

2019

# DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL EN SNACK DE TIPO PAPA FRITA

DUARTE ROMERO, JOSEFINA BEATRIZ

---

<https://hdl.handle.net/11673/47878>

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**“DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL EN SNACK DE TIPO PAPA FRITA”**

Trabajo de Titulación para optar al  
Título de Técnico Universitario en  
QUÍMICA, MENCIÓN QUÍMICA  
ANALÍTICA

Alumno:

Josefina Beatriz Duarte Romero

Profesor Guía:

Miguel Zazopulos Garay



## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre, hermano, novio y amigos por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como en la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.



## **RESUMEN**

**KEYWORDS:** SNACK, ANÁLISIS SENSORIAL, PAPAS FRITAS, HUMEDAD, PERÓXIDOS, ACTIVIDAD DEL AGUA, PRUEBA ACELERADA.

La vida útil en un alimento es la fecha límite hasta la cual se puede consumir un alimento sin que haya una pérdida de sus propiedades, la vida útil es el nombre que se le da al período que transcurre desde su producción a su caducidad, es decir, el tiempo durante el cual el alimento conserva todas sus cualidades. El fin de la vida de un alimento no solo depende que mantenga sus niveles mínimos, sino que también de que preserve sus cualidades fisicoquímicas y organolépticas.

La vida útil del snack de tipo papa frita Lay's, elaborado por la empresa PepsiCo, se estimó mediante pruebas aceleradas, empleando la pérdida de calidad de un atributo sensorial (crocancia papa frita) como indicador de deterioro.

El principal inconveniente que presenta la vida útil de un producto de tipo snack, es el deterioro que sufre por la materia grasa conocida como rancidez oxidativa. Dicho proceso es el causante de olores y sabores extraños, además de cambio en sus propiedades químicas y nutricionales afectando así la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores.

El producto se almacenó en su envase original cerrado a 25°C y 40°C durante 10 semanas para la temperatura baja y 14 semanas para la temperatura elevada.

Los tiempos de vida útil que se obtienen para el producto "snack", considerando las variables de humedad, rancidez oxidativa, actividad del agua y pruebas sensoriales fueron de 10 y 14 semanas correspondientes a la temperatura baja y alta.

Para estimar este estudio de vida útil del snack de tipo papa frita, se realizaron análisis fisicoquímicos que corresponden a; % de humedad, % rancidez oxidativa (peróxidos), actividad del agua y evaluación sensorial a través de encuestas, donde se utilizó una escala de 6 puntos de crocancia y una encuesta dúo-trío, donde este último consiste en identificar la muestra almacenada, comparándola con una muestra de referencia (correspondiente a un lote vigente en el mercado). Para realizar dichas evaluaciones sensoriales se utilizó el criterio de 8 jueces evaluadores que participaron en la degustación y/o análisis de la muestra en prueba.

Como conclusión de este estudio se pudo observar que la calidad del producto no se vio muy afectada por las variables fisicoquímicas utilizadas bajo ninguna temperatura de almacenamiento a través del tiempo.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTO TEÓRICO .....	3
1. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	5
1.1 LOS ALIMENTOS Y SU VIDA ÚTIL .....	5
1.2 PRINCIPALES FORMAS DE DETERIORO DE LOS ALIMENTOS .....	5
1.2.1 DETERIORO FÍSICO .....	5
1.2.2 DETERIORO QUÍMICO .....	6
1.2.3 DETERIORO MICROBIOLÓGICO .....	8
1.3 ESTUDIO DE VIDA ÚTIL .....	9
1.3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO .....	9
1.3.2 SELECCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL .....	10
1.4 ESTUDIO ACELERADO DE VIDA ÚTIL .....	10
1.4.1 LIMITACIONES DE ESTUDIOS ACELERADOS DE VIDA ÚTIL .....	10
1.5 ASPECTOS GENERALES DE LA MATERIA PRIMA .....	12
1.5.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PAPA .....	13
1.5.2 ALMACENAMIENTO E INFLUENCIA EN EL CAMBIO DE COLOR DURANTE LA ELABORACIÓN DE PAPAS FRITAS .....	14
1.6 EVALUACIÓN SENSORIAL .....	15
1.6.1 CALIDAD SENSORIAL EN PAPAS FRITAS .....	15
1.7 CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO DE PAPAS FRITAS .....	16
1.7.1 CAMBIOS DE LAS PAPAS FRITAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO .....	16
1.8 TÉRMINOS GENERALES PAPAS FRITAS LAY ´S .....	17
1.8.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	17
1.8.2 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE .....	17
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	19
2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	21
2.1 EQUIPOS Y MATERIALES .....	21
2.1.1 EQUIPOS .....	21
2.1.2 MATERIALES .....	21
2.2 REACTIVOS Y SOLUCIONES .....	21
2.2.1 REACTIVOS .....	21
2.2.2 SOLUCIONES .....	21
2.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	22
2.4 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD .....	22
2.4.1 FUNDAMENTO TEÓRICO .....	22
2.4.2 PROCEDIMIENTO .....	23
2.4.3 EQUIPO .....	23

2.5	DETERMINACIÓN DE PERÓXIDOS .....	24
2.5.1	FUNDAMENTO TEÓRICO .....	24
2.5.2	PROCEDIMIENTO .....	24
2.5.3	EXPRESIÓN DE CÁLCULO .....	25
2.6	DETERMINACIÓN ACTIVIDAD DEL AGUA .....	25
2.6.1	FUNDAMENTO TEÓRICO .....	25
2.6.2	MATERIALES Y EQUIPO.....	25
2.6.3	PROCEDIMIENTO .....	26
2.7	DETERMINACIÓN ANÁLISIS SENSORIAL.....	26
2.7.1	FUNDAMENTO TEÓRICO .....	26
2.7.2	PANEL DE EVALUACION SENSORIAL .....	26
2.7.3	PRUEBA DÚO – TRIÓ .....	26
2.7.4	PRUEBA SEIS PUNTOS DE CROCANCIA.....	27
CAPÍTULO 3: RESULTADOS.....		30
3.	RESULTADOS .....	32
3.1	ANÁLISIS FISICOQUIMICOS .....	32
3.1.1	CONTENIDO DE HUMEDAD A DISTINTAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO	32
3.1.2	ACTIVIDAD DEL AGUA A DISTINTAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO .....	33
3.1.3	ÍNDICE DE PERÓXIDO A DISTINTAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO .....	34
3.2	ANÁLISIS SENSORIAL .....	36
3.2.1	PRUEBA DÚO-TRIO.....	36
3.2.2	PRUEBA SEIS PUNTOS DE CROCANCIA.....	37
3.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		43
BIBLIOGRAFÍA.....		44
ANEXOS .....		47
ANEXO A: FICHA DE RESPUESTA PRUEBA SENSORIAL DUO-TRIO .....		49
ANEXO B: FICHA DE RESPUESTA PRUEBA SENSORIAL SEIS PUNTOS DE CROCANCIA .....		50
ANEXO C: RESULTADOS CONTENIDO DE HUMEDAD A 25°C.....		51
ANEXO D: RESULTADOS CONTENIDO DE HUMEDAD A 40°C.....		52
ANEXO E: RESULTADOS ACTIVIDAD DE AGUA A 25°C.....		53
ANEXO F: RESULTADOS ACTIVIDAD DE AGUA A 40°C .....		54
ANEXO G: RESULTADOS EVALUACION SENSORIAL PRUEBA SEIS PUNTOS DE CROCANCIA A 25°C .....		55
ANEXO H: RESULTADOS EVALUACION SENSORIAL PRUEBA SEIS PUNTOS DE CROCANCIA A 40°C .....		56

## **ÍNDICE FIGURAS**

Figura 1-1 Planta de papa donde se distinguen las dos partes principales que la componen .....	12
Figura 1-2 Morfología del tubérculo de la papa, corte transversal.....	13
Figura 2-1 Termobalanza Sartorius modelo MA37 .....	23
Figura 2-2 Medidor de Actividad en el agua Rotronic Suiza HP23-AW-ASET .....	25
Figura 2-3 Formato evaluación sensorial dúo-trío.....	27
Figura 2-4 Formato evaluación sensorial seis puntos de crocancia.....	28
Figura 3-1 Coloración final rancidez oxidativa, cuarto mes .....	35

## **ÍNDICE TABLAS**

Tabla 1-1 Principales enzimas responsables de la alteración de los alimentos .....	7
Tabla 1-2 Principales microorganismos alterantes de los alimentos .....	9
Tabla 1-3 Temperaturas recomendadas para pruebas aceleradas de estabilidad ...	11
Tabla 1-4 Composición química de papa. ....	14
Tabla 2-1 Secuencia de muestreo para análisis de snack de tipo papa frita Lay 's .	22
Tabla 2-2 Grados y Sub-grados de calidad .....	28
Tabla 3-1 Índice de peróxido en función del tiempo a 25°C y 40°C .....	34
Tabla 3-2 Porcentaje de aciertos encuesta sensorial dúo-trío.....	36
Tabla 3-3 Resultados prueba seis puntos de crocancia a 25°C.....	37
Tabla 3-4 Resultados prueba seis puntos de crocancia a 40°C.....	38

## **ÍNDICE GRÁFICOS**

Gráfico 3-1 Porcentaje de humedad en función del tiempo a 25°C .....	32
Gráfico 3-2 Porcentaje de humedad en función del tiempo a 40°C .....	32
Gráfico 3-3 Actividad del agua en función del tiempo a 25°C.....	33
Gráfico 3-4 Actividad del agua en función del tiempo a 40°C.....	34
Gráfico 3-5 Tendencia elección jueces muestra codificada v/s muestra referencia .	37
Gráfico 3-6 Tendencia prueba seis puntos de crocancia en escala hedónica a 25°C	38
Gráfico 3-7 Tendencia prueba de seis puntos de crocancia en escala hedónica a 40°C .....	39



## **SIGLAS Y SIMBOLOGÍA**

### **A. SIGLAS**

Aw	:	Actividad del agua
Mg	:	Magnesio
P.A	:	Para Análisis
CHCl <sub>3</sub>	:	Cloroformo
KI	:	Yoduro de potasio
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *5H <sub>2</sub> O	:	Tiosulfato de sodio pentahidratado

### **B. SIMBOLOGÍA**

°C	:	Grados Celsius
%	:	Porcentaje
mm	:	Milímetro
N	:	Normalidad
mg	:	Miligramo
mL	:	Mililitro
meq	:	Miliequivalentes
kg	:	Kilogramos
T°	:	Temperatura

## **INTRODUCCIÓN**

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo por el cual un producto mantiene sus características sensoriales, fisicoquímicas y nutricionales, bajo determinadas condiciones de almacenamiento (Kuntz, 1991). Este tiempo, depende de factores ambientales a los que el producto este expuesto, y a cuanto de la calidad inicial mantendrá antes de que deje de ser comercializado (Labuza & Schmid, 1985).

Las pruebas de vida útil, a un tiempo real, ofrecen muy buenos datos, pero en algunos casos presentan el inconveniente del tiempo prolongado para la obtención del resultado. Entre las consecuencias, se encuentra que el dato obtenido es puntual y se obtiene en un lapso que puede no ser práctico para la empresa (García & Molina, 2008). Por lo tanto, cuando el tiempo de vida útil de un alimento es prolongado, el estudio de durabilidad se pueda llevar a cabo de manera acelerada.

Ya que el principal inconveniente que presenta la vida útil en productos de tipo snack es el deterioro constante que sufre la materia grasa conocida como rancidez oxidativa, provoca la formación de sabores y olores extraños, además de la modificación de características químicas, físicas y nutricionales, afectando la aceptabilidad del producto por los consumidores. Considerando la importancia y la exigencia de la vida útil en la industria alimentaria, se consideró estimar la vida útil del producto snack de tipo papa frita.

Para poder estimar la vida útil de este snack se realizan análisis fisicoquímicos como % de humedad, % de índice de peróxidos, actividad del agua y evaluación sensorial a través de encuestas donde se utiliza una escala hedónica de 6 puntos y otra encuesta dúo-trío.

Los tiempos de vida útil fueron de 10 y 14 semanas correspondiente a la temperatura baja (25°C) y alta (40°C).

Las pruebas y análisis de este estudio de vida útil se realizan en el laboratorio químico de la Universidad Técnica Federico Santa María.

El objetivo general de este estudio es determinar la vida útil del producto snack de tipo papa frita de marca Lay 's, elaborado por la empresa PepsiCo, mediante pruebas aceleradas.

Como objetivos específicos del estudio se pretende determinar la variación de humedad, actividad del agua, grado de aceptabilidad y rancidez oxidativa en el producto de tipo snack a través del tiempo.



## **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTO TEÓRICO**



## **1. FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **1.1. LOS ALIMENTOS Y SU VIDA ÚTIL**

Los alimentos son perecederos por naturaleza. Numerosos cambios toman lugar durante su procesamiento y almacenamiento. Las condiciones utilizadas al momento de procesarlos y almacenarlos pueden influenciar adversamente los atributos de calidad (Soto, 2000). La calidad es una cualidad de los alimentos que puede ser definida como la combinación de propiedades que influyen el grado de aceptabilidad de los alimentos por parte del consumidor (Kramer & Twingg, 1968).

Un alimento es un sistema fisicoquímico y biológicamente activo, por lo que la calidad de este es un estado dinámico, que continuamente está cambiando para reducir sus niveles (Rotstein, Valentas & Singh, 1997).

### **1.2. PRINCIPALES FORMAS DE DETERIORO DE LOS ALIMENTOS**

Durante el almacenamiento y distribución de los alimentos son expuestos a una serie de factores que pueden afectar su vida útil, estos factores pueden ser clasificados en intrínsecos y extrínsecos.

Los factores intrínsecos corresponden a las propiedades del producto final, tales como la actividad del agua, pH, acidez total, potencial redox, nutrientes, entre otros.

Los factores extrínsecos son aquellos factores con los que el producto final se encuentra a lo largo de la cadena alimentaria, como el sistema de procesamiento, tipo de empaque y luz (Kilcast & subramanian, 2000).

Es necesario entender como la interacción de estos factores causa el deterioro de los alimentos, limitando su vida útil. El deterioro puede ser convenientemente clasificado en cambios ocasionados por deterioro físico, químico y microbiológico.

#### **1.2.1. DETERIORO FÍSICO**

Los daños físicos pueden contribuir a la partida de vida útil de un alimento entre ellos se encuentran aquellos causados por el mal manejo durante la cosecha, proceso, almacenamiento y distribución (Labuza, 1982).

### 1.2.2. DETERIORO QUÍMICO

Durante el procesamiento de alimentos, ocurre el deterioro del tejido por causas relacionadas con varios constituyentes químicos del alimento dentro del ambiente de los fluidos celulares. Estos componentes se pueden relacionar con factores externos para inducir el deterioro del alimento y disminuir la vida útil del alimento (Labuza, 1982).

Dentro de estos factores se puede distinguir diferentes mecanismos: (1) Oxidación de lípidos; (2) Degradación enzimática; (3) Pardeamiento no enzimático; (4) Otras reacciones:

#### (1) Oxidación de lípidos

Muchos alimentos contienen grasas insaturadas, las cuales están sujetas al ataque directo del oxígeno, a través del mecanismo auto catalítico de radicales libres. Esto provoca los sabores rancios en el alimento, que son independientemente rechazados por el consumidor. Los radicales libres pueden reaccionar y decolorar pigmentos, tal como ocurre en vegetales deshidratados, pudiendo destruir las vitaminas E, C y A (Labuza, 1982).

La velocidad de la oxidación de lípidos depende de la temperatura, de la disponibilidad de agua y de la actividad de agua. Los más susceptibles de sufrir rancidez son los alimentos secos y semi-húmedos (Labuza, 1982).

La rancidez hidrolítica, se ocasiona por la hidrólisis de las grasas con liberación de ácidos grasos libres. En muchas grasas, la presencia de estos ácidos no produce objetables, sin embargo, en algunos alimentos, ocasiona un olor y sabor desagradable, que puede malograr un producto. Altos contenidos de humedad y temperatura ayudan a acelerar esta reacción (Owen, 2000).

#### (2) Degradación enzimática

La degradación enzimática comienza en el periodo de postcosecha, provocando la pérdida de la calidad del alimento. La destrucción de tejido celular del alimento libera enzimas que conducen a un mayor deterioro (Labuza, 1982).

La tabla 1-1 detalla las principales enzimas responsables de la alteración de los alimentos, así como las reacciones que catalizan y sus efectos sobre la calidad.

Tabla 1-1 Principales enzimas responsables de la alteración de los alimentos

<b>Parámetro</b>	<b>Enzima</b>	<b>Reacción que cataliza</b>	<b>Defectos de calidad</b>
Flavor	Lipasas, esterasas	Hidrolisis de lípidos	Rancidez lipolítica (sabor jabonoso)
	Lipoxigenasa	Oxidación de ácidos grasos poliinsaturados	Rancidez oxidativa (sabor vegetal)
	Peroxidasa Catalasa	Oxidación de aminas aromáticas fenoles	Mal sabor, oscurecimiento
	Proteasa	Hidrolisis de proteínas	Amargor
Color	Polifenol oxidasa	Oxidación de fenoles	Color oscuro
	Clorofilasa	Pérdida de Mg en clorofila	Color oscuro en vegetales
Textura, consistencia	Amilasa	Hidrolisis almidón	Ablandamiento/pérdida viscosidad
	Pectin metilesterasa	Hidrolisis de pectina a ácido pectico y metanol	Ablandamiento/pérdida viscosidad
	Poligalacturonasa	Hidrolisis del -1,4 enlaces glicosídicos del ácido pectico	Ablandamiento/pérdida viscosidad
Valor nutritivo	Ácido ascórbico oxidasa	Oxidación del ácido L-ascórbico	Pérdida de vitamina C
	Tiamina	Hidrolisis de la tiamina	Pérdida de tiamina

Fuente: (Fernández, García &amp; Matinés, 2009)

### (3) Pardeamiento no enzimático

Este mecanismo es el resultado de la reacción entre componentes reducidos (como glucosa, fructosa y galactosa) y proteínas o aminoácidos. En algunos casos este tipo de reacción es deseado y provocado internamente. Sin embargo, cuando se produce en forma involuntaria se generan algunos aspectos indeseables, como sabores desagradables y cambios en el color (Labuza, 1982).

Los factores ambientales que controlan este tipo de reacción son la temperatura, pH y actividad del agua. La velocidad de este tipo de reacción es más sensible a la temperatura que al deterioro causado por rancidez. En productos secos la velocidad de reacción se cuadruplica con un aumento de 10°C en la temperatura de almacenamiento. En alimentos en que ambas reacciones pueden ocurrir, el pardeamiento no enzimático predomina a altas temperaturas, mientras que la rancidez lo hará a bajas temperaturas. Por lo tanto, durante el procesamiento, el alimento se debe exponer lo menos posible a altas temperaturas para minimizar este tipo de deterioro, que puede acortar su vida útil. El mayor control del pardeamiento no enzimático es por medio del contenido de agua del alimento, a menor contenido de agua, más lenta será la velocidad de reacción (Labuza, 1982).

#### (4) Otras reacciones

Otras reacciones químicas que ocasionan el deterioro de los alimentos incluyen la destrucción térmica de algunas vitaminas, como la vitamina A, B y C. El efecto de la luz sobre pigmentos, tal como ocurre en la decoloración de la clorofila, la oxidación directa de la vitamina C y de pigmentos carotinoides. Lo importante de estas reacciones es definir el punto en que se dará fin a la vida útil. En muchos casos la información debe ser confirmada con pruebas sensoriales para que el punto de deterioro sea escogido (Labuza, 1982).

#### 1.2.3. DETERIORO MICROBIOLÓGICO

Los microorganismos son la causa más frecuente de alteración de los alimentos y el principal motivo de toxiinfecciones. Dentro de este amplio grupo se incluyen mohos, levaduras y células bacterianas.

Los mohos son hongos microscópicos aerobios que generalmente dañan el alimento y pueden producir toxinas que causan enfermedades. A diferencia de las bacterias, los mohos pueden crecer en alimentos que tienen alta acidez y baja humedad. Por lo general, se desarrollan bajo temperaturas templadas, también pueden crecer a temperaturas de refrigeración (5°C o menos). Algunos mohos causan reacciones alérgicas y problemas respiratorios, unos pocos pueden producir micotoxinas que se encuentran principalmente en granos y nueces.

Las levaduras son otro tipo de hongo unicelular anaerobio facultativo que ocasionan daño en los alimentos, pero que no causan enfermedades. Se encuentran comúnmente en granos, frutas y otros alimentos que contienen azúcar (Fraser, 2010). El intervalo de temperatura de crecimiento de las levaduras es, en general, semejante al de los mohos, con un óptimo alrededor de 25 a 35°C y un máximo de 35 a 47°C. El crecimiento de las levaduras se ve favorecido por un pH ácido próximo a 4 - 4,5.

En la mayoría de las bacterias el crecimiento óptimo es entre un rango de pH de 6,5 - 7,5, muy pocas crecen a un valor menor a 4,0. Los alimentos que tienen  $A_w$  superior a 0,85 favorecen su desarrollo. Algunas son consideradas anaerobias facultativas y pueden crecer en un amplio rango de temperaturas. Las termófilas crecen entre los 55 - 65°C, las mesófilas entre los 30 - 37°C y los psicrófilos crecen por debajo de los 5°C (Condón, 2009).

En la tabla 1-2 se detallan los principales microorganismos alterantes de los alimentos con respecto a su pH y su actividad de agua.

Tabla 1-2 Principales microorganismos alterantes de los alimentos

Microorganismo	Especie	Características	pH	Aw
Bacterias	B. cereus	Aerobio facultativo y	4,0 - 9	0,85 - 1
	S. aureus	formador de esporas		
	Salmonella	Aerobio/ Anaerobio		
	E. coli	Facultativo Aerobio/ Anaerobio		
Levaduras	Saccharomyces Candida	facultativo	1,5 - 8	0,6 - 1
	Penicillium	Aerobio/ Anaerobio facultativo		
Mohos	Aspergillus	Anaerobias facultativas	1,5 - 11	0,6 - 1
		Aerobios		

Fuente: Condón, 2009

### 1.3. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL

Un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante (Curia & Cols, 2005). Se debe definir cuál será la variable de mayor impacto en el deterioro del producto para analizarla respecto al tiempo, con la finalidad de utilizarla como variable de respuesta. Cuando no se conoce esta variable, por lo general, se realizan pruebas sensoriales y fisicoquímicas en forma simultánea.

Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil son: el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo, y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante (Curia & Cols, 2005).

#### 1.3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Un estudio de vida útil se realiza hasta lograr un deterioro apreciable en las muestras. Es importante definir cuál es el tiempo máximo de almacenamiento con el que se va a trabajar. En las empresas se conoce un tiempo estimado de deterioro de las muestras, en condiciones normales de almacenamiento. Cuando se planean estudios acelerados de vida útil esta información no siempre se conoce previamente. La determinación del número de muestras es un punto crítico en el caso de pruebas sensoriales, ya que en ellas se usa una cantidad importante (Curia & Cols, 2005).

### 1.3.2. SELECCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Existen dos tipos de diseño aplicable a los estudios de vida útil:

- ✓ Diseño básico: consiste en almacenar un único lote de muestras en las condiciones seleccionadas e ir haciendo un muestreo en los tiempos prefijados (Curia & Cols, 2005).
- ✓ Diseño escalonado: consiste en almacenar diferentes lotes de producción en las condiciones seleccionadas a diferentes tiempos, de forma de obtener en un mismo día todas las muestras con los diferentes grados de deterioro y en ese día analizarlas (Curia & Cols, 2005).

Para estimar la vida útil se pueden aplicar métodos cinéticos y métodos probabilísticos. Los métodos cinéticos se basan en ecuaciones matemáticas para modelar la pérdida de calidad durante el tiempo de almacenamiento y los métodos probabilísticos consisten en considerar la vida útil como una magnitud aleatoria y describir su comportamiento mediante un modelo probabilístico (Cantillo & Fernández, 1994).

### 1.4. ESTUDIO ACELERADO DE VIDA ÚTIL

Un estudio acelerado consiste en someter al producto bajo condiciones extremas de almacenamiento, como temperatura, presiones parciales de oxígeno o altos contenidos de humedad, que aceleran las velocidades de deterioro del alimento, resultando de esto un período de estudio menor al realizado bajo condiciones reales de almacenamiento (ASTM, 2011).

Esta metodología es de gran utilidad cuando se estudian productos no perecederos, ya que ayudan a reducir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación (Giraldo, 1999), sin embargo, estos estudios se hacen menos factibles para productos no perecederos con una vida útil mayor a tres años (Labuza & Szybits, 2004).

#### 1.4.1. LIMITACIONES DE ESTUDIOS ACELERADOS DE VIDA ÚTIL

Existen una serie de problemas prácticos y errores teóricos en los estudios de vida útil acelerados:

- ✓ Puede haber un error en la evaluación analítica o sensorial. Generalmente, cualquier medición debe tener una variabilidad de menos del 10% para minimizar los errores en la predicción.

- ✓ Los cambios de temperatura pueden generar los cambios de fase, los cuales pueden acelerar ciertas reacciones, haciendo que la vida útil predicha a temperaturas menores sea más corta que la real.
- ✓ Si se utilizan altas temperaturas, una desnaturalización de las proteínas puede darse en el alimento. Esto puede resultar en un incremento o decremento en la velocidad de ciertas cadenas laterales de aminoácidos, provocando errores en la predicción de la vida útil a temperaturas moderadas.
- ✓ La actividad de agua,  $A_w$ , en alimentos secos puede incrementarse con la temperatura. Esto puede causar un aumento en la velocidad de reacción para productos de bajas  $A_w$  en empaques sellados y resultar en una sobre estimación de la verdadera vida útil a bajas temperaturas (Labuza & Schmid, 1985).

Un cuadro con las temperaturas de almacenamiento recomendadas para estudios acelerados se muestra en la tabla 1-3.

Tabla 1-3 Temperaturas recomendadas para pruebas aceleradas de estabilidad

<b>Tipo de producto</b>	<b>Temperatura de ensayo (°C)</b>
Cereales	25, 30, 40, 50
Conservas	20, 30, 35, 40
Enlatados	25, 30, 40, 50
Vegetales	25, 30, 35, 40, 50
Refrigerados	5, 10, 15
Congelados	-18, -15, -10, -5

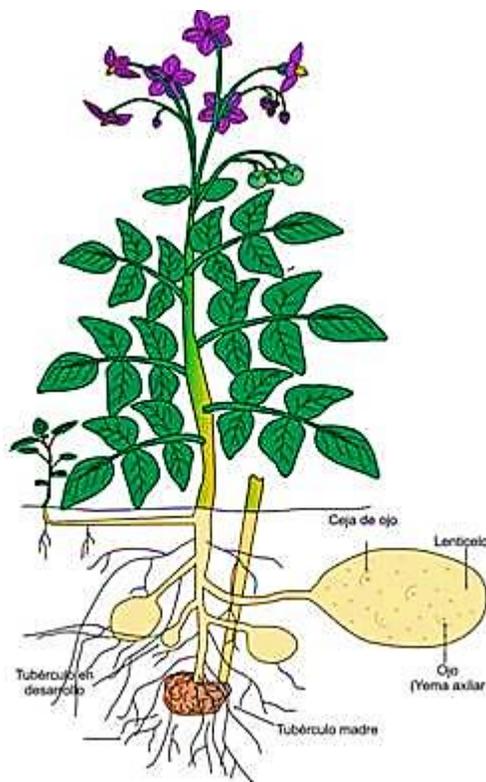
Fuente: (Fernández, Garcia & Matinés, 2009)

Se debe tener presente que el objetivo de un estudio acelerado de vida útil consiste en acelerar el mecanismo de deterioro y no transformarlo.

### 1.5. ASPECTOS GENERALES DE LA MATERIA PRIMA

La papa o patata es una planta de la familia de las *solanáceas*, corresponde a una especie dicotiledónea anual, sin embargo, debido a su capacidad de reproducción por tubérculos, puede comportarse potencialmente como una especie perenne (Kraup, 2006).

Esta planta está compuesta por dos partes, la primera crece sobre el suelo y en ella destacan tallo, hojas, flores y frutos. Y la segunda que crece subterráneamente corresponde a la papa-madre (tubérculo-semilla), estolones, tubérculos y raíces (Figura 1-1).

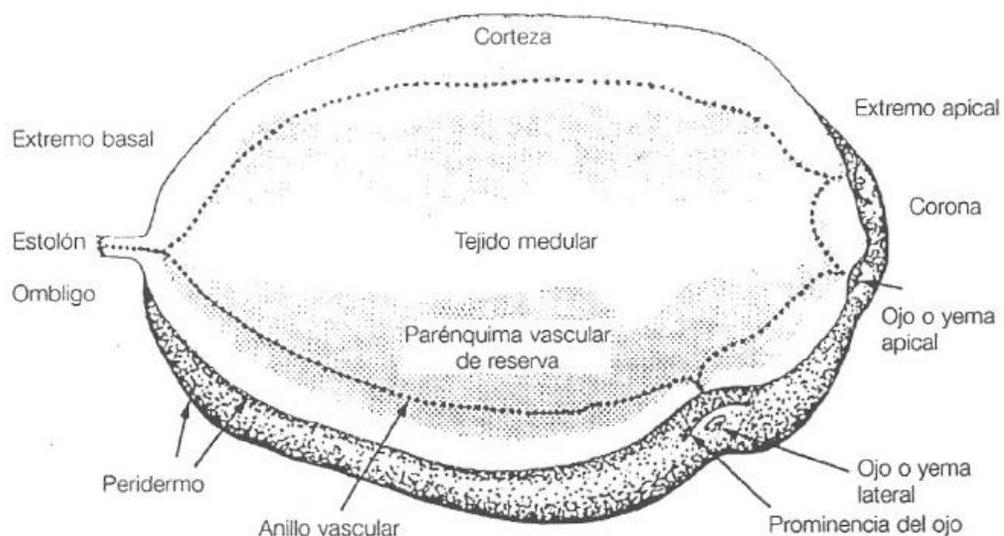


Fuente: <https://sites.google.com/site/misitiowebjlop/cultivo-de-papa-en-altas-zonas-altitudinales/2-descripcion-botanica>

Figura 1-1 Planta de papa donde se distinguen las dos partes principales que la componen

Al realizar un corte transversal del tubérculo se puede observar la piel (epidermis y peridermis), la corteza, anillo vascular y la medula (externa e interna). Representando esta última entre un 14 al 20% del total del tubérculo (Lisinka & Leszczynski, 1989).

En la figura 1-2 se observa la morfología del tubérculo de la papa mediante un corte transversal.



Fuente: W.J. Hooker, 1980

Figura 1-2 Morfología del tubérculo de la papa, corte transversal.

#### 1.5.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PAPA

La papa es un alimento versátil que contiene un gran contenido de carbohidratos, es popular en todo el mundo, donde se prepara y sirve en gran variedad de formas. Recién cosechada la papa contiene un 80% de agua y un 20% de materia seca. Entre el 60 y 80% de dicha materia seca es almidón. Respecto a su peso seco, el contenido de proteína de la papa tiene similitud al contenido de los cereales, y es muy alto en comparación a otras raíces y tubérculos. Además, la papa contiene poca grasa (Contreras, 2001).

La composición química de la papa depende principalmente de las características genéticas que posea, sin embargo, tubérculos de una misma planta pueden diferir notablemente en la composición química (tabla 1-4). Además, la composición se ve afectada por varios factores como variedad, zonas de crecimiento, formas de cultivo, almacenamiento, madurez de cosecha, etc. (Anderson, 1994).

Tabla 1-4 Composición química de papa.

<b>Sustancia</b>	<b>Rango (%)</b>	<b>Promedio (%)</b>
Materia seca	13,1 – 36,8	23,7
Almidón	8,0 – 29,4	20,0
Azúcar reductor	0 – 5,0	0,3
Azúcar total	0,05 – 8,0	0,5
Fibra cruda	0,17 – 3,48	0,71
Sustancia pecticas	0,2 – 1,50	-
Nitrógeno total	0,11 – 0,74	0,32
Proteína cruda	0,69 – 4,63	2,0
Lípidos	0,02 – 0,2	0,12
Cenizas	0,44 – 1,87	1,1
Ácidos orgánicos	0,4 – 1,0	0,6
Agua	63,2 – 86,9	77,5

Fuente: Anderson, 1994.

#### 1.5.2. ALMACENAMIENTO E INFLUENCIA EN EL CAMBIO DE COLOR DURANTE LA ELABORACIÓN DE PAPAS FRITAS

La papa utilizada para la industrialización es aquella que se encuentra en su etapa de madurez, y que contiene una alta gravedad específica y alto contenido de sólidos. El valor de la gravedad específica está directamente relacionado con el rendimiento y la calidad en cuanto a la textura de los productos procesados, como las hojuelas.

El problema más frecuente a nivel industrial es el mantener un color constante y característico de las hojuelas de la papa. El control del color es difícil de realizar, pues este depende mucho de la composición química que tiene la papa (azúcares reductores), y esta a su vez, depende de muchos factores ambientales y del almacenamiento. Los azúcares reductores determinan la calidad de la papa frita, otorgándole un color más oscuro y un sabor más amargo a la papa a causa del pardeamiento no enzimático que este tipo de azúcares produce. Entonces, la industria requiere de variedades con bajos contenidos en azúcares reductores, inferiores al 0.15% del peso fresco es adecuada para la producción de hojuelas y más alto de 0.33% es inaceptable (Dilmer, 2007).

Por lo anteriormente mencionado, las condiciones de almacenamiento juegan un rol fundamental en el contenido de almidón y azúcares, debido a que la respiración del tubérculo continúa después de la cosecha para mantener algunos procesos metabólicos. A temperaturas altas el contenido de azúcar disminuye (7 – 10°C) y aumenta la síntesis del almidón, lo contrario ocurre a temperaturas menores a (2 – 4°C) ya que el contenido de azúcares reductores aumenta (Anderson, 1994). Es aconsejable entonces, que las papas destinadas a fritura sean almacenadas entre 7,5 a 10°C (Contreras, 2001).

## **1.6. EVALUACIÓN SENSORIAL**

### 1.6.1. CALIDAD SENSORIAL EN PAPAS FRITAS

La papa, previa a su procesamiento, es sometida a una serie de exigencias, las cuales tienen por finalidad conseguir la más alta calidad del "snack" y obtener la mayor rentabilidad en el proceso de transformación, es por esto, que en la industria de papa tipo snack se necesita que la materia prima cumpla las siguientes condiciones:

- ✓ Tubérculos redondos o ligeramente ovalados: La forma redondeada y el tamaño exigido proporciona rebanadas uniformes para el envase, ya que la forma alargada provocara el rompimiento de las hojuelas y desecho en el envasado.
- ✓ Tamaño mediano (40 – 80 mm de diámetro): Las hojuelas muy pequeñas son poco atractivas para el consumidor.
- ✓ Ojos superficiales: La ausencia de deformaciones y la superficialidad de los ojos facilita el pelado minimizando las pérdidas en el proceso.
- ✓ No verdeadas
- ✓ Alto contenido de materia seca, sobre 0,21%: la alta materia seca exigida que tiene directa relación con el alto peso específico hace aumentar el rendimiento industrial, disminuyendo la absorción del aceite y haciendo que el "snack" sea crujiente y resistente a la rotura.
- ✓ Peso específico superior a 1.080: Se encuentra directamente relacionado con el buen rendimiento y la calidad en cuanto a su textura interna de los productos.
- ✓ Azúcares reductores menor a 0.15%: Los azúcares reductores, como se dijo anteriormente, se originan por efecto de temperaturas bajas (menos de 7 – 8°C), lo cual trae como consecuencia que la papa frita adquiera un color marrón oscuro y con un sabor desagradable (Contreras, 2001).

Si el proceso de fritura de las papas se realiza correctamente, se producen toda una serie de cambios deseados en el alimento, los cuales se ven reflejados en su calidad sensorial. Entre ellos:

- ✓ Textura crujiente por la coagulación de las proteínas, la gelificación del almidón y la deshidratación parcial que sufre el producto.
- ✓ Aspecto agradable, color dorado, uniforme y brillante producido fundamentalmente por la reacción de Maillard.
- ✓ Sabor y aroma característicos por la incidencia del propio aceite y por nuevas sustancias producidas durante el proceso.
- ✓ Variación del contenido de grasa del producto, en general el producto tiende a perder humedad y ganar grasa, excepto los alimentos ricos en grasa que solo pierden parte de ella durante su fritura.
- ✓ Se obtiene una mayor estabilidad del producto, es decir, una mayor conservación por la destrucción de microorganismos contaminantes del alimento y la inactivación de las enzimas presentes en el mismo (Álvarez, 2005).

### **1.7. CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO DE PAPAS FRITAS**

En la literatura se mencionan algunas prácticas de almacenamiento que deben ser consideradas para evitar la pérdida de la calidad del snack de tipo papa frita. Mencionando factores como oxidación y absorción de humedad.

La oxidación es un fenómeno por el cual los aceites y grasas de los alimentos se deterioran, dando lugar a la aparición de sabores y olores indeseables, lo que comúnmente denominamos rancidez. Este proceso se acelera por tres factores, que son la presencia de oxígeno, el calor y la luz.

Cuando los alimentos interactúan con la atmósfera que les rodea, habiendo una transferencia de humedad desde la parte más húmeda a la más seca. Por ejemplo, la carne o el pescado van perdiendo frescura a medida que pasa el tiempo porque su humedad es superior a la atmósfera que le rodea. Por el contrario, las papas fritas han de tener muy poca humedad para estar ricas y crujientes, por lo que irán captando humedad del aire si no son bien conservadas.

#### **1.7.1. CAMBIOS DE LAS PAPAS FRITAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO**

Durante el almacenamiento, las papas fritas sufren distintos cambios que afectan directamente su calidad. Estos cambios se pueden agrupar principalmente en cambios sensoriales y fisicoquímicos.

## **1.8. TÉRMINOS GENERALES PAPAS FRITAS LAY´S**

### 1.8.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Papas fritas, naturales, ondeadas, sin saborizantes, saladas, delgadas y crocantes con un empaque de plástico de color amarillo que en el centro tiene un logo de Lay´ s y en la parte trasera los ingredientes y el valor nutricional. La vida útil de este producto, establecida en el envase, es de 5 meses.

### 1.8.2. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

- Almacenamiento del producto: mantener en un lugar fresco y seco
- Transporte: Temperatura ambiente (Lay´ s, 2018).



## **CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**



## **2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

### **2.1. EQUIPOS Y MATERIALES**

#### 2.1.1. EQUIPOS

- ✓ Analizador de humedad infrarrojo modelo MA37
- ✓ Medidor de Actividad en el agua marca Rotronic Suiza modelo HP23-AW-ASET
- ✓ Balanza Semi-analítica marca Sartorius
- ✓ Estufa de aire marca Memmert
- ✓ Balanza analítica marca Sartorius

#### 2.1.2. MATERIALES

- ✓ Snack de tipo papa frita marca Lay 's en formato de 42g, elaborado por la empresa PepsiCo
- ✓ Material usual de laboratorio

### **2.2. REACTIVOS Y SOLUCIONES**

#### 2.2.1. REACTIVOS

- ✓ Cloroformo, Merck art 67-66-3
- ✓ Ácido acético concentrado, P.A nacional
- ✓ Yoduro de potasio P.A, Merck art 7681-11-0
- ✓ Yodato de potasio P.A, P.A nacional
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado, P.A nacional
- ✓ Ácido clorhídrico concentrado, P.A nacional

#### 2.2.2. SOLUCIONES

- ✓ Almidón al 1%
- ✓ Tiosulfato de sodio [0,01N]

### 2.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

Para estimar la vida útil se aplicó un diseño básico, realizando pruebas aceleradas durante un periodo de estudio de cuatro meses.

El número mínimo de temperaturas para conducir un estudio de vida útil fueron dos (Labuza & Schmidt, 1985). Para este estudio se establecieron las temperaturas de almacenamiento de 25°C y 40°C, temperaturas recomendadas para estudios de vida útil (Labuza & Schmidt, 1985).

Durante el tiempo de almacenamiento se realizaron pruebas fisicoquímicas y sensoriales.

Las muestras utilizadas para el estudio correspondían a un único lote de producción (111217 1B). Estas fueron almacenadas en sus envases originales para simular condiciones reales de comercialización.

En la tabla 2-1 se presenta la periodicidad de la toma de muestras, según el análisis realizado y la temperatura de almacenamiento.

Tabla 2-1 Secuencia de muestreo para análisis de snack de tipo papa frita Lay's

Análisis	Temperatura de almacenamiento (°C)	Muestreo (días)
Sensorial	25	1, 5, 8, 12, 15, 21, 25, 29, 33,
Humedad		40, 47, 54, 61, 68
Índice de peróxidos	40	1, 3, 5, 8, 10, 12, 18, 22, 24,
Actividad de agua		26, 29, 32, 37, 40, 45, 57, 66,
		74, 85, 100

Fuente: elaboración propia

### 2.4. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

La determinación del contenido de humedad en los alimentos es una de las pruebas más importantes usadas en el proceso y control de los alimentos ya que indica la cantidad de agua involucrada en la composición de estos.

#### 2.4.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

La humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, para lo cual se emplea una balanza de torsión sensible para pesar la muestra y una lámpara infrarroja para secar.

La técnica se basa en colocar una porción de muestra en la termobalanza, la cual se pesa de manera inicial, se expone a una temperatura establecida dependiendo del tipo de alimento y se deja durante un periodo de tiempo. Para determinar la cantidad de agua perdida, el peso del alimento deberá ser estable durante dos minutos variados en 0,002 g su peso.

## 2.5. **PROCEDIMIENTO**

- Colocar el platillo de aluminio limpio y seco en el sujetador. Ajustar al 0 y 100%.
- Determinar 5 gramos de la muestra molida pesada en la misma balanza y distribuirla uniformemente en el platillo.
- Con la fuente de potencia debidamente ajustada, bajar la tapa de la balanza. La muestra comenzara a perder humedad, donde después de pasado un tiempo aproximado de 10 a 30 minutos, se procede a tomar lectura del % de humedad.

### 2.5.1. EQUIPO

El modelo MA37 de Sartorius (Figura 2-1) para la determinación de humedad puede utilizarse para una determinación rápida y confiable de sustancias líquidas, pastosas y sólidas mediante método termo gravimétrico.



Fuente: Elaboración propia en sala de balanza laboratorio químico UTFSM

Figura 2-1 Termobalanza Sartorius modelo MA37

## 2.6. DETERMINACIÓN DE PERÓXIDOS

Los peróxidos son los principales productos iniciales de la autooxidación. Puede medirse mediante técnicas basadas en su capacidad de liberar yodo a partir del yoduro potásico (yodometría).

### 2.6.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Los ácidos grasos no saturados son capaces de tomar oxígeno a la altura de sus dobles enlaces para dar origen a la formación de peróxidos. Estos peróxidos son altamente reactivos y pueden ser estimados yodometricamente.

El índice de peróxido de una grasa es una medida de su contenido en oxígeno activo. Se basa en la determinación de las sustancias, en términos de miliequivalentes de oxígeno activo por 1000 gramos, que oxidan al yoduro de potasio bajo condiciones de prueba.

Las sustancias que oxidan el yoduro de potasio se suponen son los peróxidos u otros productos similares de oxidación de la grasa.

De acuerdo a las normas establecidas por el código alimentario, se debe considerar un valor máximo de peróxido en aceites refinados de 5 meq O<sub>2</sub> a 10 meq O<sub>2</sub>, valores superiores a estos, se debe considerar al aceite de mala calidad.

### 2.6.2. PROCEDIMIENTO

- Pesar 1 g de muestra molida en mortero, al 1 mg, en matraz Erlenmeyer de 250 mL con tapa esmerilada.
- Agregar 20 mL de CHCl<sub>3</sub>, agitar para disolver la muestra y agregar a continuación 25 mL de solución de Hanus.
- Homogeneizar, tapar y dejar reposar 30 minutos en un lugar oscuro.
- Agregar 20 mL de solución de KI 15% y 100 mL de agua destilada.
- Valorar con Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*5H<sub>2</sub>O 0,1000 N hasta que la solución tome un leve color amarillo.
- A continuación, añadir 2 mL de almidón 1% como indicador y continuar la valoración hasta desaparición del color azul.
- Hacer, simultáneamente con la muestra, dos determinaciones en blanco en el siguiente orden: blanco – muestra – blanco.
- Informar índice de yodo de la muestra.

### 2.6.3. **EXPRESIÓN DE CÁLCULO**

$$I. \text{ yodo} = \frac{(B - S) * N * 10^{-3} * 126,9 * 100}{W} \left[ \frac{gI_2}{100gMuestra} \right]$$

- B: mL de tiosulfato gastado en el blanco
- S: mL de tiosulfato gastado en la muestra
- N: normalidad del tiosulfato
- W: gramos de muestra

## 2.7. **DETERMINACIÓN ACTIVIDAD DEL AGUA**

### 2.7.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Se entiende como actividad de agua ( $A_w$ ), la humedad en equilibrio de un producto determinada por la presión parcial del vapor de agua en su superficie. El valor  $A_w$  depende de la composición, la temperatura y el contenido en agua del producto. Tiene incidencia sobre las características de calidad, tales como: textura, sabor, color, gusto, valor nutricional del producto y su tiempo de conservación.

### 2.7.2. MATERIALES Y EQUIPO

El equipo utilizado para medir la actividad del agua permite determina la estabilidad de los productos alimenticios perecederos. Analiza el potencial de crecimiento de bacterias y hongos en los productos alimenticios, así como la actividad enzimática y otros parámetros en el deterioro alimentario.

Se utilizo material usual de laboratorio y muestras de snack de tipo papa frita marca Lay´s previamente triturada.



Fuente: Elaboración propia laboratorio químico UTFSM

Figura 2-2 Medidor de Actividad en el agua Rotronic Suiza HP23-AW-ASET

### 2.7.3. PROCEDIMIENTO

- Agregar con una espátula la muestra molida con mortero en el recipiente del equipo.
- Tapar el recipiente con el equipo medidor, pero sin encenderlo por una hora.
- Pasado este tiempo encender el equipo y esperar 10 minutos para realizar la lectura.
- Informar actividad del agua (Aw) de la muestra.

## 2.8. **DETERMINACIÓN ANÁLISIS SENSORIAL**

### 2.8.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

La evaluación sensorial es la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el momento que lo observa y después de que consume el producto. Se tiene en consideración que las percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente.

### 2.8.2. PANEL DE EVALUACION SENSORIAL

Para conformar el panel de evaluación se seleccionaron 8 jueces correspondientes al departamento de Química, alimentos y medio ambiente de la Universidad Técnica Federico Santa María.

### 2.8.3. PRUEBA DÚO – TRIÓ

Para esta prueba se presenta a los jueces tres muestras simultaneas, de las cuales una de ellas está marcada como muestra de referencia con la letra "R" y dos muestras codificadas, con números aleatorios, de las cuales una de ellas es igual a la muestra patrón y la otra es diferente.

El panelista o juez debe diferenciar las muestras codificadas y definir cuál es igual a la muestra patrón. Se le debe indicar al panelista que primero pruebe la muestra de referencia y luego las muestras codificadas.

Nombre:

Fecha análisis:

Nombre del producto: Papas Fritas Lay's

Fecha de vencimiento: 12/2017

Frente a usted hay tres muestra de papas fritas Lays, una de referencia marcada con R y dos codificadas.

Una de las muestras codificadas es igual a R

¿Cuál de las muestras codificadas es diferente a la de referencia R? Marque con una X

Muestras codificadas	Muestra diferente a la de referencia (R)

Comentarios:

---



---



---

Muchas gracias

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-3 Formato evaluación sensorial dúo-trío

#### 2.8.4. PRUEBA SEIS PUNTOS DE CROCANCIA

El perfil de textura no solo se utiliza para medir la textura de un alimento, sino que incluye otros parámetros como: el sabor y el olor. Esta prueba requiere como mínimo ocho jueces.

Los jueces deben realizar un análisis descriptivo de crocancia, en la cual se utilizó una escala del grado de intensidad detallada en la figura 2-4.

Nombre:

Fecha análisis:

Nombre del producto: Papas Fritas Lays

Fecha de vencimiento: 12/2017

Frente a usted tiene una muestra de papas fritas, la cual debe observar o masticar describiendo la característica de crocancia que esté presente en la muestra.

Marque con una X sobre la casilla del término que mas describa lo que usted siente por la muestra.

crocancia	0	1	2	3	4	5

0 → Ausencia Total de crocancia

1 → Crocancia casi imperceptible

2 → Crocancia ligera

3 → Media crocancia

4 → Alta crocancia

5 → Extrema crocancia

Comentarios:

---

Muchas gracias

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-4 Formato evaluación sensorial seis puntos de crocancia

La tabla de valoración consta de seis puntos, y estos se agrupan en tres grados de calidad, los cuales a su vez se subdividen en dos subgrupos, tal como se muestra en la tabla 2-2.

Tabla 2-2 Grados y Sub-grados de calidad

Grados	Calificación verbal	Calificación numérica
<b>Grado 1</b> características típicas	Extrema crocancia	5
	Alta crocancia	4
<b>Grado 2</b> deterioro tolerable	Media crocancia	3
	Crocancia ligera	2
<b>Grado 3</b> deterioro indeseable	Crocancia casi imperceptible	1
	Ausencia total de crocancia	0

Fuente: Elaboración propia



### **CAPÍTULO 3: RESULTADOS**

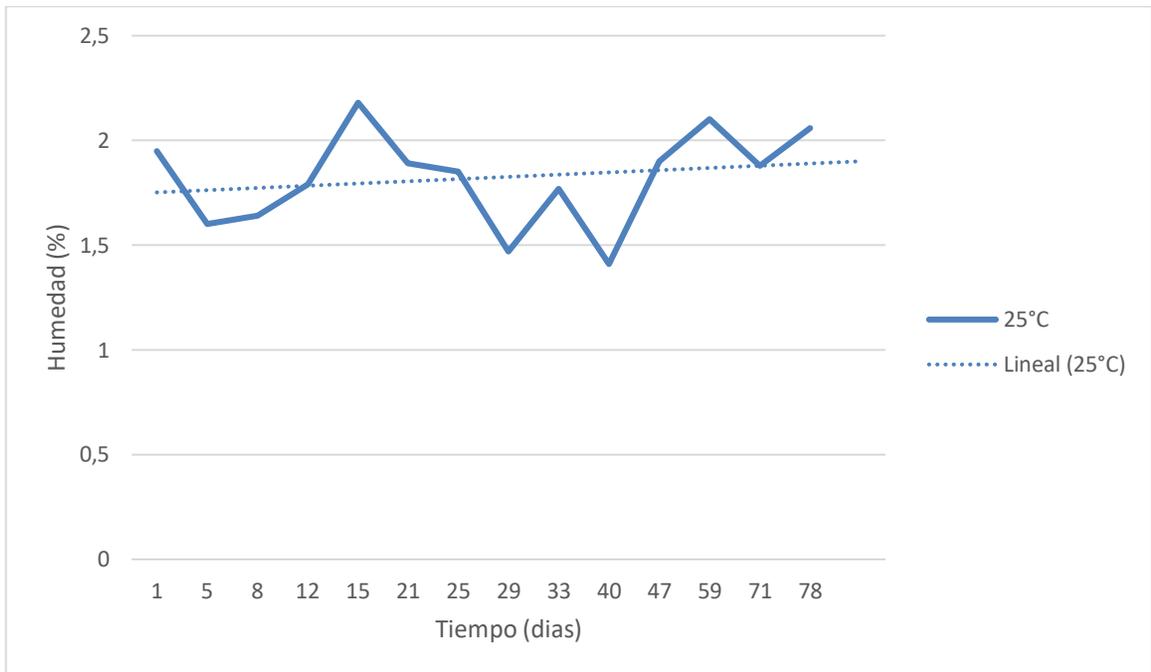


### 3. RESULTADOS

#### 3.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

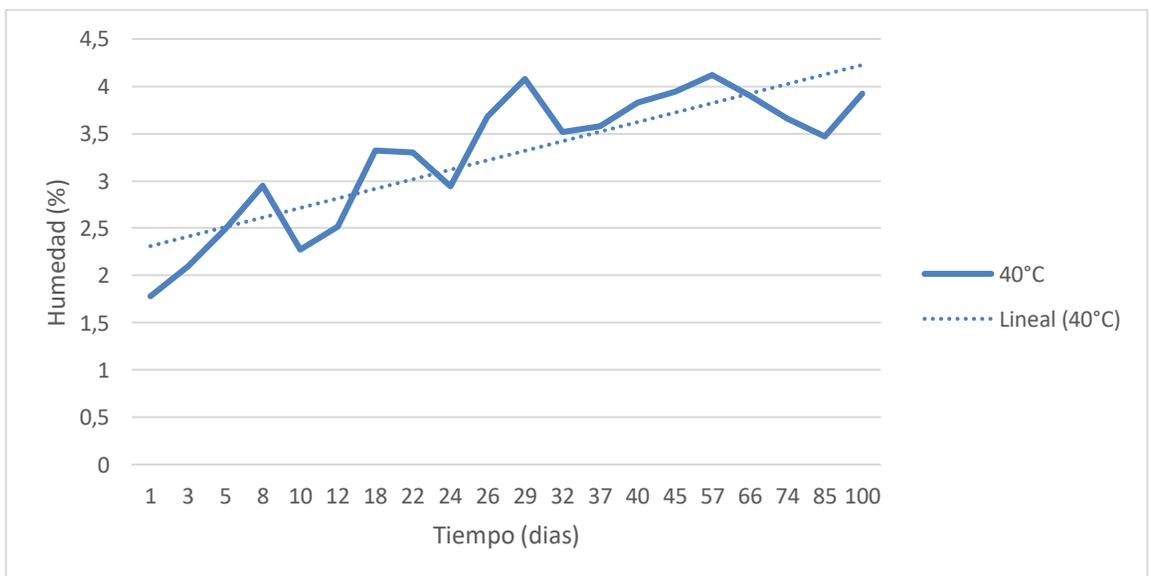
##### 3.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD A DISTINTAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

Los resultados del contenido de humedad en función del tiempo para cada temperatura se muestran en el gráfico 3-1 y gráfico 3-2.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de % humedad a 25°C

Gráfico 3-1 Porcentaje de humedad en función del tiempo a 25°C



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de % humedad a 40°C

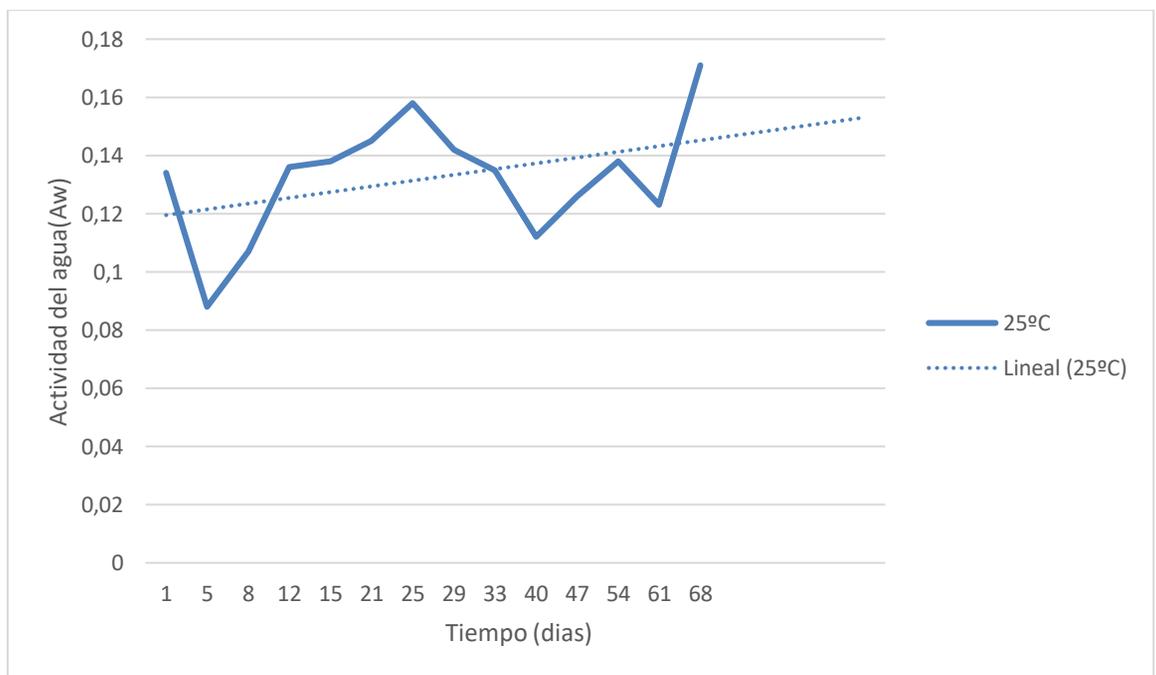
Gráfico 3-2 Porcentaje de humedad en función del tiempo a 40°C

Se observa un ascenso progresivo del contenido de humedad con el paso del tiempo. La razón de cambio de esta variable con respecto al tiempo es mayor mientras más elevada sea la temperatura de almacenamiento.

Se espera como valor aceptable un 2% en el snack de tipo papa frita a temperatura ambiente (25°C). Al inicio del estudio las muestras presentaron un valor de 1,95%, donde el valor mínimo alcanzado ocurrió a los 40 días para los 25°C (1,41%) y al día 1 para los 40°C (1,78%). Se puede observar que todas las muestras permanecieron dentro del rango aceptable en el período de estudio, se tiene en consideración que la humedad en condición acelerada sea el doble del valor aceptable en el snack.

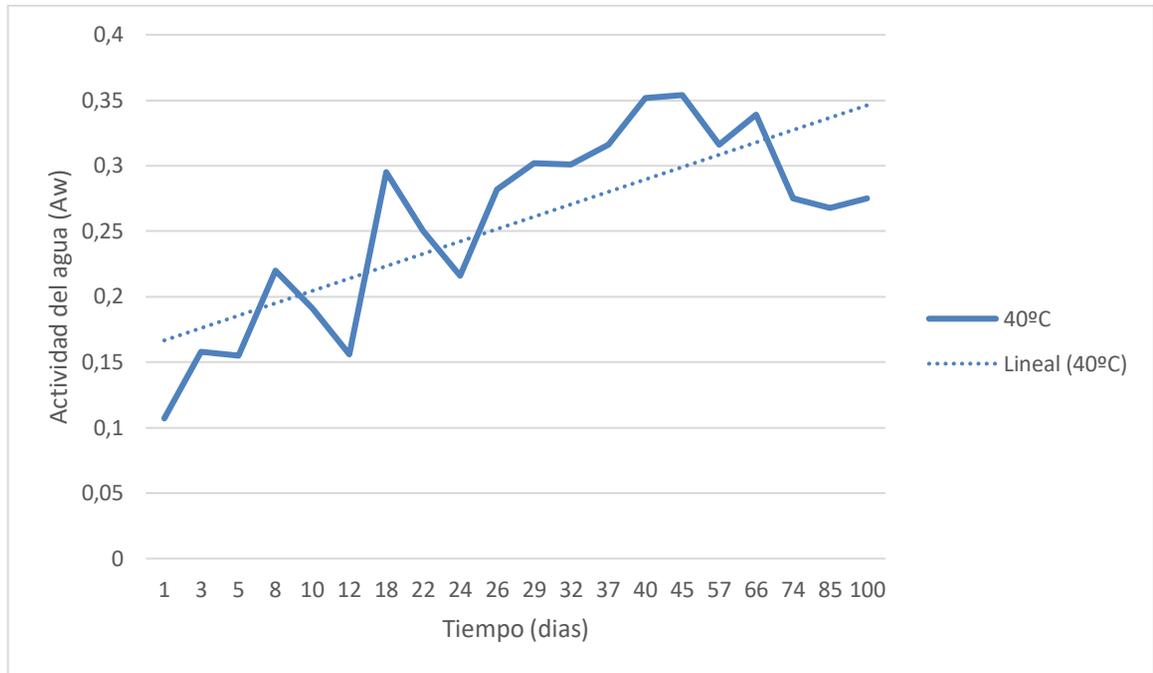
### 3.1.2. ACTIVIDAD DEL AGUA A DISTINTAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

Las variaciones de actividad del agua ( $A_w$ ) en el tiempo según temperatura de almacenamiento se observan en el gráfico 3-3 y 3-4.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de actividad del agua a 25°C

Gráfico 3-3 Actividad del agua en función del tiempo a 25°C



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de actividad del agua 40°C

Gráfico 3-4 Actividad del agua en función del tiempo a 40°C

El RSA no señala un valor máximo de actividad de agua para el snack de tipo papa frita, sin embargo, la literatura establece un valor de 0,08 (Instituto de farmacia y alimentos, Universidad de la Habana).

Se puede observar que todas las mediciones realizadas en el tiempo para cada temperatura están sobre el valor máximo definido.

A pesar de que se encuentren sobre el valor máximo según la literatura, los microorganismos no proliferan a bajas actividades de agua, siendo los hongos los más resistentes, que pueden desarrollarse a valores de  $A_w \approx 0,6$ . Por lo tanto, con la actividad de agua que posee este producto es poco probable que ocurra desarrollo microbiano. Se señala que alimentos secos y estables seguramente tienen  $A_w$  por debajo de 0,6 (Labuza, 1980)

### 3.1.3. ÍNDICE DE PERÓXIDO A DISTINTAS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

Los resultados de índice de peróxidos en función del tiempo para cada temperatura se muestran en la tabla 3-1.

Tabla 3-1 Índice de peróxido en función del tiempo a 25°C y 40°C

Tiempo (mes)	Índice de peróxido (meq/Kg)	
	25°C	40°C
1	-	-
2	-	-
3	-	0,93
4	-	9,36

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de índice de peróxido a 25°C y 40°C

La evolución de peróxidos en el tiempo va en aumento en forma regular para la condición acelerada de 40°C. El desarrollo de peróxidos se atribuye al deterioro oxidativo de la fracción de grasa de la papa frita durante el almacenamiento generando cambios en el aroma y ocasionando un sabor rancio. La rancidez oxidativa resulta de la formación de hidroperóxidos en la etapa de iniciación, estos se acumulan durante la etapa de propagación, para degradarse finalmente en la etapa de terminación formando aldehídos y cetonas responsables del olor rancio.

Según la literatura para determinar el grado de oxidación del aceite (rancidez) que contienen las papas fritas, se determinó el índice de peróxidos. La oxidación del aceite aumenta con la temperatura de la fritura y la exposición del producto al aire y a la luz. Se considera como baja tendencia a la rancidez los productos con valores menores a 4 meq/Kg, con tendencia media entre 4 y 8 meq/Kg, y con tendencia alta los que tuvieron más de 9 meq/Kg.

Se puede observar una rancidez oxidativa con una alta tendencia, ya que se obtuvo un valor de 9,36 meq/Kg en el cuarto mes. En la figura 3-1 se puede observar como hubo un notorio cambio de color en el análisis de índice de peróxidos al adicionar el reactivo tiosulfato de sodio junto con el almidón, el cual cabe señalar que dio una coloración rojiza y no violeta como lo indica la bibliografía.



Fuente: Elaboración propia laboratorio de químico UTFSM

Figura 3-1 Coloración final rancidez oxidativa, cuarto mes

### 3.2. ANÁLISIS SENSORIAL

#### 3.2.1. PRUEBA DÚO-TRIO

Esta prueba sensorial solo se realizó a la condición de 40°C de temperatura, ya que el fin de esta prueba es que el panel de jueces diferencie las muestras codificadas y definir cuál es diferente a la muestra patrón.

El análisis estadístico para esta prueba consiste primero en organizar la información plasmada por los panelistas en los formularios, de acuerdo a la pregunta formulada, ¿Cuál de las dos muestras codificadas es diferente a la muestra de referencia?

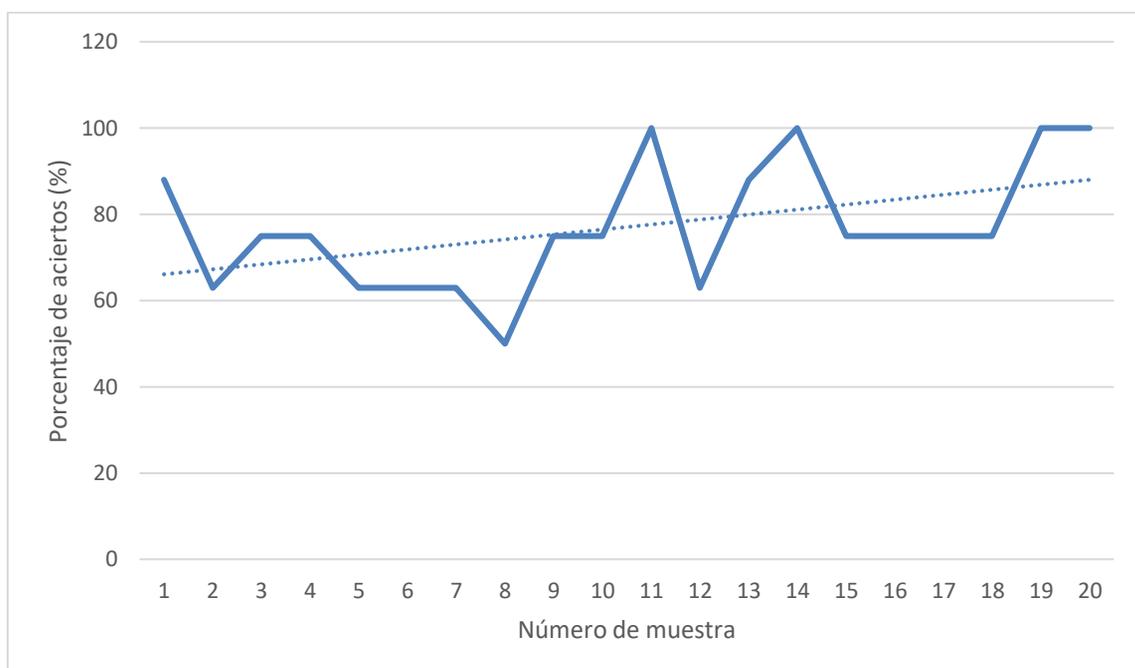
En la tabla 3-2 se puede apreciar los resultados de la prueba dúo-trio realizada a ocho jueces, junto con el porcentaje de aciertos que se obtuvo.

Tabla 3-2 Porcentaje de aciertos encuesta sensorial dúo-trio

Nº de muestra	Muestra codificada	Muestra de referencia	Porcentaje de acierto (%)
1	7	1	88
2	5	3	63
3	6	2	75
4	6	2	75
5	5	3	63
6	5	3	63
7	5	3	63
8	4	4	50
9	6	2	75
10	6	2	75
11	8	0	100
12	5	3	63
13	7	1	88
14	8	0	100
15	7	1	88
16	6	2	75
17	6	2	75
18	6	2	75
19	8	0	100
20	8	0	100

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a esta prueba dúo-trio se puede apreciar que en las primeras muestras los jueces no podrían diferenciar claramente cuál era la muestra que se encontraba en condición acelerada (muestra codificada), sin embargo, como se aprecia en el grafico 3-5 a través del tiempo en que se realizaron las muestras se fue aumentando el porcentaje de aciertos del panel de jueces, aumentando así la línea de tendencia hasta llegar a su máximo tope.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados prueba dúo-trío

Gráfico 3-5 Tendencia elección jueces muestra codificada v/s muestra referencia

### 3.2.2. PRUEBA SEIS PUNTOS DE CROCANCIA

Esta prueba sensorial se realizó en ambas condiciones, ya que su fin es que el panel de jueces determine los cambios que poseen las muestras en relación a su crocancia que está siendo evaluada.

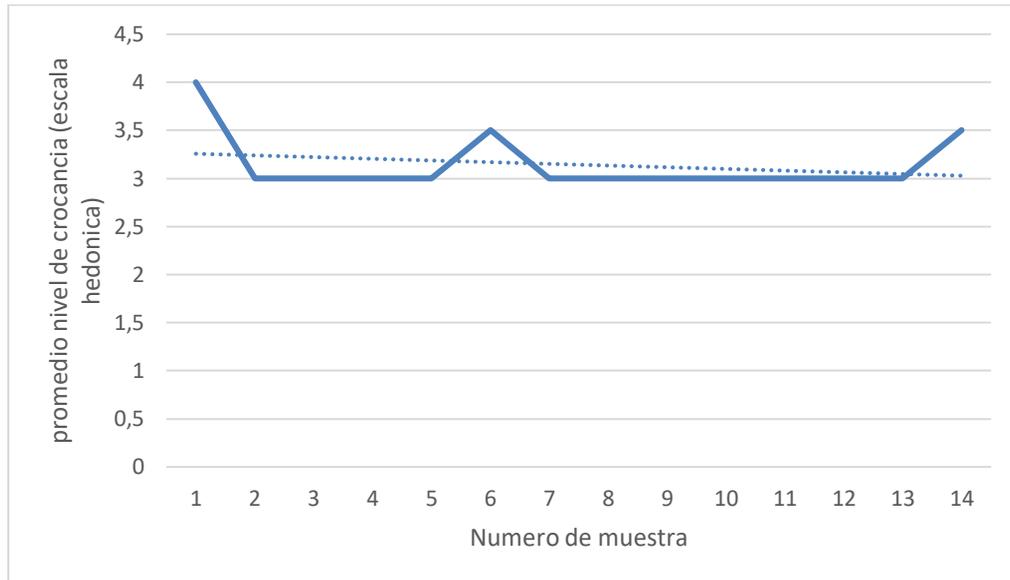
En la tabla 3-3 se presenta el promedio obtenido por nivel de crocancia a 25°C según panel evaluador.

Tabla 3-3 Resultados prueba seis puntos de crocancia a 25°C

Nº de muestra	Promedio nivel de crocancia según panel evaluador
1	4
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3,5
7	3
8	3
9	3
10	3
11	3
12	3
13	3
14	3,5

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados prueba seis puntos de crocancia a 25°C

Con respecto al almacenamiento a 25°C se puede observar que según los resultados de la tabla 3-3 no existe una variación notable en el promedio de crocancia dictaminado por los jueces, sin embargo, con respecto al gráfico 3-6 se aprecia que la línea de tendencia tiene una pequeña disminución con respecto al nivel de crocancia que posee la muestra, es decir, el panel de jueces a través del tiempo dictaminó una leve pérdida de calidad del producto apreciado en el gráfico 3-6.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados prueba seis puntos de crocancia en escala hedónica a 25°C

Gráfico 3-6 Tendencia prueba seis puntos de crocancia en escala hedónica a 25°C

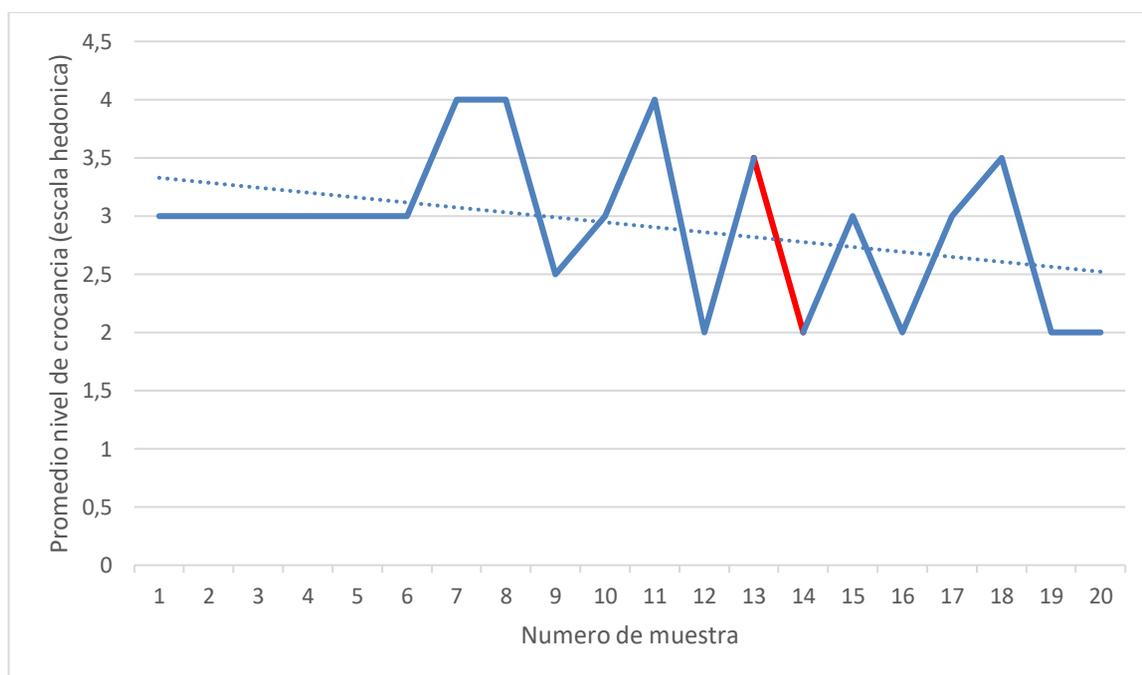
En la tabla 3-4 se presenta el promedio obtenido por nivel de crocancia a 40°C según panel evaluador.

Tabla 3-4 Resultados prueba seis puntos de crocancia a 40°C

Nº de muestra	Promedio nivel de crocancia según panel evaluador
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3
7	4
8	4
9	2,5
10	3
11	4
12	2
13	3,5
14	2
15	3
16	2
17	3
18	3,5
19	2
20	2

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados prueba seis puntos de crocancia a 40°C

Con respecto a la condición de almacenamiento acelerado, correspondiente a la temperatura de 40°C se pudo observar que en la tabla 3-4 existe una variación a través del tiempo con respecto al promedio del nivel de crocancia dictaminado por el panel de jueces, lo cual es congruente con el gráfico 3-7 donde se aprecia que la línea de tendencia de crocancia del producto va en decaimiento, es decir, según el panel de jueces el producto se está deteriorando de una forma más rápida que en condiciones de almacenamiento normal (temperatura de 25°C). El punto de detección de la falta de crocancia que dictaminó el panel de jueces se puede apreciar en el gráfico 3-7 por una línea roja.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados prueba seis puntos de crocancia en escala hedónica a 40°C

Gráfico 3-7 Tendencia prueba de seis puntos de crocancia en escala hedónica a 40°C

### **3.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

- ✓ Se pudo observar que la rancidez oxidativa a pesar de que solo se cuantificó en las últimas dos muestras de condición de almacenamiento acelerado a una temperatura de 40°C influyó significativamente en las últimas semanas de análisis.
- ✓ Con respecto a las variables fisicoquímicas correspondientes a los análisis de porcentaje de humedad y actividad del agua se puede decir que tuvieron gran influencia en la detección de calidad del producto, ya que se observó un aumento progresivo a través del tiempo, lo que se resume en la pérdida de calidad del producto.
- ✓ En la prueba sensorial de crocancia con respecto a la condición normal (temperatura de 25°C) se observó que el dictamen del panel de jueces fue parejo a través del tiempo, pudiendo apreciar solo gráficamente mediante una línea de tendencia una pequeña pérdida de la calidad del producto debido a la baja de crocancia. Muy por lo contrario, con respecto a la condición acelerada (temperatura de 40°C) si se pudo observar un cambio más significativo en la pérdida de calidad, ya que a través del tiempo el panel evaluador de jueces dictaminó niveles de crocancia ligera o casi imperceptible, es decir, se apreció una pérdida de crocancia más notoria a condición acelerada que en condición normal de almacenamiento del producto de tipo snack.
- ✓ La prueba dúo-trío pudo dictaminar que a medida que el tiempo pasaba el panel de jueces era capaz de identificar más claramente cuál era la muestra que se estaba analizando, en comparación a una muestra de referencia fresca que se había obtenido de un lote más nuevo.
- ✓ A través del tiempo se encontró que los tres atributos fisicoquímicos varían con el tiempo; a mayor tiempo, mayor será el decaimiento de la calidad del producto.
- ✓ Con respecto al estudio de la vida útil en el snack de tipo papa frita, los factores de deterioro fueron el índice de peróxidos, porcentaje de humedad y actividad del agua, puesto que fueron las variables en estudio, en dicho estudio se realizaron pruebas aceleradas de vida útil a dos temperaturas por lo cual se pudieron interpretar los resultados.

- ✓ Estudios similares demuestran la influencia del tiempo en cada producto, para diversos factores de calidad; entre los que destaca un estudio de vida útil en arroz en el que se realizaron análisis similares al de este estudio.
  
- ✓ La vida útil del producto estimada a 25°C fue de 100 días aproximadamente para la comercialización y consumo. Un poco menor que la mencionada en el envase del producto correspondiente a 150 días aproximadamente. Esto se puede estimar gracias a los resultados obtenidos en el análisis de rancidez oxidativa en condición acelerada a 40°C.



### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- ✓ La calidad del producto no se vio afectada gravemente por las variables fisicoquímicas (contenido de humedad, índice de peróxido y actividad de agua) bajo ninguna temperatura de almacenamiento durante todo el periodo de estudio.
- ✓ La calidad del producto si se vio afectada sensorialmente a condición de temperatura de 40°C. Siendo el atributo limitante la crocancia de la papa frita con menor vida útil.
- ✓ En las últimas dos muestras correspondientes a la prueba sensorial dúo-trio, el 100% de los panelistas rechazaron el producto, por lo que para ellos este producto ya no debe ser comercializado ya que podría ocurrir un problema de rechazo hacia el snack de tipo papa frita.
- ✓ Para la realización de estudios de durabilidad en el laboratorio químico, UTFSM se recomienda la implementación de un entrenamiento previo del panel sensorial permanente o constante, donde se debe tener especial cuidado a modo de evitar diferencias significativas entre ellos, lo cual ocurrió en parte de este estudio.
- ✓ Se recomienda realizar los análisis fisicoquímicos con más tiempo entre ellos, debido a que no se pudo observar tan claramente el deterioro que tuvo el producto en los primeros 2 meses de almacenamiento.
- ✓ Según los análisis fisicoquímicos realizados en condición acelerada al producto snack de tipo papa frita marca Lay`s se estima que la extrapolación de la vida útil es de 90 días aproximadamente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Cantillo, J. A., & Fernández, C. M. (1994). Durabilidad de los alimentos. Métodos de estimación. Instituto de investigaciones para la industria alimentaria. La Habana, Cuba.
- [2] Casp, A., & Abril, J. (2003). Procesos de conservación de alimentos. Mundi prensa; Amv.
- [3] Condón, S. (2009). Tecnologías tradicionales de conservación e higienización de los alimentos. Zaragoza: Catedrático de Tecnología de lo Alimentos.
- [4] Curia, A., Fiszman, S., Gámbaro García, A., Garitta, L., Gómez Melis, G., Hough, G. (2005). Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. (G. Hough, & S. Fiszman, Edits.) Madrid, España: Programa CYTED.
- [5] Fernández, J., Garcia, T., & Matínez, R. (mayo de 2009). Evaluación de la vida útil de los alimentos. Caracas, Venezuela
- [6] García, C., & Molina, M. (2008). Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. San José, Costa Rica.
- [7] Giraldo, G. I. (1999). Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos. Monografía. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- [8] Labuza, T. P. (1982). Shelf life dating of foods. Westport, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- [9] Kilcast, D., & Subramanian, P. (2000). The stability and shelf life of foods. Washington, DC: Woodhead Publishing Limited y CRC Press LLC.
- [10] Kramer, A., & Twigg, B. (1968). Measure of frozen food quality and quality changes, in the Freezing Preservation of Foods. Westport, Conn: Tressler, D.K., Ed., AVI Publishing.
- [11] Labuza, T. P., & Schmidl, M. K. (1985). Accelerated Shelf-Life Testing of Foods. Food Technology, 39: 57-64.
- [12] Labuza, T., & Fu, B. (1997). Shelf life testing: Procedures and prediction methods for frozen foods. Denver: CRC Press.
- [13] Labuza, T., & Szybits, L. (2004). Open Dating of Foods. Food and Nutrition PRESS INC.
- [14] (2000). Química de los alimentos. En F. Owen. España: ACRIBIA S.A
- [15] Potter, N. (1978). La ciencia de los alimentos (Segunda edición ed.). México: Edutex, S.A.
- [16] RSA. (2010). Reglamento sanitario de los alimentos. Ministerio de Salud. Decreto N° 997/96. Versión actualizada.
- [17] Velásquez Fernández, B. I. (2007). Evaluación de la vida de anaquel de mayonesa con diferentes tipos de antioxidantes utilizando el método de envejecimiento acelerado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Tesis de grado
- [18] Álvarez, M. (2005). La fritura de los Alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL) de la Universidad de La Habana, Ciudad de La Habana, Cuba. [en línea]

- [19] Dr. Manuel Álvarez La fritura de los alimentos [En línea]<<http://www.monografias.com/trabajos31/fritura-alimentos/fritura-alimentos.shtml>> [Consulta:15 febrero 2019]
- [20] Contreras, A. (1999). Antecedentes sobre el origen de la papa, Revista de la Papa, vol. 1, Nº 3. pp. 2-3.
- [21] Contreras, A. (2001). La papa. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Curador Germoplasma Chileno de papas [en línea]
- [22] Dilmer, J. (2007). Calidad de la papa para usos industriales. [en línea]
- [23] Kraup, C. (2006). Tubérculos.
- [24] Wittig de Penna, E. (1981). Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Ed. USACH, Santiago, Chile.
- [25] ACEVEDO HERNÁNDEZ, Carolina Jaline. Desarrollo, Optimización y Estudio de Vida Útil de nugget de pollo bajo en calorías y con calcio. Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero de Alimentos. Santiago. Universidad de Chile. 2004.
- [26] ANZALDÚA MORALES. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Zaragoza. Editorial Acribia. Primera Edición. 1994.
- [27] AOAC. Determinación de la humedad por pérdida de peso.1997
- [28] COSTELL IBAÑEZ, Elvira y Otros. El análisis Sensorial en el Control de Calidad de los Alimentos, en Agroquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol. 21 :454-470. marzo 1981.
- [29] UREÑA PERALTA y otros. Evaluación Sensorial se los Alimentos. Lima. Editorial Agraria. 1999.
- [30] VALENCIA GARCÍA, Francia Elena y Otros. Estimación de la Vida Útil Fisicoquímica, Sensorial e Instrumental de queso crema bajo en calorías en Revista Lasallista de investigación. Vol. 5: 28-33.
- [31] Elizabeth Hernández A. Evaluación Sensorial. Bogotá D.C 2005
- [32] Gobierno de México Estudio papas fritas [En línea]<[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119113/Estudio\\_Papas\\_fritas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119113/Estudio_Papas_fritas.pdf)> [Consulta:16 febrero 2019]
- [33] Dr. C. Aldo Hernández Actividad de Agua en los alimentos [En línea]<<https://ipmoreira.files.wordpress.com/2013/10/actividad-de-agua-alimentos-4.pdf>> [Consulta:16 febrero 2019]
- [34] Empresa PepsiCo Información nutricional papas fritas Lay's corte tradicional [En línea]< <https://images.app.goo.gl/Z4NLeyeH2kPf4KGi9> > [Consulta: 20 febrero 2019]
- [35] NMX-F-428-1952, norma mexicana. Método humedad por termobalanza
- [36] Augusto Villacorta Actividad del agua y las isothermas de adsorción en productos alimenticios [En línea]<[repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2192/T-000-V66.pdf](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2192/T-000-V66.pdf) > [Consulta 27 febrero 2019]



**ANEXOS**



**ANEXO A: FICHA DE RESPUESTA PRUEBA SENSORIAL DUO-TRIO**

Nombre:

Fecha análisis:

Nombre del producto: Papas Fritas Lay's

Fecha de vencimiento: 12/2017

Frente a usted hay tres muestras de papas fritas Lay's, una de referencia marcada con R y dos codificadas.

Una de las muestras codificadas es igual a R

¿Cuál de las muestras codificadas es diferente a la de referencia R?

Marque con una X

Muestras codificadas	Muestra diferente a la de referencia (R)

Comentarios:

---



---



---



---



---

Muchas gracias

**ANEXO B: FICHA DE RESPUESTA PRUEBA SENSORIAL SEIS**  
**PUNTOS DE CROCANCIA**

Nombre:

Fecha análisis:

Nombre del producto: Papas Fritas Lay's

Fecha de vencimiento: 12/2017

Frente a usted tiene una muestra de papas fritas, la cual debe observar o masticar describiendo la característica de crocancia que esté presente en la muestra.

Marque con una X sobre la casilla del término que más describa lo que usted siente por la muestra.

crocancia	0	1	2	3	4	5

0 → Ausencia Total de crocancia

1 → Crocancia casi imperceptible

2 → Crocancia ligera

3 → Media crocancia

4 → Alta crocancia

5 → Extrema crocancia

Comentarios:

---



---



---

Muchas gracias

**ANEXO C: RESULTADOS CONTENIDO DE HUMEDAD A 25°C**

N.º. muestra	Tiempo (días)	Humedad (%)
1	1	1,95
2	5	1,60
3	8	1,64
4	12	1,79
5	15	2,18
6	21	1,83
7	25	1,85
8	29	1,47
9	33	1,77
10	40	1,41
11	47	1,90
12	54	2,10
13	61	1,88
14	68	2,06

**ANEXO D: RESULTADOS CONTENIDO DE HUMEDAD A 40°C**

N.º. muestra	Tiempo (días)	Humedad (%)
1	1	1,78
2	3	2,10
3	5	2,49
4	8	2,95
5	10	2,35
6	12	2,52
7	18	3,32
8	22	3,30
9	24	2,94
10	26	3,68
11	29	4,08
12	32	3,52
13	37	3,58
14	40	3,83
15	45	3,94
16	57	4,12
17	66	3,90
18	74	3,66
19	85	3,47
20	100	3,92

**ANEXO E: RESULTADOS ACTIVIDAD DE AGUA A 25°C**

N.º. muestra	Tiempo (días)	Actividad de agua (Aw)
1	1	0,134
2	5	0,088
3	8	0,107
4	12	0,136
5	15	0,138
6	21	0,145
7	25	0,158
8	29	0,142
9	33	0,135
10	40	0,112
11	47	0,126
12	54	0,138
13	61	0,123
14	68	0,171

**ANEXO F: RESULTADOS ACTIVIDAD DE AGUA A 40°C**

N.º. muestra	Tiempo (días)	Actividad de agua (Aw)
1	1	0,107
2	3	0,158
3	5	0,155
4	8	0,220
5	10	0,191
6	12	0,156
7	18	0,295
8	22	0,250
9	24	0,216
10	26	0,282
11	29	0,302
12	32	0,301
13	37	0,316
14	40	0,352
15	45	0,354
16	57	0,316
17	66	0,339
18	74	0,275
19	85	0,268
20	100	0,275

**ANEXO G: RESULTADOS EVALUACION SENSORIAL PRUEBA SEIS**  
**PUNTOS DE CROCANCIA A 25°C**

N.º de muestra	Ausencia de crocancia (0)	Crocancia casi imperceptible (1)	Crocancia ligera (2)	Crocancia media (3)	Crocancia alta (4)	Crocancia alta (5)
1	-	-	-	1	6	1
2	-	-	-	6	2	-
3	-	-	1	4	3	-
4	-	-	1	4	3	-
5	-	-	2	5	1	-
6	-	-	1	3	3	1
7	-	-	1	5	2	-
8	-	-	1	4	3	-
9	-	-	1	7	-	-
10	-	-	1	4	3	-
11	-	1	2	3	2	-
12	-	-	-	5	3	-
13	-	-	-	5	2	1
14	-	-	1	3	3	1

**ANEXO H: RESULTADOS EVALUACION SENSORIAL PRUEBA SEIS**  
**PUNTOS DE CROCANCIA A 40°C**

N.º de muestra	Ausencia de crocancia (0)	Crocancia casi imperceptible (1)	Crocancia ligera (2)	Crocancia media (3)	Crocancia alta (4)	Crocancia alta (5)
1	-	-	1	5	2	-
2	-	-	-	5	3	-
3	-	-	1	4	2	1
4	-	-	-	5	3	-
5	-	-	1	4	3	-
6	-	-	1	6	1	-
7	-	-	2	2	4	-
8	-	-	3	1	4	-
9	-	-	3	3	2	-
10	-	2	1	3	2	-
11	-	1	2	2	3	-
12	-	-	5	2	1	-
13	-	-	2	3	3	-
14	-	1	4	2	1	-
15	-	-	2	4	2	-
16	-	-	4	3	1	-
17	-	-	2	6	-	-
18	-	-	2	3	3	-
19	-	1	4	3	-	-
20	-	1	4	3	-	-