



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**Influencia de Tipo de Envase en la Vida Útil de la Crema de Sacha Inchi
(*Plukenetia volubilis* L.) para Consumo Humano**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR:
Mayté Girano Ramírez

ASESOR:
Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio

Tarapoto – Perú
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

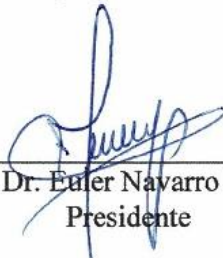
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Influencia de Tipo de Envase en la Vida Útil de la Crema de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para Consumo Humano

Autor:
Mayté Girano Ramírez

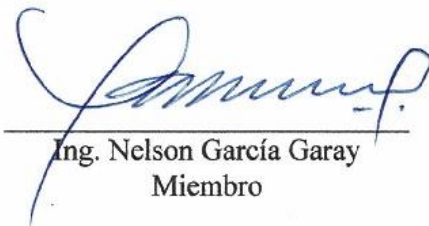
Sustentado y aprobado el 21 de diciembre del 2018 por los siguientes jurados



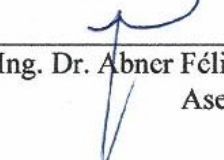
Ing. Dr. Euler Navarro Pinedo
Presidente



Ing. M.Sc. Epifanio Efraín Martínez Mena
Secretario



Ing. Nelson García Garay
Miembro



Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Mayté Girano Ramírez, identificado con DNI N° 71635115, bachiller de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con la tesis titulada: “**Influencia de Tipo de Envase en la Vida Útil de la Crema de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para Consumo Humano**”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 31 de diciembre de 2018.



.....
Mayté Girano Ramírez
DNI N° 71635115



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

| | |
|--|-----------------------------|
| Apellidos y nombres: <i>Girano Ramirez Mayté</i> | |
| Código de alumno : <i>092114</i> | Teléfono: <i>947 685909</i> |
| Correo electrónico : <i>girano.92@gmail.com</i> | DNI: <i>71635115</i> |

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

| |
|--|
| Facultad de: <i>Ingeniería Agroindustrial</i> |
| Escuela Profesional de: <i>Ingeniería Agroindustrial</i> |

3. Tipo de trabajo de investigación

| | | | |
|------------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| Tesis | (X) | Trabajo de investigación | () |
| Trabajo de suficiencia profesional | () | | |

4. Datos del Trabajo de investigación

| |
|--|
| Título: <i>Influencia de Tipo de Envase en la vida Útil de la Crema de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) para Consumo Humano</i> |
| Año de publicación: <i>2018</i> |

5. Tipo de Acceso al documento

| | | | |
|-----------------------|-----|---------|-----|
| Acceso público * | (X) | Embargo | () |
| Acceso restringido ** | () | | |

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

| |
|--|
| |
|--|

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

15/01/2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM - T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis padres Olga Ramírez Panduro y Jaime Girano Pinedo, por su apoyo en toda la etapa de mi formación personal y profesional.

A mis hermanos Marcelo y Erika quienes estuvieron apoyándome durante la ejecución del proyecto.

Agradecimientos

Quiero agradecer a toda mi familia por su apoyo durante mi formación profesional, en especial a mis padres sacrificio y amor brindado siendo un ejemplo de vida para mí.

A mi asesor de tesis, el Ing. Dr. Abner Obregón Lujerio por su acompañamiento, orientación y paciencia durante la ejecución del presente proyecto.

A la Universidad Nacional de San Martín, por el financiamiento del proyecto mediante concurso de pregrado, a través del instituto de investigación y desarrollo.

Al Sr. David Matos Ruíz, por el apoyo usando las maquinaria e instalación de su empresa Selva Tropical Exportaciones EIRL.

A mi amiga Erika Vanesa Guerra Pisco por su apoyo durante el planteamiento y redacción del proyecto, siendo una gran compañera desde el inicio de la universidad.

A todos mis amigos Rafael Vela, Mónica Díaz, Mark Vela, Lucy Saavedra, Ana Lucia Adrianzen, Willian Tuesta, quienes me motivaron a continuar y no desistir en la ejecución de este proyecto cuando me encontraba laborando.

Un agradecimiento especial a José Tuanama Aguilar, quien ha estado a mi lado en todo momento, apoyándome con sus conocimientos durante la redacción y ejecución del presente proyecto, gracias por ser un gran amigo, compañero y pareja.

Al ingeniero Ángel Chávez por su genuina amistad y apoyo con información en la ejecución de este proyecto.

A los miembros del jurado por las sugerencias y recomendaciones en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los técnicos del laboratorio la Sra. Dolly Flores y al Sr. Guido Saavedra por el apoyo desinteresado.

Y a todas las personas que directa o indirectamente formaron parte de este trabajo. A todos muchas gracias.

Índice General

| | |
|---|-----------|
| Dedicatoria | vi |
| Agradecimientos..... | vii |
| Índice General | viii |
| Índice de Tablas..... | xi |
| Índice de Figuras | xiii |
| Resumen | xv |
| Abstract | xvi |
| Introducción..... | 1 |
| CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 1.1. Sacha Inchi..... | 3 |
| 1.1.1. Clasificación taxonómica. | 3 |
| 1.1.2. Características agro botánicas. | 3 |
| 1.1.3. Valor nutricional del Sacha Inchi..... | 6 |
| 1.1.4. Productos de Sacha Inchi: Crema de Sacha Inchi. | 7 |
| 1.2. Oxidación de Lípidos..... | 9 |
| 1.3. Métodos para determinar la vida de vida útil..... | 10 |
| 1.3.1. Reacción cinética..... | 11 |
| 1.3.2. Orden de reacción cinética. | 13 |
| 1.3.3. Predicción de vida en vida útil. | 14 |
| 1.4. Envases | 16 |
| 1.4.1. Materiales para envases y embalajes..... | 17 |
| 1.5. Evaluación Sensorial..... | 21 |
| 1.5.1. Prueba descriptiva: Perfil sabor..... | 21 |
| CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS | 24 |
| 2.1. Lugar de Ejecución | 24 |

| | |
|--|----|
| 2.2. Materia Prima e Insumos | 24 |
| 2.2.1. Materia prima. | 24 |
| 2.2.2. Insumos. | 24 |
| 2.3. Equipos, Materiales y Reactivos de Laboratorio | 24 |
| 2.3.1. Equipos para el estudio de vida útil. | 24 |
| 2.4. Metodología experimental | 26 |
| 2.4.1. Elaboración de crema de Sacha Inchi. | 26 |
| 2.4.2. Envasado. | 28 |
| 2.4.3. Evaluaciones..... | 29 |
| 2.4.4. Predicción de vida útil..... | 29 |
| 2.5. Diseño Estadístico..... | 30 |
| 2.6. Métodos de control | 32 |
| 2.6.1. Acidez titulable. | 32 |
| 2.6.2. Índice de peróxido..... | 32 |
| 2.6.3. Análisis microbiológico. | 32 |
| 2.6.4. Análisis sensorial..... | 32 |
| 2.6.5. Análisis proximal de la crema de Sacha Inchi. | 32 |
| CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 33 |
| 3.1. Caracterización de la Crema de Sacha Inchi..... | 33 |
| 3.2. Estudio de Vida Útil de Crema de Sacha Inchi..... | 33 |
| 3.2.1. Análisis del índice de peróxido de la crema de Sacha Inchi. | 33 |
| 3.2.2. Elección del modelo matemático para determinar la vida útil de la crema de sacha inchi. | 38 |
| 3.2.3. Cálculo del tiempo medio de vida útil de crema de Sacha Inchi. | 39 |
| 3.2.4. Cálculo de modelo de predicción y valor Q_{10} | 40 |
| 3.2.5. Predicción de vida útil a través del modelo de Arrhenius. | 43 |
| 3.2.6. Análisis sensorial de la crema de Sacha Inchi..... | 44 |

| | |
|---|----|
| 3.2.7. Evaluación de vida útil para envase oscuro. | 46 |
| 3.2.8. Análisis proximal de la crema de Sacha Inchi. | 48 |
| 3.2.9. Análisis microbiológico de la crema de Sacha Inchi. | 49 |
| 3.2.10 Análisis de varianza (ANOVA) para la crema de Sacha Inchi | 51 |
| CONCLUSIONES..... | 52 |
| RECOMENDACIONES | 53 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 54 |
| ANEXOS..... | 60 |
| Anexo 1. Análisis microbiológico al iniciar la vida útil..... | 60 |
| Anexo 2. Ficha para evaluación sensorial mensual para ambos envases | 61 |
| Anexo 3. Análisis microbiológico después de 3 meses de almacenado | 62 |
| Anexo 4. Análisis de varianza utilizando el método de Tukey | 68 |
| Anexo 5. Análisis proximal antes del almacenamiento..... | 88 |
| Anexo 6. Análisis proximal de mejor muestra después de 3 meses | 89 |
| Anexo 7. Determinación de vida útil..... | 90 |
| Anexo 8. Elaboración y acondicionamiento de crema de Sacha Inchi..... | 91 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Ficha técnica del Sacha Inchi, ecotipo Apangura</i> | 5 |
| Tabla 2 <i>Componentes químicos de la almendra y ácidos grasos del aceite de Sacha Inchi y otras oleaginosas</i> | 6 |
| Tabla 3 <i>Perfil de ácidos grasos del Sacha Inchi</i> | 7 |
| Tabla 4 <i>Mecanismo de oxidación de lípidos</i> | 10 |
| Tabla 5 <i>Distribución en unidades y peso de crema de Sacha Inchi para análisis de vida útil</i> | 28 |
| Tabla 6 <i>Acondicionamiento de las muestras según temperaturas</i> | 29 |
| Tabla 7 <i>Matriz de análisis según envase y temperatura para el índice de peróxido y prueba sensorial</i> | 31 |
| Tabla 8 <i>Análisis fisicoquímico de la crema de Sacha Inchi previo al almacenamiento</i> | 33 |
| Tabla 9 <i>Datos de índice de peróxido para la crema de Sacha Inchi envase de polipropileno y su aplicación al modelo de reacciones cinéticas</i> | 34 |
| Tabla 10 <i>Datos de índice de peróxido para la crema de Sacha Inchi envase de polipropileno y su aplicación al modelo de reacciones cinéticas</i> | 35 |
| Tabla 11 <i>Correlación y variables del modelo matemático tres temperaturas según su envase para la crema de Sacha Inchi</i> | 39 |
| Tabla 12 <i>Tiempo medio de vida útil de crema de Sacha Inchi en semanas a tres temperaturas y dos tipos de envases</i> | 40 |
| Tabla 13 <i>Ln de la vida útil de las tres temperaturas estudiadas</i> | 40 |
| Tabla 14 <i>Datos del inverso de la temperatura con respecto al ln de la vida útil</i> | 43 |
| Tabla 15 <i>Resumen de valores de Q_{10}, E_a y tiempos de vida útil a 20°C</i> | 44 |
| Tabla 16 <i>Perfil sensorial a tres temperaturas para envase del polipropileno</i> | 45 |
| Tabla 17 <i>Perfil sensorial a tres temperaturas para envase de vidrio</i> | 45 |
| Tabla 18 <i>Índice de peróxido en envase oscuro y envase transparente a 25°C por 1 mes</i> .. | 47 |
| Tabla 19 <i>Modelo matemático cinética de orden cero para determinar velocidad de reacción entre un envase de vidrio oscuro y uno transparente</i> | 47 |
| Tabla 20 <i>Análisis proximal de la crema de Sacha Inchi después del almacenamiento a 15°C en envase de vidrio</i> | 48 |
| Tabla 21 <i>Resultados de análisis microbiológico de la crema de Sacha Inchi antes del almacenamiento</i> | 49 |

| | |
|--|----|
| Tabla 22 <i>Resultados del análisis microbiológico de crema de Sacha Inchi usando envase de vidrio y polipropileno diferentes temperaturas a tres meses.....</i> | 50 |
|--|----|

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Sacha inchi (a) Frutos verdes; (b) Frutos Maduros; (c) Semillas (Obregón, 1996). | 4 |
| <i>Figura 2.</i> Flujograma para la obtención de crema Sacha Inchi para consumo humano..... | 9 |
| <i>Figura 3.</i> Gráfico de vida útil y relación con sus pendientes | 15 |
| <i>Figura 4.</i> Diseño experimental para determinar la influencia del tipo de envase en la vida útil de la crema de Sacha Inchi para consumo humano..... | 26 |
| <i>Figura 5</i> Flujograma para el proceso de obtención de crema Sacha Inchi (Guerra, 2016).27 | |
| <i>Figura 6.</i> Curva de velocidad de reacción cinética de orden cero en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de polipropileno a 15°C, 25°C, y 35 °C | 36 |
| <i>Figura 7.</i> Curva de velocidad de reacción cinética de orden cero en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de vidrio a 15°C, 25°C, y 35 °C. | 36 |
| <i>Figura 8.</i> Curva de velocidad de reacción cinética de orden uno en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de polipropileno a 15°C, 25°C, y 35 °C | 37 |
| <i>Figura 9.</i> Curva de velocidad de reacción cinética de orden uno en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de vidrio a 15°C, 25°C, y 35 °C | 37 |
| <i>Figura 10.</i> Curva de velocidad de reacción cinética de orden dos en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de polipropileno a 15°C, 25°C, y 35 °C | 38 |
| <i>Figura 11.</i> Curva de velocidad de reacción cinética de orden cero en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de vidrio a 15°C, 25°C, y 35 °C | 38 |
| <i>Figura 12.</i> Gráfica del Ln de la vida útil vs la temperatura para la crema de Sacha Inchi en envase de vidrio. | 41 |
| <i>Figura 13.</i> Gráfica del Ln de la vida útil vs la temperatura para la crema de Sacha Inchi en envase de plástico. | 41 |
| <i>Figura 14.</i> Perfil de sabor para el envase de plástico (polipropileno)..... | 45 |
| <i>Figura 15</i> Perfil de sabor para el envase de vidrio..... | 46 |

| | |
|--|----|
| <i>Figura 16.</i> Índice de peróxido de crema de Sacha Inchi para envase de vidrio transparente y oscuro. | 47 |
|--|----|

Resumen

Se estudió la influencia del tipo de envase en la vida útil de la crema de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L) para consumo humano, mediante pruebas aceleradas de almacenamiento 15, 25 y 35°C, utilizando dos tipos de envases: envase de polipropileno y envase de vidrio, tomando como indicador de deterioro el índice de peróxido durante 12 semanas. La predicción de vida útil basada en reacciones cinéticas de orden cero estableciendo un límite de índice de peróxido de 15 meq O₂/kg, la misma que correlaciona con la prueba sensorial (descriptor de sabor oxido rancio) cuya intensidad fue percibida de ligero a moderada y en el análisis microbiológico de la crema de sacha inchi se vio afectada la numeración de *S. aureus* (NMP/g) pasando de <10 a <100 y numeración de mohos (UFC/g) pasando de <10 a 20 para el envase de polipropileno a 25°C basándose en NTS (2008) en la categoría 4.1.

El modelo de predicción de vida útil para cualquier temperatura para el envase de vidrio transparente usando $Q_{10}=1.733$, fue $t_f=15.721 e^{-0.034T}$ mientras que para el envase de polipropileno con $Q_{10}=1.405$ fue $t_f=30.630 e^{-0.55T}$.

Adicionalmente se realizó una prueba comparativa con envase de vidrio transparente y oscuro a 25°C durante un mes; la vida útil fue 6.93 y 17.9 semanas respectivamente, evidenciando la influencia de la luz en la conservación de crema de Sacha Inchi.

Palabras Clave: Envase, vida útil, Sacha Inchi, gráfico de vida útil, ecuación de Arrhenius.

Abstract

The influence of the type of container on the useful life of Sacha Inchi cream (*Plukenetia volubilis* L) for human consumption was studied through accelerated storage tests 15, 25 and 35 °C, using two types of containers: polypropylene container and glass container, taking as an indicator of deterioration the peroxide index for 12 weeks. The prediction of useful life based on zero-order kinetic reactions establishing a peroxide index limit of 15 meq O₂ / kg, the same as correlated with the sensory test (flavor descriptor rancid oxide) whose intensity was perceived as light to moderate and in the microbiological analysis of the Sacha Inchi cream, the numbering of *S. aureus* (NMP / g) was affected, going from <10 to <100 and numbering of mold (CFU / g) going from <10 to 20 for the packaging of polypropylene at 25 °C based on NTS (2008) in category 4.1.

The life-time prediction model for any temperature for the transparent glass container using $Q_{10} = 1.733$, was $t_f = 15.721 e^{-0.034T}$ while for the polypropylene container with $Q_{10} = 1.405$ it was $t_f = 30.630 e^{-0.55T}$.

In addition, It was performed a comparative test with a transparent and dark glass container at 25 ° C for one month; the useful life was 6.93 and 17.9 weeks respectively, evidencing the influence of light on the conservation of Sacha Inchi cream.

Keywords: Container, shelf life, Sacha Inchi, life graph, arrhenius equation.



Introducción

Nuestra sociedad contemporánea se caracteriza por un gran interés en la alimentación, este interés radica en dos áreas del conocimiento, el de la nutrición y el de la tecnología de alimentos. Estos a su vez se dividen en dos preocupaciones importantes para cualquier país: la salud de su población y la economía (Contreras, 2002).

Estudios tempranos en el campo de la nutrición lograron combatir enfermedades carenciales así como identificar a los alimentos que podían evitarlas (Thompson, Manore, & Vaughan, 2008). A finales del siglo XX la nutrición como ciencia dejó a un lado sus investigaciones sobre enfermedades carenciales para atacar un nuevo reto en la salud: las enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes, enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (Thompson, Manore, & Vaughan, 2008).

El mercado de alimentos funcionales se ha incrementado y se pronostica una mayor demanda de productos de buen sabor y fáciles de usar, así como una larga vida útil y que se ajuste a las recomendaciones nutricionales, como son: una disminución en el contenido total de grasas saturadas y una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega 3 y 6. Estos requerimientos tienen el problema de la oxidación en los lípidos y enfatiza la necesidad de soluciones efectivas, asegurando la vida de útil y la calidad sensorial de nuevos productos (Báez, 2008).

Como una nueva alternativa de productos alimenticios funcionales, se considera los elaborados a base de Sacha Inchi, por su alto contenido de omega 3 (48,6%) (Chirinos et al., 2009), generando así gran expectativa en el mercado global, en esta perspectiva la presente investigación se orienta a predecir la vida útil de un derivado de este producto, siendo la crema de Sacha Inchi para consumo humano usando envases de polipropileno y vidrio, comprobando este último como mejor envase ya que reduce la pronta oxidación de lípidos.

El presente trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar la influencia del tipo de envase en la vida útil de la crema de Sacha Inchi para consumo humano.

Objetivos específicos:

Pruebas físico químico y proximal de la crema de Sacha Inchi envasado en envase de vidrio y polipropileno.

Evaluar la influencia de dos tipos de envases (polipropileno y vidrio) en la vida útil de la crema de Sacha Inchi para consumo humano.

Predecir la vida útil de la crema de Sacha Inchi para consumo humano, basado en reacciones cinéticas.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Sacha Inchi

El Sacha Inchi es una oleaginosa, también conocido como el maní de los Incas, es el nuevo cultivo oleaginoso incorporado en la actividad agrícola del hombre moderno, debido a su alta concentración de aceites esenciales para la dieta humana; según Armijos (2014), la primera mención científica fue en 1980 a consecuencia de los análisis del contenido de ácidos grasos y proteína realizados por la Universidad de Cornell de USA, donde determinaron que la semilla de Sacha Inchi presenta un elevado contenido de aceite (33%) y proteínas (49%). Es un valioso aporte de la biodiversidad de la Amazonía y zona tropical de la tierra, como también, a la demanda nutricional y medicinal del ser humano (Centro de Investigación, Educación y Desarrollo CIED Selva Central, 2008).

1.1.1. Clasificación taxonómica.

Según Macbride (1995) la taxonomía del Sacha Inchi es la siguiente:

- Reino : Vegetal
- División : Spermatophyta
- Sub división : Angiospermae
- Clase : Dicotiledónea
- Orden : Euphorbiales
- Familia : Euphorbiaceae
- Género : Plukenetia
- Especie : *Plukenetia volubilis* L
- Nombre común: Sacha Inchi, Sacha Inchic, sachá maní, maní del monte, maní del inca, inca peanut, duce, amauebe, amui-o (v. huitoto), sachá yachi, sachá yuchi, sachá yuchiqui, yuchi (v. cashibo), sampannakii, suwaa, Brack.

1.1.2. Características agro botánicas.

El Sacha Inchi es una planta oleaginosa, silvestre, semileñosa, perenne y trepadora, originaria de la franja tropical de la tierra, en el Perú ha sido reportada en la Selva, desde los 80 m.s.n.m. hasta una altitud de 1,800 m.s.n.m. El tallo es de hábito rastrero y puede alcanzar la altura del tutor que lo cobija, pero en un sistema intensivo se debe

establecer tutores y espalderas para limitar su desarrollo hasta una altura de 1.70 m. ó 2.00 m. Las hojas son alternas, acorazonadas, con bordes dentados, puntiagudas, de 10 a 12 cm. de largo y 8 a 10 cm. de ancho, con pecíolos de 2 cm. a 6 cm. de largo. Posee flores diminutas que produce una cápsula (de 3 a 5 cm de diámetro) con una semilla de forma lenticulares, comprimidas lateralmente y de color marrón con manchas irregulares más oscuras, cada una de 15 a 20 mm de ancho y de 7 a 8 mm de espesor, con un peso promedio de 1 g. Según Obregón (1996), el fruto del Sacha Inchi está compuesto por 44% de pericarpio, 53 % de almendra y 15 % de tegumento. En la Figura 1 se observa los diferentes estados de madurez del Sacha Inchi, verde brillante cuando es tierna y marrón cuando está madura (Arévalo, 2000).



Figura 1. Sacha inchi (a) Frutos verdes; (b) Frutos Maduros; (c) Semillas (Obregón, 1996).

Asimismo para el cultivo Chirinos et al. (2009) menciona que las semillas se propagan colocando una semilla por hoyo y se utiliza el sistema de tutoraje vivo; por lo general, se elige la eritrina por su rápido desarrollo y por tratarse de una leguminosa y se distribuye aproximadamente un kilo de semilla por hectárea, con una distancia entre hileras de 2,5 a 3 metros y de 3 metros entre cada planta, con una profundidad de 2 a 3 centímetros. Según el mismo autor, el control de plagas como las hormigas se realiza bajo un control químico localizado en los nidos y, de presentarse otros insectos masticadores y chupadores, un control biológico. La cosecha se realiza en forma manual, cuando las capsulas toman color marrón, ya que es cuando el fruto se desprenden fácilmente, y se inicia después de nueve

meses de la siembra, Torres et al (2009). Luego de la cosecha, las cápsulas se ponen al sol y, por ser dehiscentes, expulsan las semillas. En caso esto no ocurra, se realiza la trilla manual con cuidado de no partir la semilla (Chirinos et al., 2009).

En la actualidad existen registrados cerca de 51 ecotipos con una amplia variabilidad genética, y que se encuentran distribuidos en las regiones San Martín, Ucayali, Junín, Loreto, Cusco y Huánuco (Cachique, 2006).

Según Palacios (2008) la alta variabilidad genética, los ecotipos: Pinto Recodo, Tambo Yaguas, Muyuy y Río Putumayo, alcanzan los más altos rendimientos de semilla en el primer año de evaluación, con tutores vivos, podas agresivas y bajo condiciones de suelo y clima no muy adecuados para el cultivo; otros ecotipos como Lamas y Shanao son ecotipos, cuyas características son: humedad 8.5%, proteína 27.4%, aceite 41.7%, cenizas 2.1%, fibra 2.6%, carbohidratos 17.7% para la variedad Lamas; humedad 7.9%, proteína 25.8%, aceite 40.5%, cenizas 2.0%, fibra 3.0%, carbohidratos 20.8% para la variedad Shanao.

Dentro de la variedad Lamas, se encuentra el ecotipo Apangura proveniente de la provincia de Lamas, ubicado en el distrito de Pamashto, en la Tabla 1 se puede observar la ficha técnica descrito por Sánchez (2008).

Tabla 1

Ficha técnica del Sacha Inchi, ecotipo Apangura

| Provincia de Lamas: Sector Apangura | | |
|--|-----------|----------|
| Localización en coordenadas | | |
| Altitud: 830 m.s.n.m. | | |
| 18 M = 0323676 | | |
| UTM=9295204 | | |
| Características destacadas de la accesión | | |
| Susceptibilidad a <i>Meloïdogyne</i> incogníta | Nivel | Moderado |
| Hábito de crecimiento | Tipo | Trepador |
| Diámetro de cápsula | Cm | 5,31 |
| Diámetro de semilla | Cm | 2,07 |
| Cáscara | % | 54,42 |
| Semilla | % | 45,58 |
| Susceptibilidad al stress hídrico | Nivel | Moderado |
| Peso de 100 semillas | Gramos | 110,52 |
| Nº de Cosechas/Año | Veces | 24 |
| Rendimiento cosecha | Kg/Ha/año | 1625 |
| Rendimiento aceite | % | 41.6 |

Fuente: (Sánchez, 2008)

1.1.3. Valor nutricional del Sacha Inchi

Una de las características principales que hace atractiva la semilla de Sacha Inchi frente a otros productos alternativos es su alto contenido de aceites (54%) y proteínas (33%) (Hamaker, 1992). Además, es una de las semillas que posee mayor cantidad de ácidos grasos omega 3 (48,6%).

Por esta razón, el Sacha Inchi es un alimento concentrado con más grasa que la crema de leche, más calorías que el azúcar y mayor calidad en vitaminas, proteínas y minerales que la carne de res (Valles C. R., 1990). Esta característica lo hace muy recomendable como alimento frente a otros productos como la aceituna, las semillas de lino y el pescado (Chirinos et al., 2009).

Asimismo el porcentaje de ácidos grasos semilla de Sacha Inchi supera a todas las semillas oleaginosas utilizadas para la producción de aceites para consumo humano, como oliva, soya, girasol y palma, entre otros (Chirinos et al., 2009). En la Tabla 2, se muestra la composición del Sacha Inchi comparado con otras oleaginosas, destacando su alto contenido graso y contenido de ácidos grasos esenciales.

Tabla 2

Componentes químicos de la almendra y ácidos grasos del aceite de Sacha Inchi y otras oleaginosas

| Componentes Principales | Sacha Inchi | Soya | Maní | Algodón | Girasol |
|-------------------------|-------------|---------|--------|---------|---------|
| Humedad | 4.2 | 11.7 | 7.3 | 8.1 | 4.8 |
| Proteínas | 33.3 | 28.2 | 23.4 | 32.9 | 24.0 |
| Grasas | 48.7 | 18.9 | 45.3 | 16.1 | 47.3 |
| Carbohidratos | 9.5 | 35.7 | 19.5 | 36.7 | 3.8 |
| Fibra | 1.6 | 4.6 | 2.1 | 4.8 | 11.1 |
| Cenizas | 2.7 | 5.5 | 2.4 | 6.2 | 4.0 |
| K cal | 562.0 | 401.0 | 539.0 | 398.0 | 495.0 |
| Ácidos Grasos | | | | | |
| Mirística | | 0.3 | | | |
| Palmítico | 3.9 | 12.6 | 6-9 | 20-23 | 3-6 |
| Esteárico | 3.3 | 3.4 | 3-6 | 1-3 | 1-3 |
| Oleico | 10.8 | 20.3 | 53-71 | 23-25 | 14-43 |
| Linoleico | 37.8 | 59.9 | 13-27 | 42-54 | 44-75 |
| Índice de Yodo | 192.0 | 120-143 | 82-106 | 108 | 125-140 |

Fuente: (Hazen & Stowesand, 1980)

En la Tabla 3 se observa el porcentaje de ácidos grasos del Sacha Inchi según el análisis de diferentes autores de forma comparativa de la siguiente manera:

Tabla 3
Perfil de ácidos grasos del Sacha Inchi

| Ácidos grasos % | Lovon & Echegaray (2006) | Sánchez, (2008) | NTP, (2009) | Mantequilla de Sacha Inchi, (2006)* |
|-----------------|--------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------------|
| Palmítico | 3,88 | 4,64 | | 4,04 |
| Esteárico | 2,88 | 3,21 | 8,9 | 2,9 |
| Oleico | 9,6 | 9,85 | | 9,66 |
| Linolenico | 36,8 | 41,25 | 32,1 | 46,62 |
| Linoleico | 45,2 | 41,03 | 44,7 | 35,67 |

Fuente: (Lovon & Echegaray, 2006)*; (NTP, 2009); (Sánchez, 2008)

1.1.4. Productos de Sacha Inchi: Crema de Sacha Inchi.

Los objetivos a largo plazo de los estudios sobre el Sacha Inchi se encaminan a la búsqueda de nuevas formas y modos de empleo de la semilla para el consumo humano, por ejemplo, como concentrado de proteínas para lactantes o harina desgrasada con elevado contenido de proteínas, entre otros.

Estimaciones técnicas provenientes de pruebas industriales señalan la posibilidad de obtener del Sacha Inchi una tonelada métrica de residuos sólidos de la semilla luego del prensado, también llamados «torta», por cada hectárea al año y una tonelada métrica de aceite crudo por hectárea al año. El principal derivado de la semilla de Sacha Inchi es el aceite del mismo nombre. Otros derivados conocidos son el maní de Sacha Inchi, la semilla tostada, y la mantequilla producida artesanalmente para autoconsumo (Chirinos et al., 2009).

La mantequilla o crema de Sacha Inchi es un producto untable para consumo humano, producido como una alternativa de diversificación del uso de Sacha Inchi.

Una crema para untar es un producto molido, cohesivo, sano a partir de tostado o freído provenientes de granos maduros, los cuales se les adiciona sal y agentes saborizantes permitidos, que pueden ser elaborados a base de nueces o semillas oleaginosas (Reyes & Ulloa, 2003),

Lovon & Echegaray (2006), elaboraron “mantequilla de Sacha Inchi”, con características organolépticas aceptables con múltiples posibilidades de aplicación agroindustrial, evaluando las características químicas y estabilidad de los lípidos.

Torres et al. (2009), en su artículo, “aplicación del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la elaboración de mantequilla con alto contenido de omega 3 y evaluación de sus aceptabilidad”, determino el mejor proceso de elaboración con tratamientos con baja

intensidad de tostado, 0,4% de sal y 16% de aceite vegetal. La metodología experimental consistió en caracterizar la materia prima en el aspecto físico y someter a las operaciones del proceso tales como: pesado, limpieza, descascarillado, tostado y formulación. La comprobación de la aceptabilidad de la mantequilla de Sacha Inchi, se observó que el 73% de los panelistas que participaron en la evaluación sensorial del producto mostraron su disposición en adquirir y a consumir el producto si este se encontrara a la venta en cualquier establecimiento comercial.

Así mismo Guerra (2016) evaluó el efecto del tostado por método convencional y tratamiento por horno microondas en color de granos de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para la elaboración de crema de consumo humano, utilizando diferentes formulaciones, a continuación se describe la metodología utilizada por la autora para la elaboración de crema de Sacha Inchi. En la Figura 2, se presenta el tostado por el método de horno microondas y formulación recomendada para la crema de Sacha Inchi:

a) *Recepción de la materia prima*

La materia prima (semillas de Sacha Inchi) se recibieron en bolsas polietileno de alta densidad a temperatura ambiente, y se acondiciona sobre la mesa de trabajo.

b) *Descascarado y selección*

Las semillas fueron desprovistas de su capa leñosa exterior para obtener la almendra dando un pequeño golpe (con un martillo) en la parte lateral de la semilla. Se seleccionan las almendras que no tuvieron signos de deterioro por enmohecimiento, daños físicos (almendras rotas), todo lo cual favorece el deterioro oxidativo.

c) *Tostado*

Las almendras de Sacha Inchi se tostaron mediante método horno microondas a 1,2 Kw a 8 minutos en bandejas de aluminio que fueron colocadas en el horno microondas.

d) *Enfriado*

Posteriormente se colocaron las almendras tostadas sobre una bandeja para el descenso de su temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente, aproximadamente 15 minutos.

e) *Molienda y mezclado*

La molienda de las almendras tostadas se realizó en un molino de discos manual, para obtener crema mezclando, 1,5 % de panela, 5% de aceite de Sacha Inchi, 0,4 % de sal y 2% de Lecitina de soya.

f) *Envasado*

Se envasaron en envases de polietileno de alta densidad de color transparente, con capacidad de 100 g.

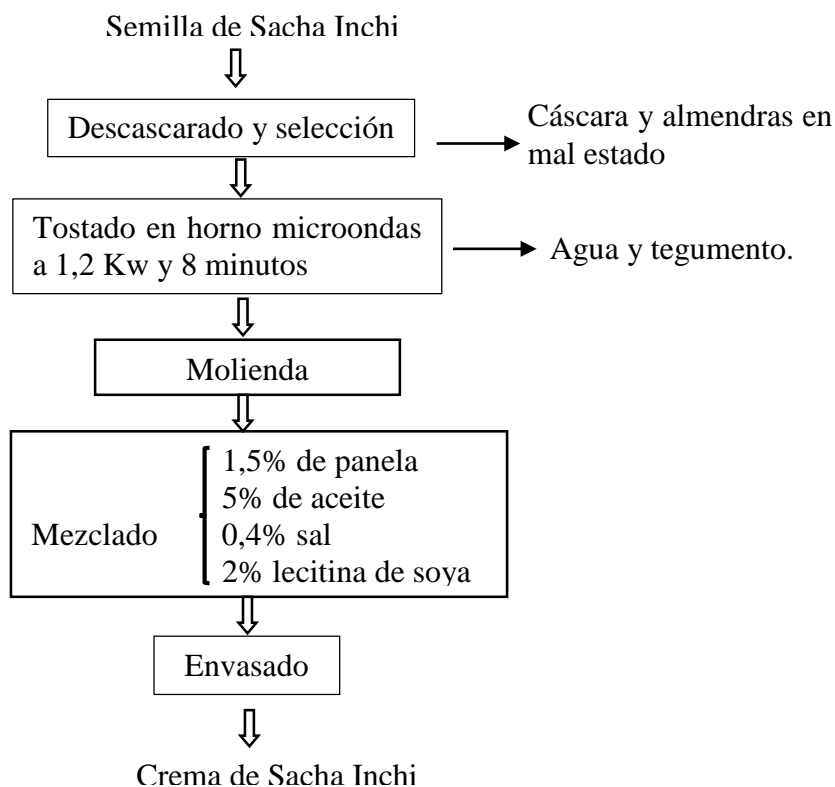


Figura 2. Flujograma para la obtención de crema Sacha Inchi para consumo humano (Guerra, 2016)

1.2. Oxidación de Lípidos

El término rancidez se usa para describir los diferentes mecanismos a través de los cuales se altera los lípidos y se ha dividido en dos grupos: lipólisis o rancidez hidrolítica y autooxidación o rancidez oxidativa (Badui, 1999).

Sharma et al. (2003) señalan que la oxidación lipídica que se produce en el cuerpo se llama peroxidación mientras que si la oxidación ocurre en los alimentos se llama autooxidación, ambas se consideran nocivas.

Fennema (2000) señala que los factores que afectan a la oxidación lipídica son: composición en ácidos grasos, ácidos grasos libres, concentración de oxígeno, temperatura, área superficial, agua, orientación molecular, estado físico, energía radiante, emulsificación, prooxidantes (metales) y antioxidantes.

El enranciamiento oxidativo ocurre principalmente con las grasas o aceites vegetales. Estos ácidos grasos están formados por dobles enlaces de biomoléculas las cuales se oxidan.

Eso produce hidroperóxidos que se rompen y forman aldehídos, ácidos carboxílicos y cetonas de cadenas más cortas. Son compuestos volátiles que desprenden olores y sabores. Son los olores y sabores típicos de un alimento rancio.

Fennema (2000) indica que la oxidación de lípidos en alimentos que contienen grasas produce preocupaciones económicas en la industria alimentaria, porque da lugar a la aparición de sabores y olores anómalos denominados “rancios”. El mecanismo de la autooxidación es bastante compleja, la reacción de la cadena radical libre comprende tres fases: (1) iniciación o formación de radicales libres, (2) propagación o de radicación de los radicales libres entre si y (3) terminación o de constitución de productos no radicales. Este mecanismo de oxidación se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4

Mecanismo de oxidación de lípidos

| Etapa | Reacción | Productos |
|--------------|--------------------------------------|---|
| Iniciación: | $RH \rightarrow R + H$ | Radical libre |
| Propagación: | $R + O_2 \rightarrow ROO$ | Radical de hidroperóxido |
| | $ROO + RH \rightarrow R + ROOH$ | Hidroperóxido |
| Terminación: | $R + R \rightarrow RR$ | Compuestos muy estables (aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos) |
| | $R + ROO \rightarrow ROOR$ | |
| | $ROO + ROOR \rightarrow ROOR + O_2$ | |
| | $RO + R \rightarrow ROR$ | |
| | $2RO + 2ROO \rightarrow 2ROOR + O_2$ | |

Fuente: (Badui, 2006).

Thurgood, Ward, & Martini, (2007) mencionan que para controlar y predecir las reacciones de oxidación en productos a base de lípidos, es necesario entender la relación entre la composición química de los sistemas de lípidos y su cinética de oxidación. La constante de velocidad de oxidación calculada a partir de la ecuación de Arrhenius se puede utilizar para predecir la estabilidad a la oxidación de los lípidos

1.3. Métodos para determinar la vida de vida útil

Uno de los aspectos de mayor relevancia en la industria de los alimentos se refiere a la “vida útil” o “vida de anaquel” de un producto. Man (2002) define la vida de útil de un producto como el periodo de tiempo en que un producto alimenticio una vez que es elaborado, empacado y almacenado bajo condiciones establecidas, permanece óptimo y adecuado para su consumo. Steele (2004), menciona que los productos mantienen sus

características sensoriales, físicas, químicas, microbiológicas y funcionales; y sigue cumpliendo con lo declarado en la etiqueta de información nutrimental, mientras que sea almacenado bajo condiciones especificadas.

La estimación de la vida de útil de los alimentos puede hacerse por métodos estadísticos o por modelos matemáticos.

Cuando se utilizan técnicas probabilísticas, se supone que los tiempos de vida de las unidades experimentales se distribuyen de acuerdo a una ley de probabilidad (Cantillo, Fernández, & Núñez, 1994). Se requiere fundamentalmente conocer la distribución estadística de las observaciones una vez se ha determinado ésta, se estiman los parámetros de dicha distribución, con los que se puede inferir estadísticamente sobre el tiempo de durabilidad (Gacula, 1994). Si se emplean modelos matemáticos, se determina experimentalmente la cinética de la reacción, relacionando magnitudes fisicoquímicas con el tiempo, y con ello se estima la vida media del producto (Rahaman, 1995).

1.3.1. Reacción cinética.

En alimentos con alto contenido en lípidos las principales causas es el proceso de oxidación; el cual puede ser lento a temperatura ambiente y la evaluación de la vida de útil es difícil de predecir para las necesidades de la industria, debido al tiempo necesario para dicha evaluación, que puede durar varios meses. El método más común para disminuir el tiempo es utilizar pruebas aceleradas de vida de útil (Accelerated Shelf Life Testing ASLT, por sus siglas en inglés), la oxidación durante el almacenamiento se puede acelerar al cambiar la temperatura, luz y humedad, principalmente. El parámetro más utilizado es la temperatura porque es un factor crítico en el proceso de oxidación de los lípidos (Ragnarsson & Labuza, 1977); (Waterman & Adami, 2005). El método ASLT consiste en medir la velocidad de oxidación, de las muestras almacenadas a por lo menos 3 temperaturas diferentes; la velocidad de reacción a una temperatura deseada puede ser extrapolada utilizando el modelo de Arrhenius.

La velocidad de deterioro de un factor de calidad basada en la reacción cinética, se puede modelar matemáticamente y partir de ella predecir el tiempo de vida útil. La siguiente ecuación describe el modelo general:

$$dA/dt = -k A^n$$

A= concentración de hidroperóxidos

k = cte de la reacción

t = tiempo de reacción

n = orden de la reacción (adimensional)

Donde A es un factor físico, químico, microbiológico o sensorial de calidad; k es una constante que representa el ratio de variación del factor A , la cual puede ser positiva o negativa, dependiendo de si se trata de ganancia o de pérdida, donde n es el orden.

La influencia de la temperatura en la velocidad de reacción ha sido derivada empíricamente y a partir de mecanismos termodinámicos, estadísticos y otros medios. El logaritmo de la constante de velocidad es proporcional a la inversa de la temperatura absoluta (Heldman & Lund, 2007) y (Labuza & Riboh, 1982).

$$\text{Ecuación de Arrhenius: } K = K_0 e^{(-E_a/RT)}$$

Dónde:

K = Constante de velocidad de reacción.

K_0 = Factor pre-exponencial.

E_a = Energía de activación (cal / mol).

R = Constante de gases ideales (1,9870 cal / mol °K).

T = Temperatura en °Kelvin.

La ecuación de Arrhenius enuncia que un ploteo del logaritmo neperiano de la constante de velocidad de reacción ($\ln K$) versus la recíproca de la temperatura absoluta ($1/T$) genera una línea recta cuya pendiente es la energía de activación dividida entre la constante de los gases R y al conocer el valor de la pendiente podemos obtener el valor de la energía de activación para dicha recta y mediante la regresión lineal se podrá obtener el valor de la constante pre-exponencial. Una pendiente excesiva significa que la reacción es más dependiente de la temperatura; es decir, a medida que la temperatura se incrementa, la reacción aumenta a una velocidad mayor (Heldman & Lund, 2007) (Labuza & Riboh, 1982) y (Valentas, Rostein, & Singh, 1997).

$$\text{Linealizando: } \ln k = \ln k_0 - (E_a/R)(1/T)$$

1.3.2. Orden de reacción cinética.

A partir de la Ecuación general, se derivan:

a) *Reacciones de orden cero*

En la reacción cuando pertenece al orden cero $n = 0$:

$$\frac{dA}{dt} = -k$$

Esto implica que la velocidad de pérdida de A es constante con el tiempo e independiente de la concentración de A.

Integrando la ecuación, se obtiene:

$$\int_{A_0}^{A_e} dA = -k \int_0^t dt$$

$$A_e - A_0 = -k t$$

$$A_e = A_0 - k t$$

Donde:

A_e es el valor de A al final de la vida media.

A_0 es el valor inicial de A

t es la vida media, en días, meses o años.

k es la constante de velocidad de la reacción

Despejando t se obtiene la siguiente ecuación: $t = (A_0 - A_e)/k$

Esto implica que el factor de disminución de la calidad es constante (k), en unidades de concentración/tiempo, cuando todos los factores extrínsecos son constantes. Las reacciones típicas de orden cero incluyen: pardeamiento no enzimático, oxidación de lípidos y degradación enzimática (Giraldo Gómez, 1999).

b) *Reacciones de primer orden*

En una reacción de primer orden, la velocidad de reacción es directamente proporcional a la concentración de una única especie A y es independiente de las concentraciones de todas las demás

Considerando los principios fundamentales de la cinética química se tiene:

$$\frac{dA}{dt} = -k A^n$$

En la reacción de primer orden:

$n = 1$, por lo tanto:

$$\frac{dA}{dt} = -k A$$

$$\frac{dA}{A} = -k dt$$

Integrando la ecuación anterior se tiene:

$$\int_{A_0}^{A_e} \frac{dA}{A} = -k \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{A_e}{A_0} = -k t$$

$$\ln A_e = \ln(A_0) - k t$$

c) Reacciones de segundo orden

Es aquella en la que la velocidad de reacción es proporcional al cuadrado de la concentración de una sola especie de las que intervienen en la reacción.

Dado que:

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k \cdot [A]^2$$

Separamos variables:

$$-\frac{d[A]}{[A]^2} = k \cdot dt$$

Integramos:

$$-\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]^2} = k \cdot \int_0^t dt \Rightarrow -\left(-\frac{1}{[A]}\right) \Big|_{[A]_0}^{[A]} = k \cdot (t) \Big|_0^t$$

De modo que finalmente tendremos:

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k \cdot t$$

Como se puede apreciar, por la expresión obtenida, vemos que la representación gráfica de la inversa de la concentración de A frente al tiempo nos debe dar una línea recta de pendiente igual a k.

1.3.3. Predicción de vida en vida útil.

Una forma útil de cuantificar el efecto de la temperatura sobre la calidad de un alimento es a través de los gráficos de vida útil, estos consisten en graficar el logaritmo natural del

tiempo de vida útil contra la temperatura o su inverso. De estos gráficos se pueden obtener parámetros importantes como son la energía de activación, E_a , y el parámetro Q_{10} .

La forma de los gráficos de vida de útil y la relación que existe entre sus pendientes y los parámetros arriba mencionados se muestra en la Figura 3 (Gordon, 1993; citado por (OCAMPO, 2003)):

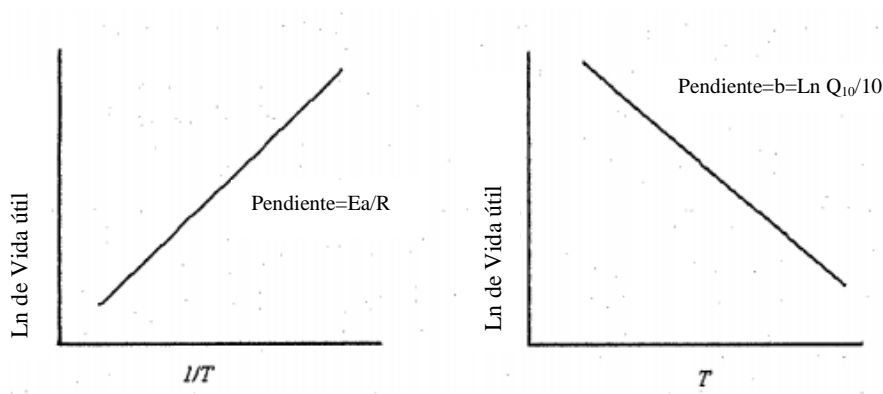


Figura 3. Gráfico de vida útil y relación con sus pendientes

La vida de útil acelerada puede ser usada para predecir la vida de útil a condiciones normales, basada en datos recolectados a altas temperaturas y altas condiciones; o por medio de una ecuación que involucre la energía de activación, como es el caso de la relación de Arrhenius (Castillo & Silva, 2015):

$$t_s = t_0 e^{\frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_s} \right)}$$

Dónde:

t_s = tiempo de vida de útil a la temperatura T_s .

t_0 = tiempo a la temperatura T .

R = constante de los gases ideales.

E_a = energía de activación para la reacción de deterioro.

La ecuación dependerá de la pendiente utilizada para remplazar datos de E_a o Q_{10} .

Usando pendiente Q_{10} se obtiene: $t_f = t_0 e^{-bT}$

Dónde:

t_0 = vida útil a T referencia

t_s = vida útil a cualquier T

T =Diferencia de Temperaturas

$b = \ln Q_{10}/10$ (pendiente de la línea)

Q_{10} =Sensitividad de la reacción a un cambio de T de 10°C

Según ASAP Laboratorio (2018), la constante Q_{10} es un parámetro de calidad que se obtiene del estudio del tiempo de vida de útil y que refleja el número de veces que el deterioro del alimento se acelera o disminuye dependiendo si la temperatura aumenta o disminuye 10 grados centígrados, lo cual le permitirá extrapolar sus resultados modificando alguna de las dos variables más importantes en el deterioro, el tiempo o la temperatura sin tener que gastar en realizar otro análisis. Por lo que se asume que la velocidad es inversamente proporcional a la vida útil.

1.4. Envases

Según MINCETUR (2009), el envase es el recipiente de cualquier material y forma destinado a contener mercancías; se caracteriza por individualizar, dosificar, conservar, presentar y describir unilateralmente a los productos, pudiendo estar confeccionado con uno o más materiales distintos simultáneamente. En ese sentido, las características de un buen envase son las siguientes:

- Posibilidad de contener el producto.
- Permitir su identificación.
- Capacidad de proteger el producto.
- Que sea adecuado a las necesidades del consumidor en términos de tamaño, ergonomía, calidad, etc.
- Que se ajuste a las unidades de carga y distribución del producto.
- Que se adapte a las líneas de fabricación y envasado del producto.
- Que cumpla con las legislaciones vigentes.
- Que su precio sea el adecuado a la oferta comercial que se quiere hacer del producto.
- Que sea resistente a las manipulaciones, transporte y distribución comercial.

1.4.1. Materiales para envases y embalajes.

MINCETUR (2009) establece que, existen materiales específicos para la elaboración de envase y embalaje, los cuales son aplicables a todos los mercado; y que es importante indicar que existen algunas diferencias que generalmente provienen de hábitos alimenticios, métodos en la comercialización, condiciones de transporte, niveles de la calidad, etc., lo cual hará que el envase y/o embalaje que mejor conviene a un país o a una región no será el más adecuado para otro.

Los tipos de materiales usados para envase y embalaje, según el mismo autor, son:

- Aluminio.
- Cartón corrugado.
- Hojalata.
- Madera.
- Papel.
- Plástico
- Vidrio

En la presente investigación se detalla los más importantes: polipropileno y vidrio.

a) Plástico

Los plásticos son los principales materiales para envase y embalaje, utilizados principalmente en forma de bolsas, botellas, frascos, tubos y cajas; asimismo son usados como aplicaciones en materia de envase y embalaje de transporte. Además, se utilizan para el alejado de las cargas paletizadas, films de plástico haciéndolas más seguras, mediante películas retráctiles y estirables.

Los plásticos son productos sintéticos hechos a partir del petróleo, carbón o gas natural. A pesar de las fluctuaciones en el precio del petróleo y, consecuentemente en las materias primas hechas a base de éste, que sirven como base en la conversión de plásticos, existirán otras aperturas al futuro, en cuestión de envasado y embalado. Gracias a su flexibilidad, plegabilidad, adaptabilidad y facilidad de manejo, los plásticos continuarán expandiéndose en el mercado.

El término plástico en su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propias desde elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas

y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido restringido, denota ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

i. Polipropileno

El polipropileno se produce a partir de petróleo o gas natural por un proceso de polimerización, donde cadenas cortas de productos químicos (llamadas monómeras) se unen en presencia de un catalizador que posibilita la formación de cadenas largas llamadas polímeros (Chica & Osorio, 2003). La densidad del polipropileno puede alcanzar 0,90 g/m³ y compite fuertemente con el PE en utilidades especiales, debido que puede hacerse muy delgado. También se ha sustituido al celofán, por ejemplo, en el envase de paquetes de cigarrillos. Sin embargo, el PP puede romperse a temperaturas muy bajas, aunque resiste a esas condiciones cuando está copolimerizado con etileno (Ministerio de comercio exterior y turismo, 2009).

Propiedades del Polipropileno:

- Excelente retracción.
- Alto rendimiento.
- 100% reciclable.
- Apto para empaque de productos congelados, conservando sus propiedades a temperaturas extremas.
- Baja permeabilidad al vapor de agua.
- Moderada permeabilidad al O₂, CO, CO₂ y N₂
- Permeabilidad al vapor de agua 100 – 125 g/m²/24 h; a condiciones de 38°C y 90% de humedad
- Permeabilidad al Oxígeno 5000 cm³/m²/24 h/atm, a 25°C y un espesor de 25 micras
- Permeabilidad al CO₂ 18000 g/m²/24 h; a condiciones de 38°C y 90% de humedad

A continuación se describe los tipos de polipropilenos existentes:

- **Homopolímero:** Es un polipropileno cuya estructura molecular está hecha de solo propileno; es una resina altamente cristalina, con alta temperatura de fusión (164 °C), con Tg de aprox. 0°C. El homopolímero posee buenas propiedades dieléctricas, su

resistencia a la tensión es excelente en combinación con la elongación (permitiendo ser bioentado de manera relativamente sencilla), presenta apariencia translúcida, excelente resistencia a altas temperaturas y buena resistencia a diversos productos químicos. Los homopolímeros son empleados ampliamente para extrusión de lámina, envases soplados, tubería, TWQ, BOPP, fibra, multifilamentos e inyección de alta rigidez, entre otros. No es recomendado para uso a temperaturas inferiores a 0°C, en cambio es recomendado para aplicaciones de llenado en caliente.

- **Copolímero Random:** Es un polipropileno cuya estructura molecular está constituida de Propileno y Etileno (menos del 10%). El etileno le imparte alta transparencia, resistencia al impacto, baja cristalinidad, baja temperatura de fusión (145°C - 155 °C) y alta flexibilidad. Tiene temperaturas de sello bajas, presenta también una temperatura más baja de deformación térmica que los homopolímeros y a -10°C su resistencia mecánica disminuye. Empaques de mejor transparencia, y que requieran buena resistencia al impacto; son recomendados para procesos especialmente de extrusión soplo, inyección, inyector soplado, inyector estirado soplado, aplicaciones como película monorientada, entre otros.
- **Copolímero de Impacto:** Es un polipropileno que en su estructura molecular está constituido por una parte de homopolímero y otra de un copolímero de etileno-propileno (fracción de caucho). Es una mezcla íntima de un caucho de etileno-propileno y un homopolímero de propileno, el cual genera un balance entre rigidez y resistencia al impacto altos, presentando mejor resistencia a bajas temperaturas. Empaques sin requisitos de transparencia, con excelente resistencia al impacto, recomendado para toda clase de volúmenes (hasta 20 lt), es especial para artículos inyectados tales como cuñetes para pinturas, bases para sillas de oficina, baterías, baldes, tapas (compression molding), tubería, películas retortables, entre otras.

b) Envases de vidrio

La utilización del vidrio como material de envase para los alimentos se remonta como mínimo a dos milenios. El vidrio para envase comprende botellas, frascos, jarros, tarros y vasos. Los sectores de aplicación son diversos y abarcan una amplia gama de productos

comestibles: líquidos, conservas, etc. En muchos sectores la competencia de otros materiales, en especial los papeles y los plásticos, resulta evidente.

El vidrio admite ilimitadas formulaciones y, por consiguiente, tiene propiedades muy variadas. Para el envase, los fabricantes de vidrio han buscado fórmulas que permitan:

- Reducir al mínimo el costo del material de fusión, empleando materias primas naturales provenientes, en lo posible, de canteras situadas cerca de las vidrierías.
- Mejorar al máximo las propiedades de fusión y de aptitud para la elaboración en máquinas de gran rendimiento.
- Conservar y mejorar las propiedades físicas y químicas del vidrio para el empaqueo de líquidos alimenticios (estabilidad química, transparencia, características de dilatación, coloración, etc.).

En términos generales, los vidrios que se utilizan en el envase, son de tipo sodio cálcico, (alcali-cal), con los siguientes componentes:

- Sílice (SiO_2), extraído de la arena, que es la materia vitrificadora.
- Óxido de sodio (Na_2O), extraído del carbonato de sodio, que actúa como el agente fundente, con una parte muy pequeña de sulfato de sodio como afinante.
- Óxidos de calcio, magnesio y aluminio ($\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3$), aportados respectivamente por la roca calcárea, la dolomita y la nefelina, que actúan como agentes estabilizantes.

A esta fórmula básica pueden añadirse:

- Decolorantes (cobalto y selenio en cantidades muy reducidas) para los vidrios blancos utilizados en vasos, jarras y botes industriales.
- Colorantes (óxidos de hierro, cromo, manganeso, cobalto, etc.) destinados a obtener los colores deseados.
- Oxidantes o reductores (sulfatos, carbón, azufre) para obtener en especial los matices y las propiedades filtrantes que se procuran (Ministerio de comercio exterior y turismo, 2009).

Según **MINCETUR** (2009), el vidrio para envase comprende botellas, frascos, jarros, tarros y vasos. Los sectores de aplicación son diversos y abarcan una amplia gama de

productos comestibles: líquidos, conservas, etc. En muchos sectores la competencia de otros materiales, en especial los papeles y los plásticos, resulta evidente.

Calidades intrínsecas del envase de vidrio La utilización del vidrio en la esfera de los alimentos está justificada por un conjunto de propiedades que lo caracterizan, las más importantes de las cuales se enumeran a continuación:

- Es impermeable a los gases, los vapores y los líquidos y excepcional como material de protección y barrera.
- Es químicamente inerte respecto de los líquidos y los productos alimenticios y no plantea problemas de compatibilidad.
- Es un material higiénico, fácil de lavar y esterilizar. Es inodoro, no transmite los gustos ni los altera.
- Normalmente transparente, permite controlar visualmente el producto y hacerlo visible para el consumidor.
- Puede colorearse, lo que constituye una protección contra los rayos ultravioleta que podrían deteriorar el producto que contiene el envase.
- Es un material rígido que puede adoptar formas variadas para resaltar los productos.

1.5. Evaluación Sensorial

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT) citado por Hernández (2005), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

Uno de los principios de la evaluación sensorial es de vigilancia del producto, este principio es importante para la estandarización, la vida útil del producto y las condiciones que se deben tener en cuenta para la comercialización de los productos cuando se realizan a distancias alejadas de la planta de procesamiento o cuando son exportados, ya que se deben mantener las características sensoriales de los productos durante todo el trayecto hasta cuando es preparado y consumido.

1.5.1. Prueba descriptiva: Perfil sabor.

Las pruebas descriptivas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios

necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se clasifican en: escalas de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo.

Estas pruebas permiten evaluar los atributos de un producto alimenticio, se consigue describirlo, conocerlo y cuantificarlo, para posteriormente evaluar su aceptación por parte del consumidor (Hernandez, 2005).

Dentro de los análisis descriptivos se encuentra en análisis de perfil de sabor, según Hernández (2005) esta prueba permite detectar pequeños cambios en el sabor del producto que está siendo evaluado. Se aplica entonces para desarrollar y mejorar sabores en los productos alimenticios para hacerlos más agradables y también se emplea esta prueba para detectar olores desagradables. Para el desarrollo del panel se requiere de ocho a diez panelistas con experiencia, y se pueden realizar por una o dos sesiones de catación, la primera sesión se realiza individual y la segunda en grupo para discutir y dar un concepto general resumido. Si por algún motivo los resultados que no coinciden se deben realizar otra sesión hasta obtener resultados representativos para ser tabulados. Para este tipo de prueba se debe tener una muestra estándar, con el fin de mirar si existe mucha, poca o ninguna diferencia.

Para describir correctamente los atributos de un producto se deben identificar los descriptores de sabor, Sancho (2002) nos indica un descriptor negativo es el rancio y metálico.

El sabor rancio es el más utilizado para describir la baja calidad de un producto con alto contenido de lípidos, el descriptor rancio se define como el olor del barniz, del disolvente, de un cuarto recién pintado, con un olor dulzón, dejando una sensación aceitosa en la boca (Valdesas, 2018), a este descripto se adicionó el sabor metálico producido por la oxidación generando el descriptor oxido- rancio utilizado en la investigación.

Una vez seleccionado el descriptor este se evaluará de acuerdo a la intensidad de percepción.

La escala para el análisis de sabor es:

- Escala del grado de intensidad: (1) imperceptible, (2) ligero, (3) moderado, (4) fuerte, (5) muy fuerte.

La prueba se aplica en los siguientes casos:

- La prueba de perfil de sabor se emplea para el desarrollo de nuevos productos.
- Mejoramiento de productos.
- Control de calidad.
- Periodo de vida útil.

Estos parámetros se determinaron utilizando una ficha de cata cada mes como indica el anexo 2.

CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de Ejecución

El trabajo de investigación se realizó en la planta Selva Tropical Exportaciones E.I.R.L. ubicada en Jirón Francisco Torres Nro. 639 Morales, Provincia y Región San Martín, en donde se tostaron, molieron y mezclaron los ingredientes con los granos de Sacha Inchi para después ser llenado en los envases de vidrio y plástico (polipropileno) y el laboratorio de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM - T, Ciudad Universitaria, Morales, Provincia y Región San Martín en donde se realizaron los análisis respectivos.

La investigación se realizó durante los meses de julio a diciembre del 2015.

2.2. Materia Prima e Insumos

2.2.1. Materia prima.

Se usaron granos homogéneos, desgranados de Sacha Inchi de la especie *P. volubilis* L, de muy buena calidad de la provincia de Lamas, del ecotipo Apangura, los cuales se adquirieron de la empresa Selva Tropical Exportaciones EIRL.

2.2.2. Insumos.

Se utilizó lecitina de soya, como estabilizante; Aceite de Sacha Inchi; sal yodada para aumentar el sabor y como edulcorante panela (para evitar cristales) para evitar cristales en el mezclado.

2.3. Equipos, Materiales y Reactivos de Laboratorio

2.3.1. Equipos para el estudio de vida útil.

a) Equipos

- Frigoriferador Electrolux modelo ERD052UBHX
- Horno microondas Mabe modelo HTM9DP10
- Termo hidrómetro digital modelo SH-110
- Estufa Industrias Hospitalarias S.A.C, modelo ED 080

b) Materiales:

- Buretas
- Pipetas
- Probetas
- Vasos de precipitación
- Varilla de vidrio
- Matraces Erlenmeyer
- Papel toalla
- Envases de vidrio transparente tipo Heiz para papilla con capacidad de 100g
- Envase de polipropileno tipo copolimero random con 0.2 mm de espesor, 4 cm de alto y 50 g de capacidad
- Balanza digital
- Papel filtro

c) Reactivos:

- Solución de ácido acético glacial (N° CAS 64-19-7) y cloroformo (N° CAS 67-66-3). Mezclar tres volúmenes de ácido acético glacial con dos volúmenes de cloroformo.
- Solución saturada de yoduro de potasio (N° CAS 7681-11-0), recientemente preparada.
- Solución 0,01 N de tiosulfato de sodio (N° CAS 7772-98-7), debidamente estandarizada.
- Solución de almidón al 1% (N° CAS 9005-84-9). Disolver 1 g de almidón soluble en agua destilada fría (formando una pasta), añadir 100 cm³ de agua hirviente, agitar rápidamente la solución y enfriar.
- Alcohol de 96° (N° CAS 64-17-5) para determinar acidez
- NaOH 0.1 N (N° CAS 1310-73-2) para determinar acidez.

2.4. Metodología experimental

La determinación de la vida útil se utilizó 20.7 kg de crema de Sacha Inchi, acondicionándolo a diferentes temperaturas (15°C, 25°C y 35°C) usando dos tipos de envases (Polipropileno y vidrio) durante 3 meses como indica la Figura 4.

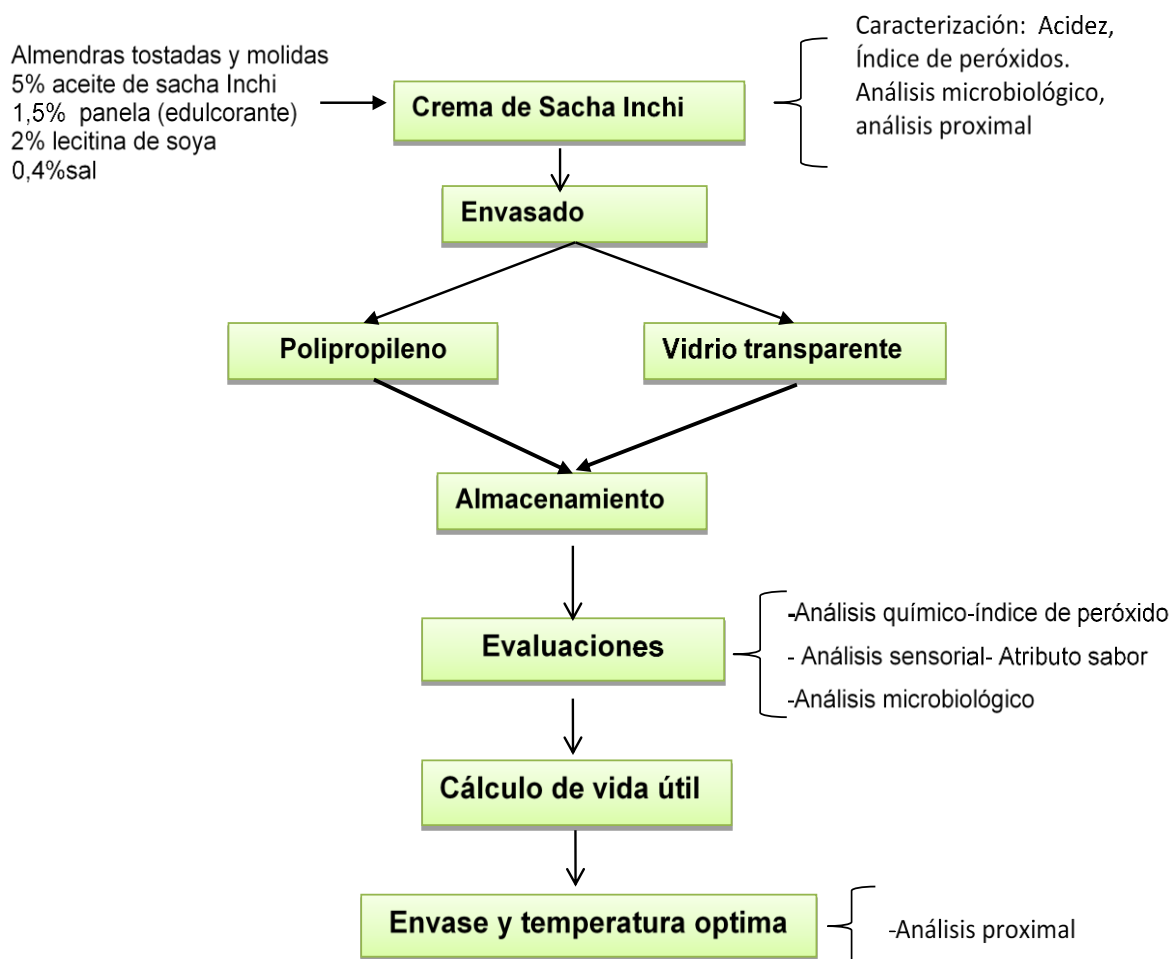


Figura 4. Diseño experimental para determinar la influencia del tipo de envase en la vida útil de la crema de Sacha Inchi para consumo humano.

2.4.1. Elaboración de crema de Sacha Inchi.

Las muestras de crema de Sacha Inchi para la ejecución del presente proyecto de investigación, se elaboró tomando en cuenta la formulación recomendado por Guerra (2016) descrito en la Figura 5.

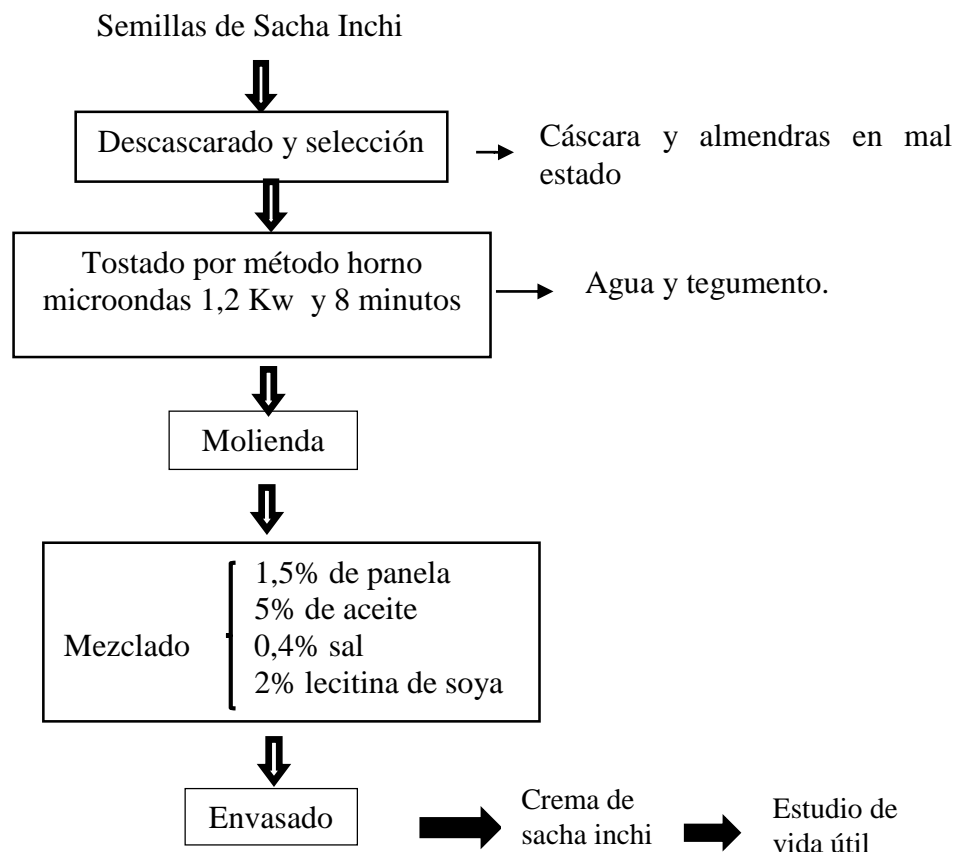


Figura 5 Flujograma para el proceso de obtención de crema Sacha Inchi (Guerra, 2016)

- **Semillas de Sacha Inchi**

Se recibieron 40 kg de semilla de Sacha Inchi en bolsas polietileno de alta densidad a temperatura ambiente, y se acondiciona sobre la mesa de trabajo para los siguientes procesos.

- **Descascarado y selección**

Las semillas fueron desprovistas de su capa leñosa exterior para obtener la almendra dando un pequeño golpe (con un martillo) en la parte lateral de la semilla. Se seleccionan las almendras que no tuvieron signos de deterioro por enmohecimiento, daños físicos (almendras rotas), todo lo cual favorece el deterioro oxidativo.

- **Tostado**

Las almendras de Sacha Inchi se tostaron mediante método por horno microondas a 1,2 Kw a 8 minutos en bandejas de aluminio que fueron colocadas en el horno microondas; considerando una cantidad de 20.7 kg de almendras para la elaboración del producto se

utilizó 2 bandejas (con capacidad de 1 kg por bandeja) para el tostado realizando aprox. 11 lotes de tostado.

- **Enfriado**

Posteriormente se colocaron las almendras tostadas sobre una bandeja de plástico para el descenso de su temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente, siendo aproximadamente 15 minutos.

- **Molienda y Mezclado**

La molienda de las almendras tostadas se realizó en un molino a discos manual, con la finalidad de obtener la crema, y se mezclaron las concentraciones de insumos en 1,5 % de panela y 5% de aceite, 0,4 % de sal y 2% de Lecitina de soya.

- **Envasado**

Se envasaron en envases de polipropileno y vidrio según Tabla 5.

2.4.2. Envasado.

Para el estudio de vida útil se acondicionó el producto en envases de vidrio 100 g y envases de polipropileno con 50 g de capacidad y se almacenaron para ser evaluadas posteriormente, las cantidades por análisis se observa en la Tabla 5.

Tabla 5

Distribución en unidades y peso de crema de Sacha Inchi para análisis de vida útil

| Envase | Análisis | Unidades. | Peso kg x Und | Peso total kg x análisis |
|---------------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------------------|
| Vidrio | Fisicoquímico | 36 | | 3.6 |
| | Sensorial | 90 | 0.1 | 9 |
| | Vidrio oscuro | 12 | | 1.2 |
| Plástico | Fisicoquímico | 36 | | 1.8 |
| | Sensorial | 90 | 0.05 | 4.5 |
| | Vidrio transparente | 12 | | 0.6 |
| TOTAL | | 168 | - | 20.7 |

El producto envasado se distribuyó para ser almacenado durante 12 semanas para el análisis fisicoquímico y sensorial a tres temperaturas diferente (15 ° C, 25 ° C y 35 °) como indica la Tabla 6, mientras que la totalidad del producto para el estudio de envase de vidrio oscuro se almacenó durante cuatro semanas a 25 ° C.

Tabla 6
Acondicionamiento de las muestras según temperaturas

| Temperatura | Lugar | Descripción |
|--------------------|------------------|--|
| 15°C | Frigo bar | Se colocaron dentro del equipo por 3 meses las muestras con la fecha de elaboración y se controlaron con el termómetro del equipo y con uno ambiental ubicada en el laboratorio de investigación |
| 25°C | Ambiente externo | Se colocaron en un espacio en el laboratorio de investigación por 3 meses y se anotaron las temperaturas diarias con un termo hidrómetro. |
| 35°C | Estufa | Se colocaron dentro del equipo por 3 meses las muestras con la fecha de elaboración y se controlaron la temperatura con el termómetro de la estufa |

2.4.3. Evaluaciones.

Los análisis realizados para determinar la vida útil fueron:

- Índice de peróxido: Con una frecuencia de 1 vez a la semana durante 12 semanas para cada temperatura utilizando tres repeticiones. También se analizó en paralelo durante 1 mes el I.P para envase de vidrio recubierto con aluminio para protegerlo de la luz a 25°C.
- Análisis sensorial: Se analizó 1 vez al mes durante 3 meses usando 9 panelistas utilizando el sabor rancio-oxidado como descriptor de sabor.
- Análisis microbiológico: Se analizó antes y después de la vida útil si este parámetro se encontraba dentro del límite de la norma técnica peruana.

2.4.4. Predicción de vida útil.

Para la predicción de vida útil se usó como referencia el gráfico de vida útil visto en la Figura 3 calculando E_a y Q_{10} . Con los resultados de vida útil generados a tres temperaturas (15°C, 25°C y 35°C) usando la ecuación cinética del orden correspondiente graficando

índice de peróxido vs el tiempo se obtiene la vida útil para las temperaturas mencionadas, con esta información se determinó el modelo de predicción reemplazando datos en la ecuación de Arrhenius para la crema de Sacha Inchi empleando dos tipos de envases (polipropileno y vidrio) graficando \ln de la vida útil vs T.

Ecuación de Arrhenius usando Ea:

$$\ln t_s = \ln t_o - (E_a/R)(1/T) \implies t_s = t_o * e^{\frac{E_a}{R} * \frac{1}{T}}$$

Ecuación de Arrhenius usando Q₁₀:

$$\ln t_s = \ln t_o - b * T \implies t_f = t_o e^{-bT}$$

Esta metodología también se utilizó en el estudio de la vida útil de galleta salada al que se aplicó predicción de vida útil mediante la ecuación de Arrhenius utilizando como factor de calidad la humedad (Bustamante, 2015), también se utilizó en la vida útil del chocolate de taza (Castillo & Silva, 2015) y en el estudio de la bebida horchata de morro (Torres & Zaldaña, 2017).

Una vez que se determinó el mejor resultado de la vida útil a las temperaturas y envases propuestos se realizó un estudio de análisis proximal con fin comparativo.

2.5. Diseño Estadístico

Los datos fueron analizados por diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3x13 con 3 repeticiones haciendo un total de 234 tratamientos (2 envases a 3 temperaturas cada una por 13 semanas incluyendo la semana cero) con un nivel de significancia de 5%, utilizando como variable de respuesta el índice de peróxido a través del análisis de varianza (ANOVA), la de medias fueron comparadas utilizando el test de Tukey a través del software estadístico R versión 3.3.1. La Tabla 7, muestra los tratamientos y las evaluaciones para el cálculo de vida útil. Las evaluaciones del índice de peróxido fueron cada 7 días y las de prueba sensorial cada 30 días, ambos durante 3 meses.

Tabla 7

Matriz de análisis según envase y temperatura para el índice de peróxido y prueba sensorial

| Variable independiente | | Variable dependiente | | | |
|-----------------------------|-------------|----------------------|----|----|---------------------------|
| Envases | Temperatura | Análisis químico | | | Análisis sensorial |
| | | índice de peróxido | | | Prueba sensorial de sabor |
| Plástico (polipropileno) | 15 °C | X1 | X2 | X3 | Y1 |
| | 25 °C | X1 | X2 | X3 | Y2 |
| | 35 °C | X1 | X2 | X3 | Y3 |
| Vidrio | 15 °C | X1 | X2 | X3 | Y4 |
| | 25 °C | X1 | X2 | X3 | Y5 |
| | 35 °C | X1 | X2 | X3 | Y6 |

Leyenda:

X1= Repeticiones para determinar índice de peróxido semanalmente.

Y1= Análisis sensorial usando panelistas mensualmente.

a) Variables Independientes:

Se categorizó de la siguiente manera:

Tipo de envase: plástico (polipropileno) y vidrio

Temperaturas de almacenamiento: 15°, 25° y 35°.

b) Variables Dependientes:

- **Índice de peróxido:** Es una variable cuantitativa continua.

Indicadores: Índice de Peróxido (meq O₂/kg)

Se cuantificó cada 7 días.

- **Análisis sensorial:**

Se utilizó perfil de sabor con el descriptor rancio-oxidado

Se calificó 1 vez al mes por 3 meses

2.6. Métodos de control

2.6.1. Acidez titulable.

Método Acidez titulable, (AOAC, 1990); se evaluó una sola vez al inicio.

2.6.2. Índice de peróxido.

Se realizó un análisis antes de empezar el estudio de vida útil y posteriormente un análisis semanal por tres meses a las tres temperaturas y los dos envases, la muestra fue valorada con solución de tiosulfato de sodio el yodo liberado por una cantidad determinada de muestra método AOAC (1975).

2.6.3. Análisis microbiológico.

Se realizó según los parámetros de NTS (2008) descrito en la categoría 4.1 (*E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus*, *Mohos*, *Salmonella sp.*); al inicio y al final de la vida útil (a 15°C, 25°C y 35°C por dos envases utilizados).

2.6.4. Análisis sensorial.

Se evaluó el atributo sabor, con la ayuda de 9 panelistas semi-entrenados a quienes se instruyeron usando mantequilla de Sacha Inchi en óptimas condiciones y productos aceitosos vencidos fuera del límite de calidad para generar el reconocimiento del descriptor de sabor rancio-oxidado, el análisis fue a diferentes temperaturas y dos tipos de envases en un periodo de tiempo de 3 meses, a intervalos de medición mensual, El producto que fue evaluado tenía que estar en la forma en la que se ofrecerá al consumidor final. En la prueba de sabor se evaluó que los panelistas identificaran la rancidez del producto con una escala 1-5 siendo 1 imperceptible para la rancidez y 5 muy fuerte con relación al sabor.

2.6.5. Análisis proximal de la crema de Sacha Inchi.

Se realizó un análisis proximal al inicio de la vida útil y otra muestra con temperatura y envase óptimo después de los tres meses, para que de esta manera se realice un comparativo en su contenido de humedad (%), proteína cruda (%), lípidos (%), fibra cruda (%), ceniza (%) según el método AOAC (1990).

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de la Crema de Sacha Inchi

En el Tabla 8 se observa los resultados del análisis fisicoquímico de la crema de Sacha Inchi realizado antes del envasado. La muestra presentó un índice de peróxido de 5.31 mili equivalente de O₂/Kg grasa, dicho resultado es similar a 5,69 mili equivalente de O₂/Kg grasa, obtenido por Guerra (2016), cuyo valor fue obtenido por la autora en las mismas condiciones realizadas en la presente investigación. Guerra (2016) afirma, que este valor está dentro de la norma técnica Peruana de Sacha Inchi cuyo límite aceptable es de 15 mili equivalente de O₂/Kg grasa, para ser considerado aceptable para el consumo humano como indica FAO/OMS (2018).

En el caso del análisis del índice de acidez realizado en la crema de Sacha Inchi, se obtuvo un valor de 0,52 % de ácido oleico, cuyo valor es inferior al 0,62% de ácido oleico, valor obtenido por Guerra (2016) en crema de Sacha Inchi.

Tabla 8

Análisis fisicoquímico de la crema de Sacha Inchi previo al almacenamiento

| Análisis | Resultados |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Índice de peróxido | 5.31 meq de O ₂ /Kg grasa |
| Indice. acidez (% ácido oleico) | 0.52 |

3.2. Estudio de Vida Útil de Crema de Sacha Inchi

3.2.1. Análisis del índice de peróxido de la crema de Sacha Inchi.

En la Tabla 10 se observa los datos del índice de peróxido de las muestras envasadas en envases de vidrio y en la Tabla 9 correspondientes al polipropileno durante 12 semanas y tabuladas de acuerdo a las reacciones cinéticas (orden cero, primer orden y segundo orden).

Comparando los datos obtenidos en envase de vidrio con los obtenidos en envases de polipropileno, el aumento del índice de peróxido es menor; ya que alcanza un máximo de 13.80 mili equivalente de O₂/Kg grasa a 15°C de almacenamiento; mientras la muestra en envase de polipropileno a 15°C el índice de peróxido alcanza 15,63 mili equivalente de

O₂/Kg grasa. Para la muestra a temperatura ambiente (25°C) en envase de vidrio y polipropileno fue de 17,63 mili equivalente de O₂/Kg grasa y de 18,69 mili equivalente de O₂/Kg grasa; matemáticamente existe poca diferencia; en cambio a 35°C de almacenamiento la muestra en envase de vidrio fue de 25,22 mili equivalente de O₂/Kg grasa; y para la muestra en envase de polipropileno el índice de peróxido alcanzó 31,06 mili equivalente de O₂/Kg grasa, lo cual evidencia que la temperatura es un factor influyente en el deterioro de la crema de sachá inchi. Según Reyes y Ulloa (2003), esto es posible a la disminución del movimiento de las moléculas durante la refrigeración disminuye el contacto de las lipasas con los triacilgliceridos, según el mismo autor otro factor podría ser por que las bajas temperaturas disminuyen la actividad enzimática.

Según FAO/OMS (2018) indica que los aceites prensados en frío y vírgenes tienen un límite hasta 15 mili equivalentes de oxígeno activo/kg de aceite, el cual será considerado para la crema de Sachá Inchi ya que las propiedades del aceite del producto no fueron modificadas considerándose un aceite virgen.

Tabla 9

Datos de índice de peróxido para la crema de Sachá Inchi envase de polipropileno y su aplicación al modelo de reacciones cinéticas

| Tiempo semanas | Q (01) n=0 | | | Ln Q (2) n=1 | | | 1/Q (3) n=2 | | |
|----------------|------------|-------|-------|--------------|------|------|-------------|------|------|
| | 15°C | 25°C | 35°C | 15°C | 25°C | 35°C | 15°C | 25°C | 35°C |
| 0 | 5.31 | 5.31 | 5.31 | 1.67 | 1.67 | 1.67 | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| 1 | 5.58 | 5.57 | 5.40 | 1.72 | 1.72 | 1.69 | 0.18 | 0.18 | 0.19 |
| 2 | 7.773 | 5.86 | 6.00 | 2.05 | 1.77 | 1.79 | 0.13 | 0.17 | 0.17 |
| 3 | 11.34 | 9.70 | 13.58 | 2.43 | 2.27 | 2.61 | 0.09 | 0.10 | 0.07 |
| 4 | 11.94 | 9.71 | 14.76 | 2.48 | 2.27 | 2.69 | 0.08 | 0.10 | 0.07 |
| 5 | 13.81 | 13.21 | 18.91 | 2.63 | 2.58 | 2.94 | 0.07 | 0.08 | 0.05 |
| 6 | 15.56 | 13.91 | 18.38 | 2.74 | 2.63 | 2.91 | 0.06 | 0.07 | 0.05 |
| 7 | 14.87 | 14.61 | 22.65 | 2.70 | 2.68 | 3.12 | 0.07 | 0.07 | 0.04 |
| 8 | 14.7 | 15.50 | 23.22 | 2.69 | 2.74 | 3.14 | 0.07 | 0.06 | 0.04 |
| 9 | 14.92 | 17.37 | 22.82 | 2.70 | 2.85 | 3.13 | 0.07 | 0.06 | 0.04 |
| 10 | 15.28 | 19.06 | 25.89 | 2.73 | 2.95 | 3.25 | 0.07 | 0.05 | 0.04 |
| 11 | 15.5 | 19.80 | 31.00 | 2.74 | 2.99 | 3.43 | 0.06 | 0.05 | 0.03 |
| 12 | 15.63 | 18.69 | 31.06 | 2.75 | 2.93 | 3.44 | 0.06 | 0.05 | 0.03 |

Tabla 10

Datos de índice de peróxido para la crema de Sacha Inchi envase de polipropileno y su aplicación al modelo de reacciones cinéticas

| Tiempo semanas | Q (01) n=0 | | | Ln Q (2) n=1 | | | 1/Q (3) n=2 | | |
|-------------------|------------|-------|-------|--------------|------|------|-------------|------|------|
| | 15°C | 25°C | 35°C | 15°C | 25°C | 35°C | 15°C | 25°C | 35°C |
| 0 | 5.31 | 5.31 | 5.31 | 1.67 | 1.67 | 1.67 | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| 1 | 5.41 | 5.74 | 6.88 | 1.69 | 1.75 | 1.93 | 0.18 | 0.18 | 0.15 |
| 2 | 5.45 | 5.74 | 7.566 | 1.70 | 1.75 | 2.02 | 0.17 | 0.18 | 0.13 |
| 3 | 6.00 | 9.46 | 13.96 | 1.79 | 2.25 | 2.64 | 0.17 | 0.17 | 0.07 |
| 4 | 7.13 | 11.08 | 13.99 | 1.96 | 2.41 | 2.64 | 0.15 | 0.14 | 0.07 |
| 5 | 10.50 | 11.10 | 19.92 | 2.35 | 2.41 | 2.99 | 0.17 | 0.10 | 0.05 |
| 6 | 9.76 | 11.19 | 21.89 | 2.28 | 2.41 | 3.09 | 0.17 | 0.10 | 0.05 |
| 7 | 10.09 | 11.66 | 22.34 | 2.31 | 2.46 | 3.11 | 0.17 | 0.10 | 0.04 |
| 8 | 10.04 | 15.53 | 23.96 | 2.34 | 2.74 | 3.18 | 0.13 | 0.10 | 0.04 |
| 9 | 11.00 | 17.95 | 24.05 | 2.40 | 2.89 | 3.18 | 0.13 | 0.09 | 0.04 |
| 10 | 13.56 | 18.84 | 24.69 | 2.61 | 2.94 | 3.21 | 0.10 | 0.07 | 0.04 |
| 11 | 13.70 | 18.00 | 24.71 | 2.62 | 2.89 | 3.21 | 0.10 | 0.07 | 0.04 |
| 12 | 13.80 | 17.63 | 25.22 | 2.62 | 2.87 | 3.23 | 0.07 | 0.07 | 0.04 |

Para explicar la aplicación de modelo matemático sobre cinética de orden en la determinación la vida útil de la crema de Sacha Inchi, se evaluó la variación del índice de peróxido como se muestran en las Figuras 6, 7, 8, 9, 10 y 11. Dichas Figuras detallan el análisis matemático del índice de peróxido, con la finalidad de determinar el tiempo de vida útil de la crema de Sacha Inchi para consumo humano. La pendiente de cada recta es equivalente a la constante de velocidad de reacción K a cada temperatura analizada, 15°C, 25°C, y 35 °C.

En la Figura 6 y 7, se muestra las curvas de velocidades de orden cinético de orden cero ($n=0$) en la crema de sacha inchi para el factor de calidad (Q =índice de peróxido) para temperaturas de estudio 15°C, 25°C, y 35 °C. en envase de polipropileno y vidrio. Observándose que el deterioro se incrementa a través del índice de peróxido debido a la oxidación de lípidos directamente proporcional a la temperatura y tiempo.

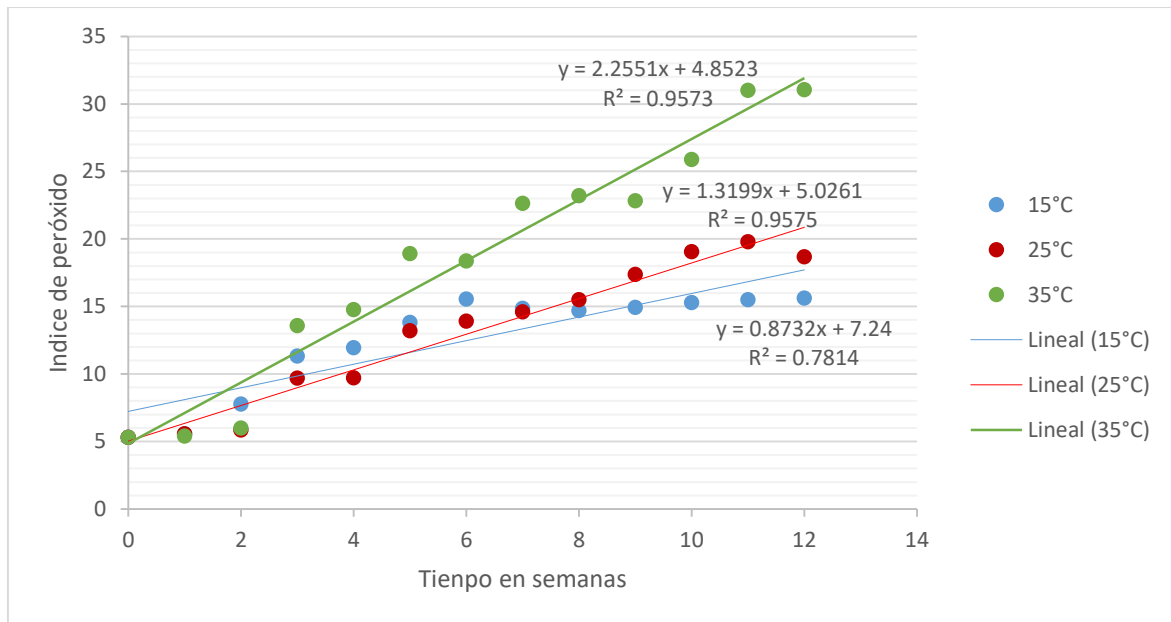


Figura 6. Curva de velocidad de reacción cinética de orden cero en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de polipropileno a 15°C, 25°C, y 35 °C

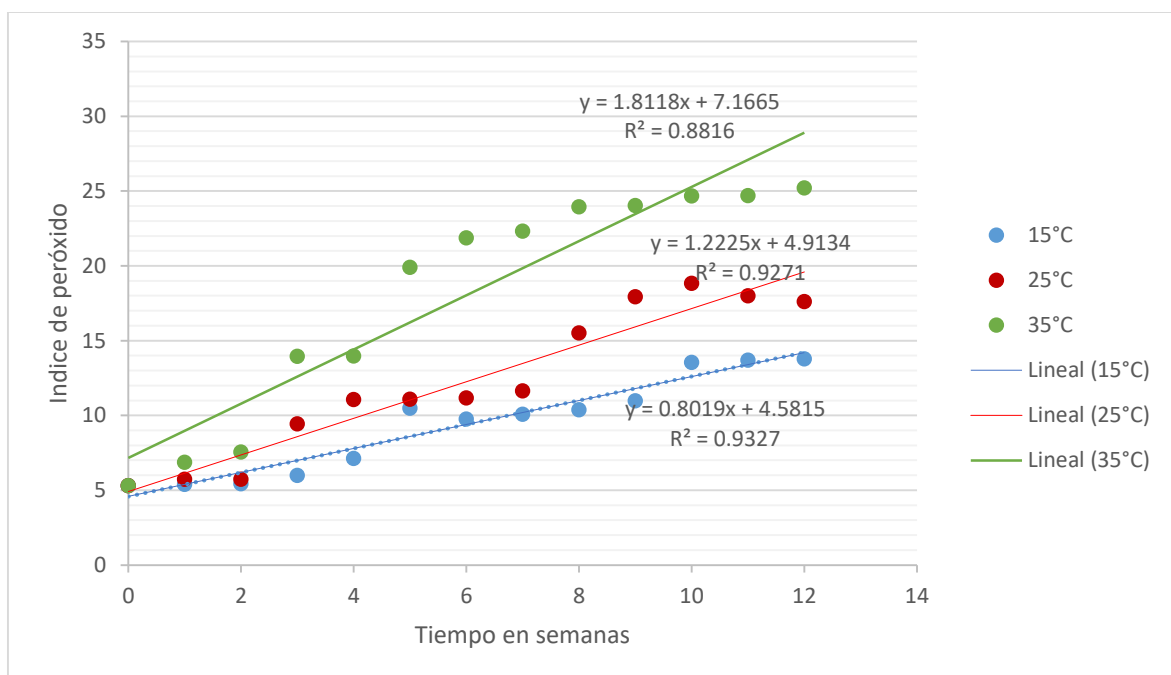


Figura 7. Curva de velocidad de reacción cinética de orden cero en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de vidrio a 15°C, 25°C, y 35 °C.

En la Figura 8 y 9, se presenta los gráficos del logaritmo natural contra el inverso de las temperaturas de almacenamiento.

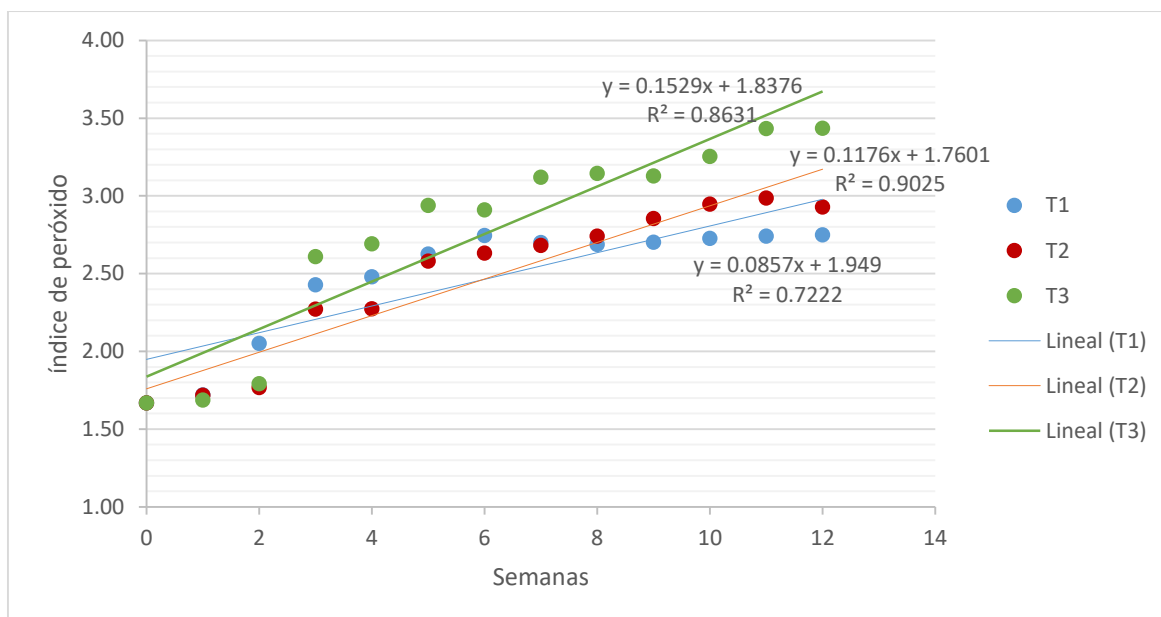


Figura 8. Curva de velocidad de reacción cinética de orden uno en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de polipropileno a 15°C, 25°C, y 35 °C

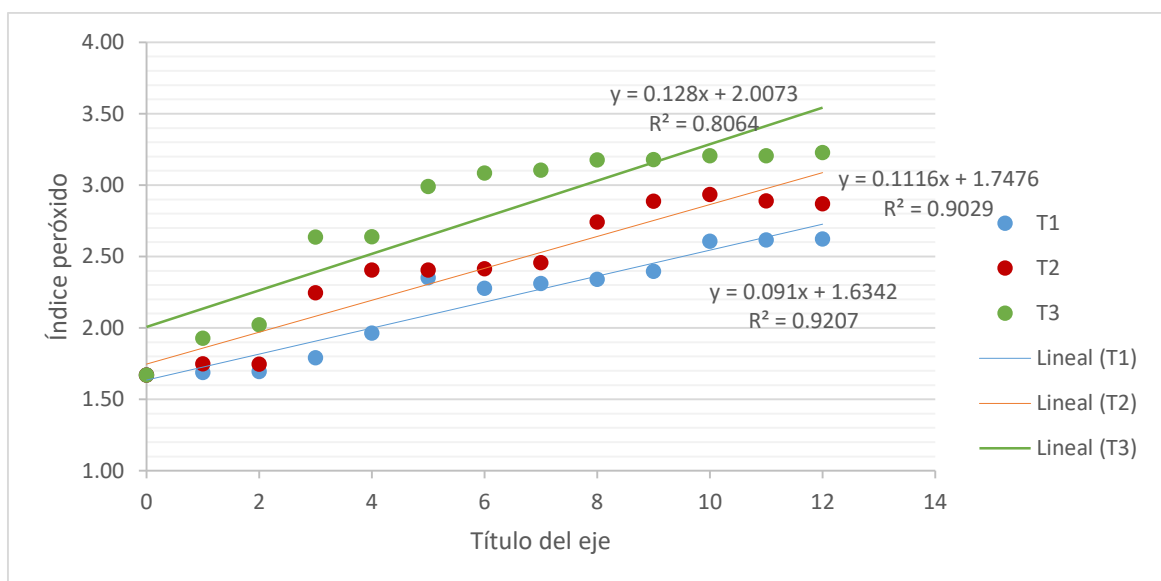


Figura 9. Curva de velocidad de reacción cinética de orden uno en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de vidrio a 15°C, 25°C, y 35 °C

En la Figura 10 y 11, al obtener el $1/Q$ de los valores de índice de peróxido, las curvas presentan una forma descendente aplicada al modelo de grado dos. Asimismo, se observan las ecuaciones de las pendientes para las temperaturas de almacenamiento.

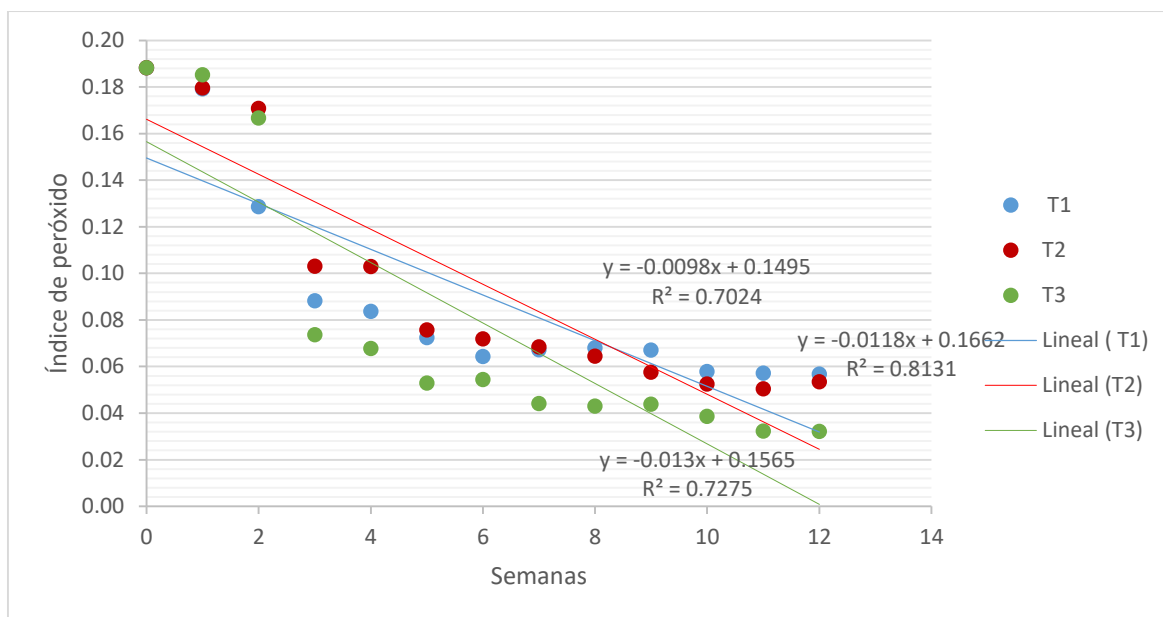


Figura 10. Curva de velocidad de reacción cinética de orden dos en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de polipropileno a 15°C, 25°C, y 35 °C

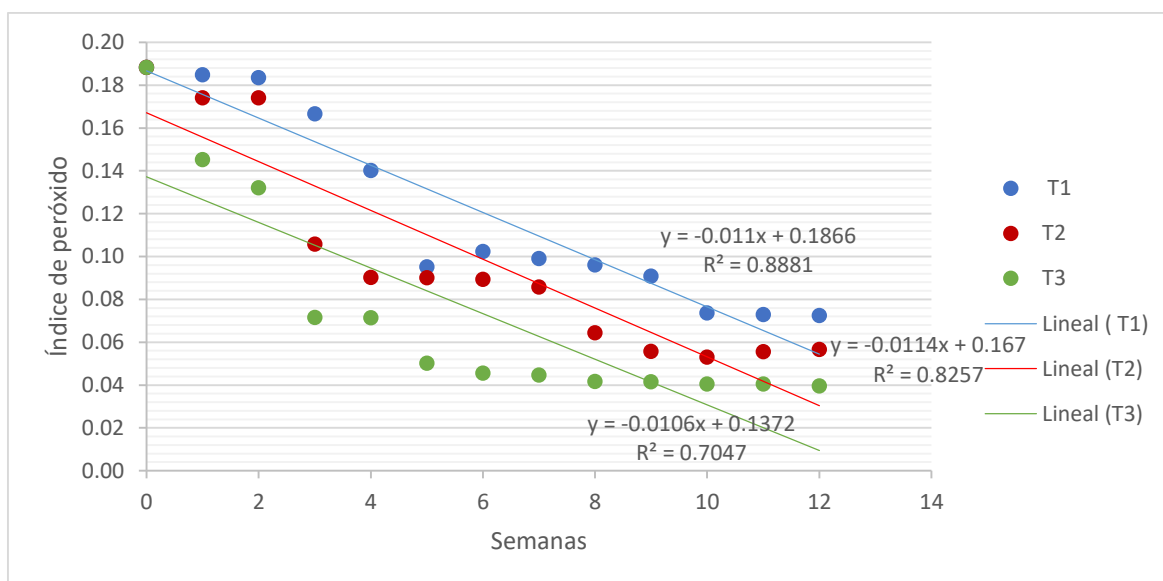


Figura 11. Curva de velocidad de reacción cinética de orden cero en función del índice de peróxido de crema de Sacha Inchi almacenado en envase de vidrio a 15°C, 25°C, y 35 °C

3.2.2. Elección del modelo matemático para determinar la vida útil de la crema de sacha inchi.

La cinética para la cantidad de índice de peróxido se escogió el modelo Q ($n=0$) por presentar mayores coeficientes de determinación (R), además Según Labuza (1982), indica que teóricamente se requiere una sola molécula como radical libre para iniciar la reacción

de autooxidación en cadena. Esto explica el hecho de que la cinética de orden cero o de medio orden permita describir la reacción de oxidación de lípidos.

Las variables de las ecuaciones en los diferentes modelos (orden 0, orden 1 y orden 2) se muestran en la Tabla 11. Los coeficientes de determinación a cada temperatura y tipo de envase de almacenamiento para el modelo escogido será el de orden cero debido a que este tiene un coeficiente de correlación más cercano a 1 a diferencia de los demás modelos. Por lo tanto, los valores R obtenidos para muestras envasadas en polipropileno son 0.7814, 0.9575, 0.9573, indicando que el 78.04, 95.75 y 95.73 por ciento de la variabilidad de la variable k, es explicado por el modelo de regresión ajustado para el caso de T1, T2 y T3 respectivamente. De la misma manera, los valores R obtenidos para muestras envasadas en envases de vidrio son 0.9327, 0.9271, 0.8816, indicando que el 93.27, 92.71 y 88.16 por ciento de la variabilidad de la variable k, es explicado por el modelo de regresión ajustado para el caso de T1, T2 y T3 respectivamente.

Tabla 11

Correlación y variables del modelo matemático tres temperaturas según su envase para la crema de Sacha Inchi

| Modelo | Variables | Envase de polipropileno | | | Envase de vidrio | | |
|--------|---------------------|-------------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| | | 15°C | 25°C | 35°C | 15°C | 25°C | 35°C |
| n=0 | A (A ₀) | 7.2400 | 5.0261 | 4.8523 | 4.5815 | 4.9134 | 7.1665 |
| | B (K) | 0.8732 | 1.3199 | 2.2551 | 0.8019 | 1.2225 | 1.8118 |
| | R ² | 0.7814 | 0.9575 | 0.9573 | 0.9327 | 0.9271 | 0.8816 |
| n=1 | A (A ₀) | 1.9490 | 1.7601 | 1.7601 | 1.6342 | 1.7476 | 2.0073 |
| | B (K) | 0.0857 | 0.1176 | 0.1176 | 0.0910 | 0.1116 | 0.1280 |
| | R ² | 0.7222 | 0.9025 | 0.8631 | 0.9207 | 0.9029 | 0.8064 |
| n=2 | A (A ₀) | 0.1475 | 0.1662 | 0.1565 | 0.1866 | 0.1670 | 0.1372 |
| | B (K) | -0.0092 | -0.0118 | -0.0130 | -0.0110 | -0.0114 | -0.0106 |
| | R ² | 0.6536 | 0.8131 | 0.7275 | 0.8881 | 0.8257 | 0.7047 |

3.2.3. Cálculo del tiempo medio de vida útil de crema de Sacha Inchi.

Con valores de las variables de la Tabla 11, se estimaron el tiempo de vida útil para el crema de Sacha Inchi a tres temperaturas diferentes 15°C, 25°C y 35°C (288, 298, 306, utilizando la ecuación cinética de orden cero (tabla 12 y Anexo 7) y considerando como límite de calidad 15 miliequivalentes de oxígeno activo/ kg de aceite (FAO/OMS, 2018) la resolución se puede observar en anexo 7.

En la Tabla 12 se resume los valores del tiempo medio de vida útil de crema de Sacha Inchi a tres temperaturas en grados absolutos (288°K, 298°K y 308°K) y dos tipos de envase (polipropileno y vidrio). Demostrando, que a menor temperatura de almacenamiento, el tiempo medio de vida útil es mayor y que el envase de vidrio aumenta la esperanza de vida del producto.

Tabla 12

Tiempo medio de vida útil de crema de Sacha Inchi en semanas a tres temperaturas y dos tipos de envases

| | Polipropileno | Vidrio |
|----------------|------------------|------------------|
| Temperatura °C | $\theta_{1/2} =$ | $\theta_{1/2} =$ |
| 288 | 8.89 | 12.99 |
| 298 | 7.56 | 8.25 |
| 308 | 4.50 | 4.32 |

3.2.4. Cálculo de modelo de predicción y valor Q_{10} .

Las Figuras 12 y 13 muestra un gráfico del logaritmo natural del tiempo de vida útil para la crema de Sacha Inchi en envase de vidrio y polipropileno respectivamente contra la temperatura en grados centígrados observados en la Tabla 13, obteniéndose la pendiente (b) para el cálculo del parámetro Q_{10} (Labuza & Fu, 1997).

Tabla 13

Ln de la vida útil de las tres temperaturas estudiadas

| Envase | Temperatura °C | vida útil | ln de la VA |
|-----------------|----------------|-----------|-------------|
| Vidrio | 288 | 12.99 | 2.56417983 |
| | 298 | 8.25 | 2.1102132 |
| | 308 | 4.32 | 1.4632554 |
| Plástico | 288 | 8.89 | 2.18492705 |
| | 298 | 7.56 | 2.02287119 |
| | 308 | 4.5 | 1.5040774 |

$$Q_{10} = e^{bT} = e^{10(0.055)} = 1.73325302$$

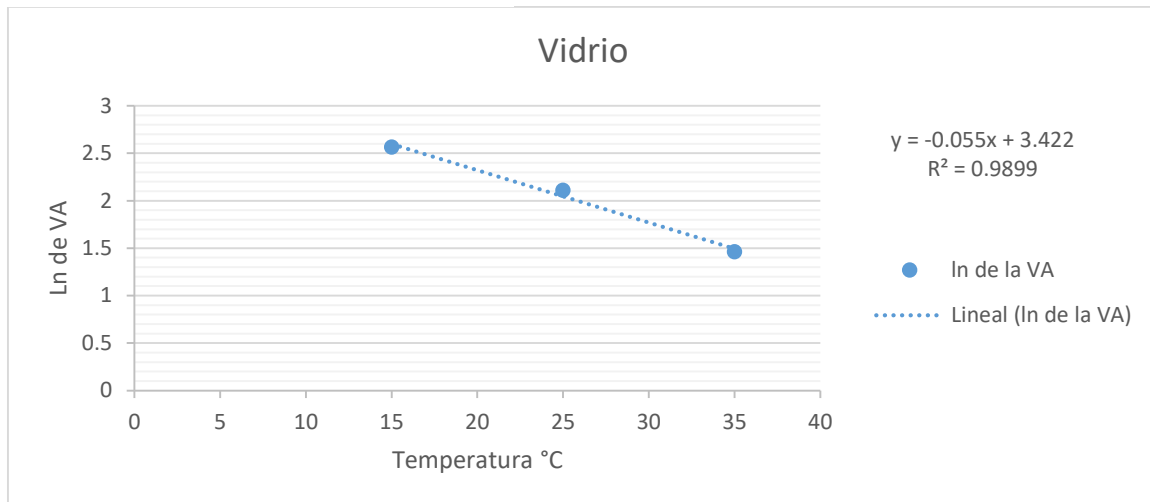


Figura 12. Gráfica del Ln de la vida útil vs la temperatura para la crema de Sacha Inchi en envase de vidrio.

$$Q_{10} = e^{bT} = e^{10(0.034)} = 1.40494759$$

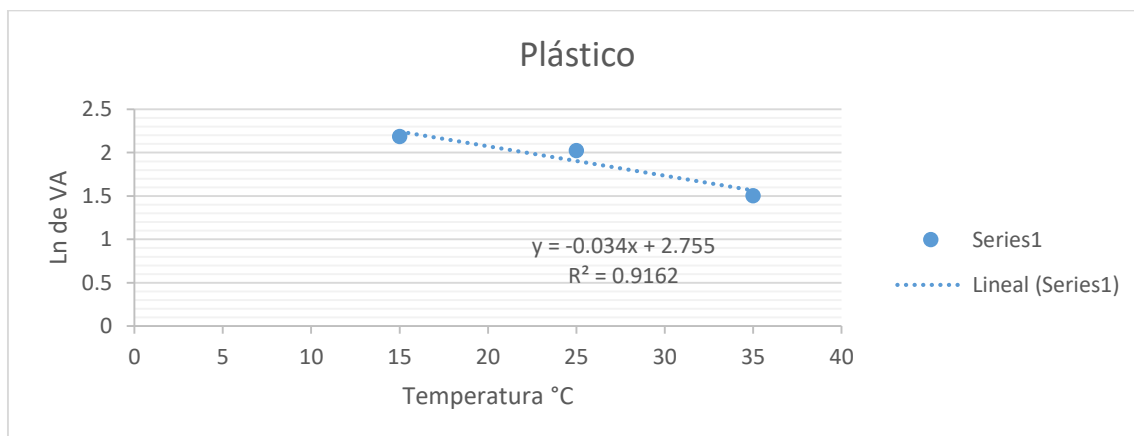


Figura 13. Gráfica del Ln de la vida útil vs la temperatura para la crema de Sacha Inchi en envase de plástico.

El factor Q_{10} para la crema de Sacha Inchi, envasado en envase de polipropileno fue 1.4049 esto significa que la velocidad de reacción de deterioro se acelera 1.4049 veces por cada 10°C de temperatura que se aumenten. Asimismo, la crema de Sacha Inchi, envasado en envase de vidrio fue 1.733, esto significa que la velocidad de reacción de deterioro se acelera 1.733 veces por cada 10°C de temperatura que se aumenten.

Para el cálculo de predicción se usará la siguiente formula: es $t_f = t_0 e^{-bT}$

$$b = -0.034 \quad \text{y} \quad t_0 = e^{2.755} = 15.7210409$$

Con el producto de estos valores se puede predecir el tiempo de vida útil para la crema de Sacha Inchi a diferentes temperaturas, si quisiéramos saber el tiempo de vida útil a 20°C para el envase de polipropileno se calcularía de la siguiente manera:

$$T_{20^{\circ}\text{C}} = 15.7210409 * e^{-0.034 * 20} = 7.9 \text{ semanas}$$

Según Labuza & Riboh (1982) existen varias maneras de expresar matemáticamente, la relación existente entre la temperatura y la velocidad de deterioro de un alimento. Por ejemplo la siguiente expresión representa otra ecuación para determinar Q_{10} y vida en anaquel:

$$Q_{10} = \frac{\text{Velocidad de reacción}(T+10)}{\text{Velocidad de reacción } T} \quad (1)$$

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida útil } (T+10)}{\text{Vida útil } T} = Q_{10} = \frac{ts(T)}{ts(T+10)} \quad (2)$$

En donde:

T= Temperatura (°C)

ts= Vida útil

De acuerdo a la Ley de Van't Hoff, el aumento de la velocidad de la reacción, para una diferencia de temperatura T, diferente a 10 °C, se cumple la relación:

$$(Q_{10})^{T/10} = \frac{ts(T1)}{ts(T2)} \quad (3)$$

Donde:

T=T1-T2

ts(T1) = Tiempo de vida útil a la temperatura T1

ts(T2) = Tiempo de vida útil a la temperatura T2

Aplicando un promedio de la formula (2) para el polipropileno para 15°C – 25°C y 25°C – 35°C se obtiene el $Q_{10} = 1.427962963$. Utilizando la ecuación (3) para determinar la vida útil a 20°C será: $t_{20^{\circ}\text{C}} = t_{35^{\circ}\text{C}} \times Q_{10}^{T/10} = 4.5 \times 1.427962963^{15/10} = 7.7 \text{ semanas}$

El resultado es similar al tiempo de vida útil calculado en la tabla 15, lo que significa que puede usarse cualquiera de las formulas observadas.

3.2.5. Predicción de vida útil a través del modelo de Arrhenius.

Para la predicción de la vida útil del producto a cualquier temperatura se determinará a través de la fórmula de Arrhenius:

$$t_s = t_0 e^{\frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_s} \right)}$$

Para el cual se realiza el gráfico LnVA de las temperaturas estudiadas vs 1/T, de los cuales la pendiente serán remplazados en la fórmula anterior, los datos se describen en la Tabla 14:

Tabla 14

Datos del inverso de la temperatura con respecto al ln de la vida útil

| Temp. °K | Plástico | Vidrio |
|-------------------|-----------------|---------------|
| 1/t | ln VA | ln VA |
| 0.00347222 | 2.18492705 | 2.56417983 |
| 0.0033557 | 2.02287119 | 2.1102132 |
| 0.00324675 | 1.5040774 | 1.4632554 |

La pendiente obtenida de la Tabla 14 se remplazó según la Figura 3 de la siguiente manera:

$$t_s = t_0 * e^{\frac{E_A}{R} \left[\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_s} \right]}$$

La pendiente y el intercepto de esta recta permiten calcular los valores de los parámetros E_a y t_0 utilizando datos del envase de plástico:

$$E_A = 3000.9 * R = 5963.409 \text{ cal/mol} \quad \text{y} \quad t_0 = e^{-8.1737} = 0.000281973$$

Con el producto de estos valores se puede predecir el tiempo de vida útil para la crema de Sacha Inchi a diferentes temperaturas, si quisiéramos saber el tiempo de vida útil a 20°C se calcularía de la siguiente manera:

$$t_{20^\circ\text{C}} = 0.000281973 * e^{\frac{5963.409}{1.987207} \left(\frac{1}{293} - \frac{1}{293} \right)} = 7.9 \text{ semanas}$$

En ambas formas se calculan los valores de E_a y Q_{10} para predecir la vida útil de la crema de Sacha Inchi a 20°C en envase de polipropileno, estos resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15*Resumen de valores de Q_{10} , E_a y tiempos de vida útil a 20°C*

| Envase | Q_{10} | E_a (cal/mol) | Tiempo a 20°C semanas | Formula de predicción usando E_a | Formula de predicción usando Q_{10} |
|---------------|----------|--------------------|-----------------------------|---|---|
| Polipropileno | 1.4049 | 5963.409 | 7.9 | $t_s = 0.000281973 * e^{\frac{5963.409}{1.987207} \frac{1}{*T}}$ | $t_f = 15.721 * e^{-0.034T}$ |
| Vidrio | 1.7332 | 9680.48018 | 10.1 | $t_s = 6.0806E-07 * e^{\frac{9680.48018}{1.987207} \frac{1}{*T}}$ | $t_f = 30.630 * e^{-0.55T}$ |

En la Tabla 15 se puede observar en resumen dos formas para predecir la vida útil de la crema de Sacha Inchi las cuales dan el mismo resultado y se hace un comparativo del tiempo de vida del producto entre envases a una temperatura de 20°C, resultando que el envase de vidrio ofrece 21.78% más esperanza de vida útil a comparación del envase de polipropileno. Para el efecto comparativo se consideró 20°C ya que es una temperatura ambiente promedio en los estantes comerciales.

Se tiene como referencia a Castillo & Silva (2015) quien estudió pruebas aceleradas usando dos tipos de envase concluyendo que la bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno mantiene la calidad del chocolate de taza mejor que el polipropileno Cast en un 5.65% y a Torres & Zaldaña (2017) quien observó mejores resultados para conservación de acidez el PTE en comparación al polipropileno, estos estudios hacen referencia a la predicción de vida útil usando la gráfica de vida útil observado en la Figura 3 asemejándose al presente estudio.

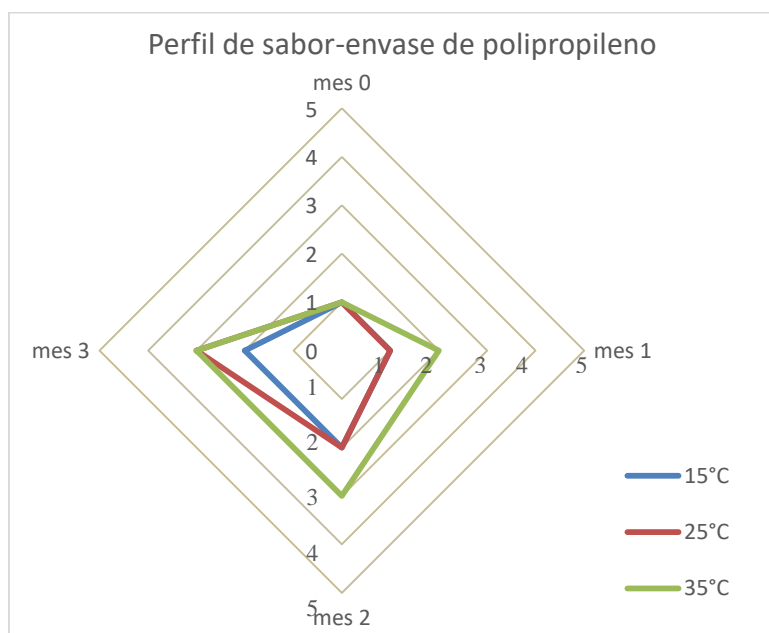
3.2.6. Análisis sensorial de la crema de Sacha Inchi.

Como análisis sensorial se utilizó el análisis descriptivo “Perfil de sabor” para percibir el sabor rancio de la crema de Sacha Inchi de forma mensual durante el tiempo de almacenamiento a tres temperatura y dos envases, de esta manera se pretende conocer el nivel de intensidad del sabor oxido-rancio durante este tiempo (Tabla 16 y 17). Para esto se realizó una evaluación por panelista semi entrenados utilizando una ficha de catación de forma mensual, utilizando como nivel de intensidad: (1) imperceptible, (2) ligero, (3) moderado, (4) fuerte, (5) muy fuerte.

Tabla 16*Perfil sensorial a tres temperaturas para envase del polipropileno*

| Tiempo | 15°C | 25°C | 35°C |
|--------|------|------|------|
| mes 0 | 1 | 1 | 1 |
| mes 1 | 1 | 1 | 2 |
| mes 2 | 2 | 2 | 3 |
| mes 3 | 2 | 3 | 3 |

En la Figura 14 se representa mediante un gráfico radial, el incremento de la percepción del sabor rancio-oxidado por los panelistas durante 3 meses para el envase de polipropileno

**Figura 14.** Perfil de sabor para el envase de plástico (polipropileno).

Se puede observar que al finalizar el tiempo de almacenamiento los panelistas percibieron un ligero sabor rancio a 15°C, mientras que el resultado fue moderado para 25°C y 35°C igualando sus características organolépticas en el tercer mes para el envase de polipropileno.

Tabla 17*Perfil sensorial a tres temperaturas para envase de vidrio*

| Tiempo | 15°C | 25°C | 35°C |
|--------|------|------|------|
| mes 0 | 1 | 1 | 1 |
| mes 1 | 1 | 1 | 2 |
| mes 2 | 1 | 2 | 2 |
| mes 3 | 1 | 3 | 3 |

En la Figura 15 se representa mediante un gráfico radial, el incremento de la percepción del sabor rancio-oxidado por los panelistas durante 3 meses para el envase de vidrio.

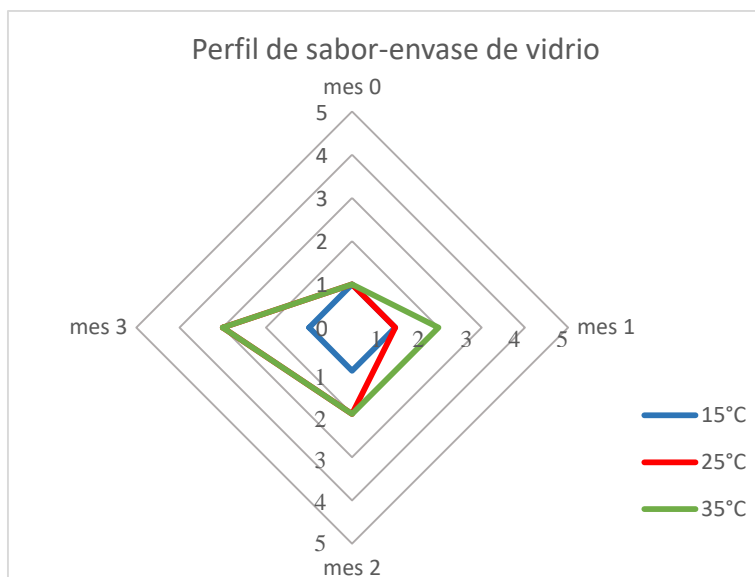


Figura 15 Perfil de sabor para el envase de vidrio

En el envase de vidrio se observó una diferencia relevante a 15°C comparado con el envase de polipropileno, ya que al finalizar el tiempo de vida útil a esta temperatura fue imperceptible el sabor rancio del producto, mientras las características organolépticas a las demás temperaturas son iguales a los resultados en envase de plástico. Lo que significa que la combinación envase de vidrio y baja temperatura mejora la vida útil del producto.

3.2.7. Evaluación de vida útil para envase oscuro.

Se realizó adicionalmente una prueba de vida útil de la crema de Sacha Inchi utilizando un envase al que se aisló de luz cubriéndolo completamente con papel aluminio y se realizó análisis de índice de peróxido semanalmente por un periodo de 1 mes, el objetivo fue hacer un efecto comparativo de la vida útil con un envase que no fue aislado de luz (envase utilizado para el estudio de vida útil del presente proyecto).

Para esta prueba se analizó el índice de peróxido durante un mes a 25°C en envase de vidrio como indica la Tabla 18.

Tabla 18

Índice de peróxido en envase oscuro y envase transparente a 25°C por 1 mes

| TIEMPO semanas | Envase Oscuro | Envase Transparente |
|----------------|---------------|---------------------|
| 0 | 5.31 | 5.31 |
| 1 | 5.03 | 5.74 |
| 2 | 5.63 | 5.74 |
| 3 | 7.10 | 9.46 |
| 4 | 7.08 | 11.08 |

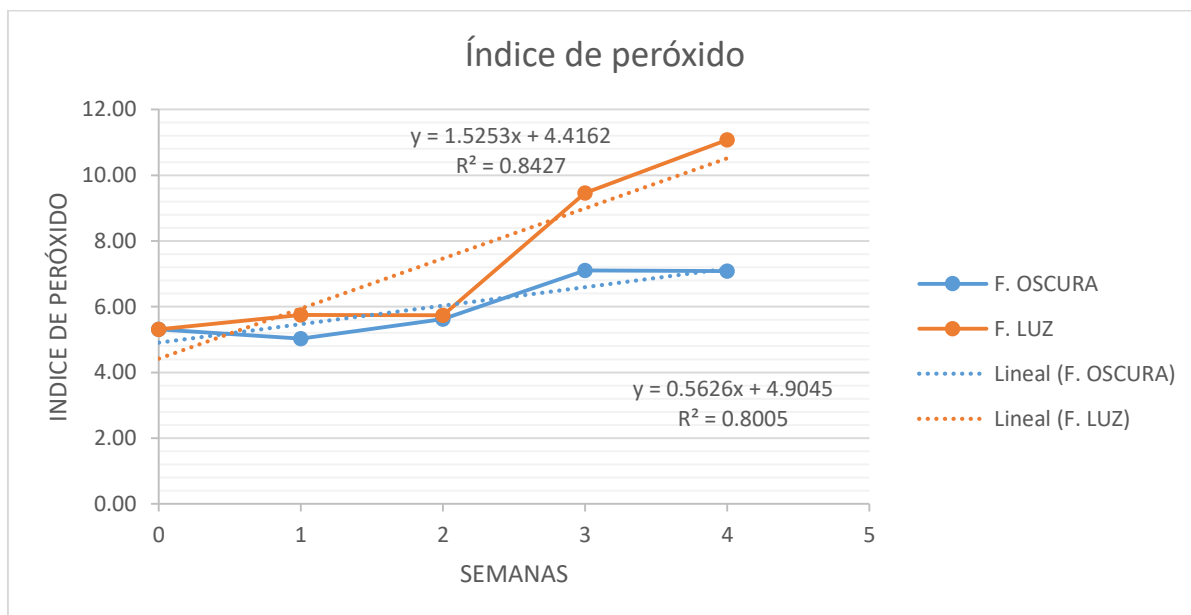


Figura 16. Índice de peróxido de crema de Sacha Inchi para envase de vidrio transparente y oscuro.

En la Tabla 19 se resumió las variables de la Figura 16, los cuales se reemplazarán en la ecuación cinética que corresponda para determinar el tiempo de vida útil.

Tabla 19

Modelo matemático cinética de orden cero para determinar velocidad de reacción entre un envase de vidrio oscuro y uno transparente.

| VARIABLES | MODELO DE ORDEN CERO | |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| | Envase oscuro | Envase Transparente |
| R ² | 0.8005 | 0.8427 |
| A (A ₀) | 4.9045 | 4.4162 |
| B (K) | 0.5626 | 1.5253 |

Se escogió como modelo matemático cinético de orden cero siendo y se determinó la vida útil según la siguiente fórmula: $t=(A_0-A_f)/k$

Para el envase oscuro:

$t_{25^{\circ}\text{C}} = 17.944$ semanas

Para el envase transparente

$t_{25^{\circ}\text{C}} = 6.939$ semanas

Durante este periodo se puede determinar la vida útil para el envase de vidrio oscuro fue 17.944 semanas mientras que el vidrio transparente fue 6.939 semanas. Se observa un incremento en la esperanza de vida a un 61.3% del envase oscuro con respecto al envase transparente.

Según Córdón (2007) observó que el uso de empaque de polipropileno metalizado aumentó significativamente la vida útil de las rosquillas en seis días comparado con la vida obtenida con el empaque de cloruro de polivinilo quien analizó la vida útil influenciado por la intensidad luminosa.

3.2.8. Análisis proximal de la crema de Sacha Inchi.

El análisis proximal fue realizado con la finalidad de conocer la composición proximal de las almendras de Sacha Inchi, que se usó para elaborar la crema antes y después del almacenamiento. Los análisis que se usaron fueron según AOAC (1998).

El análisis proximal de la crema de Sacha Inchi obtenida por tostado en horno microondas al iniciar y al final de la vida útil para el mejor producto almacenado que es en envase de vidrio a 15° se describe en la Tabla 20.

Tabla 20

Análisis proximal de la crema de Sacha Inchi después del almacenamiento a 15°C en envase de vidrio

| Análisis/Resultados | (Guerra, 2016) | Inicial | Final |
|--|-----------------------|----------------|--------------|
| Humedad (g/100g de muestra) | 1.5 | 2.7 | 0.7 |
| Aceite & grasa (g/100g de muestra) | 50 | 47.5 | 49.1 |
| Fibra | 0.5 | ND | ND |
| Cenizas (g/100g de muestra) | 2 | 3.6 | 3.4 |
| Proteína (g/100 g de muestra, factor 6.25) | 31 | 25.1 | 26.4 |
| Carbohidratos (g/100g de muestra) | 16.5 | 21.1 | 20.4 |
| Energía (Kcal/100g de muestra) | 640 | 612.3 | 629.1 |

Fuente: La molina calidad total ver anexo 5 y 6

En la Tabla 20 se puede observar los resultados de análisis proximal de la crema de Sacha Inchi antes y después de someterlo a vida útil, los datos obtenidos son irregulares y con una variación mínima entre ellos, con excepción de la humedad, variando de 2.7 a 0.7, según Barreiro & Sandoval (2006) indica que el proceso de la respiración de los tejidos vegetales durante el almacenamiento refrigerado induce pérdida de peso originada por la conversión de los carbohidratos en dióxido de carbono y vapor de agua, esto estará relacionado a la temperatura y el tiempo de almacenamiento, También se realizó un comparativo con los resultados de Guerra (2016), los cuales se observa una reducción en carbohidratos, humedad y cenizas con respecto al resultado inicial de la investigación, mientras que el porcentaje de proteínas y energía se ve incrementada, esto puede deberse a la metodología para determinar los análisis mencionados.

3.2.9. Análisis microbiológico de la crema de Sacha Inchi.

Los resultados microbiológicos de las muestras de crema de Sacha Inchi antes y después de las 12 semanas de almacenamiento se observan en la Tabla 21 y Tabla 22 respectivamente, la calidad microbiológica se vió afectada en la numeración de *S. aureus* (NMP/g) pasando de <10 a <100 y numeración de mohos (UFC/g) pasando de <10 a 20 para el envase de polipropileno a 25°C, así como la numeración de mohos (UFC/g) pasando de <10 a $3,1 \times 10^2$ para vidrio a 15°C, la numeración de *S. aureus* indican una mala manipulación generando el crecimiento de microorganismos patógenos, mientras que la numeración de mohos indican alteración asociado a la vida útil, en el último análisis al presentarse un elevado índice de numeración de mohos solo a 15°C y no en las siguientes temperaturas puede considerarse que el envase no se encontraba completamente desinfectado. Los límites fueron establecidos por las normas NTS (2008) establecido por MINSA.

Tabla 21

Resultados de análisis microbiológico de la crema de Sacha Inchi antes del almacenamiento

| Muestra /Límite según NTS | Numeración <i>E. coli</i> (NMP/g) | Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | Numeración <i>S. aureus</i> (NMP/g) | Numeración de mohos (UFC/g) | <i>Salmonella sp.</i> En 25 g |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Límite | 10 | 10^3 | 10 | 10 | Ausencia/25 g |
| Crema de Sacha Inchi | <3.0 | <10 | <10 | <10 | Ausencia/ 25 g |

Fuente: Laboratorio de referencia regional Dirección Regional de Salud-San Martín
Referencia: NTS N°071. MINSA DIGESA-V.01 (Anexo 1)

Tabla 22

Resultados del análisis microbiológico de crema de Sacha Inchi usando envase de vidrio y polipropileno diferentes temperaturas a tres meses.

| Muestra /Límite según norma técnica | Numeración <i>E. coli</i> (NMP/g) | Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | Numeración <i>S aureus</i> (NMP/g) | Numeración de mohos (UFC/g) | <i>Salmonella</i> sp. En 25 g |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Límite | 10 | 10 ³ | 10 | 10 | Ausencia/25 g |
| Propileno 15°C | <3.0 | <100 | <10 | <10 | Ausencia/25 g |
| Propileno 25°C | <3.0 | <100 | <100 | 2x10 | Ausencia/25 g |
| Propileno 35°C | <3.0 | <100 | <10 | <10 | Ausencia/25 g |
| Vidrio 15°C | <3.0 | <100 | <10 | 3,1x10 ² | Ausencia/25 g |
| Vidrio 25°C | <3.0 | <100 | <10 | <10 | Ausencia/25 g |
| Vidrio 35°C | <3.0 | <100 | <10 | <10 | Ausencia/25 g |

Fuente: Laboratorio de referencia regional Dirección Regional de Salud-San Martín
Referencia: NTS N°071. MINSA DIGESA-V.01 (Anexo 3)

Para la determinar el tipo de microorganismo a analizar se consideró el Reglamento Técnico centroamericano (2009) categoría 4.2.5 Mantequilla de maní cuyo único parámetro microbiológico es ausencia de *Salmonella*, siendo este producto el más cercano al de la investigación; a su vez se consideró el análisis de *Escherichia. coli*, *S. aureus*, *B. cerus*, mohos encontrados en la NTS (2008) categoría 4.1 de manera complementaria así como los límites permisibles de calidad microbiológica.

Según Gimeno (2002) la temperatura óptima para el desarrollo de los hongos se encuentra entre 25 y 30°C y el límite máximo entre 40 y 45°C, lo que indica que el resultado del envase de vidrio a la temperatura de 15°C (T1) podría considerarse un caso aislado, ya que en ninguna de las demás muestras a mayor temperatura se observó tal comportamiento, siendo posible una exposición externa. Con esta consideración se observa que después de tres meses de almacenamiento ninguna muestra excede el límite aceptable según NTS (2008).

3.2.10 Análisis de varianza (ANOVA) para la crema de Sacha Inchi

Utilizando el test de Tukey con un nivel de significancia de 5% para el índice de peróxidos de un diseño completamente al azar, se evaluó el nivel de significancia de la interacción de 2 envases x 3 temperaturas x 13 unidades de tiempo (12 semanas más la semana cero) utilizando el software estadístico R versión 3.3.1. Los resultados de esta interacción se observan en el Anexo 4, cuyo resultado nos indica que en las dos primeras semanas no se observa diferencia estadística de los índices de peróxido, pero después de las dos semanas de almacenamiento hasta la semana doce, se observó diferencia significativa con respecto a la interacción envase, temperatura y tiempo; esta diferencia nos indica que hay influencia sobre la calidad del producto la utilizar un envase de vidrio con respecto a un envase de polipropileno, también se observa que la temperatura y el tiempo al que es sometido el producto influyen directamente con el incremento del índice de peróxido, como indica el análisis fisicoquímico.

CONCLUSIONES

1. La calidad de la crema de Sacha Inchi para consumo humano se vio afectada microbiológicamente por el tipo de envase empleado, siendo el envase de polipropileno a 25°C quien presentó numeración de mohos y *S. aureus* fuera del parámetro, estos microorganismos son indicadores de alteración relacionado a vida útil y mala manipulación respectivamente, por otro lado en el análisis sensorial se obtuvo un ligero sabor oxido-rancio a partir del segundo mes para el polipropileno, mientras que en el envase de vidrio este descriptor fue imperceptible durante los 3 meses almacenados a 15°C, concluyendo así que el envase de vidrio ofrece mayor esperanza de vida útil por ser un material de barrera a diversos factores. En cuanto al análisis proximal la característica que se vio afectada fue la humedad reduciéndose de 2.7 a 0.7% debido a la refrigeración.
2. El envase de vidrio presentó mayor vida útil y mejores resultados durante el almacenamiento, conservando su calidad físico químico, sensorial y microbiológico a 15 ° C. Por otro lado el envase de vidrio oscuro presentó una mejor respuesta a la conservación que el envase de vidrio transparente, incrementándose en un 61.3% más el tiempo de vida útil que el envase sin protección al ser evaluado durante un mes de almacenamiento, brindaron una buena protección a la crema de Sacha Inchi gracias a que impide el paso de luz y evita un rápido deterioro. El Análisis de la varianza nos indica que existe diferencia significativa entre envase, temperatura y tiempo a partir de la segunda semana de almacenamiento.
3. Por medio del índice de peróxido y pruebas aceleradas de almacenamiento, se determinó la ecuación de predicción de vida útil de la crema de Sacha Inchi en diferentes envases, siendo para el envase de vidrio $tf=30.630e^{-0.55T}$ y para el envase de polipropileno $tf=15.721e^{-0.034T}$ usando grafica de vida útil y factor Q₁₀

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar experimentos de vida útil utilizando algún tipo de conservante ya que el presente estudio no se usó, esto puede mejorar significativamente el tiempo de vida útil.
2. Se recomienda elaborar el producto evitando la presencia de luz y envasado al vacío para garantizar un mejor tiempo de vida útil.
3. Determinar el tiempo de vida útil en otros tipos de envases, como envases laminados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzueto, R. C. (2012). *Modelos matemáticos para estimación de vida útil de alimentos*. Osmosis consultores: San Salvador.
- AOAC. (1975). *Método de Análisis Peroxidevalue*. Washington: Official Methods of Analytical Chemists.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association Chemistry*. Washintong: Association of Official Methods Analytical Chemists.
- Araya, D. (2012). *Determinación de la vida útil de arroz preparado espárrago Líder elaborado por empresas TUCAPEL S.A. mediante pruebas aceleradas*. Santiago: Universidad de Chile.
- Arévalo, G. (2000). *El cultivo de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) en la Amazonía*. Tarapoto: INIA.
- Armijos, C. (2014). *Estudio de factibilidad par al creación de una empresa productora de aceite comestible a base de planta de sacha inchi y su comercialización en la provincia de Orellana*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- ASAP Laboratorio. (06 de Junio de 2018). *ASAP Laboratorio*. Obtenido de <http://www.asaplaboratorio.com/Tiempo-de-Vida-de-Anaque.html>
- Badui, D. S. (1999). *Química de los alimentos*. Ciudad de México: 3° ed. Pearson Educacion.
- Báez, J. (2008). *Evaluación termofísica de los material utilizados en emulsiones y microcápsulas y análisis de su efecto en el retardo de la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados del aceite de linaza*. Madrid: UAM.
- Barreiro, J. A., & Sandoval, A. J. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Caracas: Equinoccio.
- Bustamante, B. (2015). *Estudio de la vida útil de galleta salada mediante la ecuación de Arrhenius*. Callao: Universida Nacional del Callao.

- Cachique, D. (2006). *Sistema de producción y mejoramiento genético de Sacha Inchi en San Martín*. Obtenido de Programa de Investigación en Ecosistemas Terrestres (PET): <http://www.iiap.org.pe/Upload/Avance/bosque3.pdf>
- Cantillo, J., Fernández, C., & Núñez, M. (1994). *Durabilidad de los Alimentos. Métodos de Estimación*. Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.
- Castillo, D., & Silva, C. (2015). *Determinación de la vida de anaquel del chocolate de taza elaborado por ASDEME, mediante pruebas aceleradas (ASLT) en dos tipos de empaque*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Centro de Investigación, Educación y Desarrollo CIED Selva Central. (2008). *Protocolo del Cultivo de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.)*. La Merced: CIED Selva Central.
- Chica, B., & Osorio, S. (2003). *Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Chirinos, O., Adachi, L., Calderón, F., Díaz, R., Larrea, L., Mucha, G., & Roque, L. (2009). *Exportación de sachá inchi al mercado de Estados Unidos*. Lima: ESAN.
- Contreras, J. (2002). *Alimentación y Cultura. Necesidades, gustos y costumbres*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor.
- Cordón, J. A. (2007). *Determinación acelerada de la vida en anaquel de la rosquilla hondureña*. Honduras: Zamorano.
- FAO/OMS. (13 de Junio de 2018). *Norma para aceites vegetales especificados CODEX STAN 210-1999*. Obtenido de CODEX ALIMENTARIUS: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2B210-1999%252FCXS_210s.pdf
- Fenema, O. (2000). *Química de los alimentos. 3ª ed.* Zaragoza: Acribia S.A.
- Gacula, M. C. (1994). The design of experiments for shelf life study. *Jornal Food Science*, 40-410.

- Gimeno, A. (4 de Mayo de 2002). *Principales factores condicionantes para el desarrollo de los hongos y la producción de micotoxinas (2-5)*. Obtenido de <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/principales-factores-condicionantes-desarrollo-t26065.htm>
- Giraldo Gómez, G. I. (1999). *Métodos de Estudio de Vida de Anaquel de los Alimentos*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Guerra, E. (2016). *Efecto Del Tostado Por Método Convencional y Tratamiento por Microondas en Color de Granos de Sacha Inchi (Plukenetia Volubilis L.) Para la Elaboración de Crema de Consumo Humano*. Tarapoto: UNSM.
- Hamaker, B. R. (1992). *Perfiles de aminoácidos y ácidos grasos del «maní del inca» (Plukenetiavolubilis L.)*. Fayetteville: Universidad de Arkansas.
- Hazen, D., & Stowesand, Y. (1980). *Resultados de análisis de aceite y proteína del cultivo de sachá inchi*. Nueva York: Universidad de Cornell.
- Heldman, D., & Lund, D. (2007). *Handbook of Food Engineering*. New York: CRC Press. Boca Raton.
- Hernandez, E. A. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá: UNAD.
- Ibarz, A., & Naves, J. (1995). Efecto de la temperatura y Contenido en Sólidos Solubles Sobre la Cinética de Pardeamiento No Enzimático de zumos clarificados de Manzana. *FoodScience and Tecnology International 1 (1)*, 29-34.
- Kristott, J. (2000). *Fats and oils*. In: *The stability and shelf – life of food*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Labuza, T. (1982). *Shelf-Life Dating Foods*. Westport, Connecticut: Food and NutritionPress.
- Labuza, T., & Fu, B. (1997). Shelf Life Testing: Procedures and Prediction Methods. *Frozen Foods*, Minnesota.
- Labuza, T., & Riboh, D. (1982). *Theory and application of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrients losses in food*. *J. Food Technology*.
- Labuza, T., & Schmidl, M. (1985). Acelerated Shelf life Testing if foods. *Food Technology*. 39 (9), 57-64.


- Liria, M. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos, centro internacional de agricultura tropical-CIAT*. Lima: CIAT.
- Lovon, C., & Echegaray, P. (2006). *Elaboración de mantequilla de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) y su caracterización*. Lima: USIL.
- Lowenberg, M., Todhunter, E., Wilson, E., Feeney, M., & Savage, J. (1985). *Los Alimentos y el Hombre*. México: Editorial Limusa.
- Macbride, J. (1995). Flora of Perú. *Field Museum of Natural History*, 13(3A/1): 3-200.
- Man, D. (2002). *Food Industry Briefing Series*. Oxford: Blackwell Science.
- Ministerio de comercio exterior y turismo. (2009). *Guía de envases y embalaje*. Lima: MINCETUR.
- NTP. (2009). *Aceite de sachá inchi, requisitos*. Lima.
- NTS. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Lima: MINSA/DIGESA.
- Núñez, C. (1991). *Determinación de la Vida en Anaquel de productos alimenticios procesados mediante pruebas Aceleradas (SAL T)*. Lima: Centro de Investigación de producción industrial Universidad de Lima.
- Obregón, A. (1996). *Obtención de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.) en polvo secado por atomización*. Lima: UNALM.
- OCAMPO, A. (2003). *Determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa DECAFÉ S.A. y evaluación del tipo de empaque en la conservación del producto*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Palacios, M. (2008). *Sachá Inchi*. Lima: Naturamedicatrix.
- Ragnarsson, J., & Labuza, T. (1977). Accelerated shelf-life testing for oxidative. *Food Chem.* 2, 291-308.
- Rahaman, S. (1995). *Food Properties Handbook. Contemporary Food Science Series*.
- Rasmussen, N. (2003). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*. American Power Conversion.

- Reglamento Técnico Centroamericano. (2009). *Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos*. Costa Rica: RTCA 67.04.50:08.
- Reyes, R., & Ulloa, A. (2003). *Estandarización para el proceso de elaboración de mantequilla de mani*. Chía: Universidad de la Sabana.
- Rotstein, E., Valentas, K., & Singh, R. (1997). *Handbook of Food Engineering Practice*. New York: Boca Raton.
- Sánchez, M. (2013). *Influencia de la temperatura y el tiempo de secado-tostado sobre la calidad físicoquímica de las semillas de sachá inchi (Plukenetia Volubilis L.)*. Tacna: UNJBG.
- Sánchez, V. (2008). *Influencia de la temperatura y empaque en la calidad del aceite de sachá inchi (plukenetia volubilis L.) en capsulas y semillas ecotipo apangura de la provincia de lamas, durante almacenamiento*. Tarapoto: UNSM.
- Sancho, J. (2002). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*.
- Sharma, S. K., Mulvaney, S. J., & Rizui, S. S. (2003). *Ingeniería de alimentos: Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio*. México: Limusa.
- Steele, R. (2004). *Understanding and measuring the shelf – life of food*. Inglaterra: Woodhead Publishing.
- Thompson, J. L., Manore, M., & Vaughan, L. (2008). *Nutrición*. Madrid: Pearson Addison.
- Thurgood, J., Ward, R., & Martini, S. (2007). Oxidation kinetics of soybean oil/anhydrous milk fat blends: A differential scanning calorimetry study. United States: Elsevier.
- Toroky, T., & King, A. (1991). Thermal Inactivation Kinetics of Food Borne Yeasts. *Journal of Food Science* 56(1), 6-9.
- Torres, H. Y., & Zaldaña, M. R. (2017). *Determinación de la Vida de Anaquel de Horchata de Morro Elaborada Artesanalmente y Evaluación del Tipo de Empaque para su Conservación*. El Salvador: Universidad del Salvador.
- Torres, W., Ponce, A., Otarola, J., Murillo, B., & Zarate, B. (2009). *Aplicación del sachá inchi (Plukenetia Volubilis L.) en la elaboración de mantequilla con alto contenido de omega 3 y evaluación de su aceptabilidad*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

- Valdesas, L. (10 de Octubre de 2018). *Aceite de las Valdesas*. Obtenido de <https://www.aceitedelasvaldesas.com/faq/varios/aceite-de-oliva-en-mal-estado/>
- Valentas, K., Rostein, E., & Singh, R. (1997). *Handbook of Food Engineering Practice*. New York: CRC Press. Boca Raton.
- Valles, & C. (1995). *El Sacha Inchi, Importante oleaginosa selvática*. Lima: Revista Pura Selva.
- Valles, C. R. (1990). *El «sacha inchi», planta nativa de importancia proteica y aceitera promisorio para la selva alta*. Lima.
- Wardlaw, G., Hampl, J., & DiSilvestro, R. (2004). *Perspectivas en Nutrición*. México: McGraw Hill.
- Waterman, K., & Adami, R. (2005). Accelerated testing: Prediction of chemical. *Int. J. Pharmacol.* 293, 101-105.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis microbiológico al iniciar la vida útil



PERÚ

**Ministerio
de Salud**

DIRECCION REGIONAL DE SALUD-SAN MARTIN
LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL
Jr. Túpac Amaru 5ta Cdra. s/n - Morales
Telefax: 042-526589 / Telf. 042-526451

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"


INFORME DE ENSAYO N° 273 - P /2015

| SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN | | | | |
|--|--------------------------|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| TESIS: Influencia del tipo de envase en la crema de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) para consumo humano | | | | |
| Investigador: Mayté Girano Ramirez | | | | |
| Grupo alimenticio : | | | CONTROL DEL AREA ANALITICA | |
| Muestra: Crema de Sacha Inchi | | | Muestra prototipo: 02 Unid x 100 g | |
| Muestreador :Interesado | | | | |
| Punto de muestreo : Planta de producción | | | | |
| Fecha y Hora de muestreo: 03-09-2015 | | | Fecha recepción: 03.09.2015 | |
| Código de la Muestra: 479 | | | Fecha inicio del Ensayo :04.09.2015 | |
| RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | | | | |
| ENSAYO | RESULTADOS DE LA MUESTRA | LIMITE MICROBIOLÓGICO (según Norma Técnica) | LIMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO |
| Numeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) | <3.0 | 10 | < 3.0 | ISO 7251,2005/ICMSF |
| Numeración <i>S. aureus</i> (NMP/g) | <10 | 10 ² | <10 | ISO 6888-1,1999/Adm. 1:2003 |
| Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | <10 | 10 ² | <10 | ISO 7932: 1993 FDA /BAMV Cap. 14 |
| Numeración de Mohos (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| Numeración de Levaduras (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| <i>Salmonella</i> sp. En 25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | ISO -6579:2002 / Cor.1.2004. |
| <3.0, <10, es el limite inferior de detección del método. | | | | |


NOTA: Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a Ensayo.

OBSERVACION: La muestra se encuentra dentro de los límites bacteriológicos permisibles para los Ensayos arriba indicados. NTS N° 071. MINSA DIGESA-V.01

Morales, 18 de Setiembre del 2015



DIRECCION REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
Bilga. Msc. Diana Portella Molgarejo
RESP. AREA MICROB. ALIMENTOS Y AGUA






DIRECCION REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
DR. MSc. Heriberto Arevalo Ramirez
DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.B.M

Anexo 2. Ficha para evaluación sensorial mensual para ambos envases

| Ficha de cata para crema de Sacha Inchi | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|
| Hoja de prueba sensorial atributo-sabor rancio | | | | | |
| Nombre.....Fecha..... | | | | | |
| Frente a usted hay una 3 muestra codificadas de crema de Sacha Inchi, la cual debe probar y marcar con un X la intensidad de sabor rancio que perciba. | | | | | |
| Código de muestra | Puntaje según intensidad de percepción | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0281 | | | | | |
| 7116 | | | | | |
| 6036 | | | | | |
| Comentarios: <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> | | | | | |
| Intensidad de sabor rancio: 1=imperceptible 2=ligero 3=moderado 4=fuerte 5=muy fuerte | | | | | |

Anexo 3. Análisis microbiológico después de 3 meses de almacenado

| PERÚ | | Ministerio de Salud | | DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD-SAN MARTÍN LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL Jr. Tupac Amaru 5ta Cdra. s/n - Morales Telefax: 042-528589 / Telf. 042-528451 | |
|--|--------------------------|---|--|---|--|
| "Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación" | | | | | |
| INFORME DE ENSAYO N° 373 - P /2015 | | | | | |
| SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN | | | | | |
| TESIS: Influencia del tipo de envase en la crema de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) para consumo humano | | | | | |
| Investigador: Mayté Girano Ramirez | | | | | |
| Grupo alimenticio : | | | CONTROL DEL AREA ANALITICA | | |
| Muestra: Crema de Sacha Inchi, T° 1 / Frasco de vidrio | | | Muestra prototipo: 01 Unid x 50 g | | |
| Muestreador :Interesado | | | | | |
| Punto de muestreo : Lab. Investigación Ing. Agroindustrial | | | Fecha recepción: 28.11.2015 | | |
| Fecha y Hora de muestreo: 28 -11-2015 | | | | | |
| Código de la Muestra: 663 | | | Fecha inicio del Ensayo :28.11.2015 | | |
| RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | | | | | |
| ENSAYO | RESULTADOS DE LA MUESTRA | LIMITE MICROBIOLÓGICO (según Norma Técnica) | LIMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO | |
| Numeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) | <3.0 | 10 | < 3.0 | ISO 7251,2005/ICMSF | |
| Numeración <i>S. aureus</i> (NMP/g) | <10 | 10 ² | <10 | ISO 6888-1,1999/Adm. 1:2003 | |
| Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | <100 | 10 ² | <10 | ISO 7932: 1993 FDA /BAMV Cap. 14 | |
| Numeración de Mohos (UFC/ g) | 3.1 x 10 ² | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 | |
| Numeración de Levaduras (UFC/g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 | |
| <i>Salmonella sp.</i> En 25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | ISO -6579:2002 / Cor.1:2004. | |
| <3.0, <10, <100, es el límite inferior de detección del método. | | | | | |
| NOTA: Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a Ensayo. | | | | | |
| OBSERVACION: La muestra se encuentra por encima del límite permisible (véase numeración de mohos) que especifica la Norma. Referencia NTS N° 071. MINSa DIGESA-V.01 | | | | | |
| Morales, 04 de diciembre del 2015 | | | | | |
|  Biga, Msc. Della E. Portella Melgarejo RESP. ÁREA MICROB. ALIMENTOS Y AGUA | | |  DIRECCION LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.S.M. - SAN MARTIN | | |
|  Mulgo, MSc. Hsiberto Arevalo Ramirez DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.S.M | | | | | |



PERÚ

Ministerio
de SaludDIRECCION REGIONAL DE SALUD-SAN MARTIN
LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL
Jr. Tupac Amaru 5ta Cdra. s/n - Morales
Telefax: 042-526589 / Telf. 042-526451

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

INFORME DE ENSAYO N° 374 - P /2015

| SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN | | | | |
|--|--------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|
| TESIS: Influencia del tipo de envase en la crema de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) para consumo humano | | | | |
| Investigador: Mayté Girano Ramirez | | | | |
| Grupo alimenticio : | | CONTROL DEL AREA ANALITICA | | |
| Muestra: Crema de Sacha Inchi, T° 1 / Frasco de polipropileno | | Muestra prototipo: 01 Unid x 50 g | | |
| Muestreador :Interesado | | | | |
| Punto de muestreo : Lab. Investigación Ing. Agroindustrial | | Fecha recepción: 28.11.2015 | | |
| Fecha y Hora de muestreo: 28 -11-2015 | | | | |
| Código de la Muestra: 664 | | Fecha inicio del Ensayo :28.11.2015 | | |
| RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | | | | |
| ENSAYO | RESULTADOS DE LA MUESTRA | LIMITE MICROBIOLÓGICO (según Norma Técnica) | LIMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO |
| Numeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) | <3.0 | 10 | < 3.0 | ISO 7251,2005/ICMSF |
| Numeración <i>S. aureus</i> (NMP/g) | <10 | 10 ² | <10 | ISO 6888-1.1999/Adm. 1:2003 |
| Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | <100 | 10 ² | <10 | ISO 7932: 1993 FDA /BAMV Cap. 14 |
| Numeración de Mohos (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| Numeración de Levaduras (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| <i>Salmonella sp.</i> En 25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | ISO -6579:2002 / Cor.1:2004. |
| <3.0, <10, <100, es el límite inferior de detección del método. | | | | |

NOTA: Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a Ensayo.

OBSERVACION: La muestra se encuentra dentro de los límites bacteriológicos permisibles para los Ensayos arriba indicados. NTS N° 071. MINSa DIGESA-V.01

Morales, 04 de diciembre del 2015

SEPTIEMBRE
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
Bilga. Msc. Deivis E. Portella Melgar
RESP. AREA MICROS. ALIMENTOS Y AGUA

LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
Msc. Heriberto Arévalo Ramirez
DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.S/M



PERÚ

Ministerio
de Salud
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD-SAN MARTIN
 LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL
 Jr. Túpac Amaru 5ta Cdra. s/n - Morales
 Telefax: 042-528589 / Telf. 042-528451

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

INFORME DE ENSAYO N° 375 - P /2015

| SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN | | | | |
|--|--------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS: Influencia del tipo de envase en la crema de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) para consumo humano | | | | |
| Investigador: Mayté Girano Ramirez | | | | |
| Grupo alimenticio : | | CONTROL DEL AREA ANALITICA | | |
| Muestra: Crema de Sacha Inchi, T° 2 / Frasco de vidrio | | Muestra prototipo: 01 Unid x 50 g | | |
| Muestreador :Interesado | | Fecha recepción: 28.11.2015 | | |
| Punto de muestreo : Lab. Investigación Ing. Agroindustrial | | Fecha inicio del Ensayo :28.11.2015 | | |
| Fecha y Hora de muestreo: 28 -11-2015 | | | | |
| Código de la Muestra: 665 | | | | |
| RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | | | | |
| ENSAYO | RESULTADOS DE LA MUESTRA | LIMITE MICROBIOLÓGICO (según Norma Técnica) | LIMITE DE DETECCION DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO |
| Numeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) | <3.0 | 10 | < 3.0 | ISO 7251,2005/ICMSF |
| Numeración <i>S. aureus</i> (NMP/g) | <10 | 10 ² | <10 | ISO 6888-1,1999/Adm. 1:2003 |
| Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | <100 | 10 ² | <10 | ISO 7932: 1993 FDA /BAMV Cap. 14 |
| Numeración de Mohos (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| Numeración de Levaduras (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| <i>Salmonella</i> sp. En 25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | ISO -6579:2002 / Cor.1:2004. |
| <3.0, <10, <100, es el límite inferior de detección del método. | | | | |

NOTA: Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a Ensayo.

OBSERVACION: La muestra se encuentra dentro de los límites bacteriológicos permisibles para los Ensayos arriba indicados. NTS N° 071. MINSA DIGESA-V.01

Morales, 04 de diciembre del 2015

 RIGOBERTO C. PORTELLA MELGAREJO
 P.E.S.P. AREA MICROB. ALIMENTOS Y AGUA


 Mbgio. MSc. Heriberto Arévalo Ramirez
 DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.B.I.M



PERÚ

Ministerio
de Salud
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD-SAN MARTIN
 LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL
 Jr. Túpac Amaru 5ta Cdra. s/n - Morales
 Telefax: 042-526589 / Telf. 042-526451

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

INFORME DE ENSAYO N° 376 - P /2015

| SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN | | | | |
|---|--------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS: Influencia del tipo de envase en la crema de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) para consumo humano | | | | |
| Investigador: Mayté Girano Ramirez | | | | |
| Grupo alimenticio : | | | CONTROL DEL AREA ANALITICA | |
| Muestra: Crema de Sacha Inchi, T° 2 / Frasco de polipropileno | | | Muestra prototipo: 01 Unid x 50 g | |
| Muestreador :Interesado | | | | |
| Punto de muestreo : Lab. Investigación Ing. Agroindustrial | | | Fecha recepción: 28.11.2015 | |
| Fecha y Hora de muestreo: 28 -11-2015 | | | Fecha inicio del Ensayo :28.11.2015 | |
| Código de la Muestra: 666 | | | | |
| RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | | | | |
| ENSAYO | RESULTADOS DE LA MUESTRA | LIMITE MICROBIOLÓGICO (según Norma Técnica) | LIMITE DE DETECCION DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO |
| Numeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) | <3.0 | 10 | < 3.0 | ISO 7251,2005/ICMSF |
| Numeración <i>S. aureus</i> (NMP/g) | <10 | 10 ² | <10 | ISO 6888-1.1999/Adm. 1:2003 |
| Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | <100 | 10 ² | <10 | ISO 7932: 1993 FDA /BAMV Cap. 14 |
| Numeración de Mohos (UFC/ g) | 2 x 10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| Numeración de Levaduras (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| <i>Salmonella sp.</i> En 25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | ISO -6579:2002 / Cor.1:2004. |
| <3.0, <10, <100, es el límite inferior de detección del método. | | | | |

NOTA: Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a Ensayo.

OBSERVACION: La muestra se encuentra dentro de los límites bacteriológicos permisibles para los Ensayos arriba indicados. NTS N° 071. MINSA DIGESA-V.01

Morales, 04 de diciembre del 2015

DIRECCION REGIONAL DE SALUD
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
 Msc. Dalia E. Portella Melgarejo
 RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGIA Y AGUA

LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
 DIRECCION
 SAN MARTIN

DIRECCION REGIONAL DE SALUD
 LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
 Msc. Heriberto Araveno Ramirez
 DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.S.M.



PERÚ

Ministerio
de Salud

DIRECCION REGIONAL DE SALUD-SAN MARTIN

LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL

Jr. Túpac Amaru 5ta Cdra. s/n - Morales

Telefax: 042-526589 / Telf. 042-526451

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

INFORME DE ENSAYO N° 377 - P /2015

| SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN | | | | |
|--|--------------------------|--|--------------------------------|----------------------------------|
| TESIS: Influencia del tipo de envase en la crema de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) para consumo humano | | | | |
| Investigador: Mayté Girano Ramirez | | | | |
| Grupo alimenticio : | | CONTROL DEL AREA ANALITICA | | |
| Muestra: Crema de Sacha Inchi, T° 3 / Frasco de vidrio | | Muestra prototipo: 01 Unid x 50 g | | |
| Muestreador :Interesado | | | | |
| Punto de muestreo : Lab. Investigación Ing. Agroindustrial | | Fecha recepción: 28.11.2015 | | |
| Fecha y Hora de muestreo: 28 -11-2015 | | Fecha inicio del Ensayo :28.11.2015 | | |
| Código de la Muestra: 667 | | | | |
| RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | | | | |
| ENSAYO | RESULTADOS DE LA MUESTRA | LÍMITE MICROBIOLÓGICO (según Norma Técnica) | LÍMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO |
| Numeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) | <3.0 | 10 | < 3.0 | ISO 7251,2005/ICMSF |
| Numeración <i>S. aureus</i> (NMP/g) | <10 | 10 ² | <10 | ISO 6888-1.1999/Adm. 1:2003 |
| Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | <100 | 10 ² | <10 | ISO 7932: 1993 FDA /BAMV Cap. 14 |
| Numeración de Mohos (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| Numeración de Levaduras (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| <i>Salmonella</i> sp. En 25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | ISO -6579:2002 / Cor. 1:2004. |
| <3.0, <10, <100, es el límite inferior de detección del método. | | | | |

NOTA: Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a Ensayo.

OBSERVACION: La muestra se encuentra dentro de los límites bacteriológicos permisibles para los Ensayos arriba indicados. NTS N° 071. MINSA DIGESA-V.01.

Morales, 04 de diciembre del 2015

Dña. Msc. Delia E. Portella Meigarscio
 RESPONSABLE ÁREA MICROB. ALIMENTOS Y AGUA



MSc. Heiberto Arévalo Ramirez
 DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.B/M



PERÚ

Ministerio
de Salud

DIRECCION REGIONAL DE SALUD-SAN MARTIN

LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL

Jr. Túpac Amaru 5ta Cdra. s/n - Morales

Telefax: 042-526589 / Telf. 042-526451

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

INFORME DE ENSAYO N° 378 - P /2015

| SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN | | | | |
|---|--------------------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| TESIS: Influencia del tipo de envase en la crema de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) para consumo humano | | | | |
| Investigador: Mayté Girano Ramirez | | | | |
| Grupo alimenticio : | | | CONTROL DEL AREA ANALITICA | |
| Muestra: Crema de Sacha Inchi, T° 3 / Frasco de polipropileno | | | Muestra prototipo: 01 Unid x 50 g | |
| Muestreador :Interesado | | | | |
| Punto de muestreo : Lab. Investigación Ing. Agroindustrial | | | Fecha recepción: 28.11.2015 | |
| Fecha y Hora de muestreo: 28 -11-2015 | | | | |
| Código de la Muestra: 668 | | | Fecha inicio del Ensayo :28.11.2015 | |
| RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | | | | |
| ENSAYO | RESULTADOS DE LA MUESTRA | LIMITE MICROBIOLÓGICO (según Norma Técnica) | LIMITE DE DETECC DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO |
| Numeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) | <3.0 | 10 | < 3.0 | ISO 7251.2005/ICMSF |
| Numeración <i>S. aureus</i> (NMP/g) | <10 | 10 ² | <10 | ISO 6888-1.1999/Adm. 1:2003 |
| Numeración <i>B. cereus</i> (UFC/g) | <100 | 10 ² | <10 | ISO 7932: 1993 FDA /BAMV Cap. 14 |
| Numeración de Mohos (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| Numeración de Levaduras (UFC/ g) | <10 | 10 ² | <10 | ICSMF : 2000 |
| <i>Salmonella sp.</i> En 25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g | ISO -6579:2002 / Cor.1:2004. |
| <3.0, <10, <100, es el límite inferior de detección del método. | | | | |

NOTA: Los resultados del presente Informe de Ensayo corresponden sólo a la cantidad de muestra sometida a Ensayo.

OBSERVACION: La muestra se encuentra dentro de los límites bacteriológicos permisibles para los Ensayos arriba indicados. NTS N° 071. MINSA DIGESA-V.01

Morales, 04 de diciembre del 2015

SAN MARTÍN
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
Msc. Diana E. Portella Melgarejo
RESP. AREA INGEN. ALIMENTOS Y AGUA



SAN MARTÍN
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
Msc. Heriberto Arévalo Ramirez
DIRECTOR DEL LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL S.P.B/M

Anexo 4. Análisis de varianza utilizando el método de Tukey

 Legenda:

FATOR 1: Envase
 FATOR 2: Temperatura
 FATOR 3: Tiempo

Quadro da analise de variancia

| | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
|---------------------------|-----|-------------|------------|------------|-------|
| Envase | 1 | 113.30602 | 113.30602 | 2750.517 | 0 |
| Temperatura | 2 | 2273.33208 | 1136.66604 | 27592.7022 | 0 |
| Tiempo | 12 | 6541.61925 | 545.13494 | 13233.2149 | 0 |
| Envase*Temperatura | 2 | 88.41851 | 44.20926 | 1073.1849 | 0 |
| Envase*Tiempo | 12 | 68.48316 | 5.70693 | 138.5364 | 0 |
| Temperatura*Tiempo | 24 | 935.98410 | 38.99934 | 946.7135 | 0 |
| Envase*Temperatura*Tiempo | 24 | 173.25409 | 7.21892 | 175.2401 | 0 |
| Residuo | 156 | 6.42633 | 0.04119 | | |
| Total | 233 | 10200.82354 | | | |

CV = 10.16 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 1.129211e-20

ATENCAO: a 5% de significancia, os residuos nao podem ser considerados normais!

Interacao Envase*Temperatura*Tiempo significativa: desdobrando a interacao

Desdobrando Envase dentro de cada nivel de Temperatura e Tempo

Quadro da analise de variancia

| | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
|---------------|----|-------------|-------------|-------------|----------|
| Envase: T1 0 | 1 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0 | 1 |
| Envase: T1 1 | 1 | 0.04506667 | 0.04506667 | 1.093999 | 0.297205 |
| Envase: T1 2 | 1 | 8.12006667 | 8.12006667 | 197.115577 | 0 |
| Envase: T1 3 | 1 | 42.88026667 | 42.88026667 | 1040.923533 | 0 |
| Envase: T1 4 | 1 | 34.70415000 | 34.70415000 | 842.447336 | 0 |
| Envase: T1 5 | 1 | 16.36801667 | 16.36801667 | 397.335536 | 0 |
| Envase: T1 6 | 1 | 50.57606667 | 50.57606667 | 1227.739987 | 0 |
| Envase: T1 7 | 1 | 34.27260000 | 34.27260000 | 831.971409 | 0 |
| Envase: T1 8 | 1 | 32.90041667 | 32.90041667 | 798.661497 | 0 |
| Envase: T1 9 | 1 | 22.89306667 | 22.89306667 | 555.731895 | 0 |
| Envase: T1 10 | 1 | 4.43760000 | 4.43760000 | 107.723264 | 0 |
| Envase: T1 11 | 1 | 5.15226667 | 5.15226667 | 125.071881 | 0 |
| Envase: T1 12 | 1 | 5.04166667 | 5.04166667 | 122.387053 | 0 |
| Envase: T2 0 | 1 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0 | 1 |
| Envase: T2 1 | 1 | 0.04166667 | 0.04166667 | 1.011463 | 0.31611 |
| Envase: T2 2 | 1 | 0.02281667 | 0.02281667 | 0.553877 | 0.457857 |
| Envase: T2 3 | 1 | 0.09126667 | 0.09126667 | 2.215509 | 0.138649 |
| Envase: T2 4 | 1 | 2.82906667 | 2.82906667 | 68.675927 | 0 |
| Envase: T2 5 | 1 | 6.61500000 | 6.61500000 | 160.579906 | 0 |
| Envase: T2 6 | 1 | 11.09760000 | 11.09760000 | 269.39555 | 0 |
| Envase: T2 7 | 1 | 13.05375000 | 13.05375000 | 316.881322 | 0 |
| Envase: T2 8 | 1 | 0.00060000 | 0.00060000 | 0.014565 | 0.904095 |
| Envase: T2 9 | 1 | 0.49306667 | 0.49306667 | 11.969252 | 0.000698 |
| Envase: T2 10 | 1 | 0.07260000 | 0.07260000 | 1.762374 | 0.186268 |
| Envase: T2 11 | 1 | 4.86000000 | 4.86000000 | 117.977073 | 0 |
| Envase: T2 12 | 1 | 1.68540000 | 1.68540000 | 40.913284 | 0 |

| | | | | | |
|---------------|-----|-------------|-------------|-------------|----------|
| Envase: T3 0 | 1 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0 | 1 |
| Envase: T3 1 | 1 | 3.24135000 | 3.24135000 | 78.684154 | 0 |
| Envase: T3 2 | 1 | 3.58826667 | 3.58826667 | 87.105597 | 0 |
| Envase: T3 3 | 1 | 0.21281667 | 0.21281667 | 5.16615 | 0.024396 |
| Envase: T3 4 | 1 | 0.88935000 | 0.88935000 | 21.589076 | 7e-06 |
| Envase: T3 5 | 1 | 1.56060000 | 1.56060000 | 37.883749 | 0 |
| Envase: T3 6 | 1 | 18.48015000 | 18.48015000 | 448.607822 | 0 |
| Envase: T3 7 | 1 | 0.14726667 | 0.14726667 | 3.574916 | 0.060513 |
| Envase: T3 8 | 1 | 0.82140000 | 0.82140000 | 19.939582 | 1.5e-05 |
| Envase: T3 9 | 1 | 2.22041667 | 2.22041667 | 53.900877 | 0 |
| Envase: T3 10 | 1 | 2.16000000 | 2.16000000 | 52.434255 | 0 |
| Envase: T3 11 | 1 | 60.61081667 | 60.61081667 | 1471.334727 | 0 |
| Envase: T3 12 | 1 | 51.27526667 | 51.27526667 | 1244.713149 | 0 |
| Residuo | 156 | 6.42633333 | 0.04119444 | | |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 0 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|--------|
| 1 | Polipropileno | 5.31 |
| 2 | Vidrio | 5.31 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 1 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|----------|
| 1 | Polipropileno | 5.583333 |
| 2 | Vidrio | 5.410000 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 2 de Tiempo

Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 7.776667 |
| b | Vidrio | 5.45 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 3 de Tiempo

Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 11.34667 |
| b | Vidrio | 6 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 4 de Tiempo

Teste de Tukey

 Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 11.94333 |
| b | Vidrio | 7.133333 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 5 de Tiempo

 Teste de Tukey

 Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 13.81333 |
| b | Vidrio | 10.51 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 6 de Tiempo

 Teste de Tukey

 Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 15.56667 |
| b | Vidrio | 9.76 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 7 de Tiempo

 Teste de Tukey

 Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 14.87333 |
| b | Vidrio | 10.09333 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 8 de Tiempo

 Teste de Tukey

 Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 14.72333 |
| b | Vidrio | 10.04 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 9 de Tiempo

 Teste de Tukey

 Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 14.92333 |
| b | Vidrio | 11.01667 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 10 de Tiempo

 Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias
a Polipropileno 15.28
b Vidrio 13.56

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 11 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias
a Polipropileno 15.55333
b Vidrio 13.7

Envase dentro da combinacao dos niveis T1 de Temperatura e 12 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias
a Polipropileno 15.63333
b Vidrio 13.8

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 0 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|--------|
| 1 | Polipropileno | 5.31 |
| 2 | Vidrio | 5.31 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 1 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|----------|
| 1 | Polipropileno | 5.573333 |
| 2 | Vidrio | 5.740000 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 2 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|----------|
| 1 | Polipropileno | 5.863333 |
| 2 | Vidrio | 5.740000 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 3 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|----------|
| 1 | Polipropileno | 9.706667 |
| 2 | Vidrio | 9.460000 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 4 de Tiempo

Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|----------|
| a | Vidrio | 11.08333 |
| b | Polipropileno | 9.71 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 5 de Tiempo

Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|--------|
| a | Polipropileno | 13.21 |
| b | Vidrio | 11.11 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 6 de Tiempo

Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|--------|
| a | Polipropileno | 13.91 |
| b | Vidrio | 11.19 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 7 de Tiempo

Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|--------|
| a | Polipropileno | 14.61 |
| b | Vidrio | 11.66 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 8 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|--------|
| 1 | Polipropileno | 15.55 |
| 2 | Vidrio | 15.53 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 9 de Tiempo

 Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|----------|
| a | Vidrio | 17.95 |
| b | Polipropileno | 17.37667 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 10 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|--------|
| 1 | Polipropileno | 19.06 |
| 2 | vidrio | 18.84 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 11 de Tiempo

 Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|--------|
| a | Polipropileno | 19.8 |
| b | vidrio | 18 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T2 de Temperatura e 12 de Tiempo

 Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias |
|--------|---------------|--------|
| a | Polipropileno | 18.69 |
| b | vidrio | 17.63 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 0 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|--------|
| 1 | Polipropileno | 5.31 |
| 2 | Vidrio | 5.31 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 1 de Tiempo

 Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|------|
| a | Vidrio | 6.88 |
| b | Polipropileno | 5.41 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 2 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Vidrio | 7.57 |
| b | Polipropileno | 6.023333 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 3 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Vidrio | 13.96 |
| b | Polipropileno | 13.58333 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 4 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|-------|
| a | Polipropileno | 14.76 |
| b | Vidrio | 13.99 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 5 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|-------|
| a | Vidrio | 19.93 |
| b | Polipropileno | 18.91 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 6 de Tiempo

 Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|-------|
| a | Vidrio | 21.89 |
| b | Polipropileno | 18.38 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 7 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|---------------|----------|
| 1 | Polipropileno | 22.65667 |
| 2 | Vidrio | 22.34333 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 8 de Tiempo

 Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|-------|
| a | Vidrio | 23.96 |
| b | Polipropileno | 23.22 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 9 de Tiempo

 Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Vidrio | 24.04 |
| b | Polipropileno | 22.82333 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 10 de Tiempo

 Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|-------|
| a | Polipropileno | 25.89 |
| b | Vidrio | 24.69 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 11 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 31.06667 |
| b | vidrio | 24.71 |

Envase dentro da combinacao dos niveis T3 de Temperatura e 12 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|---------------|----------|
| a | Polipropileno | 31.06667 |
| b | vidrio | 25.22 |

Desdobrando Temperatura dentro de cada nivel de Envase e Tiempo

Quadro da analise de variancia

| | GL | SQ | QM | Fc |
|-------------------------------|----|--------------|--------------|-------------|
| Temperatura: Polipropileno 0 | 2 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 1 | 2 | 0.05682222 | 0.02841111 | 0.689683 |
| Temperatura: Polipropileno 2 | 2 | 6.76062222 | 3.38031111 | 82.057451 |
| Temperatura: Polipropileno 3 | 2 | 22.72082222 | 11.36041111 | 275.77532 |
| Temperatura: Polipropileno 4 | 2 | 38.42388889 | 19.21194444 | 466.372218 |
| Temperatura: Polipropileno 5 | 2 | 58.83002222 | 29.41501111 | 714.052866 |
| Temperatura: Polipropileno 6 | 2 | 30.64028889 | 15.32014444 | 371.898314 |
| Temperatura: Polipropileno 7 | 2 | 125.39846667 | 62.69923333 | 1522.031288 |
| Temperatura: Polipropileno 8 | 2 | 131.70562222 | 65.85281111 | 1598.584761 |
| Temperatura: Polipropileno 9 | 2 | 98.09502222 | 49.04751111 | 1190.63412 |
| Temperatura: Polipropileno 10 | 2 | 173.50940000 | 86.75470000 | 2105.98058 |
| Temperatura: Polipropileno 11 | 2 | 385.63546667 | 192.81773333 | 4680.67323 |
| Temperatura: Polipropileno 12 | 2 | 400.71286667 | 200.35643333 | 4863.676062 |
| Temperatura: Vidrio 0 | 2 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 1 | 2 | 3.56940000 | 1.78470000 | 43.323803 |
| Temperatura: Vidrio 2 | 2 | 7.92740000 | 3.96370000 | 96.219285 |
| Temperatura: Vidrio 3 | 2 | 95.58320000 | 47.79160000 | 1160.14673 |
| Temperatura: Vidrio 4 | 2 | 71.06508889 | 35.53254444 | 862.556709 |

| | | | | |
|------------------------|-----|--------------|--------------|-------------|
| Temperatura: Vidrio 5 | 2 | 166.88880000 | 83.44440000 | 2025.622657 |
| Temperatura: Vidrio 6 | 2 | 263.67180000 | 131.83590000 | 3200.33203 |
| Temperatura: Vidrio 7 | 2 | 266.65055556 | 133.32527778 | 3236.486851 |
| Temperatura: Vidrio 8 | 2 | 294.97140000 | 147.48570000 | 3580.232771 |
| Temperatura: Vidrio 9 | 2 | 254.76642222 | 127.38321111 | 3092.242481 |
| Temperatura: Vidrio 10 | 2 | 185.97780000 | 92.98890000 | 2257.316521 |
| Temperatura: Vidrio 11 | 2 | 184.73420000 | 92.36710000 | 2242.222252 |
| Temperatura: Vidrio 12 | 2 | 202.69340000 | 101.34670000 | 2460.203102 |
| Residuo | 156 | 6.42633333 | 0.04119444 | |

Pr>Fc

| | |
|-------------------------------|----------|
| Temperatura: Polipropileno 0 | 1 |
| Temperatura: Polipropileno 1 | 0.503258 |
| Temperatura: Polipropileno 2 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 3 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 4 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 5 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 6 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 7 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 8 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 9 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 10 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 11 | 0 |
| Temperatura: Polipropileno 12 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 0 | 1 |
| Temperatura: Vidrio 1 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 2 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 3 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 4 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 5 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 6 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 7 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 8 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 9 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 10 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 11 | 0 |
| Temperatura: Vidrio 12 | 0 |

Residuo

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 0 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| Niveis | Medias |
|--------|--------|
| 1 T1 | 5.31 |

| | | |
|---|----|------|
| 2 | T2 | 5.31 |
| 3 | T3 | 5.31 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 1 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|--------|----------|
| 1 | T1 | 5.583333 |
| 2 | T2 | 5.573333 |
| 3 | T3 | 5.410000 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 2 de Tiempo

Teste de Tukey

| | Grupos | Tratamentos | Medias |
|---|--------|-------------|----------|
| a | T1 | | 7.776667 |
| b | T3 | | 6.023333 |
| b | T2 | | 5.863333 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 3 de Tiempo

Teste de Tukey

| | Grupos | Tratamentos | Medias |
|---|--------|-------------|-----------|
| a | T3 | | 13.583333 |
| b | T1 | | 11.34667 |
| c | T2 | | 9.706667 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 4 de Tiempo

Teste de Tukey

| | Grupos | Tratamentos | Medias |
|---|--------|-------------|--------|
| a | T3 | | 14.76 |

| | | |
|---|----|----------|
| b | T1 | 11.94333 |
| c | T2 | 9.71 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 5 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 18.91 |
| b | T1 | 13.81333 |
| c | T2 | 13.21 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 6 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 18.38 |
| b | T1 | 15.56667 |
| c | T2 | 13.91 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 7 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 22.65667 |
| b | T1 | 14.87333 |
| b | T2 | 14.61 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 8 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 23.22 |
| b | T2 | 15.55 |

| | | |
|---|----|----------|
| c | T1 | 14.72333 |
|---|----|----------|

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 9 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 22.82333 |
| b | T2 | 17.37667 |
| c | T1 | 14.92333 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 10 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 25.89 |
| b | T2 | 19.06 |
| c | T1 | 15.28 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 11 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 31.06667 |
| b | T2 | 19.8 |
| c | T1 | 15.55333 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e 12 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 31.06667 |
| b | T2 | 18.69 |
| c | T1 | 15.63333 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 0 de Tiempo

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

| | Niveis | Medias |
|---|--------|--------|
| 1 | T1 | 5.31 |
| 2 | T2 | 5.31 |
| 3 | T3 | 5.31 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 1 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|------|
| a | T3 | 6.88 |
| b | T2 | 5.74 |
| b | T1 | 5.41 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 2 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|------|
| a | T3 | 7.57 |
| b | T2 | 5.74 |
| b | T1 | 5.45 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 3 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 13.96 |
| b | T2 | 9.46 |
| c | T1 | 6 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 4
de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 13.99 |
| b | T2 | 11.08333 |
| c | T1 | 7.133333 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 5
de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 19.93 |
| b | T2 | 11.11 |
| c | T1 | 10.51 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 6
de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 21.89 |
| b | T2 | 11.19 |
| c | T1 | 9.76 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 7
de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 22.34333 |
| b | T2 | 11.66 |
| c | T1 | 10.09333 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 8 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 23.96 |
| b | T2 | 15.53 |
| c | T1 | 10.04 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 9 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|----------|
| a | T3 | 24.04 |
| b | T2 | 17.95 |
| c | T1 | 11.01667 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 10 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 24.69 |
| b | T2 | 18.84 |
| c | T1 | 13.56 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 11 de Tiempo

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 24.71 |
| b | T2 | 18 |
| c | T1 | 13.7 |

Temperatura dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e 12 de Tiempo

 Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|---|----|-------|
| a | T3 | 25.22 |
| b | T2 | 17.63 |
| c | T1 | 13.8 |

Desdobrando Tiempo dentro de cada nivel de Envase e Temperatura

 Quadro da analise de variancia

| | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
|--------------------------|-----|-------------|--------------|-------------|-------|
| Tiempo: Polipropileno T1 | 12 | 533.792333 | 44.48269444 | 1079.822657 | 0 |
| Tiempo: Polipropileno T2 | 12 | 993.974441 | 82.83120342 | 2010.737237 | 0 |
| Tiempo: Polipropileno T3 | 12 | 2903.658492 | 241.97154103 | 5873.887712 | 0 |
| Tiempo: Vidrio T1 | 12 | 374.869036 | 31.23908632 | 758.332507 | 0 |
| Tiempo: Vidrio T2 | 12 | 880.571123 | 73.38092692 | 1781.33066 | 0 |
| Tiempo: Vidrio T3 | 12 | 2032.475169 | 169.37293077 | 4111.547881 | 0 |
| Residuo | 156 | 6.426333 | 0.04119444 | | |

Tiempo dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e T1 de Temperatura

 Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | |
|----|----|----------|
| a | 12 | 15.63333 |
| a | 6 | 15.56667 |
| a | 11 | 15.55333 |
| ab | 10 | 15.28 |
| b | 9 | 14.92333 |
| b | 7 | 14.87333 |
| b | 8 | 14.72333 |
| c | 5 | 13.81333 |
| d | 4 | 11.94333 |
| e | 3 | 11.34667 |
| f | 2 | 7.776667 |
| g | 1 | 5.583333 |

g 0 5.31

Tiempo dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e T2 de Temperatura

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | | |
|---|----|----------|--|
| a | 11 | 19.8 | |
| b | 10 | 19.06 | |
| b | 12 | 18.69 | |
| c | 9 | 17.37667 | |
| d | 8 | 15.55 | |
| e | 7 | 14.61 | |
| f | 6 | 13.91 | |
| g | 5 | 13.21 | |
| h | 4 | 9.71 | |
| h | 3 | 9.706667 | |
| i | 2 | 5.863333 | |
| i | 1 | 5.573333 | |
| i | 0 | 5.31 | |

Tiempo dentro da combinacao dos niveis Polipropileno de Envase e T3 de Temperatura

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | | |
|----|----|----------|--|
| a | 11 | 31.06667 | |
| a | 12 | 31.06667 | |
| b | 10 | 25.89 | |
| c | 8 | 23.22 | |
| cd | 9 | 22.82333 | |
| d | 7 | 22.65667 | |
| e | 5 | 18.91 | |
| e | 6 | 18.38 | |
| f | 4 | 14.76 | |
| g | 3 | 13.58333 | |
| h | 2 | 6.023333 | |
| i | 1 | 5.41 | |
| i | 0 | 5.31 | |

Tiempo dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e T1 de Temperatura

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias

| | | | |
|----|----|----------|--|
| a | 12 | 13.8 | |
| a | 11 | 13.7 | |
| a | 10 | 13.56 | |
| b | 9 | 11.01667 | |
| bc | 5 | 10.51 | |
| cd | 7 | 10.09333 | |
| cd | 8 | 10.04 | |
| d | 6 | 9.76 | |
| e | 4 | 7.133333 | |
| f | 3 | 6 | |
| fg | 2 | 5.45 | |
| g | 1 | 5.41 | |
| g | 0 | 5.31 | |

Tiempo dentro da combinacao dos niveis Vidrio de Envase e T2 de Temperatura

Teste de Tukey

Grupos Tratamentos Medias


| | | | |
|----|----|----------|--|
| a | 10 | 18.84 | |
| b | 11 | 18 | |
| b | 9 | 17.95 | |
| b | 12 | 17.63 | |
| c | 8 | 15.53 | |
| d | 7 | 11.66 | |
| de | 6 | 11.19 | |
| de | 5 | 11.11 | |
| e | 4 | 11.08333 | |
| f | 3 | 9.46 | |
| g | 1 | 5.74 | |
| g | 2 | 5.74 | |
| g | 0 | 5.31 | |

Tiempo dentro da combinacao dos niveis vidro de Envase e T3 de Temperatura


Teste de Tukey

| Grupos | Tratamentos | Medias | |
|--------|-------------|----------|--|
| a | 12 | 25.22 | |
| a | 11 | 24.71 | |
| a | 10 | 24.69 | |
| b | 9 | 24.04 | |
| b | 8 | 23.96 | |
| c | 7 | 22.34333 | |
| c | 6 | 21.89 | |
| d | 5 | 19.93 | |
| e | 4 | 13.99 | |
| e | 3 | 13.96 | |
| f | 2 | 7.57 | |
| g | 1 | 6.88 | |
| h | 0 | 5.31 | |

Anexo 5. Análisis proximal antes del almacenamiento



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 010548-2018

SOLICITANTE : MAYTÉ GIRANO RAMÍREZ
DIRECCIÓN LEGAL : JR. SAN PEDRO 261 A - TARAPOTO
 RUC : 71635115 Teléfono : ---

PRODUCTO : CREMA DE SACHA INCHI

NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MITRA : S.I
CANTIDAD RECIBIDA : 715,3 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en frasco de vidrio sellado
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 006509-2018
REFERENCIA : VIA EMAIL
FECHA DE RECEPCIÓN : 21/11/2018
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:


ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
 ALCANCE: N.A.

| ENSAYOS | PROMEDIO | RESULTADO 1 | RESULTADO 2 |
|--|----------|-------------|-------------|
| 1.- % Kcal. proveniente de Grasa | 69,8 | --- | --- |
| 2.- Proteína (g/100 g de muestra original)(Factor: 6,25) | 25,1 | 25,0 | 25,2 |
| 3.- Cenizas Totales (g/100 g de muestra original) | 3,6 | 3,65 | 3,62 |
| 4.- % Kcal. proveniente de Proteínas | 16,4 | --- | --- |
| 5.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original) | 21,1 | --- | --- |
| 6.- Humedad (g/100 g de muestra original) | 2,7 | 2,69 | 2,75 |
| 7.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original) | 612,3 | --- | --- |
| 8.- Kcal. proveniente de Carbohidratos | 13,8 | --- | --- |
| 9.- %Grasa Cruda (g/100 g de muestra original) | 47,5 | 47,47 | 47,51 |

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
 1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 2.- AOAC 920.87 Cap. 32. Pág. 11, 20th Edition 2016
 3.- AOAC 923.03 (A) Cap. 32. Pág. 2, 20th Edition 2016
 4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 5.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
 6.- AOAC 925.10 Cap. 32. Pág. 5, 20th Edition 2016
 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
 9.- AOAC 922.06 Cap. 32. Pág. 5, 20th Edition 2016

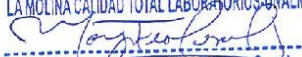
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 21/11/2018 Al 30/11/2018.

ADVERTENCIA:
 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
 3.- Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



**Dirección
Técnica**

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNALM




Ing. Mg. Quím. Mary Flor Cesáre Coral
DIRECTORA TÉCNICA
 C.Q.P. N° 635


La Molina, 30 de Noviembre de 2018

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

Anexo 6. Análisis proximal de mejor muestra después de 3 meses



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 006818-2018

| | |
|-------------------------------|--|
| SOLICITANTE | : MAYTÉ GIRANO RAMÍREZ |
| DIRECCIÓN LEGAL | : JR. SAN PEDRO 261 A - TARAPOTO RUC : 71635115 Teléfono : --- |
| PRODUCTO | : CREMA DE SACHA INCHI |
| NUMERO DE MUESTRAS | : Uno |
| IDENTIFICACIÓN/MTRA | : 15°C a tres meses |
| CANTIDAD RECIBIDA | : 453,7 g (+envase) de muestra proporcionado por el solicitante |
| MARCA(S) | : S.M |
| FORMA DE PRESENTACIÓN | : Envasado, la muestra ingresa en frasco de vidrio sellada |
| SOLICITUD DE SERVICIOS | : S/S N°EN- 003873-2018 |
| REFERENCIA | : VIA EMAIL |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : 21/07/2018 |
| ENSAYOS SOLICITADOS | : FÍSICO/QUÍMICO |
| PERÍODO DE CUSTODIA | : No aplica |

RESULTADOS:
ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS
ALCANCE: N.A.


| ENSAYOS | PROMEDIO | RESULTADO 1 | RESULTADO 2 |
|---|----------|-------------|-------------|
| 1 - % Kcal. proveniente de Grasa | 70,2 | --- | --- |
| 2 - Proteína Cruda (g/100 g de muestra original) (Factor: 6,25) | 26,4 | 26,40 | 26,41 |
| 3 - Cenizas Totales (g/100 g de muestra original) | 3,4 | 3,49 | 3,34 |
| 4 - % Kcal. proveniente de Proteínas | 16,8 | --- | --- |
| 5 - Carbohidratos (g/100 g de muestra original) | 20,4 | --- | --- |
| 6 - Humedad (g/100 g de muestra original) | 0,7 | 0,72 | 0,75 |
| 7 - Energía Total (Kcal/100 g de muestra original) | 629,1 | --- | --- |
| 8 - % Kcal. proveniente de Carbohidratos | 13,0 | --- | --- |
| 9 - Grasa Cruda (g/100 g de muestra original) | 49,1 | 49,09 | 49,13 |

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
1 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
2 - AOAC 920.87 Cap. 32, Pág. 10, 20th Edition 2016
3 - AOAC 923.03 Cap. 32, Pág. 2, 20th Edition 2016
4 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
5 - Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
6 - AOAC 925.10 Cap. 32, Pág. 1, 20th Edition 2016
7 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
8 - Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
9 - AOAC 922.06 Cap. 32, Pág. 5, 20th Edition 2016

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 21/07/2018 Al 03/08/2018.

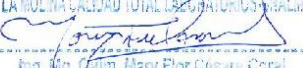
ADVERTENCIA:

- 1 - El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2 - Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3 - Válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
- 4 - Este documento no será emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Dirección Técnica

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNALM



Ing. Mg. Quím. Mary Flor Céspedes Coral
DIRECTORA TÉCNICA
C.O.P. N° 635

La Molina, 03 de Agosto de 2018

Pág. 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

Anexo 7. Determinación de vida útil

a) Envase de polipropileno

Para 15°C

$$t = (A_o - A_f) / k$$

$$t = (7.24 - 15) / 0.8732$$

$$t = 8.89 \text{ semanas}$$

Para 25°C

$$t = (A_o - A_f) / k$$

$$t = (5.0261 - 15) / 1.3199$$

$$t = 7.56 \text{ semanas}$$

Para 35°C

$$t = (A_o - A_f) / k$$

$$t = (4.8523 - 15) / 2.2551$$

$$t = 4.50 \text{ semanas}$$

b) Envase de vidrio

Para 15°C

$$t = (A_o - A_f) / k$$

$$t = (4.5815 - 15) / 0.8019$$

$$t = 12.99 \text{ semanas}$$

Para 25°C

$$t = (A_o - A_f) / k$$

$$t = (4.9134 - 15) / 1.2225$$

$$t = 8.25 \text{ semanas}$$

Para 35°C

$$t = (A_o - A_f) / k$$

$$t = (7.1665 - 15) / 1.8118$$

$$t = 4.32 \text{ semanas}$$

Anexo 8. Elaboración y acondicionamiento de crema de Sacha Inchi



Granos de Sacha Inchi tostados en microondas tostador



Estufa del laboratorio de investigación a 35°C



Crema de Sacha Inchi envasado en envase de vidrio y plástico dentro de la estufa



Friobar para uso de 15°C y termohidrometro



Crema de Sacha Inchi envasado en envase de vidrio y plástico dentro del friobar



Crema de Sacha Inchi envasado en envase de vidrio y plástico a temperatura ambiente