



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION**



ENE 2013

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
INSTITUTO DE INVESTIGACION DE INGENIERIA QUIMICA**



INFORME FINAL DE INVESTIGACION

**ESTIMACION DE LA VIDA UTIL FISICO QUIMICA,
MICROBIOLOGICA Y SENSORIAL DE HARINAS DE
SACHA INCHI Y MAIZ**

AUTOR: ING. MG. SONIA ELIZABETH HERRERA SANCHEZ

PERIODO DE EJECUCION: 12 MESES

DEL 01 DE FEBRERO DEL 2012 AL 31 DE ENERO DEL 2013

RESOLUCION RECTORAL N° 174-2012-R DEL 24-02-12

CALLAO, ENERO DEL 2013

*11/01/13
Marey
07/01/2013
10:30
00530*

[Handwritten signature]

INDICE	PÁG.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	02
1.1 Presentación del problema de investigación	02
1.2 Enunciado del problema de Investigación	03
1.3 Objetivos de la investigación	03
1.4 Importancia y Justificación de la investigación	04
1.5 Enunciado de la Hipótesis	05
II. MARCO TEÓRICO	06
2.1 Antecedentes del problema de investigación	06
2.2 Bases teóricas	08
2.2.1 Sacha Inchi (<i>Plukenetia Volúbilis L</i>)	08
2.2.2 Harina extruida de sachá inchi	11
2.2.3 Maíz amarillo (<i>zea mays</i>)	11
2.2.4 Harina integral de maíz	13
2.2.5 Vida útil	13
2.2.6 Evaluación sensorial de los alimentos	14
2.2.7 Pruebas aceleradas de vida útil (PAVU)	15
2.2.8 Vida en anaquel	17
2.2.9 Determinación del orden de reacción y constante de velocidad	18
2.2.10. Modelación del deterioro de características microbiológicas	20
2.3 Normas legales	21
III. MATERIALES Y METODOS	22
3.1 Lugar de ejecución	22
3.2 Materia prima	22
3.3 Población y Muestra	22
3.3.1 Población	22
3.3.3 Muestra	22
3.4 Materiales Equipos y Reactivos	22
3.4.1 Materiales	23
3.4.2 Equipos	23
3.4.3 Reactivos	24



3.5	Métodos	25
3.5.1	Extracción de los extractos etéreos	25
3.5.2	% Acidez	25
3.5.3	Índice de peróxido	26
3.5.4	Proteína	27
3.5.5	% de materia grasa método soxhlets	30
3.5.6	% Humedad método de la estufa	31
3.5.7	Análisis microbiológico	32
3.5.8	Análisis sensorial	34
IV.	RESULTADOS.	35
4.1	Resultados de los análisis Físico Químico, Microbiológico y Sensorial	35
4.1.1	Harina de Sacha Inchi	35
4.1.1.1	% Acidez	35
	1. Reacción de "Orden Cero" a 25 °C	35
	2. Reacción de "Orden Uno" a 25 °C	36
	3. Reacción "Orden Cero" a 45 °C	37
	4. Reacción "Orden Uno" a 45 °C	37
4.1.1.2	Índice de Peróxido	39
	1. Reacción "Orden Cero" a 25 °C	39
	2. Reacción Orden Uno a 25 °C	39
	3. Reacción "Orden Cero" a 45 °C	40
	4. Reacción "Orden Uno" a 45 °C	41
4.1.1.3	% Proteína	42
4.1.1.4	% Materia Grasa	43
4.1.1.5	% Humedad	43
4.1.1.6	Análisis microbiológico	44
4.1.1.7	Análisis sensorial	44
4.1.2	Harina de Maíz	45
4.1.2.1	% Acidez	45
	1. Reacción de "Orden Cero" a 25 °C	46
	2. Reacción de "Orden Uno" a 25 °C	46
	3. Reacción de "Orden Cero" a 45 °C	47

4. Reacción de "Orden Uno" a 45 °C	47
4.1.2.2 Índice de Peróxido	48
1. Reacción de "Orden Cero" a 25 °C	48
2. Reacción de "Orden Uno" a 25 °C	49
3. Reacción de "Orden Cero" a 45 °C	50
4. Reacción de "Orden Uno" a 45 °C	51
4.1.2.3 %Proteína	53
4.1.2.4 % Materia Grasa	53
4.1.2.5 % Humedad	54
4.1.2.6 Análisis microbiológico	54
4.1.2.7 Análisis sensorial	55
4.2 Determinación de la Vida Útil de las Harinas	55
4.2.1 Harina de Sacha Inchi	55
1. Relación con el índice de peróxidos a 25°C	55
2. Relación con el índice de peróxidos a 45°C	56
3. Relación con el % acidez a 25°C	56
4. Relación con el % acidez a 45°C	56
4.2.2 Harina de Maíz	56
1. Relación con el índice de peróxidos a 25°C	56
2. Relación con el índice de peróxidos a 45°C	57
3. Relación con el % acidez a 25°C	57
4. Relación con el % acidez a 45°C	57
V. DISCUSIÓN	58
VI. REFERENCIALES	61
VII. APENDICE	64



ÍNDICE DE TABLAS

PÁG.

Tabla 01: Contenido de proteínas y ácidos grasos en sachá inchi y otras oleaginosas	10
Tabla 02: Análisis químico proximal de Maíz (Zea Mays)	12
Tabla 03: Características de las harinas para análisis sensorial	34
Tabla 04: Resultados de % acidez a 25 °C, orden cero	35
Tabla 05: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 25 °C, orden uno	36
Tabla 06: Resultados de % acidez a 45 °C, orden cero	37
Tabla 07: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 45 °C, orden uno	37
Tabla 08: Resultados de índice de peróxido a 25 °C, orden cero	39
Tabla 09: Resultados del $\ln(IP/IP_0)$ a 25 °C, orden uno	40
Tabla 10: Resultados de índice de peróxido a 45 °C, orden cero	40
Tabla 11: Resultados del $\ln(IP/IP_0)$ a 45 °C, Orden uno	41
Tabla 12: Resultados de % proteína harina de sachá inchi	42
Tabla 13: Resultados % materia grasa harina de sachá inchi	43
Tabla 14: Resultados de % humedad harina de sachá inchi	43
Tabla 15: Análisis microbiológico harina de sachá inchi	44
Tabla 16 Resultado de análisis sensorial harina de sachá inchi	44
Tabla 17: Resultados de % acidez a 25 °C, orden cero	45
Tabla 18: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 25 °C, orden uno	46
Tabla 19: Resultados de % acidez a 45 °C, orden cero	47
Tabla 20: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 45 °C, orden uno	47
Tabla 21: Resultados de índice de peróxido a 25 °C, orden cero	48
Tabla 22: Resultados de $\ln(IP/IP_0)$ a 25 °C, orden uno	49
Tabla 23: Resultados de índice de peróxido a 45 °C, orden cero	50
Tabla 24: Resultados de $\ln(IP/IP_0)$ a 45 °C, orden uno	51
Tabla 25: Resultados de análisis de % proteína harina de maíz	53
Tabla 26: Resultados de % materia grasa harina de maíz	53
Tabla 27: Resultados de % humedad de harina de maíz	54
Tabla 28: Resultados de análisis microbiológico de harina de maíz	54
Tabla 29 Resultado de análisis sensorial de harina de maíz	55

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁG.

Figura 01: Sacha inchi (<i>Plukenetia Volúbilis L</i>)	10
Figura 02: Maíz (<i>Zea Mays</i>)	12
Figura 03: Estrategia para las pruebas de vida útil durante las fases de desarrollo de diferentes productos alimenticios.	17
Figura 04: Extracción del contenido de aceite para análisis Químico	25
Figura 05: Determinación del % de acidez.	26
Figura 06: Muestras después de la digestión + 50 ml H ₂ O.	28
Figura 07: Equipo de destilación de la muestra	30
Figura 08: Determinación de % Materia Grasa	31
Figura 09: Determinación de % Humedad de Harina de Sacha Inchi y Maíz	32
Figura 10: Contador de colonia análisis microbiológica	33
Figura 11: Muestras de Harina para análisis sensorial	34
Figura 12: % Acidez en función al tiempo a 25 °C, orden cero	35
Figura 13: $\ln(A/A_0)$ en función al tiempo a 25 °C, orden uno	36
Figura 14: % Acidez en función del tiempo a 45 °C, orden cero	37
Figura 15: $\ln(A/A_0)$ en función al tiempo a 25 °C, orden uno	38
Figura 16: Índice de peróxido con el tiempo a 25 °C, orden cero	39
Figura 18: Índice de peróxido con el tiempo a 45 °C, orden cero	40
Figura 19: $\ln(IP/IP_0)$ con el tiempo a 45 °C, orden uno	41
Figura 20: % Acidez con el tiempo a 25 °C, orden cero	45
Figura 21: $\ln(A/A_0)$ en función del tiempo a 25 °C, orden uno	46
Figura 22: % Acidez con el tiempo a 45 °C, orden cero	47
Figura 23: $\ln(A/A_0)$ en función del tiempo a 45 °C, orden uno	47
Figura 24: Índice de peróxido con el tiempo a 25 °C, orden cero	49
Figura 25: $\ln(IP/IP_0)$ con el tiempo a 25 °C, orden uno	50
Figura 26: Índice de peróxido con el tiempo a 45 °C, orden cero	51
Figura 27: $\ln(IP/IP_0)$ con el tiempo a 45 °C, orden uno	52

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha realizado con el objetivo de determinar el tiempo de vida útil de harina de sachá inchi y harina de maíz mediante análisis físico químico, microbiológica y sensorial considerando dos temperaturas de trabajo a 25 °C y 45 °C respectivamente.

Se utilizaron Equipos como Soxhlet, Kjeldahl, Balanza analítica METTLER TOLEDO +/- 0,0001 g, Estufa modelo FANEM controlada a 105°C y 45 °C, médios de cultivo y contador para los análisis microbiológicos.

Los resultados de humedad para harina de sachá inchi fueron de 5,63% a 25 °C y 4,18 % a 45 °C para harina de maíz fue de 12,35% a 25 °C y de 9,81% a 45°C encontrándose dentro de lo permitido por el Codex Alimentarius. Los resultados microbiológicos de la harina de sachá inchi y harina de maíz cumplen los LMP de la RM 591-2008-SA. Los resultados del % de materia grasa para harina de Sachá Inchi fueron de 9,33% a 25 °C y de 9,87 % a 45 °C y para la harina de maíz fue de 12,63% a 25 °C y de 12,2% a 45°C. Los resultados del % de proteínas de Harina de Sachá Inchi fueron de 60,6% a 25 °C y de 59,7% a 45 °C. Para la harina de maíz se encontraron valores de 8,67 % a 25°C y de 8,82 a 45 °C.

La vida útil de la harina de sachá se determinó a 25 °C en doce meses y a 45 °C en seis meses y la harina de maíz a 25 °C en cuatro meses y a 45 °C en dos meses, ya que tienen más representatividad con los resultados obtenidos en las pruebas sensoriales. Por lo que se determinó que la harina de sachá tiene mayor tiempo de vida útil tanto a 25°C y 45 °C porque es una harina extruida en comparación a la harina maíz que es una harina integral.



I. INTRODUCCION

1.1 Presentación del problema de Investigación

Las características nutritivas de las semillas de sachá inchi y maíz, debidas a la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados que posee, han motivado que agricultores y empresas inicien la explotación de esta semilla con el propósito de exportar sus derivados como son las harinas. Las harinas de Sachá Inchi y maíz son obtenidas mediante procesos controlados bajo estándares internacionales teniendo la ventaja de ser baja en materia grasa y contenido calórico.

Son altamente proteicas, siendo además productos naturales, el cual no contiene aditivos, preservantes ni estabilizantes, de fácil digestión para niños y adultos. Tiene una completa y excelente composición de altos porcentajes de aminoácidos esenciales y no esenciales, que refuerzan su denominación de alimento funcional y suplemento nutricional.

Así mismo tienen una funcionalidad que le permite el enriquecimiento de una serie de alimentos o suplementos dietéticos.

Por sus propiedades que tienen las harinas los mercados como Estados Unidos y Canadá conscientes de la necesidad de una alimentación sana, nutritiva y equilibrada para evitar problemas de salud, lo que incluye el menor consumo de grasas de origen animal. Están solicitando la exportación de dichos productos que serán usados para espolvorear sobre los cereales, frutas, o añadir a las bebidas, jugos, las sopas, y

otros alimentos cocidos. Es ingrediente para productos nutracéuticos y farmacéuticos

En la actualidad la industria alimentaria esta innovando en el desarrollo de nuevos productos que conllevan una nueva problemática, la falta de conocimiento sobre el deterioro de los alimentos.

Por tal motivo se requiere evaluar la vida útil de estos productos para determinar con exactitud cuál será el periodo de almacenamiento a condiciones de 25 °C y 45 °C, y que las harinas a exportar cuenten con un estudio completo para evitar problemas de calidad y devoluciones por fallas en sus características físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas. En el instante en que algunos de estos parámetros se consideran como inaceptables el producto ha llegado al fin de su vida útil. (Singh, 2000).

1.2 Enunciado del Problema de Investigación

¿Cuál de los dos tipos de harinas presenta mayor tiempo de vida útil a temperaturas de 25 °C y 45 °C?

1.3 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar la vida útil físico química, microbiológica y sensorial de harinas de Sacha Inchi y Maiz.

Objetivos Específicos

- Realizar los análisis físicos químicos, sensoriales y microbiológicos de las harinas.
- Analizar la cinética de la reacción asociada a las variables seleccionadas.

1.4 Importancia y Justificación de la Investigación

El presente trabajo de investigación presenta como aporte científico dar conocer la vida útil de las harinas de sachá inchi y maíz que serán usados para espolvorear sobre los cereales, frutas, o añadir a las bebidas, jugos, las sopas, y otros alimentos cocidos. Es ingrediente para productos nutracéuticos y farmacéuticos.

Las harinas de sachá inchi y maíz presentan composiciones proteicas de alta calidad, de fácil digestión para niños y adultos. Tiene una completa y excelente composición de altos porcentajes de aminoácidos esenciales y no esenciales, que refuerzan su denominación de alimento funcional y suplemento nutricional. Así mismo no contiene gluten (proteína que se encuentra en el trigo, avena,) por lo que las personas sensibles al gluten pueden disfrutar de este producto en su dieta por ser además baja en sodio

El presente trabajo se justifica por la necesidad de conocer la vida útil de las harinas de sachá inchi y maíz a fin de poder exportar a mercados como Estados Unidos, Canadá y que cuenten con un estudio que sustenten la estabilidad de las harinas.

En la actualidad la industria alimentaria esta innovando en el desarrollo de nuevos productos y en particular interés en los productos naturales y/o funcionales, por sus propiedades nutricionales y son muy solicitadas por el mercado exterior, esto hará que se incremente los cultivos de sachá inchi y maíz en el Perú.

1.5 Enunciado de la Hipótesis

Las harinas de sachá inchi y maíz presentan diferencias significativas en la determinación de la vida útil de acuerdo a las temperaturas de 25 °C y 45 °C.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes del Problema de Investigación

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Singh, 2000).

Este período depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque. Dentro de las que ejercen mayor peso se encuentran la temperatura, pH, actividad del agua, humedad relativa, radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones (Brody, 2003).

La VU se determina al someter a estrés el producto, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean controladas. Se pueden realizar las predicciones de VU mediante utilización de modelos matemáticos (útil para evaluación de crecimiento y muerte microbiana), pruebas en tiempo real (para alimentos frescos de corta vida útil) y pruebas aceleradas (para alimentos con mucha estabilidad) en donde el deterioro es acelerado y posteriormente estos valores son utilizados para realizar predicciones bajo condiciones menos severas (Charm, 2007).

Para predecir la VU de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el que primero identifica el consumidor meta como una baja en la calidad del producto (Brody, 2003),

por ejemplo, en algunos casos esta variable puede ser la rancidez, cambios en el color, sabor o textura, pérdida de vitamina C o inclusive la aparición de poblaciones inaceptables de microorganismos.

Posteriormente es necesario analizar la cinética de la reacción asociada a la variable seleccionada, que depende en gran medida de las condiciones ambientales.

Es importante recalcar que la VU no es función del tiempo en sí, sino de las condiciones de almacenamiento del producto y los límites de calidad establecidos tanto por el consumidor como por las normas que rigen propiamente los alimentos (Labuza, 1982).

(Valencia, *et al.* 2008) determinaron la vida útil fisicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías, con dos sustitutos de grasa a tres concentraciones diferentes cada uno, se estimó cuál de ellos no ocasionaban cambios significativos en queso crema a nivel sensorial con pruebas orientadas a consumidores e instrumental utilizando un analizador de textura comparándolos con un queso crema patrón elaborado sin sustituto de grasa. El sustituto que mejor comportamiento tuvo frente a los parámetros anteriormente mencionados fue el Z-trim al 0.5%. La vida útil del producto se puede establecer en tres meses, ya que tiene más representatividad los resultados obtenidos en la prueba sensorial.

Es importante identificar los factores específicos que afectan la vida útil y evaluar sus efectos individualmente y en combinación. Estos se pueden dividir en a) factores intrínsecos: materia prima (composición, estructura, naturaleza), actividad de agua, pH, acidez, disponibilidad de oxígeno y

potencial Redox (Eh); y b) factores extrínsecos: procesamiento, higiene y manipulación, materiales y sistemas de empaque, almacenamiento, distribución y lugares de venta. (Man, 2002).

A nivel sensorial, la vida útil en estantería de los alimentos depende de la aceptación, al interactuar el alimento con el consumidor. Por ellos los consumidores son la herramienta más apropiada para determinarla. (Hough, *et al.* 2003)

Cuando se realizan pruebas sensoriales, el numero de muestras representan un punto crítico y se determina según el tipo de diseño experimental, sea básico o escalonado. En el diseño básico se almacena un lote de muestra en las condiciones seleccionadas ir haciendo un muestreo en tiempos prefijados, mientras que el siendo escalonados almacenan diferentes lotes de producción en las condiciones seleccionadas a diferentes tiempos.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Sacha Inchi (*Plukenetia Volúbilis* L)

El Sacha también llamado maní del monte, sachá maní, maní del inca o inka peanut, es una semilla que pertenece a las oleaginosas. Es oriundo de la selva peruana donde se le encuentra en estado silvestre (San Martín, Ucayali, Amazonas, Madre de Dios y Loreto).

La primera mención científica del Sacha Inchi fue hecha en 1980 por la Universidad de Cornell en USA, quienes demostraron que sus semillas tienen alto contenido de proteínas (33%) y aceite (49%) este último,

actualmente extraído por las industrias para obtener un aceite nutritivo que no debe faltar en nuestra dieta.

El Sacha Inchi puede ser consumido en su estado natural como cualquier oleaginosa o maní, es muy recomendable para todas las edades especialmente en niños y adultos mayores. Presentado en forma de aceite puede utilizarse como parte de las ensaladas o untado en el pan en lugar de otra grasa.

Del 49% de aceite que contiene el fruto, casi su totalidad es aceite insaturado incluyendo omega 3, 6 y 9, es decir grasas buenas para la salud.

En cuanto al **aceite de Sacha Inchi**, comparado con las demás semillas oleaginosas a nivel mundial, parece ser el más rico en grasas buenas alcanzando hasta un 93,6% de su composición.

Lo resaltante de estos números es que la concentración de omega 3 presente es bastante alta, superado por el aceite de linaza (según estudio realizado por la Universidad del País Vasco de España y la Universidad Agraria "La Molina" de Lima) que, a pesar de tener una mayor concentración de omega 3 es de menor aprovechamiento por el cuerpo.

El Sacha Inchi es también una fuente de betacarotenos (forma de vitamina A) y vitamina E, ambas vitaminas tienen capacidad antioxidante.



Tabla 01: Contenido de proteínas y ácidos grasos en Sacha Inchi y otras oleaginosas.

Nutrientes (%)	Semillas de Oleaginosas						
	Sacha Inchi	Soya	Maíz	Girasol	Algodón	Palma	Oliva
Proteínas	29	28		23	24		
Aceite total	54	19		45	48		
Palmitico	3,85	10,5	11	12	7,5	45	13
Estearico	2,54	3,2	2	2,2	5,3	4	3
Oleico	8,28	22,3	28	43,3	29,3	40	71
Linoleico	36,8	54,5	58	36,8	57,9	10	10
Linolénico	48,61	8,3	1				1

Fuente: Huamani & Bautista (2009)



Figura 01: Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis L*)

2.2.2 Harina Extruida de Sacha Inchi

Según (Hamaker *et al.*, 1992) La harina de Sacha Inchi es obtenida mediante un proceso controlado teniendo la ventaja de ser baja en materia grasa y contenido calórico.

Es altamente proteica, siendo además un producto natural, el cual no contiene aditivos, preservantes ni estabilizantes.

La harina de Sacha Inchi presenta una composición proteica de alta calidad, de fácil digestión para niños y adultos. Tiene una completa y excelente composición de altos porcentajes de aminoácidos esenciales y no esenciales, que refuerzan su denominación de alimento funcional y suplemento nutricional.

Tiene una funcionalidad que le permite el enriquecimiento de una serie de alimentos o suplementos dietéticos.

Además es necesario resaltar que 46 % de la grasa total es Omega 3.

Por ser de origen vegetal, no contiene colesterol.

2.2.3 Maíz amarillo (zea mays)

La (Tabla 2) se presenta el análisis químico proximal del maíz. los principales componentes químicos del grano son: almidón, proteínas, lípidos, fibra cruda y minerales.

Hidratos de carbono. El maíz es una fuente importante de hidratos de carbono (75,3%) y el principal de ellos es el almidón que representa el 72% de los componentes totales. El almidón esta constituida por dos tipos de moléculas, la amilosa y la amilopectina.

La solubilidad del almidón depende de la cantidad disponible de grupos hidroxilo en el medio. La amilosa y amilopectina se unen mediante



puentes de hidrogeno y conjuntamente a otras molécula individuales; por lo que existen pocos grupos hidroxilos libres para asociarse con el agua, siendo por tanto muy baja la solubilidad del almidón.

Proteínas. El maíz es una fuente proteica de baja calidad por sus reducidos niveles de lisina y triptófano, sin embargo aporta el 38,8% de las proteínas dentro de la canasta básica del consumo alimentario de la población mexicana (Figuroa *et al.*, 1994)

Tabla 02: Análisis químico proximal de Maíz (*Zea Mays*)

Determinación	Valor (%)
Proteína cruda	8,9
Grasa cruda	3,5
Fibra cruda	2,9
Cenizas	1,5
Calcio	0,01
Fosforo	0,25
Materia seca	88,0

Fuente: Allen, 1993



Figura 02: Maíz (*Zea Mays*)

g

2.2.4 Harina Integral de maíz

La harina integral de maíz es el alimento que se obtiene de los granos de maíz, *Zea mays* L., totalmente maduros, sanos, no germinados, mediante un proceso de molienda durante el cual se pulveriza el grano hasta que alcance un grado apropiado de finura. Durante esa elaboración es posible que se separen partículas gruesas de los granos de maíz molido, y vuelvan a molerse para mezclarlas luego con toda la materia de la que fueron separadas. (Codex Standard 154-1985)

2.2.5 Vida útil

El establecimiento de la vida útil de un producto resulta de vital importancia para los consumidores y los productores.

Los consumidores podrán tener la seguridad de adquirir un producto en perfecto estado y conocer sobre su manejo y tiempo máximo de utilización. Los productores observan menores pérdidas ocasionadas por devoluciones de productos deteriorados, como resultado de una mejor implementación en los sistemas de rotación de inventarios. La mejor definición que se puede dar a vida útil, es probablemente la siguiente: "aquel período de tiempo que corresponde, bajo circunstancias definidas a una tolerable disminución de la calidad de un producto procesado". Si debemos considerar el tiempo que corresponde a una tolerable disminución de la calidad, debemos, antes que nada, saber que cosa entendemos por calidad del producto y en segundo lugar, cuantificar el nivel mínimo de calidad que estamos dispuestos a aceptar (Labuza & Schmidl, 1985).



Es importante definir el atributo a medir como índice de la vida útil, y qué determinación analítica se debe efectuar. Un atributo a considerar puede ser la concentración de un componente que disminuya durante la vida comercial, por ejemplo: el contenido de una vitamina, el principio activo de un aditivo, el elemento aromatizante de una especie; o bien el aumento de la concentración de una sustancia (Labuza and Hyman, 1998 mencionado por Aguilera, 2004).

Otros indicadores pueden ser: el producto resultado de una reacción de deterioro, la carga microbiana, el juicio sensorial expresado por un panel de expertos, o mediante la medición de un parámetro organoléptico como color, consistencia, etc. De la adecuada selección del parámetro que limita la vida útil, dependerá cuan correcta sea la fecha marcada y con ello la satisfacción tanto del productor como del consumidor (Labuza & Schmidl, 1985).

2.2.6 Evaluación sensorial de los Alimentos

Según Ureña *et al.*, (1999) es una de las más importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. Así pues, por su aplicación en el: control de calidad y de procesos, diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia del lanzamiento de los mismos al comercio; la hace, sin duda alguna copartícipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación.

Como Disciplina Científica: es usada para medir, analizar e interpretar las sensaciones producidas por las propiedades sensoriales

de los alimentos y otros materiales, y que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.

Análisis Sensorial: método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando y/o mensurando si las propiedades sensoriales se muestran adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico.

2.2.7 Pruebas aceleradas de Vida Útil (PAVU)

Estos estudios se realizan sometiendo al alimento a condiciones de almacenamiento que aceleran las reacciones de deterioro, las cuales pueden ser temperatura, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos. El seguimiento del comportamiento del alimento a las temperaturas seleccionadas, se realiza utilizando parámetros Físicoquímicos característicos para cada alimento, coadyuvados por pruebas microbiológicas o sensoriales correspondientes a cada caso. Mediante modelos matemáticos que describan el efecto de la condición seleccionada, se estima la durabilidad en las condiciones normales de almacenamiento.

Labuza (1999), señala que esta es la metodología más usada y todavía normalmente se abusa en el diseño y en la interpretación de los resultados. El objetivo es almacenar la combinación final producto/empaque bajo alguna condición desfavorable de prueba, se analiza al producto periódicamente hasta que ocurra el final de su vida útil y entonces se usan estos resultados para proyectar la vida útil del

producto bajo verdaderas condiciones de distribución. Algunas compañías tienen factores de multiplicación históricas basadas en experimentos anteriores para obtener la vida útil real desde los resultados obtenidos en las condiciones desfavorables.

Este método no tiene problemas. El cuidado debe ejercerse en la interpretación de los resultados obtenidos y su extrapolación a otras condiciones. Por ejemplo cuando se prueba el sistema producto/empaque, el empaque también controla la vida útil haciéndola desconocida la verdadera vida útil del propio alimento; así si se escoge un nuevo empaque con permeabilidades diferentes al oxígeno, agua, dióxido de carbono, los resultados anteriores no pueden ser aplicados.

Si las condiciones de PAVU son sin embargo propiamente escogidas, y se usan los algoritmos apropiados para la extrapolación, entonces se puede predecir la vida útil para cualquiera distribución "conocida". Estas predicciones están basadas en los principios fundamentales de los modelos de pérdida de calidad del alimento.

El diseño de una Prueba Acelerada de Vida Útil requiere de un acercamiento sintético de todas las disciplinas que están relacionado con los alimento, a saber la química de alimentos, ingeniería de alimentos, microbiología de alimento, química analítica, físico - química, ciencias de los polímeros y regulaciones de alimentos.

Man y Jones (1997), indican que se usan varias técnicas aceleradas. Cuando estos se usan es por regla general que se induce a una degradación más rápida, y así su normal condición de almacenamiento hace probable que sea menos fiable la estimación de la vida útil. Se

han descrito los problemas potenciales y los posibles errores que pueden obtenerse ante el uso de técnicas aceleradas en algunos casos. No hay una ventaja en desestabilizar un producto que es absolutamente estable durante su almacenamiento normal. Los resultados obtenidos de las técnicas aceleradas deben interpretarse con mucha cautela cuando no son aplicables a todos los productos.

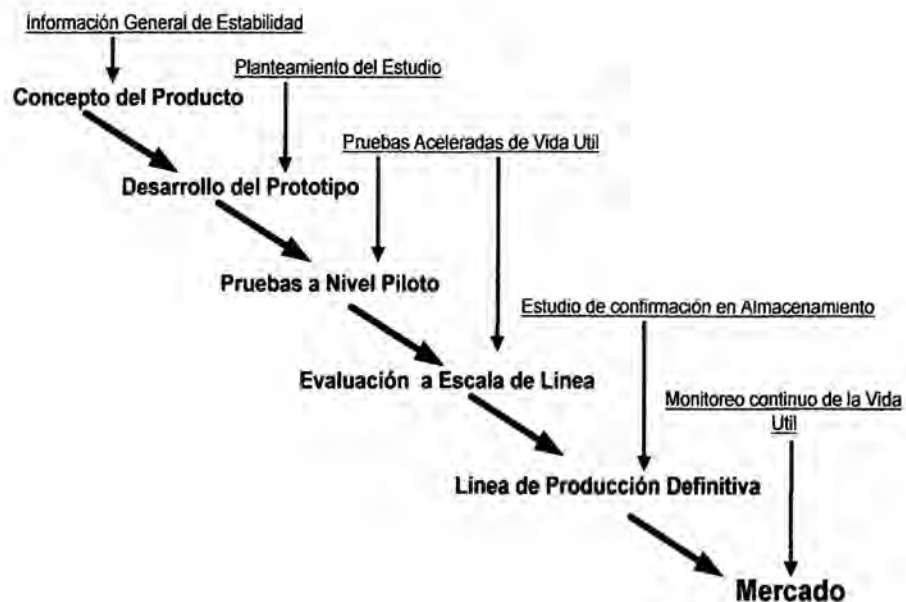


Figura 03. Estrategia para las pruebas de vida útil durante las fases de desarrollo de diferentes productos alimenticios.

Fuente: Fu y Labuza (1993).

2.2.8 Vida en anaquel

Se utiliza para este procedimiento técnicas probabilísticas, suponiendo además que los tiempos de vida de las unidades, se distribuyen de acuerdo a una distribución seleccionada; se estiman los parámetros de dicha distribución, con los cuales se puede inferir estadísticamente sobre el tiempo de durabilidad. A lo anterior, precede una búsqueda

R

exhaustiva bibliográfica sobre el alimento, así como de aplicación de conocimientos de los análisis, con el fin de definir las alteraciones que el alimento puede sufrir durante el almacenamiento.

2.2.9 Determinación del Orden de Reacción y Constante de Velocidad

a) Reacción de "orden cero" en la cinética de deterioro de los alimentos

Si la reacción es de "orden cero", y suponemos que se trata de un parámetro de calidad Q cuya magnitud descende con el tiempo, la expresión queda de la siguiente forma:

$$-dQ/dt = K$$

La integración de esta expresión nos da la siguiente ecuación:

$$Q = Q_0 - Kt$$

donde Q_0 es el valor del parámetro Q a tiempo cero, o sea el valor inicial, y Q es el valor del parámetro a tiempo t . La evolución del parámetro Q es lineal con el tiempo: es lo que Labuza (1982) define como "pérdida constante de vida útil". Si se puede definir un valor del parámetro Q , Q_f , que determine que el producto ha llegado al final de su vida útil, entonces, se podrá calcular el tiempo de vida útil del producto, t_v , con la siguiente expresión:

$$t_v = (Q_0 - Q_f)/K$$

La cinética de "orden cero" es útil para describir reacciones como la degradación enzimática, el pardeamiento no enzimático y la oxidación lipídica (Labuza, 1982; Singh, 1994).

b) Reacción de “orden uno” en la cinética de deterioro de los alimentos

Haciendo la misma consideración anterior, y suponiendo que la reacción es de “orden uno”, la expresión queda de la siguiente forma:

$$-dQ/dt = KQ$$

Integrando esta expresión, llegamos a la siguiente fórmula:

$$\ln (Q/Q_0) = -Kt$$

Si despejamos Q, nos queda:

$$Q = Q_0 \exp (-Kt)$$

La representación gráfica de esta fórmula lleva a una curva: es lo que Labuza (1982) define como “pérdida variable de vida útil”. La velocidad de cambio no es constante durante el proceso y está relacionada con la magnitud del parámetro de calidad Q en el momento en que se considere.

Al igual que en el caso anterior, podemos calcular el tiempo necesario, t_v , para alcanzar un nivel del parámetro Q que consideremos rechazable y que llamaremos Q_f . Este tiempo determinará la vida útil del producto:

$$t_v = \ln(Q_0/Q_f)/K$$

Entre los procesos relacionados con la vida útil de los alimentos que siguen cinéticas de orden uno tenemos las pérdidas vitamínicas, el crecimiento y destrucción microbiana y la pérdida de calidad de proteínas en los alimentos deshidratados (Labuza, 1982).



2.2.10 Modelación del deterioro de características microbiológicas

La modelación del deterioro microbiano es importante debido a la necesidad de producir y comercializar alimentos seguros, particularmente aquellos altamente perecederos (Jong *et al.* 2001). El deterioro de alimentos por acción microbiana ha sido descrito mediante modelos primarios y secundarios.

Los primarios expresan la curva de crecimiento microbiano respecto al tiempo, mientras que los secundarios consideran además el efecto de las diferentes condiciones ambientales sobre los parámetros del crecimiento microbiano (Zwietering *et al.* 1990; Giannakourou *et al.* 2001).

Los modelos propuestos, ya sean primarios o secundarios, pueden ser de tipo empírico o de tipo mecanístico. Los primeros son ecuaciones que expresan el comportamiento de los datos experimentales y por lo tanto, describen el crecimiento microbiano, los de tipo mecanístico tienen además la ventaja de ser útiles para condiciones diferentes a aquellas para las que fueron desarrollados (Giannakourou *et al.*, 2001). Los modelos lineales de tipo primario pueden ser representados de manera general por el modelo Monod, que es un modelo de tipo mecanístico.

En cambio, el modelo no lineal más utilizado es la ecuación de Gompertz (Zwietering *et al.* 1990): $\log N = \log N_0 + c \exp(-\exp(-b(t - m)))$ (16) en donde N = población de microorganismos al tiempo t (UFC g^{-1}); N_0 = población inicial (UFC g^{-1}); t = tiempo (h); c = valor asintótico del crecimiento que ocurre cuando t aumenta

indefinidamente ($\log \text{ UFC g}^{-1}$); b = velocidad máxima de crecimiento relativa a tiempo m (h^{-1}); m = tiempo requerido para alcanzar la máxima velocidad de crecimiento (h).

Para los modelos secundarios se han propuesto diferentes ecuaciones para expresar el crecimiento microbiano en función de la temperatura (Zwietering et al. 1991). Sin embargo, pocos modelos son aplicables para predecir la vida de anaquel del producto debido al número de parámetros considerados en el modelo. Los modelos más utilizados son el de Arrhenius y el de la raíz cuadrada. Este último propuesto por (Fu & Labuza 1993).

2.3. Normas Legales

D.S 009-98-SA: Cumplimiento del art. N°117. Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas.

R.M 449-2006-SA: La Norma Sanitaria para la aplicación del Sistema HACCP en la fabricación de Alimentos y Bebidas, debiendo incluso contar con estudios que sustenten el tiempo de vida útil declarado en la descripción del producto.

R.M 591-2008-SA Aprueban Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. V.2 Harinas y Sémolas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de Ejecución

Los análisis físicos químicos, microbiológicos y sensoriales se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología, Facultad de Ingeniería Química-UNAC.

3.2 Materia Prima

- Harina extruida de Sacha Inchi proporcionada por la Empresa **AGROINDUSTRIAS OSHO** - Callao – Lima.
- Harina integral de Maíz, proveniente de la Empresa **TRANSACCIONES CLAMERS S.A.C.** -Santa Anita –Lima.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

Para realizar los análisis de vida útil de las Harinas se han utilizado 15 Kg de Harina de Sacha Inchi y 15 Kg de Harina de Maíz.

3.3.2 Preparación de las Muestras para los análisis.

Las muestras de harina se colocaron a 25 y 45 °C para su posterior análisis.

Para los análisis de % Acidez y % Peróxido se hizo la extracción de del aceite de las harinas, utilizando solvente, para luego analizar el aceite.



3.4 Materiales Equipos y Reactivos

3.4.1 Materiales

- 6 Tubos para la digestión Kjeldahl
- 06 balones de fondo redondo de 500 mL
- 04 Thimbles
- 6 matraces de Erlenmeyer de 500 y 2000 mL.
- 6 Embudos grandes
- 2 pinzas (nueces).
- 04 soporte universal
- 02 pipeta de 10 mL.
- 02 Probeta de 100 mL.
- 01 frasco gotero de 25 mL.
- 1 Bureta de 50 mL.
- 1 par de guantes de Cuero.
- Mascarilla multigases 3M
- 06 pinzas largas.
- Papel de filtro.

3.4.2 Equipos

- Equipo digestor Kjeldahl
- Equipo Destilador
- Bomba de agua
- Balanza analítica METTLER TOLEDO PB303-5 +/- 0,0001 g.
- Estufa modelo FANEM +/- 105 °C

- Estufa modelo FANEM controlada a 45 °C.
- Equipo Soxhlet.
- Agitador magnético
- Refrigeradora.
- Contador de colonias.

3.4.3 Reactivos

- Cloroformo Q.P
- Acido Acético Glacial Q.P
- Ioduro de Potasio Q.P
- Almidón soluble P.A
- Tiosulfato de Sodio Q.P
- Éter de Petróleo Q.P
- Hidróxido de Sodio Q.P
- Biftalato acido de potasio Q.P
- Etanol al 95%
- Fenolftaleína al 1% en etanol
- Rojo de metilo al 0.1% diluido en alcohol al 95%.
- Ácido bórico al 2% - 4%.
- Ácido clorhídrico 0.2N (solución valorada).
- Hidróxido de sodio al 30% - 40% .
- Ácido sulfúrico concentrado al 98% Q.P
- Mezcla catalizadora para la digestión: 3,5 g de K_2SO_4 . y 0,4g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

- Indicador Tashiro: se prepara de la siguiente manera: Rojo de metilo al 1% en solución alcohólica y azul de metileno al 01% en solución alcohólica
- Mezclar: 2 partes de Rojo de metilo.
- Medios de Cultivo.

3.5 Métodos

3.5.1 Extracción de los extractos etéreos

Los extractos etéreos se separan utilizando éter de petróleo con las muestras de harina y agitación constante en frio, se filtra y se evapora el solvente para obtener el aceite.

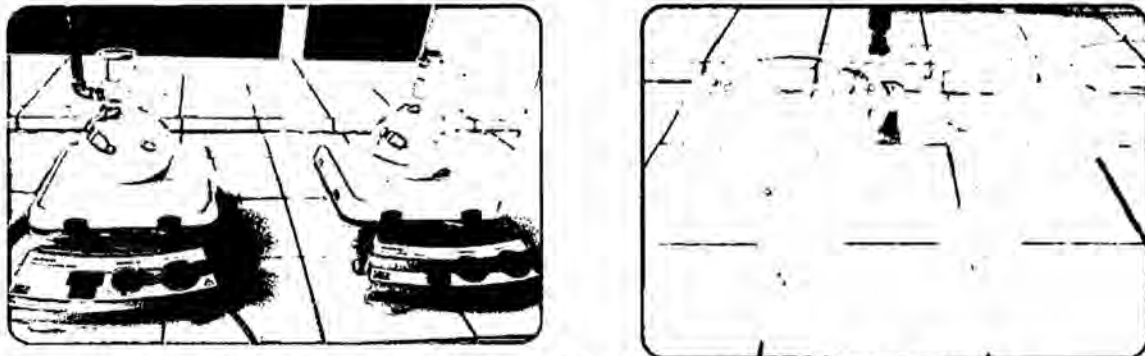


Figura 04: Extracción del contenido de aceite para análisis Químico
Fuente: Elaboración propia, SEHS

3.5.2 % Acidez

El % de acidez se realizo por métodos de titulación, AOCS Official Method Ca 5a-40, Reapproved 1993, FREE FATTY ACIDS. usando como indicador fenolftaleína y Na OH 0,1 N.

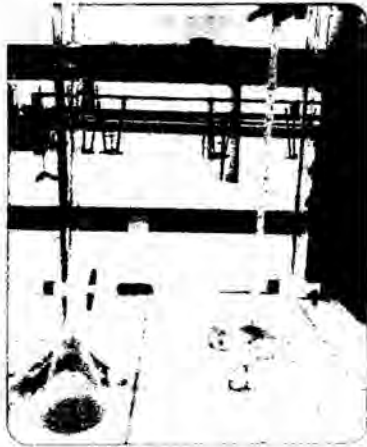


Figura 05: Determinación del % de acidez.
Fuente: Elaboración propia, SEHS

Expresión como porcentaje de acidez:

El porcentaje de ácidos grasos libres en casi todos los tipos de aceites y grasas, se calcula como ácido oleico.

$$\% \text{ A.G.L. (oleico)} = \frac{G \times N \times 28,2 \times f}{P_m}$$

donde:

- G = álcali gastado, en mililitros.
- N = normalidad del álcali.
- f = factor de corrección del álcali.
- P_m = peso de la muestra, en gramos.

3.5.3 Índice de peróxido

El aceite obtenido de la separación de la harina se pesa y se agregan 50 mL de una solución de ácido acético-cloroformo y se agita para mezclar. Se añadió 0,5 mL de una solución saturada de yoduro de potasio, se dejó reaccionar durante 1 min ± 1 s y se agregaron 0,5 mL de solución de almidón. Se adicionan 30 mL de agua destilada

inmediatamente después. Se inicia la titulación con una solución de tiosulfato de sodio 0,06 M, de forma gradual y constante, hasta que el color azulado desaparezca.

Se prepara un blanco siguiendo el mismo procedimiento, pero sin muestra. Las determinaciones se realizan por duplicado. El consumo de reactivo fue de 0 mL.

Las unidades de medición del índice de peróxidos utilizadas son miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de aceite, meqO₂/kg. Para el cálculo del índice de peróxido se utiliza la siguiente ecuación.

$$IP = \frac{1000 * (V - V_0) * c}{m}$$

Donde:

IP= índice de peróxido, en meq O₂/kg.

V=volumen de solución de tiosulfato de sodio utilizado para la determinación, en mL.

V₀ =volumen de solución de tiosulfato de sodio utilizado en el blanco, en mL.

c =concentración de la solución de tiosulfato, en mol/L.

m =masa de la muestra, en g.

3.5.4 Proteína

1. Preparación de la muestra para la digestión

- a. Pesar la muestra si es sólida aproximadamente 1 g y anotar el peso. Evitar que las muestras se adhieran a las paredes.
- b. Añadir el catalizador previamente pesado.
- c. Adicionar de 10 -15 mL de H_2SO_4 Concentrado.
- d. Adicionar perlas de ebullición para evitar que la espuma formada rebalse en el tubo de muestra.
- e. Someter las muestras a digestión. El tiempo dependerá de los programas establecidos (rampas: Tiempo y temperatura). La digestión termina cuando el color de la muestra sea azul-verde claro.



Figura 06: Muestras después de la digestión + 50 ml H_2O .
Fuente: Elaboración propia, SEHS

- f. Adicionar 50 - 70 mL de agua fría cuidadosamente, poco a poco, a la muestra digerida. Mezclar y dejar enfriar. Esto se hace para diluir el H_2SO_4 presente en la muestra.

2. Preparación de la muestra para la digestión

- a. Encender y programar del equipo destilador.
- b. Abrir la llave de agua para tener el agua circulando todo el tiempo.
- c. Después del paso f adicionar a 50 mL de NaOH al 30% (NEUTRALIZACIÓN). Colocar el tubo al equipo de destilación. 6-8 minutos.
- d. Colocar en el erlenmeyer donde se recogerá el destilado 20 mL de ácido bórico del 2- 4% y dejar destilar hasta alcanzar un volumen entre 150 - 200 mL.
- e. Cuando termina el destilado retirar el matraz con el destilado para titular con HCl al 0.2 N, usando como indicador rojo de metilo.
- f. Al tubo destilado se saca con cuidado y los residuos se colocan en un recipiente para neutralizar (Líquidos contaminantes debemos tratar antes de eliminar al desagüe).

JS



Figura 07: Equipo de destilación de la muestra
Fuente: Elaboración propia, SEHS

3. Titulación

Retirar el Matraz del destilador conteniendo el destilado, adicionar 5 gotas del indicador rojo de metilo y luego titular con el HCl 0.2 N. Anotar el gasto de la titulación de HCl. Se titula el exceso de acido bórico.

3.5.5 Extracción de la materia grasa - Método Soxhlets

1. Pesar 5 g de muestra con aprox. $0,001 \pm 1$ g dentro de un cartucho de papel de filtro y sellarlo.
2. Colocarlo dentro de un thimble y taparlo con algodón.
3. Pesar el balón (W_1) y luego agregar unos 120 ml de hexano.
4. Luego colocarlo dentro del soxhlet y llevarlo a extracción por lo menos 5 h.

93

5. Recuperar el solvente y colocarlo el balón dentro de la estufa de 105 °C x 2 horas hasta eliminar el olor del solvente.
6. Sacar de la estufa, enfriar en el desecador y pesar (W_2).

Cálculo y Expresión de los resultados

W = Peso en g de la muestra.

W_1 = Peso en g del Balón

W_2 = Peso en g del balón + el residuo.

$$\% \text{ Materia Grasa} = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

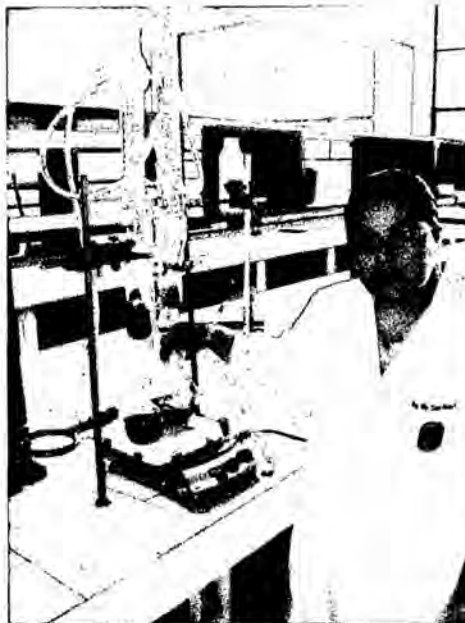


Figura 08: Determinación de % Materia Grasa
Fuente: Elaboración propia, SEHS

3.5.6 % Humedad

La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles.



El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra.

Instrucción:

- a. Pesar el vaso y/o placa petri vacía
- b. Pesar de 3-5 g de muestra.
- c. Colocar en la estufa a 105 °C x 1 hora.
- d. Sacara y enfriar en un desecador
- e. Una vez que esté completamente fría pesar la muestra con la placa y/o vaso. W_1
- f. Se volverá a repetir el procedimiento desde el ítem c.
- g. Las veces que sea necesario hasta peso constante. (deben coincidir los dos últimos pesos). W_2

$$\% \text{ Humedad: } \frac{\text{Pérdida de peso (g)}=(W_1-W_2)}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$



Figura 09: Determinación de % Humedad de Harina Sacha Inchi y Maíz
Fuente: Elaboración propia, SEHS

97

3.5.7 Análisis microbiológico

- Para determinar la numeración de mohos y levaduras (UFC/g). Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio. ICMSF Vol.I. 2da. Ed. Copyright 2000. Pag. 166-167.
- Para Numeración de microorganismos aeróbios mesófilos, (UFC/g) Método 1: Recuento estándar en placa. ICMSF Vol.I. 2da. Ed. Copyright 2000. Pag. 120-124.
- Bacillus cereus Numeración (ufc/g): ICMSF. Recuento Presuntivo B. Cereus//Bacillus Cereus in Foods.
- E. coli Numeración: ICMSF. Recuento de Coliformes Técnicas del Número más probable (NMP). Bacterias coliformes. Determinación de organismos.
- Salmonella Detección: ICMSF. Salmonellas Aislamiento de Salmonella.

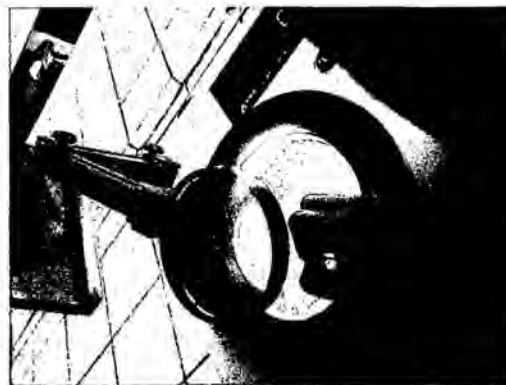


Figura 10: Contador de colonia análisis microbiológica
Fuente: Elaboración propia, SEHS

93

3.5.8 Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó considerando los siguientes criterios. Color, Olor, Aspecto y consistencia. Prueba de aceptabilidad.

Tabla 03: Características de las harinas para análisis sensorial

HARINA DE MAIZ	HARINA DE SACHA INCHI
Color: Amarillo	Color: Crema Claro
Olor: A cereal	Olor: A cereal
Aspecto: En Polvo libre de grumos	Aspecto: En Polvo libre de grumos
Textura: Suave	Textura: Suave

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

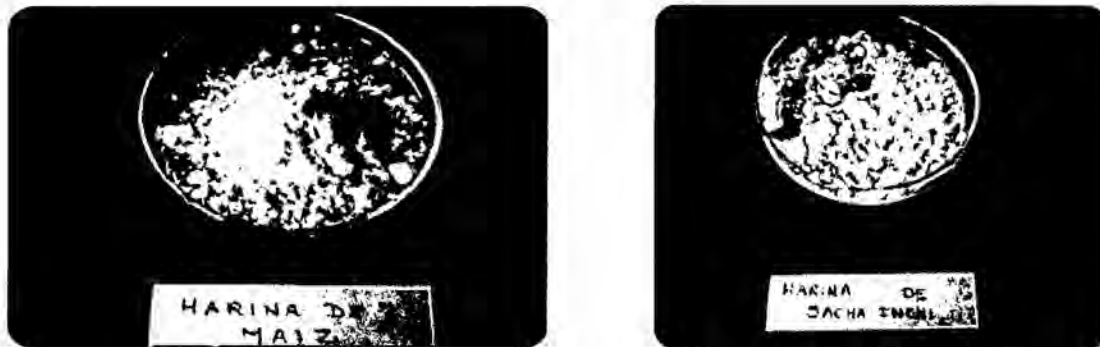


Figura 11: Muestras de Harina para análisis sensorial

Fuente: Elaboración propia, SEHS

95

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados de los análisis Físico Químico, Microbiológico y Sensorial

4.1.1 Harina de Sacha Inchi

4.1.1.1 % Acidez

1. Reacción de "Orden Cero" a 25 °C

Tabla 04: Resultados de % acidez a 25 °C, orden cero

DIAS	% A, 25°C
0	0,325
15	0,343
30	0,360
45	0,379
60	0,396
70	0,409

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

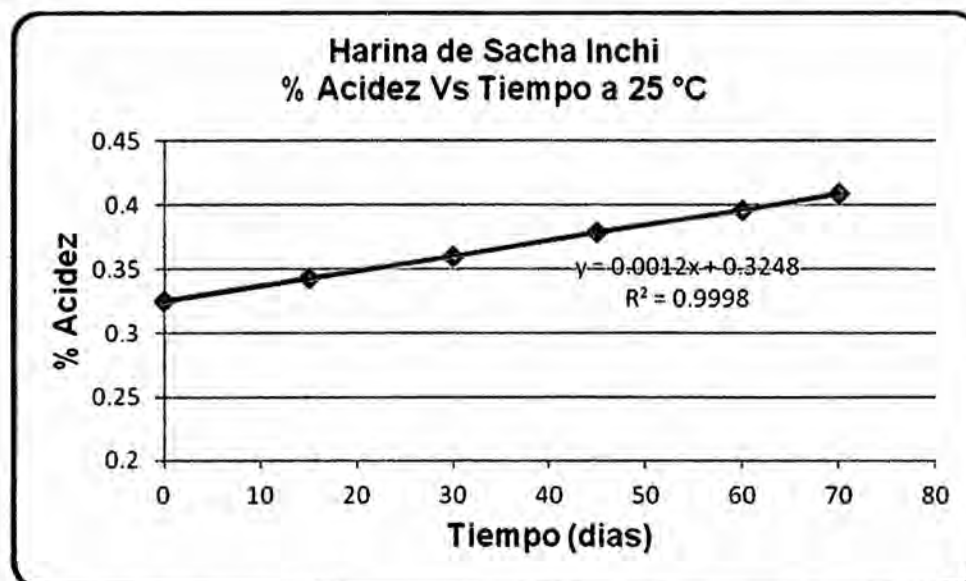


Figura 12: % Acidez en función al tiempo a 25 °C, orden cero
Fuente: Elaboración propia, SEHS

fs

2. Reacción de "Orden Uno" a 25 °C

Tabla 05: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 25 °C, orden uno

DIAS	% A, 25°C	$-\ln(A/A_0)$
0	0,325	0,000
15	0,343	0,054
30	0,360	0,102
45	0,379	0,154
60	0,396	0,198
70	0,409	0,230

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

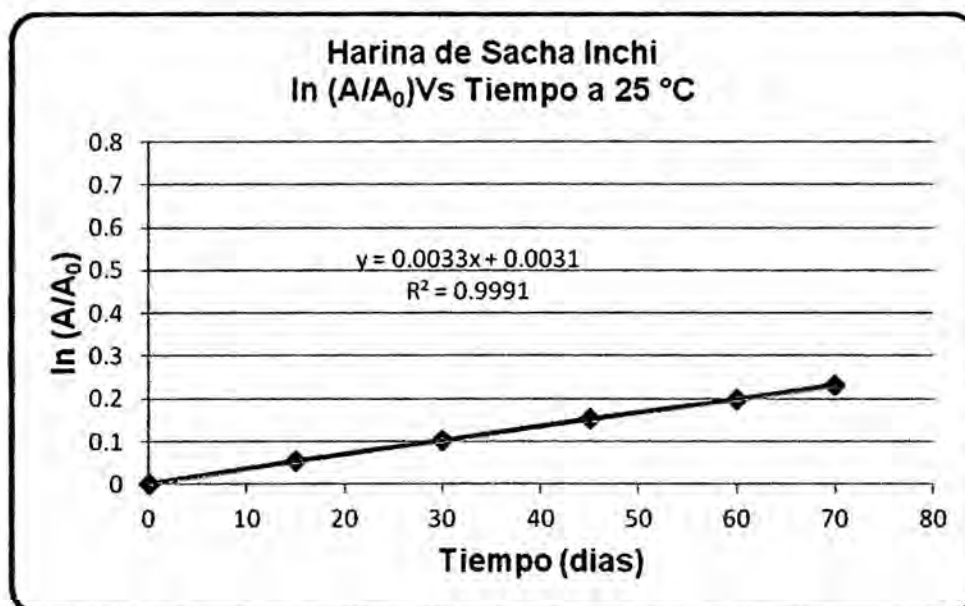


Figura 13: $\ln(A/A_0)$ en función al tiempo a 25 °C, orden uno

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Se puede notar que el valor de R^2 , es mayor para orden Cero, en la reacción en la que se evalúa el % Acidez a 25° C. En la cual la constante de velocidad viene representada por la pendiente de la Recta en el gráfico mostrado.

Orden de Reacción: Cero

$$\text{Velocidad - Reacción} = k = 0,0012 \frac{g}{100g.Aceite * Dias}$$

3. Reacción "Orden Cero" a 45 °C

Tabla 06: Resultados de % acidez a 45 °C, orden cero

DÍAS	%A, 45°C
15	0,355
30	0,385
45	0,415
60	0,450
70	0,465

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

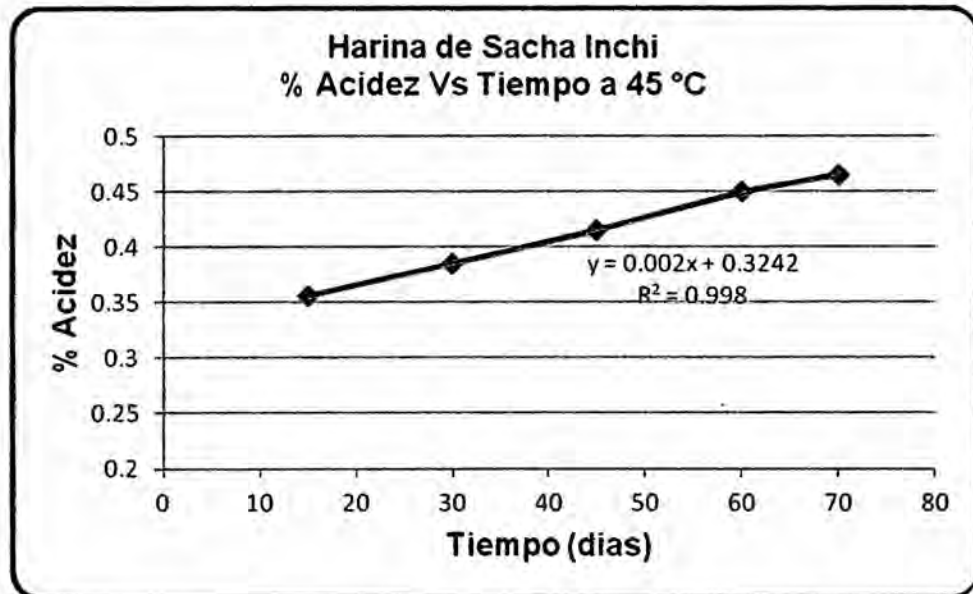


Figura 14: % Acidez en función del tiempo a 45 °C, orden cero

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4. Reacción "Orden Uno" a 45 °C

Tabla 07: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 45 °C, orden uno

DÍAS	%A, 45°C	$\ln(A/A_0)$
15	0,355	0,000
30	0,385	0,081
45	0,415	0,156
60	0,450	0,237
70	0,465	0,270

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

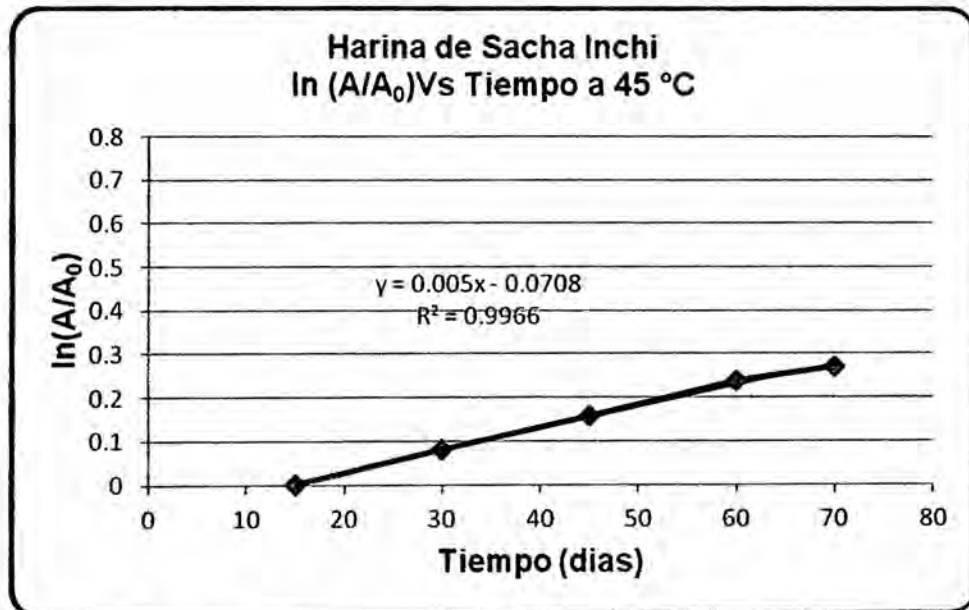


Figura 15: ln(A/A₀) en función al tiempo a 25 °C, orden uno
Fuente: Elaboración propia, SEHS

Se puede notar que el valor de R², es mayor para orden Cero, en la reacción en la que se evalúa el % Acidez a 45° C. En la cual la constante de velocidad viene representada por la pendiente de la Recta en el gráfico mostrado.

Orden de Reacción: Cero

$$\text{Velocidad - Reacción} = k = 0,002 \frac{\text{g}}{100\text{g.Aceite} * \text{Dias}}$$

95

4.1.1.2 Índice de Peróxido

1. Reacción "Orden Cero" a 25 °C

Tabla 08: Resultados de índice de peróxido a 25 °C, orden cero

DIAS	Índice de Peróxido, 25°C
0	0,150
15	0,350
30	0,560
45	0,750
60	0,950
70	1,100

Fuente: Elaboración propia, SEHS

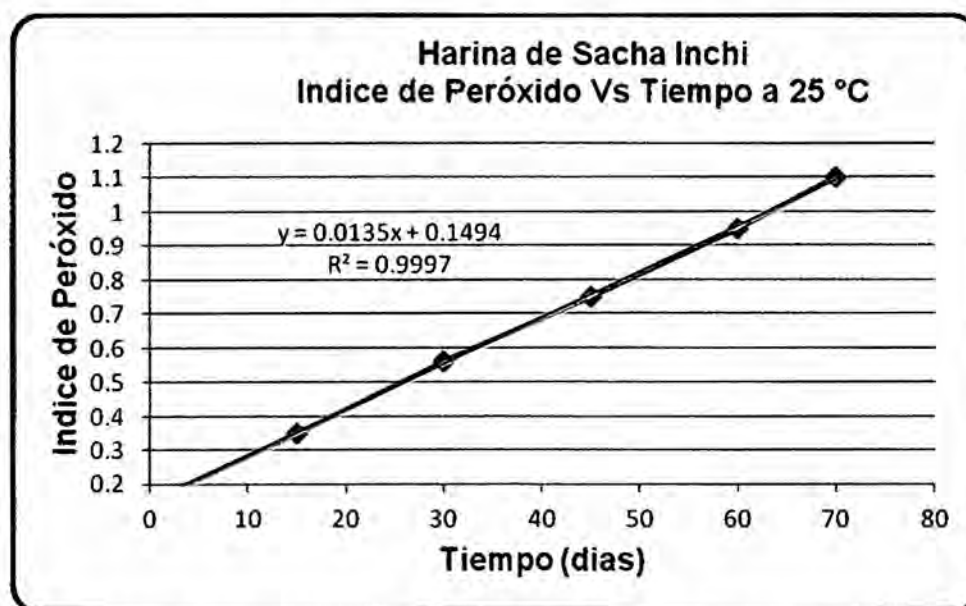


Figura 16: Índice de peróxido con el tiempo a 25 °C, orden cero
Fuente: Elaboración propia, SEHS

2. Reacción Orden Uno a 25 °C

Tabla 09: Resultados del $\ln(IP/IP_0)$ a 25 °C, orden uno

DIAS	Índice de Peróxido a 25°C	$\ln (IP/IP_0)$
0	0,150	0,000
15	0,350	0,847
30	0,560	1,317
45	0,750	1,609
60	0,950	1,846
70	1,100	1,992

Fuente: Elaboración propia, SEHS

AS

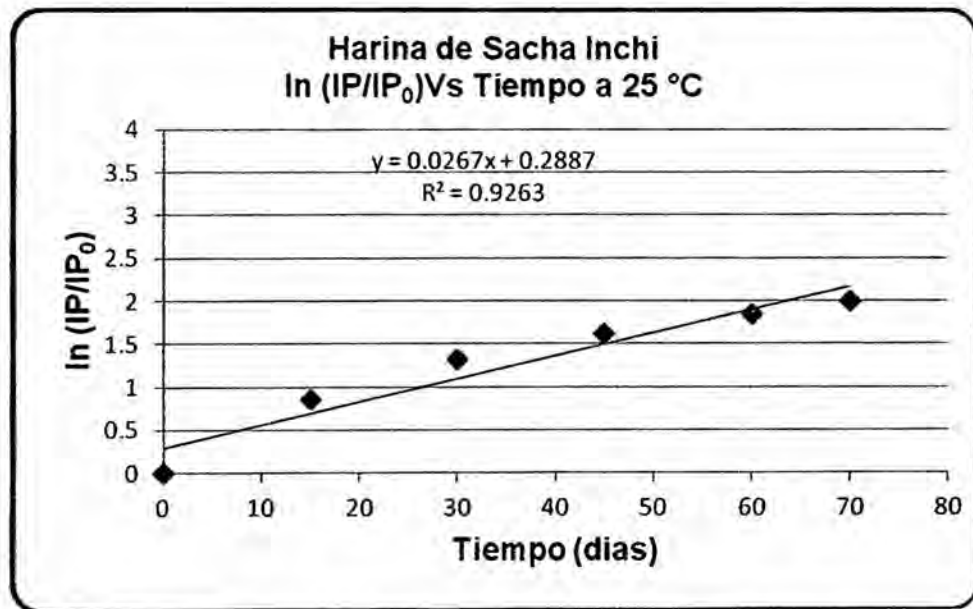


Figura 17: ln(IP/IP₀) en función del tiempo a 25 °C, orden uno
Fuente: Elaboración propia, SEHS

Se puede notar que el valor de R², es mayor para orden Cero, en la reacción en la que se evalúa el índice Peróxidos a 25°C. En la cual la constante de velocidad viene representada por la pendiente de la Recta en el gráfico mostrado.

Orden de Reacción: Cero

$$\text{Velocidad - Reacción} = k = 0,0135 \frac{\text{meqO}_2}{\text{Kg.Aceite} * \text{Dias}}$$

3. Reacción "Orden Cero" a 45 °C

Tabla 10: Resultados de índice de peróxido a 45 °C, orden cero

DÍAS	IP _{45°C}
15	0,420
30	0,830
45	1,230
60	1,650
70	1,920

Fuente: Elaboración propia, SEHS

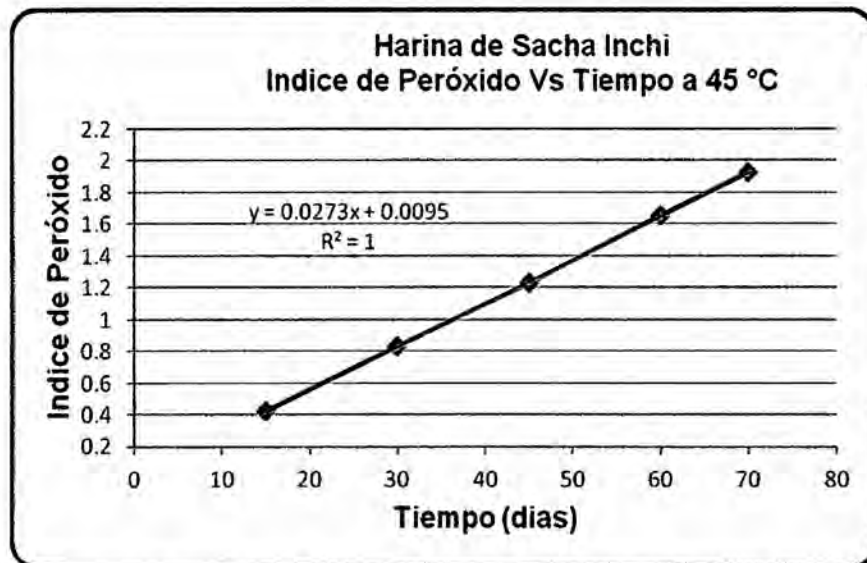


Figura 18: Índice de peróxido con el tiempo a 45 °C, orden cero
Fuente: Elaboración propia, SEHS

4. Reacción "Orden Uno" a 45 °C

Tabla 11: Resultados del $\ln(IP/IP_0)$ a 45 °C, Orden uno

DIAS	IP, 45°C	$\ln (IP/IP_0)$
15	0,420	0,000
30	0,830	0,681
45	1,230	1,075
60	1,650	1,368
70	1,920	1,520

Fuente: Elaboración propia, SEHS

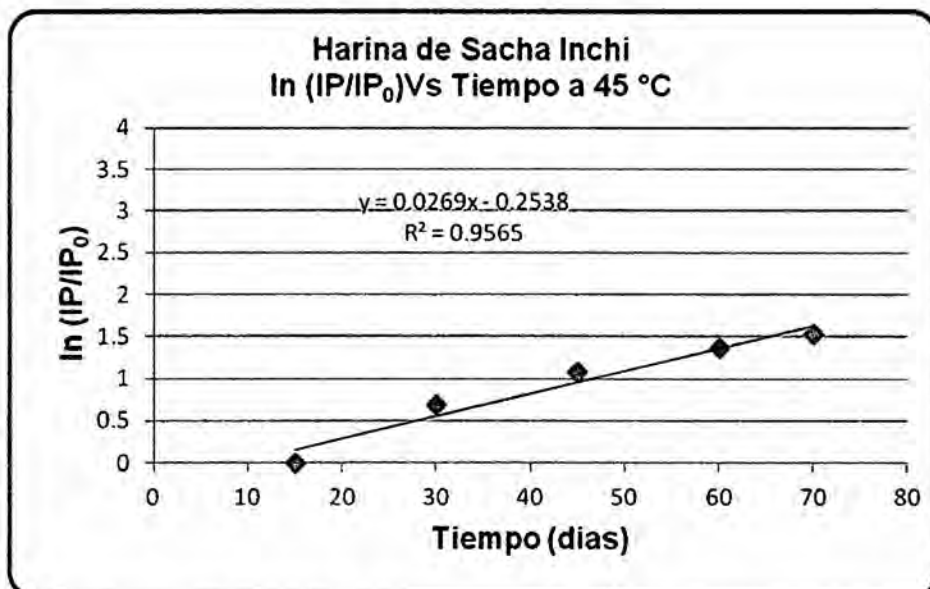


Figura 19: $\ln (IP/IP_0)$ con el tiempo a 45 °C, orden uno
Fuente: Elaboración propia, SEHS

95

Se puede notar que el valor de R^2 , es mayor para orden Cero, en la reacción en la que se evalúa el índice de Peróxidos a 45° C. En la cual la constante de velocidad viene representada por la pendiente de la Recta en el gráfico mostrado.

Orden de Reacción: Cero

$$\text{Velocidad - Reacción} = k = 0,0273 \frac{\text{meqO}_2}{\text{Kg.Aceite.* Dias}}$$

4.1.1.3 % Proteína

Tabla 12: Resultados de % proteína harina de sachá inchi

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Proteína (NX6,25)
T ₀	25 °C	60,2
T ₁₅ días	45 °C	59,7
T ₄₅ días	45 °C	60,9
T ₆₀ días	45 °C	60,4
T ₇₀ días	25 °C	60,6
	45 °C	59,4

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.1.1.4 % Materia Grasa

Tabla 13: Resultados % materia grasa harina de sachá inchi

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	% Materia Grasa
T ₀	25 °C	9,91
T ₁₅ días	45 °C	9,87
T ₃₀ días	25 °C	9,72
	45 °C	9,63
T ₄₅ días	45 °C	9,46
T ₆₀ días	25 °C	9,17
	45 °C	9,12
T ₇₀ días	25 °C	9,33
	45 °C	9,76

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.1.1.5 % Humedad

Tabla 14: Resultados de % humedad harina de sachá inchi

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Húmedad (%)
T ₀	25 °C	5,5667
T ₁₅ días	45 °C	5,0354
T ₃₀ días	25 °C	4,9756
	45 °C	4,4383
T ₄₅ días	45 °C	4,4149
T ₆₀ días	25 °C	5,6269
	45 °C	4,1820

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.1.1.6 Análisis microbiológico

Tabla 15: Análisis microbiológico harina de sachá inchi

Tiempo (días)	T °C ALMA.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS		
		Aerobios Mesofilos (Ufc/g)	Numeración Mohos (Ufc/g)	Numeración de Levaduras (Ufc/g)
T ₀	25 °C	12x10	<10	<10
T _{15 días}	45 °C	8x10	<10	<10
T _{30 días}	25 °C	10x10	<10	<10
	45 °C	9x10	<10	<10
T _{45 días}	45 °C	10x10	<10	<10
T _{60 días}	25 °C	12x10	<10	<10
	45 °C	6x10	<10	<10

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.1.1.7 Análisis sensorial

Tabla 16 Resultado de análisis sensorial harina de sachá inchi

Tiempo (días)	T °C ALMA.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS			
		Color	Olor	Aspecto	Consistencia
T ₀	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T _{15 días}	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T _{30 días}	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T _{45 días}	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T _{60 días}	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T _{180 días}	45 °C	Crema Claro	Rancio	Característico	Polvo
T _{360 días}	25 °C	Crema Claro	Rancio	Característico	Polvo

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.1.2 Harina de Maíz

4.1.2.1 % Acidez

1. Reacción de "Orden Cero" a 25 °C

Tabla 17: Resultados de % acidez a 25 °C, orden cero

DÍAS	%A, 25°C
0	0,080
15	0,110
30	0,158
45	0,221
60	0,282
75	0,375
90	0,486
100	0,596
110	0,698
120	0,802
130	0,848

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

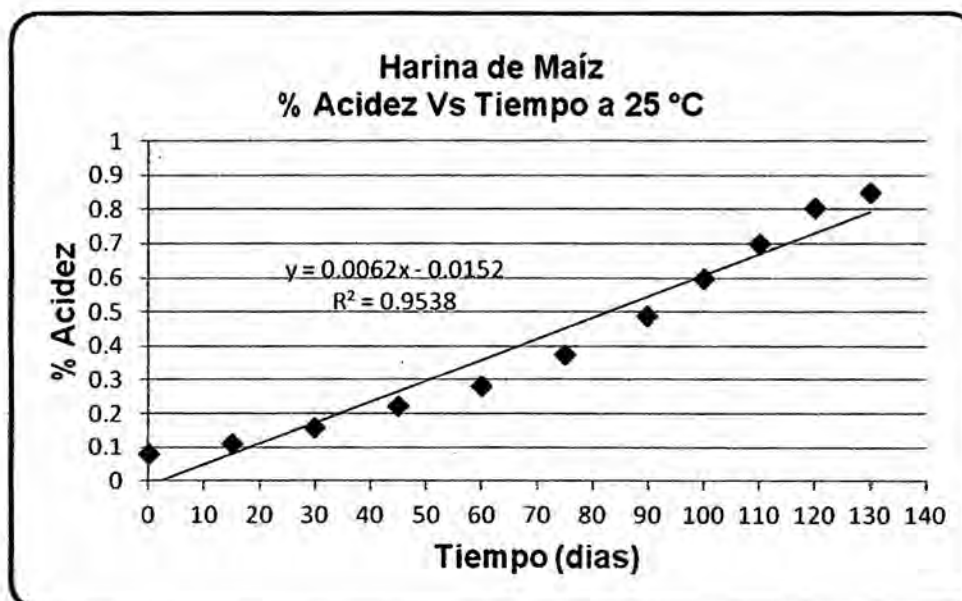


Figura 20: % Acidez con el tiempo a 25 °C, orden cero
Fuente: Elaboración propia, SEHS

↑

2. Reacción de "Orden Uno" a 25 °C

Tabla 18: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 25 °C, orden uno

DIAS	% A, 25°C	$\ln(A/A_0)$
0	0,080	0,000
15	0,110	0,318
30	0,158	0,681
45	0,221	1,016
60	0,282	1,260
75	0,375	1,545
90	0,486	1,804
100	0,596	2,008
110	0,698	2,166
120	0,802	2,305
130	0,848	2,361

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

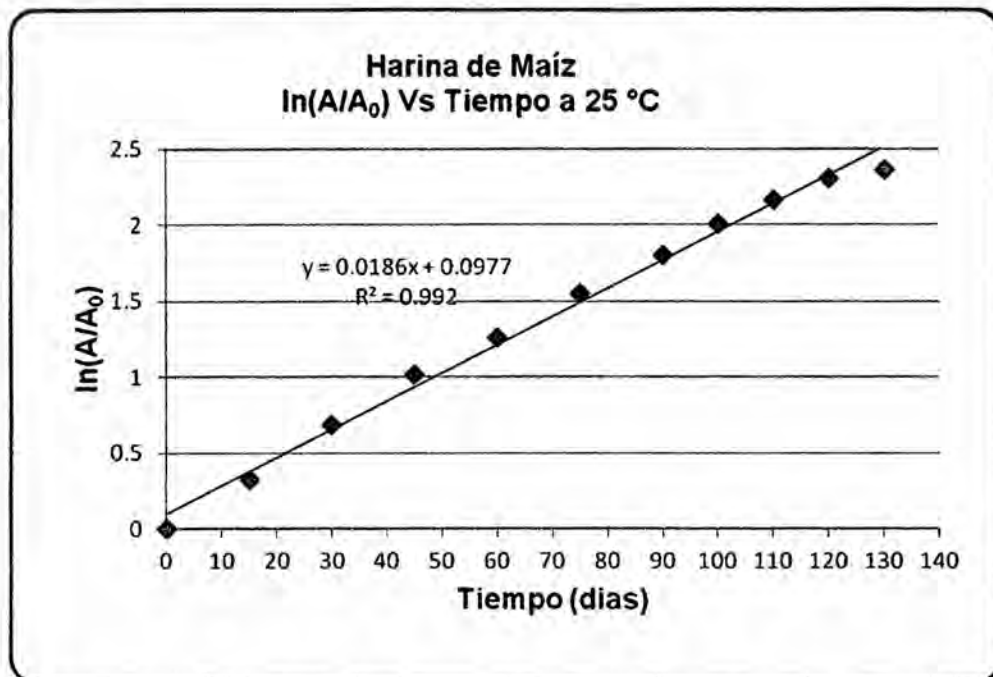


Figura 21: $\ln(A/A_0)$ en función del tiempo a 25 °C, orden uno
Fuente: Elaboración propia, SEHS

Se puede notar que el valor de R^2 , es mayor para orden uno, en la reacción en la que se evalúa el % de Acidez a 25° C. En la cual la constante de velocidad viene representada por la pendiente de la Recta en el gráfico mostrado.

Orden de Reacción: Uno

Velocidad - Reacción = $k = 0,0186 \text{días}^{-1}$

gs

3. Reacción de "Orden Cero" a 45 °C

Tabla 19: Resultados de % acidez a 45 °C, orden cero

DIAS	% A, 45° C
15	0,148
30	0,252
45	0,401
60	0,608
75	0,836

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

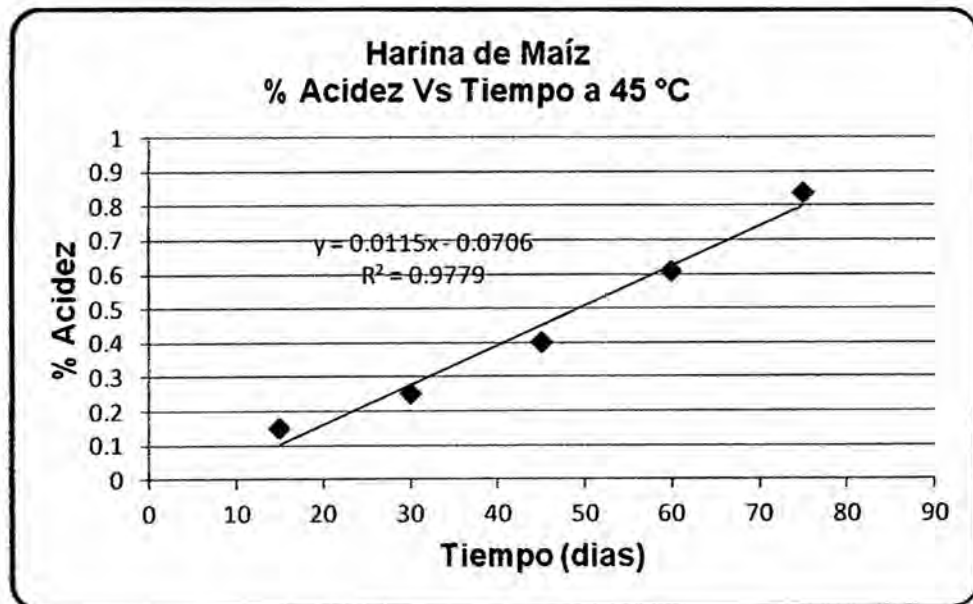


Figura 22: % Acidez con el tiempo a 45 °C, orden cero

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4. Reacción de "Orden Uno" a 45 °C

Tabla 20: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 45 °C, orden uno

DIAS	% A, 45° C	$\ln (A/A_0)$
15	0,148	0,000
30	0,252	0,532
45	0,401	0,997
60	0,608	1,413
75	0,836	1,731

Fuente: Elaboración propia, SEHS

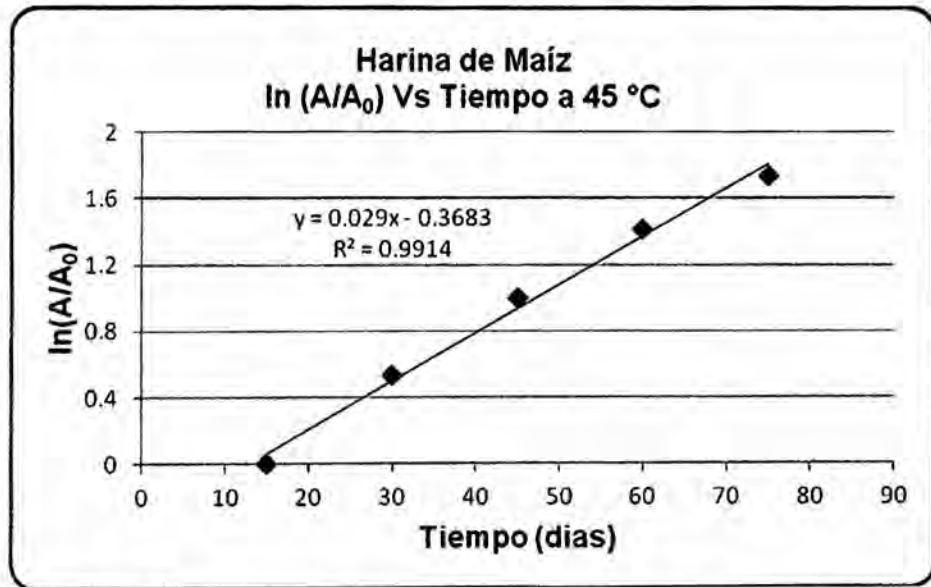


Figura 23: ln(A/A₀) en función del tiempo a 45 °C, orden uno
Fuente: Elaboración propia, SEHS

Se puede notar que el valor de R², es mayor para orden uno, en la reacción en la que se evalúa el % de Acidez a 45° C. En la cual la constante de velocidad viene representada por la pendiente de la Recta en el gráfico mostrado.

Orden de Reacción: Uno

$$\text{Velocidad - Reacción} = k = 0,029\text{días}^{-1}$$

4.1.2.2 Índice de Peróxido

1. Reacción de "Orden Cero" a 25 °C

Tabla 21: Resultados de índice de peróxido a 25 °C, orden cero

DÍAS	IP, 25°C
0	0,100
15	0,350
30	0,560
45	0,790
60	1,050
75	1,240
90	2,380
100	3,150
110	4,450
120	4,980
130	5,610

Fuente: Elaboración propia, SEHS

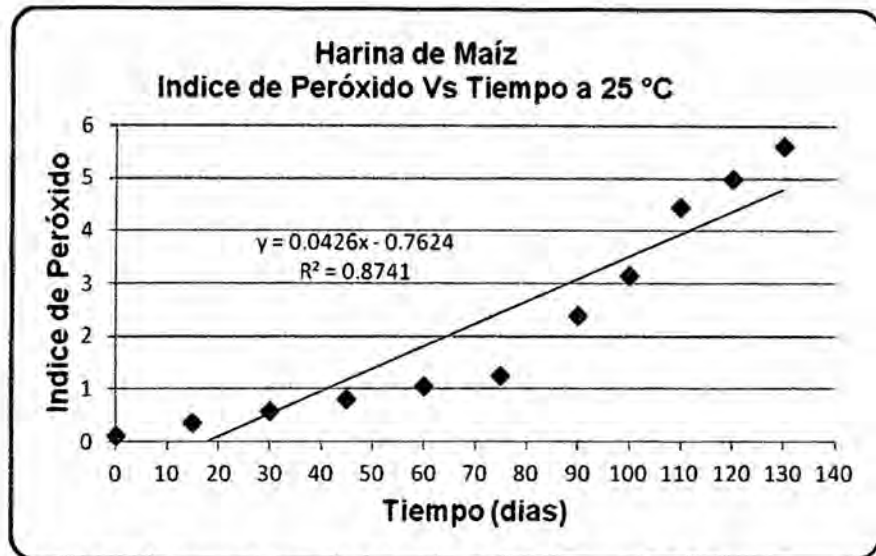


Figura 24: Índice de peróxido con el tiempo a 25 °C, orden cero
Fuente: Elaboración propia, SEHS

2. Reacción de "Orden Uno" a 25 °C

Tabla 22: Resultados de $\ln (IP/IP_0)$ a 25 °C, orden uno

DIAS	IP, 25°C	$\ln (IP/IP_0)$
0	0,100	0,000
15	0,350	1,253
30	0,560	1,723
45	0,790	2,067
60	1,050	2,351
75	1,240	2,518
90	2,380	3,170
100	3,150	3,450
110	4,450	3,795
120	4,980	3,908
130	5,610	4,027

Fuente: Elaboración propia, SEHS

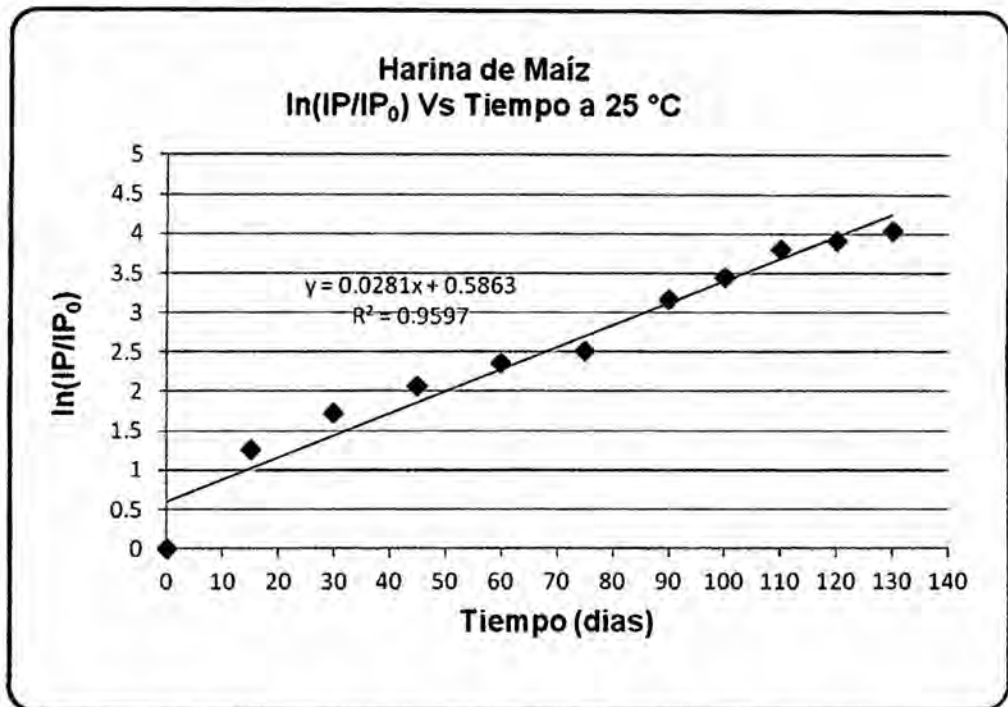


Figura 25: ln (IP/IP₀) con el tiempo a 25 °C, orden uno
Fuente: Elaboración propia, SEHS

Se puede notar que el valor de R², es mayor para orden uno, en la reacción en la que se evalúa el índice Peróxidos a 25° C. En la cual la constante de velocidad viene representada por la pendiente de la Recta en el gráfico mostrado.

Orden de Reacción = Uno

Velocidad – Reacción = k = 0,0281días⁻¹

3. Reacción de “Orden Cero” a 45 °C

Tabla 23: Resultados de índice de peróxido a 45 °C, orden cero

DIAS	IP_t 45°C
15	0,560
30	1,110
45	1,880
60	3,250
75	4,980

Fuente: Elaboración propia, SEHS

AS

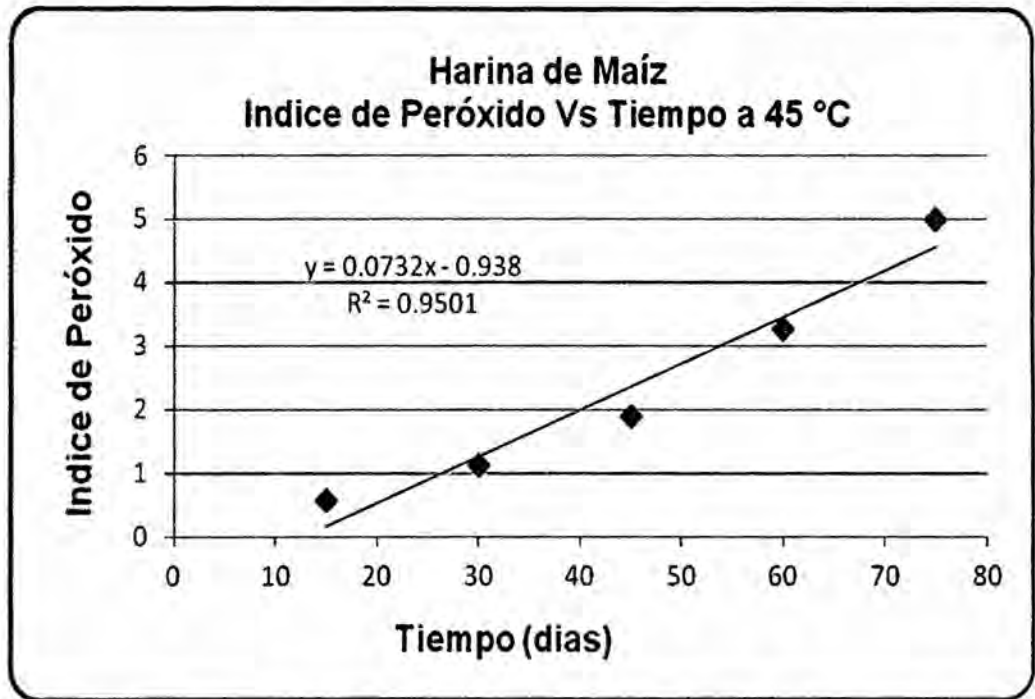


Figura 26: Índice de peróxido con el tiempo a 45 °C, orden cero
Fuente: Elaboración propia, SEHS

4. Reacción de "Orden Uno" a 45 °C

Tabla 24: Resultados de $\ln (IP/IP_0)$ a 45 °C, orden uno

DIAS	IP, 45°C	$\ln (IP/IP_0)$
15	0,560	0,000
30	1,110	0,684
45	1,880	1,211
60	3,250	1,758
75	4,980	2,185

Fuente: Elaboración propia, SEHS

95

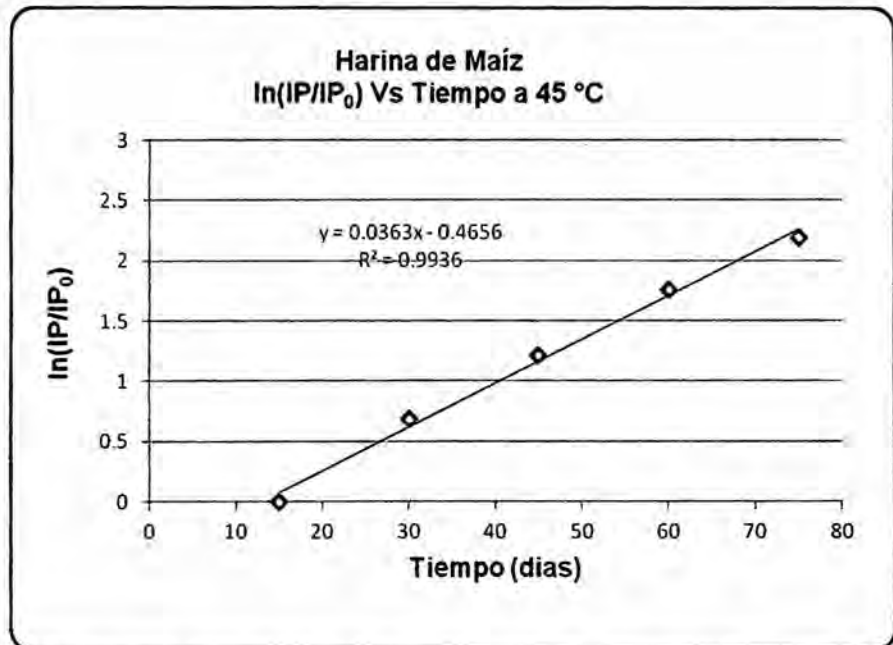


Figura 27: ln (IP/IP₀) con el tiempo a 45 °C, orden uno
Fuente: Elaboración propia, SEHS

Se puede notar que el valor de R^2 , es mayor para orden uno, en la reacción en la que se evalúa el índice Peróxidos a 45° C. En la cual la constante de velocidad viene representada por la pendiente de la Recta en el gráfico mostrado.

Orden de Reacción: Uno

Velocidad – Reacción = $k = 0,0363 \text{días}^{-1}$



4.1.2.3 %Proteína

Tabla 25: Resultados de análisis de % proteína harina de maíz

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Proteína (NX6,25)
T ₀	25 °C	9,2
T ₁₅ días	45 °C	8,82
T ₄₅ días	45 °C	8,64
T ₆₀ días	45 °C	8,73
T ₇₀ días	25 °C	8,67
	45 °C	8,41

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.1.2.4 % Materia Grasa

Tabla 26: Resultados de % materia grasa harina de maíz

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Materia Grasa (%)
T ₀	25 °C	12,63
T ₁₅ días	45 °C	12,2
T ₃₀ días	25 °C	12,16
	45 °C	12,66
T ₄₅ días	45 °C	12,31
T ₆₀ días	25 °C	12,20
	45 °C	12,98
T ₇₀ días	25 °C	12,07
	45 °C	12,17

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.1.2.5 % Humedad

Tabla 27: Resultados de % humedad de harina de maiz

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Húmedad (%)
T ₀	25 °C	10,75
T ₁₅ días	45 °C	11,98
T ₃₀ días	25 °C	12,12
	45 °C	11,14
T ₄₅ días	45 °C	10,98
T ₆₀ días	25 °C	12,35
	45 °C	9,81

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.1.2.6 Análisis microbiológico

Tabla 28: Resultados de análisis microbiológico de harina de maiz

Tiempo (días)	T °C ALMA.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS			
		Bacillus Cerreus Ufc/g	E.Coli NMP/g <1x10 ²	Numeración de hongos Ufc/g	Salmonella (/25 g)
T ₀	25 °C	24X10	<3	29x10 ²	Ausencia
T ₁₅ días	45 °C	<100	<3	43x10 ²	Ausencia
T ₃₀ días	25 °C	<100	<3	18x10 ²	Ausencia
	45 °C	<100	<3	65x10 ²	Ausencia
T ₄₅ días	45 °C	<100	<3	17x10 ²	Ausencia
T ₆₀ días	25 °C	22 X10	<3	57x10 ²	Ausencia
	45 °C	18X10	<3	36x10 ²	Ausencia

Fuente: Elaboración propia, SEHS

AS

4.1.2.7 Análisis sensorial

Tabla 29 Resultado de análisis sensorial de harina de maíz

Tiempo (días)	T °C ALMA.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS			
		Color	Olor	Aspecto	Consistencia
T ₀	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₁₅ días	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₃₀ días	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₄₅ días	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₆₀ días	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
	45 °C	Crema Claro	Rancio	Característico	Polvo
T ₁₄₀ días	25 °C	Crema Claro	Rancio	Característico	Polvo

Fuente: Elaboración propia, SEHS

4.2 Determinación de la Vida Útil de las Harinas

4.2.1 Harina de Sacha Inchi

Dado que se demostró que el orden de Reacción para ambos factores de calidad (índice de peróxidos y % de Acidez) a las temperaturas de 25°C y 45° C, es de orden cero; y teniendo en cuenta que los Límites Máximo Permisible ara estos factores de calidad, Se determina el tiempo de vida útil.

1. Relación con el índice de peróxidos a 25°C

$$t_{VIDA\ ÚTIL} = \frac{(5 - 0.15) \frac{meq\ O_2\ de\ aceite}{kg}}{0.0135 \frac{meq\ O_2\ de\ aceite}{kg \times Días}}$$

$$t_{VIDA\ ÚTIL} = 359\ días = \text{aprox } 12\ meses$$

2. Relación con el índice de peróxidos a 45°C

$$t_{\text{VIDA UTIL}} = \frac{(5 - 0.42) \frac{\text{meq } O_2 \text{ de aceite}}{\text{kg}}}{0.0273 \frac{\text{meq } O_2 \text{ de aceite}}{\text{kg} \times \text{Días}}}$$

$$t_{\text{VIDA UTIL}} = 167 \text{ días} = \text{aprox 5 meses}$$

3. Relación con el % acidez a 25°C

$$t_{\text{VIDA UTIL}} = \frac{(0.8 - 0.325) \frac{\text{g}}{100 \text{ g de Aceite}}}{0.0012 \frac{\text{g}}{100 \text{ g de Aceite} \times \text{Días}}}$$

$$t_{\text{VIDA UTIL}} = 395 \text{ días} = \text{aprox 13 meses}$$

4. Relación con el % acidez a 45°C

$$t_{\text{VIDA UTIL}} = \frac{(0.8 - 0.355) \frac{\text{g}}{100 \text{ g de Aceite}}}{0.002 \frac{\text{g}}{100 \text{ g de Aceite} \times \text{Días}}}$$

$$t_{\text{VIDA UTIL}} = 222 \text{ días} = \text{aprox 7 meses}$$

4.2.2 Harina de Maíz

Dado que se demostró que el orden de Reacción para ambos factores de calidad (índice de peróxidos y % de Acidez) a las temperaturas de 25°C y 45° C, es de orden uno; y teniendo en cuenta que los Límites Máximo Permisible ara estos factores de calidad, Se determina el tiempo de vida útil.

1. Relación con el índice de peróxidos a 25°C

$$t_{\text{VIDA UTIL}} = \frac{\ln\left(\frac{5}{0.10}\right)}{0.0281 \text{ Días}^{-1}}$$

$$t_{\text{VIDA UTIL}} = 140 \text{ Días} = 4 \text{ meses}$$



2. Relación con el índice de peróxidos a 45°C

$$t_{VIDA UTIL} = \frac{\ln\left(\frac{5}{0.56}\right)}{0.0363 \text{ Dias}^{-1}}$$

$$t_{VIDA UTIL} = 60 \text{ días} = 2 \text{ meses}$$

3. Relación con el % acidez a 25°C

$$t_{VIDA UTIL} = \frac{\ln\left(\frac{0.8}{0.08}\right)}{0.0186 \text{ Dias}^{-1}}$$

$$t_{VIDA UTIL} = 123 \text{ días} = 4 \text{ meses}$$

4. Relación con el % acidez a 45°C

$$t_{VIDA UTIL} = \frac{\ln\left(\frac{0.8}{0.148}\right)}{0.029 \text{ Dias}^{-1}}$$

$$t_{VIDA UTIL} = 58 \text{ días} = 2 \text{ meses}$$

β

V. DISCUSION

1. El límite máximo permisible para el % de acidez en harinas es de 0,8% por lo tanto hallamos el tiempo máximo de almacenamiento a temperatura de 25°C fue de 395 días aproximadamente 12 meses; y a condiciones aceleradas 45 °C fue de 222 días aproximadamente 7 meses en harina de sachá inchi; y para harina de maíz a 25 °C se encontró 123 días aproximadamente 4 meses, a condiciones aceleradas 45 °C fue de 58 días aproximadamente 2 meses.
2. El límite máximo permitido para el Índice de Peróxidos en harinas es de 5 meqO₂/Kg aceite, por lo tanto hallamos el tiempo máximo de almacenamiento a temperatura de 25°C es 395 días aproximadamente 12 meses y a condiciones aceleradas 45 °C es 167 días aproximadamente 5,5 meses, para harina de sachá inchi; para harina de maíz a 25 °C se encontró 140 días aproximadamente 4 meses, a condiciones aceleradas 45 °C fue de 60 días aproximadamente 2 meses.
3. Los resultados del % de proteínas de Harina de Sachá Inchi en función al tiempo no presentan variación encontrándose valores de 60,2 % a 0 días y 60,6% en 70 días a 25 °C y de 59,7 % en 15 días y 59,4% en 70 días a 45 °C. así mismo para la harina de maíz se encontraron valores de 9,2% a 0 días y 8,67 % a 70 días a 25°C y de 8,82 % en 15 días y 8,41% en 70 días a 45 °C.

4. El % de materia grasa para Harina de Sacha Inchi a 25 °C y 45 °C en función al tiempo no presentan variación encontrándose valores de 9,91 % a 0 días y 9,33% en 70 días a 25 °C y de 9,87 % en 15 días y 9,76% en 70 días a 45 °C. Para la harina de maíz se encontraron porcentajes de 12,63 % a 0 días y 12,07% en 70 días a 25 °C y de 12,2% en 15 días y 12,17% en 70 días

5. Los resultados del % de humedad de Harina de Sacha Inchi se encontraron valores de 5,57 % a 0 días y 5,63% en 60 días a 25 °C por lo que se observa que % Humedad se incrementó en 0,06% y de 5,04 % en 15 días y 4,18 % en 60 días a 45 °C disminuye en 0,86%. estando dentro de los LMP que para este parámetro se considera como máximo 10%. (AGROINDUSTRIAS OSHO). Para la Harina de maíz los porcentajes fueron de 10,73 % a 0 días y 12,35% en 60 días a 25 °C por lo que se observa que % Humedad se incrementó en 1,62 % y de 11,98 % en 15 días y 9,81 % en 60 días a 45 °C disminuye en 2,17% encontrándose dentro de lo permitido por el Codex Alimentarius.

6. De los análisis microbiológicos los resultados para numero de microorganismo aerobios mesofilos, Numeración de mohos y levaduras se encuentran dentro de los LMP cuyos resultados fueron 12×10 y < 10 UFC/g como máximo. tanto para 25 y 45 °C respectivamente en 60 días; y los resultados para harina de maíz se evaluaron *bacillus cereus* 18×10 Ufc/g a 45 °C y 22×10 Ufc/g a 25 °C; *E. coli* < 3 NMP/g a 25 y 45 °C; Numeración de hongos 36×10^2 Ufc/g a 45 °C y 57×10^2 Ufc/g a 25 °C;

salmonella ausencia/25 g tanto a 25 y 45 °C. cuyos resultados cumplen con la RM 591-2008-SA.

7. Del análisis sensorial de harina de sachá inchi se determinó que a las temperaturas de 25 °C se sintió el olor a rancio en 360 días y 180 días a 45 °C. para la harina de maíz se rancio a 45 °C en 60 días y 140 días a 25 °C. Por lo que la harina integral de maíz debe ser un producto de alta rotación o sacarle el germen para incrementar la vida útil.
8. La vida útil de la harina de sachá se puede establecer a 25 °C en doce meses y a 45 °C en seis meses y la harina de maíz 25 °C en cuatro meses y a 45 °C en dos meses, ya que tienen más representatividad los resultados obtenidos en las pruebas sensoriales. por lo que se determinó que la harina de sachá tiene mayor tiempo de vida útil tanto a 25 y 45 C porque es una harina extruida en comparación a la harina maíz que es una harina integral.
9. Se determinó que el orden de la reacción para los factores de calidad de % de acidez e índice de peróxido fue de orden cero para las temperaturas de 25 °C. y 45 °C para harina de sachá inchi y de primer orden para harina de maíz a las mismas temperaturas y los mismos factores de calidad. debido a que predominan las reacciones de oxidación y tienen alto contenido de aceites Según Labuza, 1985).

VI. REFERENCIALES

1. A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington D.C. A.O.A.C., 1990. 69-79 p.
2. Aguilera, J. (2004) Fat migration in chocolate: Diffusion or Capillary Flow in a particulate Solid – A Hypothesis Paper. *Journal of Food Science*, 69, 167.
3. Allen, M (1993) Nutrition and health, ingredient analysis table feedstuffs reference issue. Ed. Scheid. J. and Muirhead. 65:24-35.
4. Badui, D. (1996) *Química de los alimentos*. México: Alhambra.
5. Brody, A.L. 2003. Predicting Packaged Food Shelf Life. *Food Technology*. 57 (4): 100-102.
6. Casp, A. & April, J. (1999). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
7. Charm, S.E. (2007). Food engineering applied to accommodate food regulations, quality and testing. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*. 16 (1):5-8.
8. Codex Standard 154-1985). Norma del Codez para la harina integral de maíz.
9. Bernardini, E (1986) *Tecnología de Aceites y Grasas*, Ed. Alhambra, p. 270.
10. D.S 009-98-SA: Cumplimiento del art. N°117. Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas.
11. Fennema, O. (2000) *Química de los alimentos*. España: Acribia.
12. Figueroa *et al.*, (1994) Modernización tecnológica del proceso de nixtamalización. *Avance y Perspectiva* 13:323-329.

13. Fu B, Labuza (1993) Shelf-life prediction: theory and application. *Food Control* 4(3):125-131.
14. Giannakourou *et al.*, (2001) Development and assessment of an intelligent shelf life decision system for quality optimization of the food chill chain. *J. Food Protection*. 64(7): 1051-1057.
15. Hamaker, *et a.,/* (1992) Amino acid an fatty an profiles of the inca peneaut (*Plukenetia volubilis*). *Cereal chemi cal*. 69(4), 461-463.
16. Hough, *et al.*,(2003) Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. In: *Journal of Food Science*. Vol. 68; p. 359-362.
17. Huamani & Bautista (2009) *Gestión en el Tercer Milenio, Rev. de Investigación de la Fac. de Ciencias Administrativas, UNMSM (Vol. 12, N° 23, Lima, julio 2009)*.
18. Jong *et al.* 2001 *Shelf-life Evaluation of Foods*. Springer.
19. ICMSF, INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. 1981. *Microorganismos de los Alimentos. Métodos Recomendados*. Acribia S.A., Zaragoza, España.
20. Labuza, T. (1982). Theory and applications of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. *Food Technology*, 36, 66–74.
21. Labuza, T. (1984). Aplication of chemical kinetics to deterioration of foods. *Chemical Education*, 61(4), 348-358.
22. Labuza, T. & Schmidt, M. (1985). Accelerated shelf-life dating of foods. *Food Technology*, 39 (9), 57-134.
23. Labuza, T (1999) The search for shelf life. *Food testing analysis*. Determination of shelf life of foods. 32p.



24. Pozo, R. M. (1992). Proceso de la rancidez oxidativa de los aceites y grasas. (58), 17-29.
25. R.M 449-2006-SA. La Norma Sanitaria para la aplicación del Sistema HACCP en la fabricación de Alimentos y Bebidas.
26. RM 591-2008-SA. Aprueban Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. V.2 Harinas y Sémolas.
27. Man, D. (2002) Shelf life. Food Industry Briefing series. London, UK. Offices. 112p.
28. Man y Jones (1997) Shelf life. Food Industry Briefing series. London, UK. 112p.
29. Singh, R. (2000).Scientific principles of shelf life evaluation. En: Shelf life evaluation of foods.
30. Ureña, M., D'Arrigo, M. y Girón, O. (1999) *Evaluación sensorial de los alimentos*. Lima: Editorial Agraria.
31. Valencia, *et al.* (2008) Efectos de sustitutos de grasa en propiedades sensoriales y texturales del queso crema. Revista Lasallista de investigación. Vol 4. N° 01. p. 20-26
32. Zwietering et al. 1990 Modeling of the bacterial growth curve. Appl. Environ. Microbiol. 56:1875-1881
33. Zwietering et al. 1991 Modelling of bacterial growth as a function of temperature. Appl. Environ. Microbiol. 57, 1094-1101

VII. APENDICES

Tabla 01: Contenido de proteínas y ácidos grasos en Sacha Inchi y otras oleaginosas.

Nutrientes (%)	Semillas de Oleaginosas						
	Sacha Inchi	Soya	Maiz	Girasol	Algodón	Palma	Oliva
Proteínas	29	28		23	24		
Aceite total	54	19		45	48		
Palmitico	3,85	10,5	11	12	7,5	45	13
Estearico	2,54	3,2	2	2,2	5,3	4	3
Oleico	8,28	22,3	28	43,3	29,3	40	71
Linoleico	36,8	54,5	58	36,8	57,9	10	10
Linolénico	48,61	8,3	1				1

Fuente: Huamani & Bautista (2009)

Tabla 03: Características de las harinas para análisis sensorial

HARINA DE MAIZ	HARINA DE SACHA INCHI
Color: Amarillo	Color: Crema Claro
Olor: A cereal	Olor: A cereal
Aspecto: En Polvo libre de grumos	Aspecto: En Polvo libre de grumos
Textura: Suave	Textura: Suave

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

Tabla 02: Análisis químico proximal de Maíz (*Zea Mays*)

Determinación	Valor (%)
Proteína cruda	8,9
Grasa cruda	3,5
Fibra cruda	2,9
Cenizas	1,5
Calcio	0,01
Fosforo	0,25
Materia seca	88,0

Fuente: Allen, 1993

Tabla 04: Resultados de % acidez a 25 °C, orden cero

DIAS	% A, 25°C
0	0,325
15	0,343
30	0,360
45	0,379
60	0,396
70	0,409

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

Tabla 05: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 25 °C, orden uno

DIAS	% A, 25°C	$\ln (A/A_0)$
0	0,325	0,000
15	0,343	0,054
30	0,360	0,102
45	0,379	0,154
60	0,396	0,198
70	0,409	0,230

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

Tabla 06: Resultados de % acidez a 45 °C, orden cero

DIAS	% A, 45°C
15	0,355
30	0,385
45	0,415
60	0,450
70	0,465

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

Tabla 07: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 45 °C, orden uno

DIAS	% A, 45°C	$\ln (A/A_0)$
15	0,355	0,000
30	0,385	0,081
45	0,415	0,156
60	0,450	0,237
70	0,465	0,270

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

Tabla 08: Resultados de índice de peróxido a 25 °C, orden cero

DIAS	Índice de Peróxido, 25°C
0	0,150
15	0,350
30	0,560
45	0,750
60	0,950
70	1,100

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 09: Resultados del $\ln(IP/IP_0)$ a 25 °C, orden uno

DIAS	Índice de Peróxido a 25°C	$\ln (IP/IP_0)$
0	0,150	0,000
15	0,350	0,847
30	0,560	1,317
45	0,750	1,609
60	0,950	1,846
70	1,100	1,992

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 10: Resultados de índice de peróxido a 45 °C, orden cero

DIAS	IP, 45°C
15	0,420
30	0,830
45	1,230
60	1,650
70	1,920

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 11: Resultados del $\ln(IP/IP_0)$ a 45 °C, Orden uno

DIAS	IP, 45°C	$\ln (IP/IP_0)$
15	0,420	0,000
30	0,830	0,681
45	1,230	1,075
60	1,650	1,368
70	1,920	1,520

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 12: Resultados de % proteína harina de sachá inchi

TIEMPO (días)	T °C ALMA:	Proteína (NX6,25)
T_0	25 °C	60,2
T_{15} días	45 °C	59,7
T_{45} días	45 °C	60,9
T_{60} días	45 °C	60,4
T_{70} días	25 °C	60,6
	45 °C	59,4

Fuente: Elaboración propia, SEHS

fs

Tabla 13: Resultados % materia grasa harina de sachá inchi

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	% Materia Grasa
T ₀	25 °C	9,91
T ₁₅ días	45 °C	9,87
T ₃₀ días	25 °C	9,72
	45 °C	9,63
T ₄₅ días	45 °C	9,46
T ₆₀ días	25 °C	9,17
	45 °C	9,12
T ₇₀ días	25 °C	9,33
	45 °C	9,76

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 14: Resultados de % humedad harina de sachá inchi

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Húmedad (%)
T ₀	25 °C	5,5667
T ₁₅ días	45 °C	5,0354
T ₃₀ días	25 °C	4,9756
	45 °C	4,4383
T ₄₅ días	45 °C	4,4149
T ₆₀ días	25 °C	5,6269
	45 °C	4,1820

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 15: Análisis microbiológico harina de sachá inchi

Tiempo (días)	T °C ALMA.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS		
		Aerobios Mesofilos (Ufc/g)	Numeración Mohos (Ufc/g)	Numeración de Levaduras (Ufc/g)
T ₀	25 °C	12x10	<10	<10
T ₁₅ días	45 °C	8x10	<10	<10
T ₃₀ días	25 °C	10x10	<10	<10
	45 °C	9x10	<10	<10
T ₄₅ días	45 °C	10x10	<10	<10
T ₆₀ días	25 °C	12x10	<10	<10
	45 °C	6x10	<10	<10

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 16 Resultado de análisis sensorial harina de sachá inchi

Tiempo (días)	T °C ALMA.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS			
		Color	Olor	Aspecto	Consistencia
T ₀	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₁₅ días	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₃₀ días	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₄₅ días	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₆₀ días	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₁₈₀ días	45 °C	Crema Claro	Rancio	Característico	Polvo
T ₃₆₀ días	25 °C	Crema Claro	Rancio	Característico	Polvo

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 17: Resultados de % acidez a 25 °C, orden cero

DIAS	% A, 25°C
0	0,080
15	0,110
30	0,158
45	0,221
60	0,282
75	0,375
90	0,486
100	0,596
110	0,698
120	0,802
130	0,848

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

Tabla 18: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 25 °C, orden uno

DIAS	% A, 25°C	$\ln(A/A_0)$
0	0,080	0,000
15	0,110	0,318
30	0,158	0,681
45	0,221	1,016
60	0,282	1,260
75	0,375	1,545
90	0,486	1,804
100	0,596	2,008
110	0,698	2,166
120	0,802	2,305
130	0,848	2,361

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

Tabla 19: Resultados de % acidez a 45 °C, orden cero

DIAS	% A, 45° C
15	0,148
30	0,252
45	0,401
60	0,608
75	0,836

Fuente: Elaboración Propia, SEHS

gs

Tabla 20: Resultados del $\ln(A/A_0)$ a 45 °C, orden uno

DIAS	% A, 45° C	$\ln (A/A_0)$
15	0,148	0,000
30	0,252	0,532
45	0,401	0,997
60	0,608	1,413
75	0,836	1,731

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 21: Resultados de índice de peróxido a 25 °C, orden cero

DIAS	IP, 25°C
0	0,100
15	0,350
30	0,560
45	0,790
60	1,050
75	1,240
90	2,380
100	3,150
110	4,450
120	4,980
130	5,610

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 22: Resultados de $\ln (IP/IP_0)$ a 25 °C, orden uno

DIAS	IP, 25°C	$\ln (IP/IP_0)$
0	0,100	0,000
15	0,350	1,253
30	0,560	1,723
45	0,790	2,067
60	1,050	2,351
75	1,240	2,518
90	2,380	3,170
100	3,150	3,450
110	4,450	3,795
120	4,980	3,908
130	5,610	4,027

Fuente: Elaboración propia, SEHS

AS

Tabla 23: Resultados de índice de peróxido a 45 °C, orden cero

DIAS	IP, 45°C
15	0,560
30	1,110
45	1,880
60	3,250
75	4,980

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 24: Resultados de $\ln (IP/IP_0)$ a 45 °C, orden uno

DIAS	IP, 45°C	$\ln (IP/IP_0)$
15	0,560	0,000
30	1,110	0,684
45	1,880	1,211
60	3,250	1,758
75	4,980	2,185

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 25: Resultados de análisis de % proteína harina de maíz

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Proteína (NX6,25)
T ₀	25 °C	9,2
T ₁₅ días	45 °C	8,82
T ₄₅ días	45 °C	8,64
T ₆₀ días	45 °C	8,73
T ₇₀ días	25 °C	8,67
	45 °C	8,41

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 26: Resultados de % materia grasa harina de maíz

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Materia Grasa (%)
T ₀	25 °C	12,63
T ₁₅ días	45 °C	12,2
T ₃₀ días	25 °C	12,16
	45 °C	12,66
T ₄₅ días	45 °C	12,31
T ₆₀ días	25 °C	12,20
	45 °C	12,98
T ₇₀ días	25 °C	12,07
	45 °C	12,17

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 27: Resultados de % humedad de harina de maíz

TIEMPO (días)	T °C ALMA.	Húmedad (%)
T ₀	25 °C	10,75
T ₁₅ días	45 °C	11,98
T ₃₀ días	25 °C	12,12
	45 °C	11,14
T ₄₅ días	45 °C	10,98
T ₆₀ días	25 °C	12,35
	45 °C	9,81

Fuente: Elaboración propia, SEHS

AS

Tabla 28: Resultados de análisis microbiológico de harina de maíz

Tiempo (días)	T °C ALMA.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS			
		Bacillus Cerreus Ufc/g	E.Coli NMP/g 1×10^2	Numeración de hongos Ufc/g	Salmonella (/25 g)
T ₀	25 °C	24X10	<3	29x10 ²	Ausencia
T ₁₅ días	45 °C	<100	<3	43x10 ²	Ausencia
T ₃₀ días	25 °C	<100	<3	18x10 ²	Ausencia
	45 °C	<100	<3	65x10 ²	Ausencia
T ₄₅ días	45 °C	<100	<3	17x10 ²	Ausencia
T ₆₀ días	25 °C	22 X10	<3	57x10 ²	Ausencia
	45 °C	18X10	<3	36x10 ²	Ausencia

Fuente: Elaboración propia, SEHS

Tabla 29 Resultado de análisis sensorial de harina de maíz

Tiempo (días)	T °C ALMA.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS			
		Color	Olor	Aspecto	Consistencia
T ₀	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₁₅ días	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₃₀ días	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₄₅ días	45 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
T ₆₀ días	25 °C	Crema Claro	Característico	Característico	Polvo
	45 °C	Crema Claro	Rancio	Característico	Polvo
T ₁₄₀ días	25 °C	Crema Claro	Rancio	Característico	Polvo

Fuente: Elaboración propia, SEHS

AS