kg (de acuerdo con bibliografía es el valor a partir del que comienza la rancidez de las grasas: 20 a 40 meq/kg). En el análisis microbiológico no se observó presencia de bacterias aeróbicas totales, E. Coli, levaduras y mohos hasta las 8 semanas. Mientras que en el análisis sensorial se reportaron valoraciones inferiores a 3 puntos, en una escala de 5 puntos, a partir de la semana 4. El índice de peróxido aumentó progresivamente en función del tiempo y temperatura de almacenamiento, denotando una reacción de orden uno (Figura 1). Se estimó una vida útil de 14.31 semanas a 4°C (Yoon et al., 2017).



**Figura 1.** Índice de peróxido en bebida láctea con café a 10, 20 y 30 °C.

**Fuente:** Yoon et al. (2017).

En el estudio realizado por **García et al. (2008)**, se determinó el tiempo de vida útil de un queso bajo en grasa. Se evaluaron quesos elaborados con dos niveles de grasa mediante un análisis de supervivencia y se analizaron características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Los parámetros sensoriales evaluados fueron sabor y textura, ya que el color, aroma y pH no reflejaron resultados coherentes al momento de estimar la vida útil (**Novoa & López, 2008**). De acuerdo con los parámetros sensoriales se obtuvo una vida útil de 3 meses a 2°C, mientras que el análisis fisicoquímico (grasa y acidez) arrojó un tiempo de consumo preferente de 2 meses a 4°C y con aplicación de BPM, clasificando al producto como semi-perecedero.

Por otra parte un estudio evaluó la vida útil de un yogur elaborado con leche de cabra descremada saborizado con mango y plátano. El análisis se realizó mediante pruebas aceleradas a 5, 15 y 25°C durante 72 horas. En las primeras horas la aceptabilidad sensorial fue alta a 5 y 15°C; sin embargo a 25°C los consumidores rechazaron el yogurt debido al realce del sabor característico de la leche de cabra. Con los datos se estimó la vida útil sensorial a 4°C del yogurt de mango con un porcentaje de rechazo del 25 y 50% de 2.9 y 8 días; mientras que para el yogurt de plátano se estimaron valores de 2 y 4.6 días, respectivamente (**Vásquez-Villalobos, Aredo, et al., 2015**).

Mientras que **Huaccha (2016)**, estimó la vida útil sensorial y fisicoquímica del yogurt elaborado con leche de cabra descremada saborizado con lúcuma y extracto de yacón, a 5, 15 y 25°C. A nivel sensorial los consumidores determinaron que a 5°C y con 25% de rechazo el yogurt tendría 4.5 días de vida útil, mientras que con un 50% de rechazo tendría un valor de 9.4 días, sin diferencias significativas a las otras temperaturas evaluadas. Sin embargo, al analizar la vida útil con los datos de acidez titulable se estimó una vida útil de 39.7 días, demostrando que la vida útil no depende solo de los ensayos fisicoquímicos, sino que se debe abarcar también el aspecto sensorial.

El estudio realizado por **Bardales (2019)**, evaluó la vida útil de queso crema de leche de cabra a 10, 20 y 30°C, tomando como indicador el crecimiento de *Lactobacillus Plantarum*, ya que este microorganismo se encuentre presente en la mayoría de productos lácteos. La cinética de crecimiento presentó una constante de velocidad de degradación de  $2.9978 \times e^{-15.86}$ , una energía de activación de 13.1868 kJ/mol k, y una vida útil de 11 días en condiciones de refrigeración (4°C).

Según **Alejandro y Espinoza (2017)**, el queso crema de cabra permanece estable hasta los 15 días a 4°C y el microorganismo *Lactobacillus Plantarum* permanece activo durante este tiempo de almacenamiento; este estudio corrobora el valor estimado por pruebas aceleradas en el trabajo previamente comentado. El envasado al vacío en este tipo de productos muestra gran capacidad para evitar el daño oxidativo (que provoca el sabor rancio y jabonoso en los quesos), además inhibe el crecimiento bacteriano; sin embargo, produce cambios en su textura presentándose duros debido a la pérdida de humedad (**Barukčić et al., 2020; Nájera et al., 2021**).

Mientras que para estimar la vida útil en helados mediante pruebas aceleradas, se tomaron como parámetros de análisis el pH, el crecimiento microbiano y parámetros sensoriales. Los datos obtenidos presentaron una cinética de orden uno, por lo que se ajustaron a regresiones lineales. Con estas ecuaciones se determinaron los siguientes valores de vida útil 24.27, 2.29, 0.39 y 0.15 meses a -18, -6, -1 y 4°C, respectivamente. Sin embargo, se menciona que la vida útil estimada en su trabajo no se aplica en todos los helados debido a factores como: el proceso de fabricación, material de empaque, condiciones y temperatura de almacenamiento (**Park, Koh, et al., 2018**).

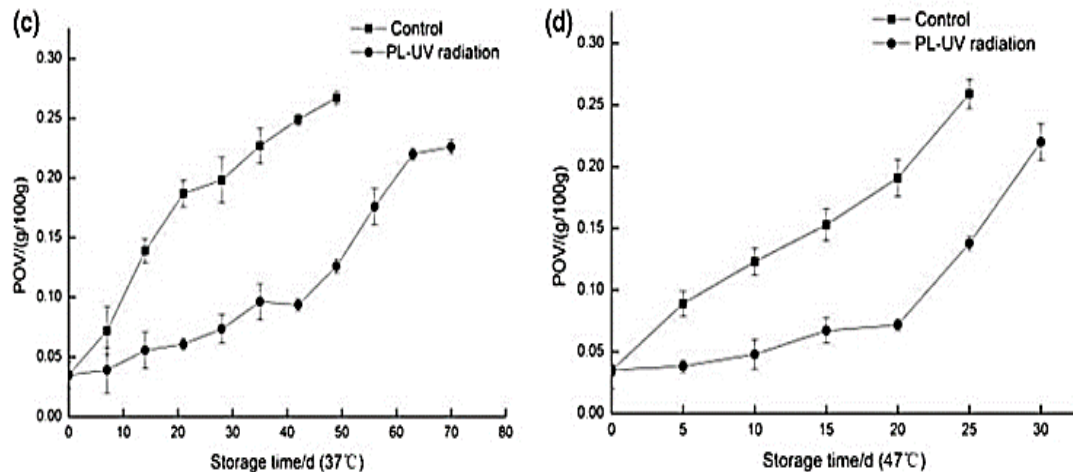
### **3.1.2. Productos cárnicos y derivados**

Para predecir la vida útil y la calidad en productos cárnicos se suelen seleccionar los siguientes indicadores fisicoquímicos: sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), nitrógeno básico volátil (VBN), pH, índice de acidez (AV) e índice de peróxido (**Park et al., 2018**).

En el estudio de **Liu et al. (2019)**, se evaluaron muestras control y muestras sometidas a irradiación PL-UV de carne seca curada, aplicando el método normal y acelerado (ASLT), el indicador de deterioro seleccionado fue el valor de peroxidación. Bajo condiciones normales (20°C) se estimó un tiempo de vida útil de 160 días en las muestras control y 280 días en las irradiadas. Mientras que por el método de pruebas aceleradas se obtuvieron 153 días y 294 días, respectivamente; en ambos casos se observa que la aplicación de irradiación permite prolongar la vida útil. Además se observó que no existe una diferencia significativa entre el valor predicho bajo condiciones aceleradas y el valor en condiciones normales; es decir se puede optar por el método ASLT para predecir la vida útil en productos cárnicos secos curados.



Como se muestra en la **Figura 2** el valor de peroxidación después de la irradiación es menor que la del control, una parte se debe a la calidad del tocino, al mayor contenido de colonias presentes en la muestra control (provocando que el valor del peróxido aumente) y otra a que la grasa presenta cierta volatilidad en la carne seca curada.



**Figura 2.** Valor de peroxidación de la carne curada a 37 °C y 47 °C.

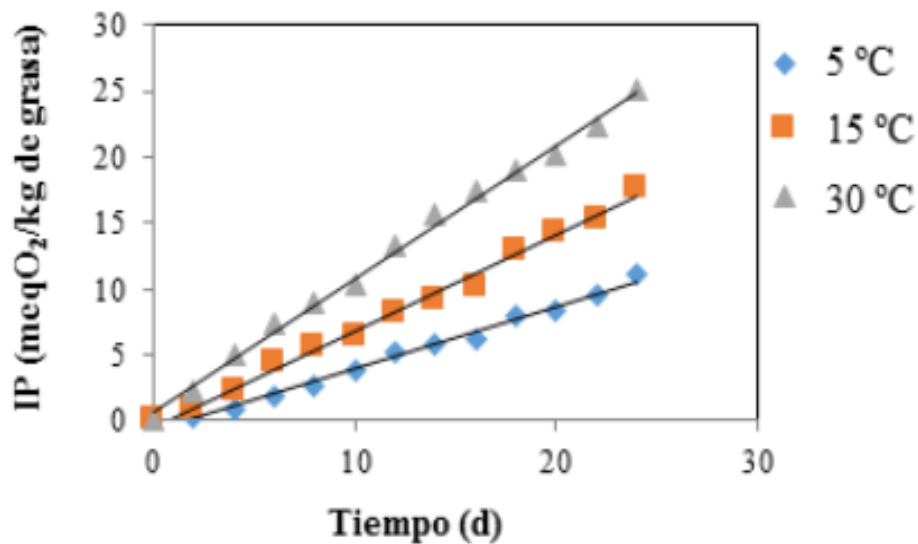
**Fuente:** Liu et al. (2019)

Por otra parte para el análisis de vida útil de chuleta de cerdo se utilizaron temperaturas de -18, -6 y -1°C, obteniendo una vida útil mínima de 12.36, 1.99 y 1.48 meses, respectivamente. Mientras que para la manteca de cerdo se realizaron pruebas aceleradas a 10, 25, 35 y 45°C por 204 días, y se obtuvieron valores de 10.17, 5.76, 3.21 y 1.57 meses, respectivamente (**Park et al., 2018**).

En el estudio de **García y Villarruel (2019)**, se estimó la vida útil sensorial de la salchicha tipo huacho de bajo tenor graso, utilizando el método de riesgos acumulados de Weibull (con un 50% de probabilidad crítica) y se midieron los siguientes parámetros: color, sabor, olor y textura, determinándose los siguientes valores 17.95, 17.50, 17.31 y 18.15 días, respectivamente.

Así mismo **Llerena-Casellas et al., (2020)**, estudiaron la vida útil de salchichas de pollo mediante pruebas aceleradas, tomando como indicador de deterioro el índice de peróxido. Los resultados presentaron una cinética de orden cero y una energía de activación de 21.36 kJ/mol. Las muestras fueron sometidas a 5, 15 y 30°C por 24 días, obteniendo una vida útil 20, 14 y 9 días, respectivamente.

Como se muestra en la Figura 3, los datos presentan un comportamiento lineal, por ende a mayor temperatura, mayor es el índice de peróxido y menor tiempo de vida útil presentará el producto.



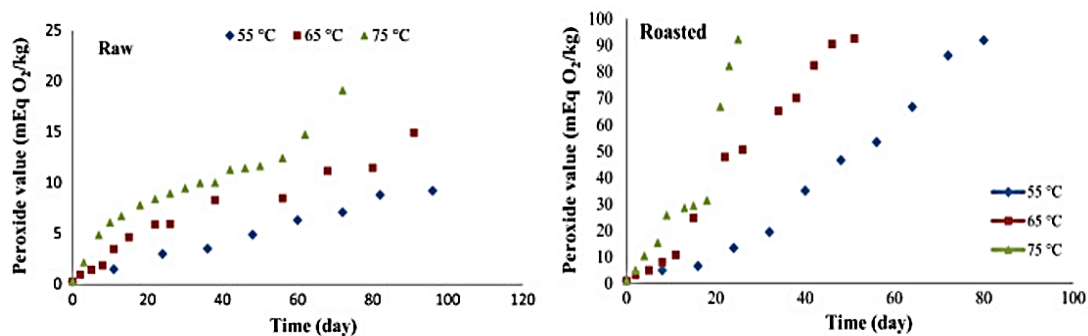
**Figura 3.** Comportamiento del índice de peróxido a 5, 15 y 30°C

**Fuente:** Llerena-Casellas et al. (2020)

### 3.1.3. Cereales, oleaginosos, granos, semillas y productos derivados

Los autores **Shafiei et al. (2020)**, determinaron la estabilidad oxidativa de avellanas crudas y tostadas, por medio del método de ASLT a temperaturas elevadas (55, 65 y 75°C), tomando como parámetros químicos el valor de peróxido (VP), de p-anisidina y de oxidación total. En las avellanas crudas se obtuvo un VP de  $0.29 \pm 0.02$  mEq O<sub>2</sub>/kg y en avellanas tostadas  $0.97 \pm 0.02$  mEq O<sub>2</sub>/kg; de acuerdo con **Buransompob et al. (2003)**, en frutos secos y alimentos secos acuosos se aceptan valores de VP entre 1 y 3 mEq O<sub>2</sub>/kg. Con el VP se determinó una energía de activación máxima de 78.76 kJ/mol K y un Q<sub>10</sub> de 1.871 en avellanas crudas, mientras que en las avellanas tostadas una energía de activación mínima de 53.36 kJ/mol K, esto demuestra el inicio del efecto negativo durante el proceso de tostado respecto a la estabilidad oxidativa.

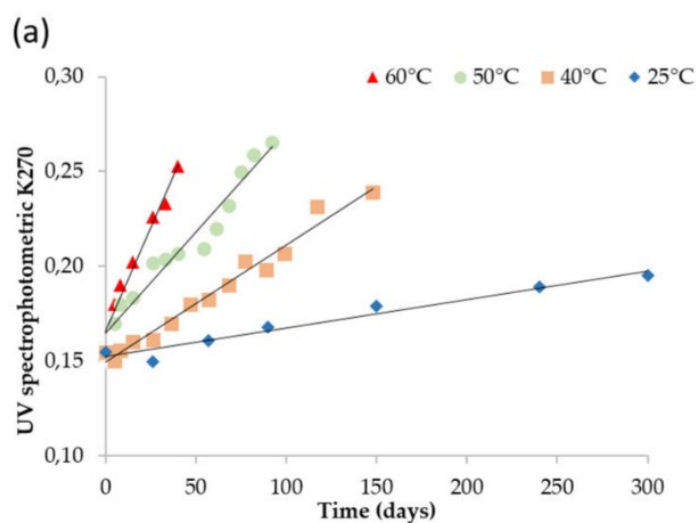
Como se muestra en la **Figura 4**, el proceso de tostado incrementa significativamente el VP, aparentemente una mayor estabilidad oxidativa se obtiene cuando los productos sufren un proceso de tostado, dando paso a las reacciones Maillard y de caramelización (**Alamprese et al., 2009**).



**Figura 4.** Índice de Peróxido de avellanas crudas y tostadas almacenadas a 55, 65 y 75°C.

**Fuente:** Shafiei et al. (2020)

En el estudio realizado por **Conte et al. (2020)** para predecir la vida útil de aceite de oliva utilizo el método ASLT a temperatura de 25, 40, 50 y 60 °C tomando como indicadores el índice de peróxido, K232 y K270, cabe mencionar que el índice de peróxido y el K232 productos de oxidación primaria no se desarrollaron durante el almacenamiento por lo que no alcanzaron los limites obligatorios de 20 mEq O<sub>2</sub>/kg y 2.50 de absorbancia, respectivamente, por lo tanto analizaron el K270 donde se mostró cierto aumento significativo al aumentarse las temperaturas estimando una vida útil de 544 días a 20°C, **Calligaris et al., (2019)** menciona que la E<sub>A</sub> en la oxidación de lípidos toma rangos de 20 a 150 kJ/mol y que a temperaturas mayores a 60°C los lípidos alimentarios desarrollan niveles altos de rancidez hecho que no sucede en condiciones normales de almacenamiento (**Frankel, 2014**).



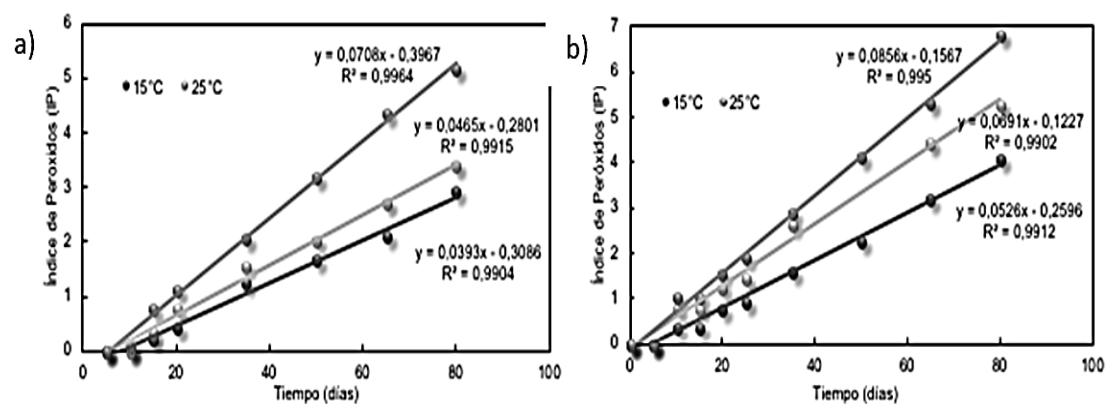
**Figura 5.** K270 del aceite de oliva virgen extra almacenado a 25, 40, 50 y 60 °C

**Fuente:** Conte et al. (2020)

**Aktar y Adal (2019)**, evaluaron la estabilidad oxidativa y la vida útil del aceite de aguacate mediante el método acelerado de Rancimat. A 25°C se estimó un valor de vida útil de 210 días. Además se analizó la estabilidad mediante el tiempo de inducción oxidativa (OIT) a las temperaturas de 100, 110, 120, 130 y 140°C; con estos valores se determinó una energía de activación de  $99.6 \pm 2$  kJ/mol. Si bien el aceite de aguacate tiene cierta similitud con el aceite de oliva, las pruebas por Rancimat demuestran que la predicción de vida útil depende del tipo de aceite analizado.

Mientras que **Paternina-Sierra et al. (2018)**, estimaron la vida útil de una pasta de ajonjolí azucarada con la adicción de plasma sanguíneo de bovino. Utilizaron 2 formulaciones: pasta de ajonjolí 70%, almíbar 29% y plasma 1% y pasta de ajonjolí 80%, almíbar 19% y plasma 1%. El estudio se realizó mediante pruebas aceleradas a 15, 25 y 35°C por 80 días, tomando como indicador de deterioro el índice de peróxido.

Observaron que el índice de peróxido se ajusta a una reacción de orden cero y tiene una relación directamente proporcional con el tiempo y la temperatura. El aumento acelerado del índice de peróxido provoca rancidez en los productos oleaginosos y por ende aromas y sabores desagradables. Además concluyeron que la primera formulación presentó mejores características y se determinó un valor de vida útil de 144 días a 15°C y 108 días a 25°C; mientras que la segunda formulación al tener un mayor porcentaje de grasa (característico de estas semillas) evidenció un mayor aumento del índice de peróxido y de manera consecuente una disminución considerable de la vida útil.

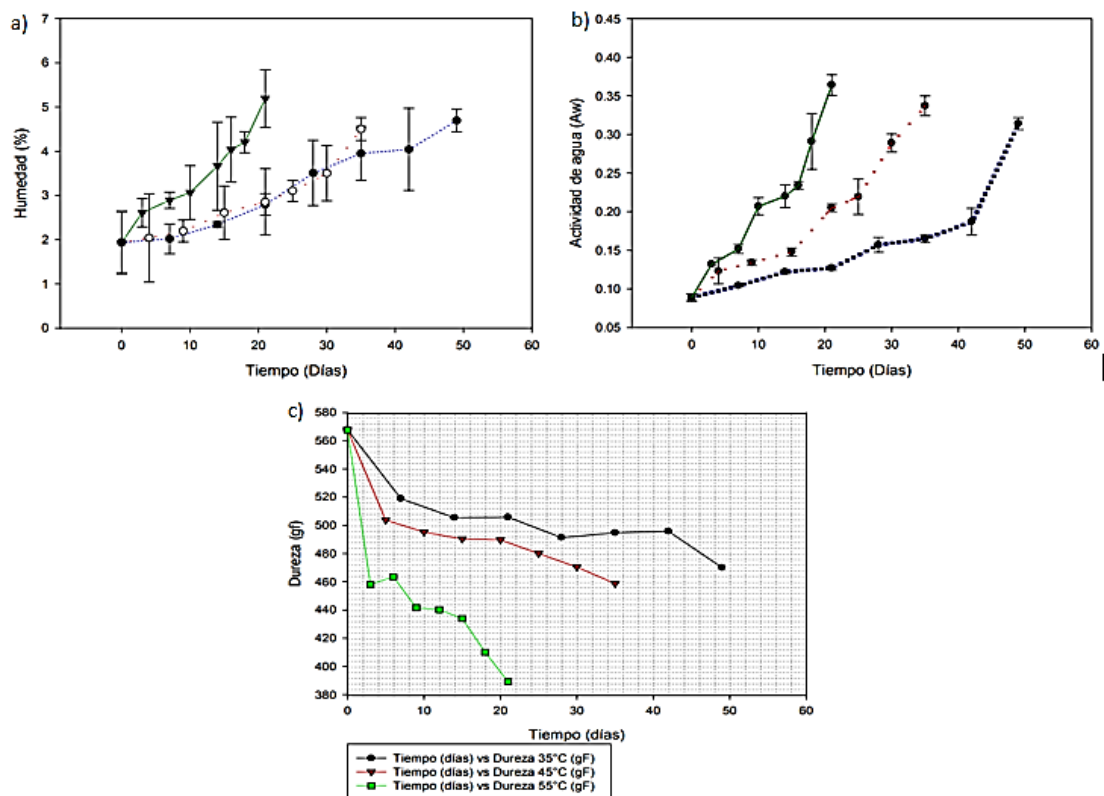


**Figura 6.** a) Índice de peróxido T1 y b) Índice de peróxido T2 en función del tiempo.

**Fuente:** Paternina-Sierra et al. (2018)

En cuanto a productos derivados, **Puma-Isuiza et al. (2018)**, estimaron la vida útil de galletas de saladas mediante pruebas aceleradas con análisis de supervivencia a 35, 45 y 55°C y 80% de humedad relativa. Se tomaron como parámetros críticos de deterioro la humedad, actividad de agua y dureza instrumental. En todos los casos se observó una reacción de orden uno y se estimó una vida útil de 123, 179 y 271 días, a cada temperatura respectivamente.

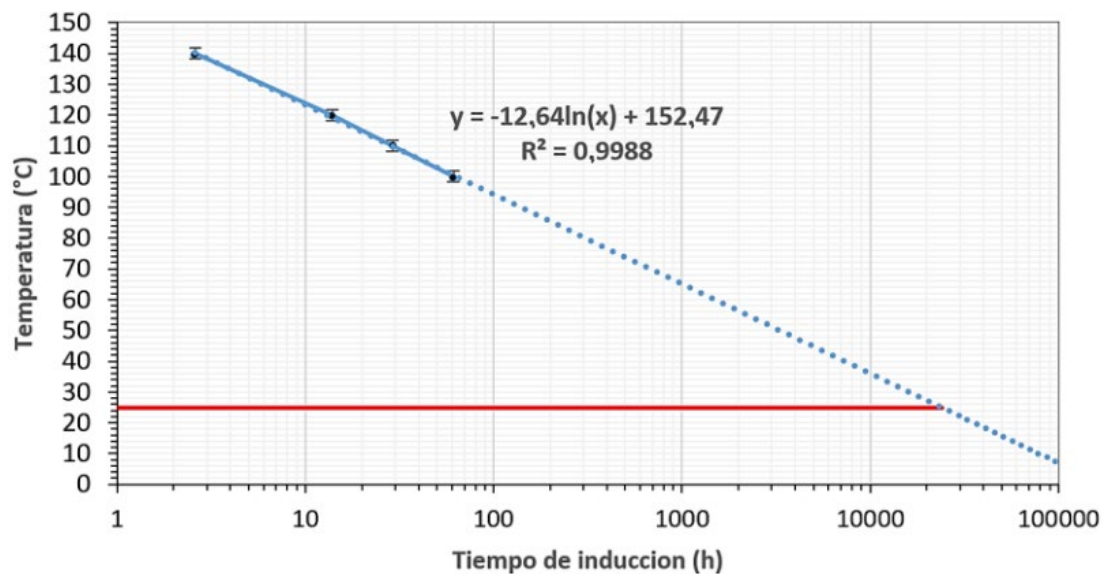
Como se muestra en la **Figura 7**, la humedad y la actividad de agua se incrementan al aumentar la temperatura, por ende se observa una velocidad de incremento mayor a 55°C, debido al fenómeno de transferencia de masa que acelera la ganancia de agua en la galleta. Mientras que la dureza disminuyó rápidamente a la misma temperatura. Según **Soler et al. (2017)**, la dureza es una característica importante en productos horneados, por lo que al haber una disminución de textura se genera una matriz débil que da a conocer que hubo una degradación estructural de proteínas y almidón.



**Figura 7.** a) humedad, b) actividad de agua y c) dureza, en relación con el tiempo de almacenamiento 35, 45 y 55°C.

**Fuente:** Puma-Isuiza et al. (2018)

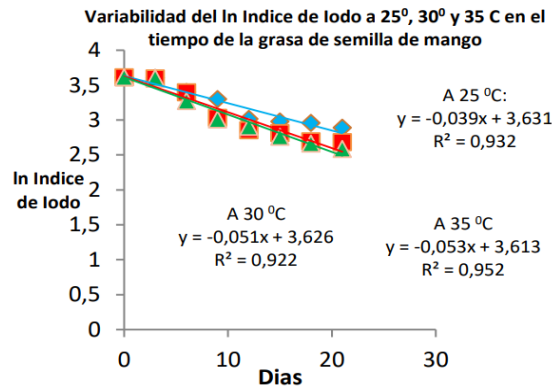
Por otra parte, **Pascual-Chagman et al. (2021)**, evaluaron la vida útil del aceite de tarwi a partir de un análisis de la estabilidad oxidativa (OSI), mediante el método de Rancimat. Se analizaron las siguientes temperaturas: 100, 110, 120 y 140°C, obteniéndose los tiempos de inducción de 61, 29, 13 y 2.6 horas. En la **Figura 8** se demuestra que al aumentar la temperatura el tiempo de inducción disminuye, debido una parte a la rápida aceleración de oxidación del aceite. Finalmente se estimó una vida útil de 2.7 años a 25°C, el alto grado de estabilidad se debe a un elevado contenido de ácido oleico.



**Figura 8.** Tiempo de vida útil a 25°C del aceite de tarwi por el método de Rancimat

**Fuente:** Pascual-Chagman et al. (2021)

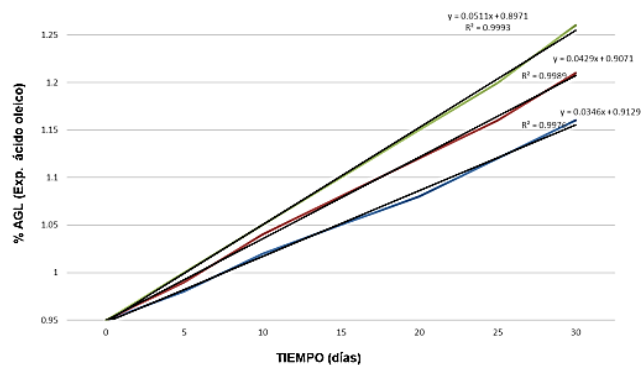
Así mismo **Zambrano et al. (2017)**, estimaron la vida útil de la grasa de semilla de mango, mediante pruebas aceleradas. Se utilizaron 3 indicadores de deterioro: el índice de iodo, índice de acidez y el índice de peróxido. Todos los parámetros presentaron una cinética de reacción de orden uno y se tomó al índice de iodo como factor limitante de calidad. Se determinó una energía de activación de 5.61 kcal/mol, y una vida útil de la grasa de esta semilla almacenadas a 25, 30 y 35°C de 43, 33 y 31 días, respectivamente. Como se muestra en la **Figura 9**, los valores del índice de iodo descienden durante el almacenamiento debido a la ruptura de ácidos grasos; además se observa que a mayor temperatura la reacción de deterioro en lípidos aumenta, acortando la vida útil del producto.



**Figura 9.** Variación del índice de deterioro a 25, 30 y 35°C

**Fuente:** Zambrano-Herrera et al. (2017)

En el estudio realizado por **Landeo Pino (2019)**, se determinó la vida útil del aceite de aguaje mediante pruebas aceleradas a 45, 55 y 65°C por 5 días, tomando como factores de calidad el porcentaje de ácidos grasos libres y el índice de peróxido. En todos los casos se determinó un orden de reacción de cero y una vida útil de 217 y 272 días a 18°C, para cada factor de estudio respectivamente. Como se observa en la **Figura 10** existe un aumento en la velocidad de reacción en función de la temperatura de almacenamiento, dando anotar que el proceso de autooxidación se desarrolla de manera lenta a temperaturas bajas.



**Figura 10.** Ácidos grasos libres del aceite de aguaje a 45 (azul), 55 (rojo) y 65°C (verde)

**Fuente:** Landeo Pino (2019)

### 3.1.4. Productos marinos

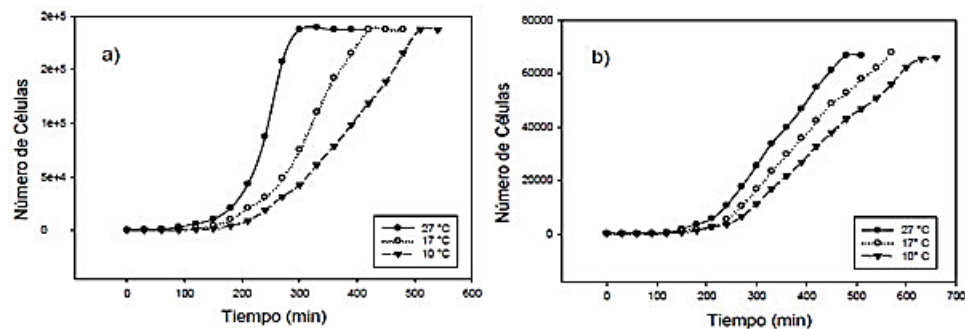
Para determinar la vida útil de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de pota se utilizaron pruebas aceleradas a 35, 45 y 55°C con 85% de humedad relativa. Se utilizaron empaques de polipropileno biorientado metalizado, polipropileno y co-extruído polietileno-poliamida.

Y analizaron el color, apariencia, olor, sabor y textura; siendo la textura el descriptor crítico sensorial seleccionado, debido a que la crocancia indica frescura y calidad. Se consideró un límite de 5.5 en la escala Karlsruhe y con dicho valor se estimó una vida útil de 150, 125 y 67 días, a cada temperatura analizada respectivamente. Los cambios de humedad generan dureza o pérdida de crujencia (Vito Villa, 2019).

### 3.1.5. Frutas, hortalizas y derivados

En este tipo de alimentos se encuentran estudios interesantes. Por ejemplo una investigación evaluó la vida útil sensorial de corazones de alcachofas marinadas en conserva. Se utilizaron pruebas aceleradas a 37, 49 y 55 °C, aplicando lógica difusa que permite comparar un producto desarrollado con un similar que se encuentra en el mercado. Se tomaron como factores de deterioro el sabor mediante una escala no estructurada entre “me desagrada” a “me agrada”, y la limpieza con una escala entre “turbia” a “transparente” (ambas con valores de 0 a 10). La vida útil estimada para este producto fue de 296 días a 20°C, con una aceptabilidad sensorial alta; mientras que para una aceptabilidad media fue de 596 días (Vásquez-Villalobos et al., 2015).

Por otra parte, González et al. (2016), determinaron la vida útil microbiológica de rodajas de papaya con/sin recubiertos de biopelículas activas. Se evaluaron los parámetros de crecimiento microbiano de hongos y levaduras, ya que están presentes en la mayoría de los productos alimenticios. Las rodajas fueron expuestas a 10, 17 y 27°C que permitió estimar una vida útil de 43 días a 4°C para las rodajas recubiertas. En la **Figura 11** se muestran las fases de adaptación y logarítmica; en la fase logarítmica se presentó un incremento en la velocidad de crecimiento y una prolongación en el tiempo de desarrollo en función de la temperatura.

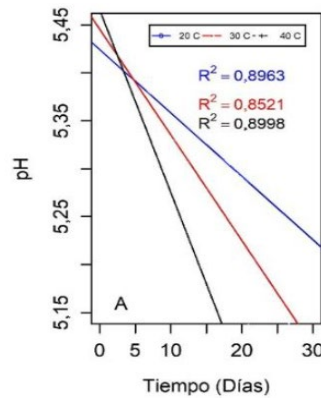


**Figura 11.** Cinética de crecimiento a) sin biopelículas y b) con biopelículas

**Fuente:** González et al. (2016)



En el trabajo de **Camayo-Lapa et al. (2020)** se estimó la vida útil de una compota de zapallos para infantes, mediante pruebas aceleradas tomando como parámetro de calidad al pH sometiendo la muestra a 20, 30 y 40°C durante 30 días. Los valores se ajustaron a una reacción de orden cero y se estimó una vida útil de 125, 75 y 45 días, a cada temperatura de estudio respectivamente. El pH disminuyó con el aumento de la temperatura, lo que a su vez reduce la calidad y la vida útil del producto.



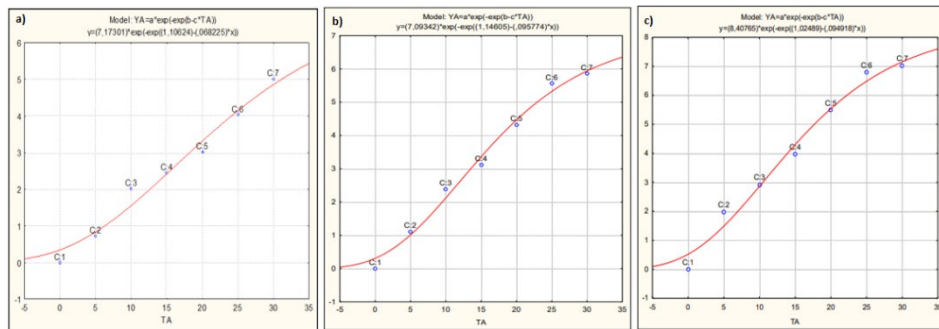
**Figura 12.** Valores del pH en función del tiempo a 20, 30 y 40 °C

**Fuente:** Camayo-Lapa et al. (2020)

Por otro lado, **Pilamala et al. (2018)**, mediante pruebas aceleradas y por medio del recuento de mohos y levaduras, determinaron la vida útil de una compota de manzana elaborada con camote y oca. Las muestras se almacenaron a 25 y 35°C y se estimó una vida útil de 18 y 10 días, respectivamente. Se observó que el tiempo de vida útil disminuyó en función de la temperatura y que para prolongar la vida útil en estos productos es necesario un envasado al vacío.

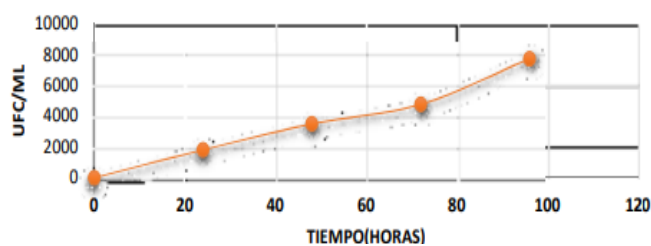
Por otra parte **Camavilca y Gamarra (2019)**, determinaron la vida útil sensorial de gomitas a base de maracuyá y tumbo, mediante el método de supervivencia. Las muestras se almacenaron por 7 semanas y posteriormente se realizó la evaluación sensorial con 70 panelistas no entrenados. Para el análisis se utilizó la distribución de Weibull y se estimó la vida útil con 50% de rechazo de 40 días y con un 25% de rechazo de 22 días, notándose que el color es el atributo más importante en este producto. Mientras **Rodríguez Bombón (2014)**, estimó la vida útil de gomas a base solo de maracuyá, mediante pruebas aceleradas y tomando la actividad de agua como factor crítico con un límite de 0.85. La vida útil resultante fue de 2 meses a temperatura ambiente y aproximadamente de 28 días en condiciones aceleradas.

El estudio de **Chiroque-Mendoza (2017)**, determino la vida útil mediante predicción microbiológica (modelo de Gompertz) de pulpa de mango sin conservantes, mediante pruebas aceleradas a 25, 30 y 35°C durante 30 minutos. Los datos siguieron una reacción de orden uno y se estimó una vida útil de 3.5 días a 4°C y de 14.5 días a -18°C. Como se muestra en la **Figura 13**, a 25°C se observa la fase de adaptación (lag), seguida de la fase exponencial donde las bacterias consumen los nutrientes del medio a velocidad máxima y finalmente la velocidad de crecimiento decae rápidamente debido a la muerte celular.



**Figura 13.** Curva de crecimiento de microorganismos a a) 25°C, b) 30°C y c) 35°C  
**Fuente:** Chiroque-Mendoza (2017)

**Armijo Zambrano (2020)**, determinó el tiempo de vida útil de pulpa de guanábana conservada con jengibre por el modelo de Gompertz simplificado, tomando como indicador el crecimiento de levaduras a 25°C. Se estimó una vida útil de 11 días, momento en el que se genera mal olor y sabor, y cambio de color (Figura 14).



**Figura 14.** Curva de crecimiento de levaduras a 25°C  
**Fuente:** Armijo Zambrano (2020)

Mientras que **García-López et al. (2020)**, estimaron la vida útil de aderezos elaborados con/sin cúrcuma (como antioxidante), mediante pruebas aceleradas a 15, 25 y 35°C durante 200 días, tomando como indicador el índice de peróxido. Los datos se ajustaron a una reacción de orden cero y se determinó una energía de activación con cúrcuma de 86.934 J/mol y sin cúrcuma 94.841 J/mol, y una vida útil con cúrcuma de 15 meses a 15°C y sin cúrcuma de 42 días a 35°C.

**Tabla 2.** Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología

<b>Alimento</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Referencia</b>
Alimento listo para consumo (cereales, atún y pollo)	TVB-N y pH	El TVB-N indicador de degradación de proteínas y presencia de moléculas tóxicas. El pH refleja fenómenos de fermentación de los cereales.	(Haouet et al., 2019)
Ají de Gallina	Análisis sensorial	Método de Supervivencia. Rechazo del 25 y 50 % y se estima una vida útil 47 y 53 días.	(Silva y Sánchez, 2016)
Bebida Láctea con extractos de café	Índice de peróxido	El índice de peróxido aumenta a medida que aumenta la temperatura y con el transcurso del tiempo. La rancidez de la grasa en lípidos de animales comienza a valores de 20-40 meq/kg.	(Yoon et al., 2017)
Queso bajo en grasa	Textura y sabor	La textura y el sabor tienen influencia en estos productos, no se presentan cambios en el olor.	(García et al., 2008)
Yogurt de leche descremada de cabra frutada con mango y plátano	Análisis sensorial	Método de Supervivencia. Rechazo del 25 y 50% estima una vida útil en mango de 2.9 y 8 días, y en plátano 2 y 4.6 días, respectivamente. A temperaturas mayores se realiza el sabor característico de la leche de cabra y pérdida de consistencia.	(Vásquez-Villalobos et al., 2015)
Yogurt a base de leche de cabra descremada frutado con lúcuma y extracto de yacón	Análisis sensorial y acidez titulable	Método de supervivencia. Con un rechazo del 25 y 50 % se estima una vida útil 4.5 9.4 días.	(Huaccha, 2016)

**Tabla 3.** Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología (continuación)

Alimento	Parámetros	Observaciones	Referencia
Queso crema a partir de leche de cabra	<i>Lactobacillus plantarum</i>	El microorganismo está activo durante su almacenamiento. El alimento requiere envasado al vacío para evitar el daño oxidativo, con la desventaja que se vuelven duros por la pérdida de humedad.	(Bardales, 2019; Alejandro y Espinoza, 2017)
Helados	Análisis microbiológicos, sensoriales y pH	La vida útil estimada no es para todo producto de heladería, ya que depende del proceso de fabricación, empaque y temperatura de almacenamiento.	(Park, Koh, et al., 2018)
Carne curada en seco	Valor de peroxidación	El valor de peroxidación disminuye al aplicar irradiación PL-UV, una parte se debe a la calidad del producto y a un contenido mayor de colonias.	(Liu et al., 2019)
Chuleta de cerdo y manteca de cerdo	Microbiológicos (TAC, E. Coli), fisicoquímicos (TBARS, VBN, pH, AV, POV) y análisis sensorial	Mayor oxidación de lípidos durante su almacenamiento. El VBN es útil para mostrar el nivel de corrupción de la carne, indicador de crecimiento bacteriano y descomposición de proteínas. El TBARS mide los miligramos de maloaldehído (MDA) y la cantidad de lípidos presentes que generan el mal sabor durante el almacenamiento, el pH es un indicador de frescura, el POV evalúa la oxidación de lípidos principalmente los óxidos primarios y el AV asocia la actividad de la lipasa que se origina en los microorganismos.	(Park et al., 2018)
Salchicha tipo huacho de bajo tenor graso	Análisis sensorial	Método de supervivencia. Un rechazo del 50% estima una vida útil de alrededor de 18 días.	(García y Villaruel, 2019)

**Tabla 4.** Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología (continuación)

<b>Alimento</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Referencia</b>
Salchicha de pollo	Índice de peróxido	Presenta una reacción de orden cero. El índice de peróxido aumenta a medida que transcurre el tiempo y aumenta la temperatura, acortando la vida útil.	(Llerena-Casellas et al., 2020)
Avellanas crudas y tostadas	Índice de peróxido, valor de p-anisidina y valor de oxidación total.	La estabilidad oxidativa presenta un efecto negativo durante el proceso de tostado.	(Shafiei et al., 2020)
Aceite de Oliva	Índice de peróxido, K232 Y K270	El índice de peróxido y el K232, productos de oxidación primaria, no se desarrollan durante el almacenamiento debido a que la descomposición de los hidroperóxidos es similar. El K270 producto de oxidación secundaria es considerado como un índice de trienos conjugados, y se ve influenciado por otros compuestos del aceite de oliva.	(Conte et al., 2020)
Aceite de aguacate	Estabilidad oxidativa	El método de Rancimat mide el tiempo de inducción a la oxidación y permite predecir la vida útil dando valores superiores o inferiores en comparación con el valor real.	(Aktar y Adal, 2019)
Pasta de ajonjolí azucarada	Índice de peróxido	Presentó una reacción de orden cero. Aumenta la temperatura y el índice de peróxido, provocando la rancidez (reacción química que sucede en la mayoría de productos oleaginosos).	(Paternina-Sierra et al., 2018)

**Tabla 5.** Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología (continuación)

<b>Alimento</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Referencia</b>
Galletas Saladas	Humedad, actividad de agua y dureza instrumental	Se utilizó el método estadístico de supervivencia. Al aumentar la temperatura se incrementó la humedad y la actividad de agua, lo que ocasionó un variación de la dureza, provocando una textura débil al alimento.	(Puma-Isuiza et al., 2018)
Aceite de Tarwi	Estabilidad Oxidativa	Al aumentar la temperatura el tiempo de inducción disminuye, debido a la rapidez de la oxidación del aceite.	(Pascual-Chaman et al. 2021)
Grasa de semilla de mango	Índice de iodo, índice de acidez e índice de peróxido	El índice de yodo decrece debido a la destrucción de dobles enlaces por oxidación, estimando el grado de instauración presente en la grasa o aceite.	(Zambrano et al., 2017)
Aceite de aguaje	Ácidos grasos libres e índice de peróxido	El contenido de ácidos grasos libres se ve influenciado por la humedad, temperatura, enzimas y microorganismos, incrementando el índice de acidez.	(Landeo Pino, 2019)
Producto extruido enriquecido con concentrado proteico de pota	Textura	La textura se considera el factor principal a evaluar en alimentos secos, ya que permite indicar la frescura y calidad del alimento.	(Vito Villa, 2019)
Corazones de alcachofa marinados	Análisis sabor y limpieza	Se utiliza el método de lógica difusa que permite comparan el producto desarrollado con uno similar existente en el mercado.	(Vásquez-Villalobos et al., 2015)
Compota de Zapallo	pH	Desciende el pH a temperaturas elevadas, y se observa una pérdida de calidad y corta vida útil.	(Camayo-Lapa et al., 2020)

**Tabla 6.** Resumen de los diferentes alimentos y los parámetros aplicados en cada metodología (continuación)

<b>Alimento</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Referencia</b>
Rodajas de papaya con/sin recubiertos de biopelículas activas	Hongos y levaduras	Al incrementar la pendiente, debido al aumento de temperatura, muestra que los microorganismos se encuentran en su temperatura óptima de crecimiento.	(González et al., 2016)
Compota de manzana con camote y oca	Mohos y levaduras	Se observa que al elevar la temperatura, se obtienen tiempos de vida útil cortos.	(Pilamala et al., 2018)
Gomitas a base de maracuyá y tumbo	Análisis sensorial	Se utiliza el método estadístico de supervivencia y con un rechazo del 50% se obtiene una vida útil 40 días.	(Camavilca y Gamarra, 2019)
Gomitas con pulpa de maracuyá	Actividad de agua	Se analiza que el valor crítico de actividad de agua es de 0.85.	(Rodríguez Bombón, 2014)
Pulpa de mango sin conservante	Microorganismo	Se observa como los microorganismos se adaptan a la nueva condición ambiental, consumen los nutrientes del medio hasta llegar a la temperatura óptima de crecimiento y finalmente la tasa de crecimiento decae debido a la muerte celular.	(Chiroque-Mendoza, 2017)
Pulpa de guanábana conservada con jengibre	Levaduras	La temperatura óptima de crecimiento es 22 a 25°C y su desarrollo depende de las condiciones ambientales y nutricionales. Generan mal olor, sabor y cambio de color en el alimento.	(Armijo Zambrano, 2020)
Aderezos elaborados con/sin cúrcuma	Índice de peróxidos	Mayor índice de peróxidos en aderezos sin cúrcuma a 35°C. La oxidación de aderezos presenta una reacción de orden cero. La cúrcuma provee efecto antioxidante a temperaturas bajas, prolongando la vida útil.	(García-López et al., 2020)

### **3.2. Identificación de los parámetros aplicados en cada metodología y los efectos**

Hay varios factores que afectan la vida útil en el alimento, pero las condiciones de almacenamiento que más se debe controlar son la temperatura y la humedad. Por ello se han implementado métodos científicos que permiten determinar la vida útil de forma rápida y sencilla.

La temperatura es el principal factor ambiental que tiene influencia sobre la velocidad de reacción; para evaluar el efecto de esta propiedad se suele utilizar el modelo de Arrhenius, que describe el efecto de la temperatura sobre la reacción de deterioro de los alimentos **(Coronel, 2016)**. Cuando se incrementa la temperatura durante el almacenamiento da paso a la rancidez oxidativa, aumento de la actividad de agua, entre otros.

La humedad relativa del aire tiene la factibilidad de acelerar el proceso de deterioro en el alimento, dependiendo de las condiciones de almacenamiento y el contenido de humedad del producto **(Coronel, 2016)**. El cambio de humedad provoca dureza o pérdida de crujencia en el producto, de tal modo que influye en la calidad y vida útil del mismo.

El índice de peróxido ha sido uno de los principales factores químicos utilizados en los estudios de predicción de la vida útil en los alimentos, reflejando la capacidad de oxidación de los lípidos, los que tienden a ser inestables y descomponerse rápidamente **(Liu et al., 2019)**. **Hosseini et al. (2014)** adaptado por **Shafiei et al. (2020)**, mencionan que los índices oxidativos son dependientes de la temperatura y que al atribuir una energía de activación alta, da paso a la formación de productos de oxidación primaria; mientras que una energía de activación baja es indicativo de la formación de productos de oxidación secundaria. Cabe recalcar que al aumentar la temperatura se acelera el proceso de oxidación, de tal modo que la vida útil disminuye **(Yoon et al., 2017)**.

Las características sensoriales también han aportado en los estudios de determinación de vida útil, pero se han dejado de lado debido al desarrollo de técnicas analíticas para el análisis de características fisicoquímicas y microbiológica **(Escudero, 2020)**.



**Vásquez-Villalobos, Vásquez Angulo, et al. (2015)**, mencionan que es difícil tener una respuesta humana precisa debido a la percepción individual de los panelistas. El análisis sensorial se involucra con el modelo de análisis de supervivencia que está encargado en la aceptación o el rechazo, relacionando un 25% y 50% de probabilidad de rechazo en productos alimenticios, diferente a los otros tipos de análisis que se fijan en un factor crítico químico de deterioro característico del alimento, por lo cual este depende de la aceptabilidad del consumidor (**Sánchez González & Pérez Cueva, 2016; Silva Chuquipoma & Sánchez-González, 2016**).

Además mencionan que estos análisis deberían realizarse principalmente ya que representa la imagen del producto hacia el consumidor y que al no realizarlo podría dar comienzo a problemas dejando mal a la empresa, por lo que sugieren que este tipo de análisis sensoriales se haga conjuntamente con los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Según **Labuza (1994)** adaptado por **Chiroque (2019)**, los alimentos perecederos poseen una vida útil de 7 días, estos se llegan a deteriorar principalmente por la proliferación de microorganismos; contrario a los alimentos semiperecederos de vida útil limitada que primero presentan deterioro fisicoquímico y/o sensorial.

### **3.3. Usos de la información recopilada**

Hoy en día, la industria alimentaria se ha enfocado en conocer la vida útil de sus productos en un determinado tiempo, por lo cual han optado por métodos sencillos y rápidos para ello; sin embargo los consumidores también requieren de participación, con la finalidad que al momento de comprar un producto este sea de calidad y no afecte su salud.

La vida útil de los alimentos se ve limitada por reacciones enzimáticas y bioquímicas o por el crecimiento de microorganismos, dependientes de la temperatura. En la actualidad existen métodos que permiten predecir la vida útil de forma rápida y sencilla tomando principalmente un factor crítico de deterioro característico del alimento.

No obstante **Labuza (1982)** adaptado por **Spagnol et al. (2018)**, mencionan que la pérdida de calidad en los alimentos se debe a la tasa de cambio de una propiedad genérica en función del tiempo.

Según **Ramos-Quispe (2017)**, en los últimos años tanto fabricantes como investigadores se han enfocado en estudiar el comportamiento de los alimentos, para ello han realizado una serie de estudios fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, donde ha destacado los estudios químicos para explicar dichos cambios.

Los alimentos tienden a deteriorarse en un determinado tiempo, lo cual ha provocado este punto a una serie de investigaciones enfocándose en los principales factores que afectan la vida útil de los alimentos, desarrollando modelos predictivos y métodos rápidos para determinar dichos cambios.

Este proyecto provee de información básica de los métodos que han sido más utilizados para la determinación de vida útil de los alimentos en los últimos años, donde se ha podido evidenciar que tanto la industria alimentaria como investigadores han optado por utilizar el método indirecto de pruebas de vida útil aceleradas (ASLT) obteniendo resultados en un corto periodo y de bajo costo, contrario a los métodos en tiempo real que requieren de largos tiempos y alto costo, pero proveen de resultados exactos.

El método de pruebas aceleradas ha consistido en someter las muestras a estrés; es decir que la muestra es colocada a temperaturas elevadas, parámetro que más han aplicado en la mayoría de los estudios. Es así como al obtener una serie de datos ya sean fisicoquímicos, microbiológicos y/o sensoriales, optan por escoger un factor crítico determinante que da proceso al deterioro rápido, y así finalmente determinando la vida útil del alimento en condiciones normales de almacenamiento.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- El método directo es un estudio realizado en tiempo real y se considera el más utilizado en alimentos con un corto tiempo de vida útil; en este caso los alimentos son expuestos a condiciones similares a la realidad, permitiendo la obtención de resultados exactos. Una de las desventajas que se puede mencionar es que requiere de largos periodos de estudio, son costosos y las condiciones de almacenamiento no siempre son estables.
- El método indirecto conocido por realizar pruebas aceleradas de vida útil, suele ser utilizado en alimentos estables y no perecederos, los que son sometidos a condiciones extremas de humedad, temperatura, oxígeno y/o luz durante su almacenamiento, con la finalidad de acelerar las reacciones de deterioro del alimento.
- El método de supervivencia se basa en la aceptación del consumidor mediante un test sensorial planteado sobre la preferencia de consumo del producto, de tal modo que estiman una vida útil sensorial con una probabilidad de rechazo del 25 y 50 % en productos alimentarios. Los estudios discutidos en el presente documento han demostrado que la vida útil no depende solo de los ensayos fisicoquímicos, sino que se debe abarcar también el aspecto sensorial.
- El método de pruebas de vida útil aceleradas (ASLT) ha sido el más utilizado para determinar la vida útil de alimentos, permitiendo obtener resultados en un corto plazo. En estos casos los alimentos han sido expuestos principalmente a temperaturas elevadas en un determinado tiempo, para establecer el factor principal que provoca el deterioro del alimento ya sea químico, microbiológico y/o sensorial, de tal modo que al finalizar los resultados sean interpretados en las condiciones normales que se exponen los alimentos en anaquel.

- La temperatura y la humedad son parámetros cinéticos que han sido utilizados para determinar el tiempo de vida útil de los alimentos no obstante, en la mayoría de los estudios el índice de peróxido y la dureza han sido tomado como los principales factores críticos de deterioro de los alimentos.
- Estimar el tiempo de vida útil de un producto o el cambio de un ingrediente dentro de la formulación tiende a ser complejo, por lo cual el presente proyecto provee de información básica de los métodos, factores y parámetros que se aplican en los diferentes grupos de alimentos.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Categorizar la información por grupos alimenticios debido a la gran variedad de productos que se encuentran en el mercado, de tal modo que la búsqueda de información sea factible de conseguir por la industria alimentaria e investigadores.
- Las siguientes investigaciones deberían enfocarse en los estudios fisicoquímicos, microbiológicos y/o sensoriales conjuntamente para validar resultados.
- Investigar más afondo de la microbiología predictiva, ya que se ha generado en los últimos años como un método más confiable para estimar la vida útil mediante la utilización de modelos matemáticos que evalúan la cinética del crecimiento microbiano y su comportamiento en las diferentes matrices alimentarias.
- Realizar un proyecto de investigación en base al método de supervivencia con la finalidad de evidenciar como actúan los panelistas ya sean o no entrenados para predecir la vida útil de alimentos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. (2012). *Métodos de conservación de alimentos*. Estado de México: Red tercer milenio S.C.
- Aktar, T., & Adal, E. (2019). Determining the Arrhenius Kinetics of Avocado Oil: Oxidative Stability under Rancimat Test Conditions. *Foods (Basel, Switzerland)*, 8(7), 236. doi:10.3390/foods8070236
- Alamprese, C., Ratti, S., & Rossi, M. (2009). Effects of roasting conditions on hazelnut characteristics in a two-step process. *Journal of Food Engineering*, 95(2), 272-279.
- Alapont-Gutiérrez, C., Simón-Soriano, P., & Torrejón-Lanero, M. J. (2020). *Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos*. In (pp. 1-143). Recuperado de <https://www.fedacova.org/wp-content/uploads/2020/11/Guia-Determinaci%C3%B3n-Vida-%C3%A9til-2020.pdf>
- Alejandro, C., & Espinoza, S. (2017). *Evaluación del efecto probiótico (pruebas de viabilidad y antagonismo)*. (Ingeniero Químico), Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/22132>
- Armijo Zambrano, G. E. (2020). *Determinación de la vida útil de la pulpa de guanábana (Annona muricata), conservada con jengibre (Zingiber officinale) como agente antimicrobiano*. (Ingeniero Agroindustrial), Universidad Estatal Amazónica, Puyo-Ecuador.
- Bailón-Moreno, R., Olivares-Arias, V., Vicaria, J. M., & Chiadmi-García, L. (2018). Shelf-life kinetic model for freeze-dried oranges using sensory analysis and luminance determination. *Journal of food science and technology*, 55(10), 4013-4019. doi:10.1007/s13197-018-3326-4
- Bardales, Y. (2019). *Determinación del periodo de vida útil en queso crema elaborado a partir de leche de cabra por el método de pruebas aceleradas*.

(Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentaria), Universidad Nacional de Piura, Piura-Perú.

Barukčić, I., Ščetar, M., Marasović, I., Lisak Jakopović, K., Galić, K., & Božanić, R. (2020). Evaluation of quality parameters and shelf life of fresh cheese packed under modified atmosphere. *Journal of food science and technology*, 57(7), 2722-2731. doi:10.1007/s13197-020-04308-6

Buransompob, A., Tang, J., Mao, R., & Swanson, B. G. (2003). Rancidity of walnuts and almonds affected by short time heat treatments for insect control. *Journal of food processing and preservation*, 27(6), 445-464.

Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M., & Nicoli, M. C. (2019). Accelerated shelf life testing. In C. M. Galanakis (Ed.), *Food Quality and Shelf Life* (pp. 359-392): Academic Press.

Camavilca, J. C., & Gamarra, M. G. (2019). *Efecto de la adición de pulpa maracuyá (Passiflora edulis) y tumbo (Passiflora mollissima) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil.* (Ingeniero de Alimentos), Universidad Peruana Unión, Lima-Perú.

Camayo-Lapa, B. F., Quispe-Solano, M. Á., Cruz-Porta, E. A. D. L., Manyari-Cervantes, G. M., Espinoza-Silva, C. R., & Cruz, A. R. H.-D. L. (2020). Compota de zapallo (Cucúrbita máxima Dutch.) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas *Scientia Agropecuaria*, 11, 203-212.

Chiroque-Mendoza, D. J. (2017). *Degradación térmica de vitamina C en pulpa de mango (Mangifera indica L.) variedad Haden y predicción microbiológica de vida útil mediante modelo Gompertz.* (Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias), Universidad Nacional de Piura, Piura-Perú.

Clarke, H. J., McCarthy, W. P., O'Sullivan, M. G., Kerry, J. P., & Kilcawley, K. N. (2021). Oxidative Quality of Dairy Powders: Influencing Factors and

Analysis. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(10), 2315.  
doi:10.3390/foods10102315

Conte, L., Milani, A., Calligaris, S., Rovellini, P., Lucci, P., & Nicoli, M. C. (2020). Temperature dependence of oxidation kinetics of extra virgin olive oil (EVOO) and shelf-life prediction. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(3), 295.  
doi:10.3390/foods9030295

Coronel, J. (2016). *Evaluación de las características fisicoquímicas del barquillo tipo oblea enrollada durante su tiempo de vida útil*. (Ingeniero Agroindustrial ), Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.  
Recuperado de  
<https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1948/TESIS-2017-AGROINDUSTRIAS-CORONEL%20CULQUI%20JORGE%20L..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Elizagoyen, E. (2019). *Factores que influyen sobre la vida útil sensorial de productos alimenticios: almacenamiento en el hogar, fecha de vencimiento, tipo de producto, perfil del consumidor y entorno de evaluación*. (Doctor en Ciencias Exactas), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina.

Escudero, E. (2020). La vida útil de alimentos con evaluación sensorial. In *The food tech*.

Franco Villavicencio, C. F. (2017). *Estudio de tiempo de vida útil del café instantáneo*. (Ingeniero en Industrias Alimentarias), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. Recuperado de  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3021/J11-F7-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Frankel, E. N. (2014). *Lipid oxidation* (2 ed.). Reino Unido: Elsevier.

García-López, F., López-Hernández, E., Valadez-Villarreal, A., Corzo-Sosa, C., & Miranda-Cruz, E. (2020). Estimación de la vida útil en aderezos elaborados con y sin adición de cúrcuma (*Curcuma longa*) como antioxidante mediante

pruebas aceleradas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 625-630.

- García, F., Cardona, L., & Garcés, Y. (2008). Estimación de la vida útil fisicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías. *Revista Lasallista de investigación*, 5(1), 28-33.
- García, F., & Villarruel, J. (2019). *Estimación de la vida útil sensorial de la salchicha huacho de bajo tenor graso utilizando el metodo de riesgos de Weibull*. (Ingeniero en Alimentos), Universidad Nacional del Callao, Perú.
- González, R. E., Altamar, Y., & Castro, I. (2016). Obtención de biopelículas conteniendo extracto acuoso de *Eucalyptus camaldulensis* y su incidencia en la vida útil microbiológica de rodajas de *Carica papaya* L. . *Información tecnológica*, 27(2), 61-66. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000200008>
- Haouet, M. N., Tommasino, M., Mercuri, M. L., Benedetti, F., Bella, S. D., Framboas, M., . . . Altissimi, M. S. (2019). Experimental accelerated shelf life determination of a ready-to-eat processed food. *Ital J Food Saf*, 7(4), 6919-6919. doi:10.4081/ijfs.2018.6919
- Huaccha, K. (2016). *Estimación de la vida útil sensorial con pruebas aceleradas y estadística de supervivencia de yogur de leche de cabra descremada frutado con lucúm (Pouteria lucuma) y extracto de yacón (Smallanthus sonchifolius)*. (Ingeniero Agroindustrial), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.
- Landeo Pino, E. J. (2019). *Vida útil del aceite de aguaje (Mauritia flexuosa Lf) mediante pruebas aceleradas*. (Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos), Universidad Nacional del Callao, Callao-Perú.
- Li, X., & Wang, S. C. (2018). Shelf life of extra virgin olive oil and its prediction models. *Journal of Food Quality*, 2018, 1639260. doi:10.1155/2018/1639260
- Liu, N., Zhu, Q., Zeng, X., Yang, B., Liang, M., Hu, P., . . . Zhou, J. (2019). Influences of pulsed light-UV treatment on the storage period of dry-cured



meat and shelf life prediction by ASLT method. *Journal of food science and technology*, 56(4), 1744-1756. doi:10.1007/s13197-019-03603-1

Llerena-Casellas, L., Frías-Chirino, A., Valdés-Aragón, Á., & Riera-González, G. (2020). Estudio de la vida útil de una salchicha de pollo mediante pruebas aceleradas: Study of the shelf-life of the chicken sausage through accelerated tests. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 30(3), 37-41.

Nájera, A. I., Nieto, S., Barron, L. J. R., & Albisu, M. (2021). A review of the preservation of hard and semi-hard cheeses: quality and safety. *International journal of environmental research and public health*, 18(18), 9789. doi:10.3390/ijerph18189789

Nasralla, N. N., Gomah, N. H., Aly, M. M., Abdel-Aleem, J. A., Hammam, A. R. A., Osman, D. M., & El-Derwy, Y. M. A. (2022). Compositional characteristics of dairy products and their potential nondairy applications after shelf-life. *Current research in food science*, 5, 150-156. doi:10.1016/j.crfs.2021.12.017

Novoa, C. F., & López, N. C. (2008). Evaluación de la vida útil del queso doble crema con dos niveles de grasa. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 55(2), 91-99.

Núñez de Villavicencio, M. (2013). *Metodos de estimación de la vida útil de los alimentos*. Paper presented at the Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos, La Habana.

Núñez de Villavicencio, M., Hernández Álvarez, R., Rodríguez Álvarez, I., Rodríguez, J., & Torres López, Y. (2017). Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. Procedimiento general. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 27(1), 58-64.

Olarte Pimentel, Z. M., & Ramírez Ruiz, E. (2021). Determinación de la vida útil del chorizo parrillero del laboratorio taller de alimentos (LTA). *Ciencia Sur*, 6(7), 107-127.

- Ortega, F. (2022). Alimentos perecederos y no perecederos ¿Qué son y cómo conservarlos? Recuperado de <https://ingenieriademenue.com/alimentos-perecederos-y-no-perecederos-que-son-como-conservarlos/>
- Park, J.-M., Koh, J.-H., & Kim, J.-M. (2018). Predicting shelf-life of ice cream by accelerated conditions. *Korean journal for food science of animal resources*, 38(6), 1216-1225. doi:10.5851/kosfa.2018.e55
- Park, J.-M., Lee, S.-H., Koh, J.-H., & Kim, J.-M. (2018). Determination of shelf life model of pork cutlet and pork lard during accelerated storage conditions. *Korean journal for food science of animal resources*, 38(4), 664-678. doi:10.5851/kosfa.2018.e3
- Pascual-Chagman, G., Santa-Cruz-Olivos, J., Hidalgo, A., Benavente, F., Pérez-Camino, M. C., Sotelo-Mendez, A., . . . Encina-Zelada, C. R. (2021). Aceite de *Lupinus mutabilis* obtenido por prensa expeller: Análisis de rendimiento, caracterización fisicoquímica, capacidad antioxidante, ácidos grasos y estabilidad oxidativa. *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 219-227.
- Paternina-Sierra, K., Acevedo-Correa, D., & Montero-Castillo, P. M. (2018). Evaluación de la vida útil de una pasta de ajonjolí azucarada mediante pruebas aceleradas *Información tecnológica*, 29(4), 3-12. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400003>
- Pereira Alcedo, T. D. R. (2017). *Vida de anaquel de la harina de trigo (Triticum aestivum L.) extruida, elaborada por el molino San Miguel EIRL, mediante pruebas de vida útil aceleradas*. (Ingeniero en Industrias Alimentarias), Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Peru. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1346/BC-TES-TMP-179.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Phimolsiripol, Y., & Suppakul, P. (2016). Techniques in shelf life evaluation of food products. *Elsevier*, 1, 1-8. doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.03293-5
- Pilamala, A., Reyes, J., Cerda, L., & Moreno, C. (2018). Aprovechamiento de cultivos andinos camote (*Ipomoea batata*) y oca (*Oxalis tuberosa*) en el

mejoramiento de la textura de una compota a base de manzana variedad Emilia (*Malus communis* – Reineta amarilla de Blenheim). *Agroindustrial Science*, 8(1), 7-13. doi:10.17268/agroind.science.2018.01.01

Puma-Isuiza, G. G., Liñan-Perez, J. F., Sánchez, I. C., Olano, J. C., Salas, W., & Vargas-Delgado, L. F. (2018). Vida en anaquel de galletas saladas utilizando pruebas aceleradas. *Anales Científicos*, 79(1), 218-225.

Ramos-Quispe, Y. Y. (2017). *Evaluación tecnológica de la osmoliofilización para la obtención de hojuelas de sancayo (Corryocactus brevistylus) de Caylloma-Arequipa*. (Ingeniería en Industrias Alimentarias), Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa-Perú.

Rodríguez Bombón, P. E. (2014). *Sustitución parcial de agar-agar por gelatina en la elaboración de gomitas con pulpa de maracuyá (passiflora edulis)*. (Ingeniero en Alimentos), Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.

Sánchez González, J. A., & Pérez Cueva, J. A. (2016). Vida útil sensorial del queso mantecoso por pruebas aceleradas *Scientia Agropecuaria*, 7, 215-222.

Shafiei, G., Ghorbani, M., Hosseini, H., Sadeghi Mahoonak, A., Maghsoudlou, Y., & Jafari, S. M. (2020). Estimation of oxidative indices in the raw and roasted hazelnuts by accelerated shelf-life testing. *Journal of food science and technology*, 57(7), 2433-2442. doi:10.1007/s13197-020-04278-9

Silva Chuquipoma, D. H., & Sánchez-González, J. A. (2016). Vida útil sensorial de "Ají de Gallina" envasado mediante estadística de supervivencia con pruebas aceleradas *Scientia Agropecuaria*, 7(spe), 207-213.

Soler Martínez, N., Castillo Ruíz, O., Rodríguez Castillejos, G., Perales-Torres, A., & González Pérez, A. L. (2017). Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(3).

- Sommella, E., Basilicata, M. G., Tenore, G. C., Manfra, M., Mastrocinque, R., Ostacolo, C., . . . Pepe, G. (2018). Modification of lipid profile in commercial cow milk samples before and after their expiration date: Evaluation of storage crucial parameters and possible environmentally friendly disposal alternatives. *Journal of Food Quality*, 2018, 8751317. doi:10.1155/2018/8751317
- Soriano, P. (2018). Vida útil en carnes frescas, carnes picadas y preparados cárnicos. *Eurocarne: La revista internacional del sector cárnico*, 269, 83-96.
- Spagnol, W. A., Silveira, V., Pereira, E., & Guimarães, N. (2018). Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21.
- Torres-Sánchez, R., Martínez-Zafra, M. T., Castillejo, N., Guillamón-Frutos, A., & Artés-Hernández, F. (2020). Real-Time Monitoring System for Shelf Life Estimation of Fruit and Vegetables. *Sensors (Basel)*, 20(7), 1860. doi:10.3390/s20071860
- Vásquez-Villalobos, V., Aredo, V., Velásquez, L., & Lázaro, M. (2015). Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 177-189.
- Vásquez-Villalobos, V., Vásquez Angulo, J., & Méndez Reyna, E. (2015). Nuevo método para determinar vida útil sensorial utilizando lógica difusa: caso corazones de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) marinadas en conserva *Scientia Agropecuaria*, 6(2), 99-109.
- Vito Villa, J. J. (2019). *Determinación de la vida útil mediante pruebas aceleradas (ASLT) de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de pota (Dositicus gigas)*. (Ingeniero Pesquero), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. Recuperado de <http://190.119.243.88/bitstream/handle/UNALM/4195/vito-villa-jordan-jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yoon, J.-W., Ahn, S.-I., Kim, H.-N., Park, J.-H., Park, S.-Y., Kim, J.-H., . . . Kim, G.-Y. (2017). Qualitative characteristics and determining shelf-life of milk beverage product supplemented with coffee extracts. *Korean journal for food science of animal resources*, 37(2), 305-312.  
doi:10.5851/kosfa.2017.37.2.305

Zambrano-Herrera, W., Martínez, J. A., & Molina, J. F. (2017). Determinación de la vida útil de la grasa de semilla de mango a diferentes temperaturas de almacenamiento. *Revista Agrollania de Ciencia y Tecnología*, 14, 1-6.