UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA-USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE-CUNSUROC-

INGENIERIA EN ALIMENTOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS DE UNA GRASA ANIMAL EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Por:

Joel Antonio Esquite Ramírez
Carné 200540937
Correo electrónico: esquitejoel@gmail.com

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, ABRIL DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA-USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE-CUNSUROC-

INGENIERIA EN ALIMENTOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS DE UNA GRASA ANIMAL EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Por:

Joel Antonio Esquite Ramírez

Carné 200540937

Correo electrónico esquitejoel@gmail.com

Asesor:

Dr. Marco Antonio Del Cid Flores

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, MARZO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis	Rector
Lic. Luis Fernando Cordón Lucero	Secretario General

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Luis Carlos Muñoz López	Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón	Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles	Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel	Vocal
PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís	Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Edín Aníbal Ortiz Lara

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales

Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos

Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam

Coordinador Carrera Periodista Profesional y

Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A DIOS:

Por ser mi fortaleza y fuente de bendiciones

A MIS PADRES:

Mario Esquite (Q.E.P.D) y Zonia Ramírez por ser fuente de inspiración para alcanzar las metas

A MI ESPOSA:

Miriam Loarca por brindarme su apoyo incondicional en todo momento

A MIS HERMANOS:

Mario Esquite y Reyna Esquite por ser mi motivación para seguir siempre

A MI FAMILIA:

Por ser la base donde aprendí a caminar, crecer y vivir

AMIGOS UNIVERSIDAD:

Por ser mis compañeros en momentos fáciles y difíciles

AMIGOS DE LA VIDA:

Por enseñarme que la vida es de risas y esfuerzo

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD:

Por darnos la oportunidad de desarrollar el futuro de nuestro país

A MIS CATEDRATICOS:

Por brindarme las herramientas necesarias para ser un buen profesional

A LA EMPRESA CIXSA:

Por acogerme desde mis inicios y darme la oportunidad de crecimiento que todo profesional desea

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO:

Por brindarme su apoyo y acompañamiento en la etapa de desarrollo profesional

Índice

1. Introducción 1
2. Definición y planteamiento del problema 3
3. Justificación 5
4. Marco Teórico 6
   - 4.1 Alimentos balanceados para animales 6
     - 4.1.1 Seco o polvo 6
   - 4.2 Proceso de manufactura del alimento balanceado 6
     - 4.2.1 Recepción de materia prima 6
     - 4.2.2 Almacenamiento de materia prima 6
     - 4.2.3 Formulación 6
     - 4.2.4 Molienda 7
     - 4.2.5 Pesado 7
     - 4.2.6 Mezclado 7
     - 4.2.7 Empacado 7
     - 4.2.8 Almacenado 7
   - 4.3 Grasas y aceites 8
     - 4.3.1 Funciones de los lípidos 8
   - 4.4 Clasificación de las grasas y aceites 8
   - 4.5 Sebo vacuno 9
     - 4.5.1 Características 9
     - 4.5.2 Control de la calidad de las grasas y aceites 9
   - 4.6 Factores que afectan la estabilidad de las grasas o aceites 9
     - 4.6.1 Exposición al oxígeno 10
     - 4.6.2 Temperatura alta 10
     - 4.6.3 Contacto con metales 10
     - 4.6.4 Humedad o presencia de agua 10
   - 4.7 Degradación de los aceites 10
     - 4.7.1 Enranciamiento hidrolítico 11
       - 4.7.1.1 Hidrólisis 11

4.7.2 Enranciamiento oxidativo 11
4.7.2.1 Oxidación 11
4.8 Características de calidad de las grasas y aceites 12
4.9 Análisis físicos y químicos 12
4.9.1 Índice de acidez 13
4.9.2 Índice de hidroxilo 14
4.9.3 Índice de Polenske 14
4.9.4 Índice de Reichert-Meissl 15
4.9.5 Índice de saponificación 16
4.9.6 Índice de solidificación de ácidos grasos (titer) 17
4.9.7 Índice de yodo 20
4.9.8 Índice de peróxidos 21
4.9.9 Índice de refracción 22
4.10 Parámetro de análisis en la industria alimentaria 22
5. Objetivos 23
5.1 General 23
5.2 Específicos 23
6. Hipótesis 24
7. Recursos 25
7.1 Físicos 25
7.2 Humanos 25
8. Diseño Estadístico 26
9. Marco Operativo 27
9.1 Materiales y equipo 27
10. Métodos y análisis de resultados 28
11. Conclusiones 33
12. Recomendaciones 34
13. Referencias 35
14. Anexos 37
14.1 Procedimiento del análisis de determinación de peróxidos 37
14.1.1 Equipo 37

14.1.2 Reactivos 37
14.1.3 Preparación de la muestra 37
14.1.4 Procedimiento 38
14.1.5 Cálculos 38
15. Apéndices 39
15.1 Diagrama de flujo: elaboración de alimentos balanceados para animales 39
15.2 Tanques de almacenamiento de sebo vacuno 40
16. Glosario 41

Índice de cuadros

1. Características de calidad según Códex 2017 de grasas y aceites 12

Índice de tablas

1. Resultados de los índices de peróxidos (Meq-O2) en veinticinco muestras de sebo en sesenta días, para el lote 160318 29
2. Resultados de los índices de peróxidos (Meq-O2) en veinticinco muestras de sebo en sesenta días, para el lote 140518 30
3. Valores de peróxidos según norma de acuerdo con NORMA CODEX STAN 19-1981 IUPAC 2.501 (enmendado), AOCS Cd 8b - 90 (97) o ISO 3961:1998 32

Índice de gráficas

1. Resultados de los índices de peróxidos (Meq-O2) en veinticinco muestras de sebo en sesenta días, para el lote 160318 31
2. Resultados de los índices de peróxidos (Meq-O2) en veinticinco muestras de sebo en sesenta días, para el lote 140518 31

Resumen

Para la determinación del índice de peróxidos de una grasa animal en condiciones de almacenamiento, se llevaron a cabo análisis en la materia prima almacenada, efectuándose en intervalos de tres veces por semana. En la zona de recepción de la materia prima, se procedió a realizar análisis cada vez que fue necesario el abastecimiento de sebo vacuno para la operación de producción de alimento balanceado para animales.

De las cincuenta muestras analizadas en un período de sesenta días, los resultados demostraron que el 100% se encontraba dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica CODEX STAN 19 1981 (Rev. 2-1999), para la determinación de peróxidos. Dichos resultados fueron cotejados con los valores máximos permisibles de 10 mEq de oxígeno por kg de grasa.

Así mismo se determinó que el 56% de las muestras se mantienen en un rango de (3 – 5) mEq de oxígeno/ kg de grasa durante treinta y cinco días donde no se presentan reclamos de calidad. El 44% restante aumentó quedando en un rango de (6 – 8) mEq de oxígeno/ kg de grasa donde se presentan reclamos de calidad referentes a peróxidos.

Palabras clave
Materia prima, índice de peróxidos.

Abstract

To determine the peroxide index of an animal fat under storage conditions, analyses were conducted on the stored raw materials, taking place at intervals of three times a week. In the raw material reception area, analyses were carried out whenever there was a need to supply beef tallow for the production of balanced animal feed.

Of the fifty samples analyzed over a sixty-day period, the results showed that 100% were within the parameters set by the technical standard CODEX STAN 19 1981 (Rev. 2-1999) for the determination of peroxides. These findings were compared to the maximum allowable values of 10 mEq of oxygen per kg of fat.

Additionally, it was determined that 56% of the samples remained within a range of (3 – 5) mEq of oxygen per kg of fat for thirty-five days, during which no quality complaints were made. The remaining 44% showed an increase, falling within a range of (6 – 8) mEq of oxygen per kg of fat, where quality complaints related to peroxides were reported.

Keywords

Raw material, peroxide value.

1. Introducción

La nutrición animal es la ciencia que analiza los procesos fisiológicos y las reacciones bioquímicas que los alimentos experimentan en el organismo, esenciales para el mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción de los animales. Para satisfacer las necesidades de diferentes especies, es imperativo llevar a cabo investigaciones constantes que permitan aprovechar en su totalidad todos los ingredientes. Esto implica realizar mejoras continuas, que abarcan desde el análisis periódico de materias primas almacenadas hasta el producto terminado.

Se llevó a cabo una investigación en una fábrica de alimentos balanceados para animales en Santa Cruz Muluá, Retalhuleu. El propósito principal fue determinar el índice de peróxidos en una grasa animal (sebo vacuno) durante su almacenamiento (sesenta días) en tanques de metal expuestos a condiciones ambientales como el sol, calor y lluvia. El sebo vacuno tiene un papel fundamental en los alimentos balanceados para animales, ya que facilita el transporte de vitaminas liposolubles y provee un aporte energético en animales monogástricos.

Uno de los principales desafíos con este insumo es que su composición se altera al entrar en contacto con el metal (hierro A36), la luz solar, el oxígeno y altas temperaturas. Estas interacciones pueden conducir a procesos como la hidrólisis y oxidación, generando peróxidos e hidroperóxidos. Los primeros agotan las reservas antioxidantes metabólicas de los animales, mientras que los segundos pueden originar una variedad de productos secundarios, muchos de ellos tóxicos, que afectan el crecimiento y desarrollo de distintas especies.

La fábrica en mención no realiza análisis rutinarios de esta materia prima. Cuando el nivel de peróxidos en la grasa supera el límite permisible, el sebo vacuno se deteriora, afectando la absorción de las vitaminas liposolubles, la biosíntesis de pigmentos naturales como los carotenoides, el aporte energético y la palatabilidad de los alimentos balanceados. Durante la investigación, se analizaron un total de cincuenta muestras para determinar el índice de peróxidos en un período de sesenta días, utilizando el método "Índice de Peróxidos" conforme al procedimiento AOCS Cd 8-53; IUPAC II.D 13; AOAC 18th ed. Official Method 965.33; EEC REGULATION 2568/91.

Es importante reiterar que el sebo vacuno, además de ser un componente esencial en la elaboración de alimentos balanceados para animales, también se utiliza en la producción de jabones. Dada la variabilidad en la calidad del sebo vacuno almacenado, fue esencial monitorear los niveles de peróxidos durante sesenta días, período en el cual se examinaron cincuenta muestras (veinticinco por lote).

Los análisis se efectuaron en la materia prima almacenada, con una frecuencia de tres veces por semana. Adicionalmente, en la zona de recepción de la materia prima, se realizaron análisis cada vez que se necesitó reabastecer el sebo vacuno para la producción de alimento balanceado para animales.

De las cincuenta muestras analizadas en los sesenta días, el 100% tienen un valor menor a 10 mEq de oxígeno/ kg de grasa que permite la norma técnica CODEX STAN 19 1981 (Rev. 2-1999).

2. Definición y planteamiento del problema

El aumento de peróxidos durante el almacenamiento de las grasas ocasiona una pérdida en la calidad y las cualidades organolépticas que el sebo vacuno proporciona a los alimentos balanceados para animales, siendo esta materia prima encargada del transporte de vitaminas liposolubles, reserva condensada de energía (aporte energético en animales), en la estructura de los tejidos, reacciones metabólicas intermedias, precursores de ciertos compuestos como las prostaglandinas, elemento que norma la acción de varias hormonas y muchas reacciones que son claves en los procesos reproductivos; los esteroides, como el colesterol ergosterol, ácidos biliares, tienen funciones tales como ser componente estructural de las células, precursores de vitamina D y emulsificantes de grasa respectivamente.

Investigaciones efectuadas en la Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires utilizando aceites crudos de soja, oliva y maíz, evidencian que estos aceites presentan la peculiaridad de poseer sustancias, que en forma natural actúan como antioxidantes. Sin embargo, estas sustancias se hallan en concentraciones muy bajas y su efectividad es muy reducida, por lo que es preciso recurrir a sustancias sintéticas como el hidroxianisol butilado (BHA), el butilhidroxitolueno (BHA), la terbutilhidroquinona (TBHQ) o los galatos. La dosis de TBHQ utilizada es de 400 gramos / tonelada métrica.

El aumento de peróxidos en las grasas durante su proceso de almacenamiento para la producción de alimentos balanceados para animales, se atribuye a la insuficiente supervisión a lo largo de su vida útil. El índice de peróxidos sirve como una medida que determina el contenido de oxígeno activo (O^{-2}) en grasas y aceites, es decir, este análisis cuantifica el grado de oxidación; el sebo vacuno se encuentra en las condiciones adecuadas (altas temperaturas, humedad, contacto con metales) que actúan como catalizadores de la reacción entre los dobles enlaces de los ácidos grasos con el oxígeno del aire que forman hidroperóxidos y peróxidos que al descomponerse originan aldehídos y cetonas, a los cuales se les atribuye el olor y sabor desagradables característicos de la rancidez (grasas o aceites oxidadas).

La disponibilidad de sebo vacuno fluctúa, debido a que la industria jabonera lo emplea como insumo principal. Por ello, es esencial mantener un seguimiento constante, considerando que, en

cualquier momento del año, puede haber escasez. Durante este período, los procesos de oxidación pueden presentarse, justificando el uso de antioxidantes para evitar el deterioro de la calidad de los ácidos grasos, lo que representa una pérdida económica.

Se considera que el almacenamiento es de sesenta días en un tanque que está bajo condiciones ambientales directas y el metal está en contacto con el sol, calor, lluvia.

En virtud de lo anterior, se plantea la siguiente interrogante: ¿cuál es el índice de peróxidos de una grasa animal (sebo vacuno), bajo condiciones de almacenamiento?

3. Justificación

La determinación del aumento del índice de peróxidos en el almacenamiento de sebo vacuno es un control importante que debe realizarse rutinariamente para verificar el estado de oxidación (siendo un indicador de la calidad del sebo vacuno) representado como la concentración de miliequivalentes de oxígeno (mEq) presentes en la estructura de dicha materia prima que puede cambiar durante los sesenta días (tiempo de almacén) en donde permanece en contacto con todas las variantes catalizadoras (aumenta la velocidad de las reacciones) que fomentan la reacciones de hidrólisis y de oxidación.

Un incremento en el límite máximo permitido de peróxidos en las grasas lleva a una degradación del sebo vacuno, lo cual impacta negativamente en aspectos como la absorción de vitaminas liposolubles, la biosíntesis de pigmentos naturales (carotenoides), la aportación energética y la palatabilidad en alimentos balanceados. Esta situación compromete el cumplimiento de los requisitos nutricionales esenciales para el adecuado metabolismo de diversas especies a lo largo de todas sus fases de desarrollo.

Con esta investigación se pretenderá establecer si la calidad del sebo vacuno se ve afectada durante un período de sesenta días de almacenamiento, pero se mantiene menor a 10 mEq de oxígeno/ kg de grasa que permite la norma técnica CODEX STAN 19 1981 (Rev. 2-1999). Para mejorar la calidad del alimento balanceado para animales, se pueden implementar ciertas medidas, como disminuir el tiempo de almacenamiento del sebo vacuno, aislar los tanques de almacenamiento de factores ambientales como la luz y el calor, y potencialmente incorporar antioxidantes en los tanques de almacenamiento.

4. Marco teórico

4.1 Alimentos balanceados para animales

Se denomina alimentos balanceados, aquellos que fueron desarrollados para cubrir todas las necesidades nutricionales de las diferentes especies. Desde el punto de vista técnico es aquel que se encuentra equilibrado siendo una mezcla de ingredientes de origen animal, vegetal y mineral, que aporta la cantidad de nutrientes biodisponibles necesarios para cubrir el requerimiento del metabolismo de un animal, en función de su etapa metabólica, edad y peso.

4.2 Proceso de manufactura del alimento balanceado

La maquinaria facilita la elaboración de alimentos balanceados. El uso de varios ingredientes y la mezcla de los mismos mediante un proceso mecánico, modificará la estructura física y la composición nutricional, lo que permite aportar los nutrientes requeridos para cubrir la necesidad del metabolismo de un animal, en función de su edad y peso (Castillo, Melo, & Boetto, 1998). A continuación, se describe cada proceso.

4.2.1 Recepción de materia prima

Esta etapa incluye la aceptación o rechazo de ingredientes que cumplan con los estándares de calidad previamente establecidos.

4.2.2 Almacenamiento de materia prima

Se refiere al resguardo de la integridad física y calidad nutricional de los ingredientes agrupándolos en forma ordenada y adecuada como bodegas, silos y tanques, dependiendo de la presentación, monitoreo y la manipulación que se les proporcionará.

4.2.3 Formulación

Se refiere a los cálculos para determinar los ingredientes del alimento balanceado que satisfaga las necesidades nutricionales de los animales acorde al estado fisiológico o propósito (Dezi, 2010).

4.2.4 Molienda

La molienda se da con una serie de martillos que oscilan como las manecillas del reloj, en un eje horizontal donde golpea la materia prima a gran velocidad, alrededor se encuentras las cribas, donde es fragmentado transformándolo en harina, reduciendo el tamaño de las partículas según las cribas que utilice para la molienda (Bortone, 2001).

4.2.5 Pesado

Los ingredientes que conformarán la dieta se pesan mediante básculas colgantes, móviles o fijas dependiendo del volumen que se procese. En esta operación se pesan todos los tipos de ingredientes sólidos (macro, medio y micro ingredientes) y los líquidos (grasas, melaza y pigmentos).

4.2.6 Mezclado

En una mezcladora se liberan los sólidos, durante un período de tiempo a dicha operación se le denomina mezcla seca, se cargan a un tanque donde se premezcla todos los líquidos, luego se liberan donde se homogeniza toda la mezcla durante un período de tiempo siendo esta operación la mezcla húmeda.

4.2.7 Empacado

El alimento balanceado será envasado en sacos de polipropileno en presentación de 45.4 kg, el producto se envía a una tolva donde se descarga por gravedad directamente en el saco, el mantener en saco el producto facilitará su maniobrabilidad y su control en el almacén (Durhanthon, 2009).

4.2.8 Almacenado

Se almacenan los sacos con el producto terminado, y están listos para su distribución y venta.

4.3 Grasas y aceites

Constituyen uno de los principios nutritivos fundamentales. Junto con las proteínas, los hidratos de carbono y algunos minerales forman la estructura de todo ser vivo. Desempeñan varias funciones en los tejidos, además de que son la fuente energética más importante.

Las grasas son de origen animal y sólidas a "temperatura ambiente", mientras que los aceites son de origen vegetal y líquidas a "temperatura ambiente".

4.3.1 Funciones de los lípidos

- Producción de energía: la metabolización de 1 g de cualquier grasa produce, por término medio, unas 9 kilocalorías de energía.
- Forman el panículo adiposo que protege a los mamíferos contra el frío.
- Vehículo de vitaminas liposolubles y facilitan la absorción de las mismas.
- Fuentes de vitaminas A, D, E y K.
- Sujetan y protegen órganos como el corazón y los riñones.
- En algunos animales, ayuda a hacerlos flotar en el agua. (Gómez & Vergara, 1993).

4.4 Clasificación de las grasas y aceites

Existen diversas clasificaciones de los lípidos, pero la más importante para la nutrición animal se basa en función de su origen y de su contenido de ácidos grasos. Se divide en:

- Grasas animales (sebo vacuno, manteca de cerdo, huevo).
- Aceites marinos (fauna de acompañamiento de la pesca).
- Grasa de la leche (mantequilla).
- Grasas vegetales (cacao).
- Aceites con ácido láurico (coco y palmiste).
- Aceites con ácidos oleico y linoleico (maíz, girasol y algodón).
- Aceites con ácido linolénico (soya).

4.5 Sebo vacuno (Definición)

Es la grasa pura de vacuno, obtenida tras un proceso de esterilización (FEDNA, 2015). Se encuentra alrededor del lomo y los riñones. Tiene un punto de fusión de entre 45 y 50 °C. Su alto punto de fusión significa que es sólido a temperatura ambiente pero se funde fácilmente a temperaturas altas como el vapor. El sebo se emplea como alimento para aves, además se utiliza en las industrias químicas, de higiene y limpieza (jabón), farmacéuticas (glicerina) (FEDNA, 2015).

4.5.1 Características

El sebo se caracteriza por su bajo contenido de ácido linoleico, debido a la biohidrogenación de los lípidos en el rumen, por lo que su digestibilidad en monogástricos jóvenes es inferior a la de la manteca o la grasa de pollo. Es relativamente rico en ácidos grasos de cadena impar, consecuencia del metabolismo ruminal. Los monogástricos adultos utilizan sin dificultad niveles elevados de sebo, siempre que sea de calidad. No es recomendable la utilización de grasas con más de 10 grados de acidez en alimentos balanceados para animales, ya que pueden provocar un antagonismo en traslado de vitaminas y fijación de pigmentos, entre otro (Dezi, 2010).

4.5.2 Control de la calidad de las grasas y aceites

Se refiere a los parámetros que se deben de cumplir en la recepción y almacenamiento para asegurar el aporte nutricional y energético que éstas proveen a los alimentos balanceados para animales (ver cuadro No. 1).

4.6 Factores que afectan la estabilidad de las grasas o aceites

Son sustancias bastante estables cuando se controlan sus condiciones de almacenamiento, transporte y manejo, existen varios factores que afectan la estabilidad de grasas y aceites, y cuando éstos llegan a ciertos puntos críticos para cada tipo de aceite. Estos factores son:

4.6.1 Exposición al oxígeno

En tanto el oxígeno se encuentra presente en cantidad limitada, la velocidad de auto-oxidación aumenta al incrementarse la presión de oxígeno, hasta que, más allá de un nivel dado se alcanza un valor constante de velocidad de reacción.

4.6.2 Temperatura alta

La velocidad de una reacción crece, en general, con la temperatura, y se duplica, aproximadamente, por cada 10 °C que aumenta la temperatura.

4.6.3 Contacto con metales

Aumenta la velocidad de descomposición de los hidroperóxidos, y de allí la velocidad de generación de radicales libres.

4.6.4 Humedad o presencia de agua

La rancidez se desarrolla rápidamente tanto a niveles de humedad muy altos (5%) como muy bajos (2%). La estabilidad máxima se observa a niveles de humedad intermedia.

4.6.5 Luz

Los ácidos grasos y sus peróxidos son sustancias incoloras que no absorben luz visible. La luz ultravioleta puede ser un factor en la iniciación de la reacción en cadena, aunque su efecto principal se atribuye a la aceleración de la descomposición del peróxido (Badui, 2006).

4.7 Degradación de los aceites

Las grasas y aceites son susceptibles a diferentes reacciones de deterioro que reducen el valor nutritivo del alimento, y además producen, compuestos volátiles que imparten, olores y sabores desagradables; éste se debe a que el enlace éster es susceptible a la hidrólisis química o enzimática y que los ácidos grasos insaturados son susceptibles a una reacción de oxidación. A este proceso se le conoce como enranciamiento o rancidez, de los que existen dos tipos:

4.7.1 Enranciamiento hidrolítico

Consiste en la hidrólisis de los triglicéridos que integran una aceite o grasa descomponiéndose en ácidos grasos y glicerina.

4.7.1.1 Hidrólisis

Es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar unión de otra especie química. Existen dos tipos de hidrólisis (química y enzimática).

4.7.2 Enranciamiento oxidativo

Se debe a la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados con formación de peróxidos o hidro-peróxidos, que posteriormente se polimerizan dando origen a la formación de aldehídos, cetonas y ácidos de menor peso molecular.

4.7.2.1 Oxidación

El contacto con el oxígeno presente en la atmósfera causa reacciones químicas adversas, los cuales, potenciados por aumentos de temperatura, promueven distintos problemas de calidad tales como el aumento de la acidez, aparición de olores desagradables o rancios o degradación de los ácidos grasos y vitaminas. Entre los factores que influyen en la oxidación se encuentran:

- Promotores: temperaturas altas, metales, cobre, hierro, peróxidos de grasas oxidadas, lipoxidadas, presión de oxígeno, luz UV, azul poliinsaturación.

- Inhibidores: refrigeración, secuestradores, antioxidantes, escaldado, gas inerte o vacío, empaque opaco, hidrogenación de ácidos insaturados.

Las grasas y aceites oxidados favorecen la reacción, por lo que no es conveniente mezclarlas con grasas frescas (Badui, 2006).

4.8 Características de calidad según CODE 2017 de grasas y aceites

Las características físico-químicas de las grasas y aceites de origen vegetal.

- Norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales Codex stan 19- 1981.

En el cuadro se puede observar, que el índice de peróxidos para grasas y aceites es de 10 meq/kg siendo este valor el límite máximo permisible su aceptación y utilización.

Cuadro No. 1 Características de calidad según Códex de grasas y aceites

Parámetro	**Límites máximos permitidos**
Color	Característico del producto designado
Olor y sabor	Característico del producto designado. Exento de olores y sabores extraños a rancios
Apariencia	El producto debe estar libre de materia extraña
Ácidos grasos libres	0.1% máximo
Índice de peróxidos	10 mEq peróxido / kg grasa
Humedad y materia volátil	0.1% máximo

(CODEX, 2017)

4.9 Análisis físicos y químicos

Existe un gran número de análisis para evaluar las características físicas y químicas de las grasas, algunos tradicionales de rutina en la industria y otros no tradicionales ya que exigen equipo muy costoso. Los resultados ofrecen información sobre la naturaleza, el origen y el posible comportamiento de la grasa en diferentes condiciones de almacenamiento y procesamiento.

La determinación cuantitativa de la fracción lipídica de un alimento normalmente se realiza mediante procedimientos de extracción, tales como el de Soxhlet. Distintos aspectos relacionados con la composición de esta fracción grasa pueden ser de interés,

haciéndose necesaria la aplicación de diversos ensayos fisicoquímicos y sensoriales con el fin de identificar y/o cuantificar los componentes presentes en la misma. Así, los resultados de estos análisis permiten conocer características vinculadas con la calidad de la materia grasa, tales como su pureza, autenticidad, grado de frescura, vida útil, valor nutritivo, entre otras. Varios ensayos fisicoquímicos aplicados al análisis de grasas y aceites sirven para determinar índices, los que indican la cantidad equivalente de un compuesto, necesaria para reaccionar con determinados grupos funcionales presentes en una masa dada de materia grasa.

A continuación, se numeran los métodos de análisis más comunes.

4.9.1 Índice de acidez (IA)

Se define como la masa en mg de KOH necesaria para neutralizar la acidez libre en 1 gramo de grasa. Mediante este índice se evalúan, esencialmente, los ácidos grasos libres. Este índice es indicativo de la calidad de un aceite o grasa, pudiéndose relacionar tanto con las características de la materia prima utilizada como con el procesamiento. Así, por ejemplo, la calidad del aceite de oliva se relaciona directamente con el grado de hidrólisis de los triglicéridos componentes. En la medida que este grado aumenta, también la cantidad de ácidos grasos libres incrementa consecuentemente su acidez, con el detrimento proporcional de su calidad. En este sentido, la calidad de un aceite de oliva dependerá del tipo de aceituna, de su estado y grado de maduración, como así también de las condiciones de procesamiento y almacenamiento del aceite.

La técnica para la determinación del IA se basa en la solubilidad diferencial, en alcohol frío, de los ácidos grasos libres frente a los glicéridos.

$$IA = (V1\ KOH - V2\ KOH)\ MKOH \times 56{,}108 / m$$

Donde:

V1 KOH : Volumen de KOH consumido en la valoración de la muestra

V2 KOH : Volumen de KOH consumido en el blanco del ensayo

MHCl : Molaridad del KOH
m: masa en gramos de la muestra

Algunos valores orientativos de este índice son: Aceites y grasas refinados: de 0,2 a 1 Aceites y grasas crudos: de 1 a 10 Ácidos grasos libres: de 80 a 260 (CODEX, 2017).

4.9.2 Índice de hidroxilo

Corresponde a la masa en mg de KOH necesaria para neutralizar el ácido acético que se combina por acetilación con 1 g de grasa. Para determinarlo, una masa de la muestra se acetila con una cantidad en exceso conocida de anhídrido acético en piridina. El anhídrido acético que no reaccionó se hidroliza y finalmente el hidrolizado se valora frente a una solución alcohólica de KOH con fenolftaleína como indicador.

Se requiere de un blanco realizado bajo las mismas condiciones, pero sin la muestra. Este índice no distingue hidroxilos, es decir, reaccionan todos los disponibles en la muestra (CODEX, 2017).

4.9.3 Índice de Polenske

Es la cantidad de centímetros cúbicos de hidróxido potásico 0.1 N necesarios para neutralizar los ácidos volátiles insolubles en agua de cinco gramos de una grasa.

El valor de Polenske (también conocido como el número de Polenske) es un valor determinado al examinar la grasa. Es un indicador de cuánto ácido graso volátil se puede extraer de la grasa a través de la saponificación. Es igual al número de mililitros de solución alcalina normal 0.1 necesaria para la neutralización de los ácidos grasos volátiles insolubles en agua destilados y filtrados a partir de 5 gramos de una grasa solución de hidróxido utilizada en tal titulación está hecha típicamente de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o hidróxido de bario). En la medida de los ácidos grasos volátiles e insolubles en agua, principalmente ácidos caprílico,

cáprico y láurico, presentes en el aceite y la grasa. El valor lleva el nombre del químico que lo desarrolló Eduard Polenske (CODEX, 2017).

4.9.4 Índice de Reichert-Meissl

Es el número de mililitros de NaOH 0,1 N necesarios para neutralizar los ácidos grasas volátiles y solubles en agua de 5 gramos de grasa; se emplea para caracterizar las grasas lácteas ya que mide la cantidad de ácidos de menos de 12 átomos de carbono, abundantes en la leche.

Es el volumen (ml) de una solución alcalina 0,1 N, necesarios para neutralizar los ácidos grasos volátiles solubles en agua, mediante procedimientos normalizados (NTE 0168,1975).

A continuación se describe el procedimiento para determinar el índice de Reichert-Meissl:

- Pesar con exactitud 5 g ± 0,1 g de la muestra en un balón de fondo redondo, con capacidad de 300 ml limpio y seco. Para aquellas grasas o derivados de grasas como por ejemplo monoglicéridos acetilados que requieren más álcali para completar la saponificación que las cantidades indicadas de solución de glicerol soda (a 180 ml de glicerol puro se adiciona NaOH 1:1), tomar una porción menor a 5 g y adicione un diluyente como el aceite de semilla de algodón con valor Reichert-Meissl < 0,2 para completar los 5 g ± 0,1 g de muestra. Agregar 20 ml de solución de glicerol-soda y caliente, manteniendo un movimiento circular, sobre una llama o una placa caliente con cubierta refractaria, hasta que se saponifique por completo, el final de la saponificación puede tomarse cuando la mezcla se torna completamente clara. No debe quedar aceite en la superficie, y las paredes del balón deben estar humedecidas con la solución.

- Dejar enfriar el balón hasta una temperatura aproximada de 100 ºC (cerca de 5 min) y disolver el contenido adicionando 135 ml ± 1 ml de agua recién

hervida con pérdida mínima de vapor de agua. Añadir 6 ml de H_2SO_4 (1:4) y 15 piezas de carburo de silicio o algunas perlas de vidrio. Realizar el proceso de destilación. Cuando se hayan destilado 110 ml, cambiar el balón de recolección por una probeta graduada de 25 ml (para recoger las gotas que puedan caer después de haber sido retirado el balón de recolección), retirar la llama y desconectar el puente del equipo de destilación del condensador. Mezclar sin agitación vigorosa el balón que contiene el destilado y sumergir 90% en baño de María a 15 ºC por 15 min, filtrar a través de papel seco de 9 cm de retención moderada (S&S 589 White Ribbon es satisfactorio) y titular 100 ml del filtrado con NaOH 0,1N, usando fenoltaleína. La solución debería permanecer de color rosa durante 2 min a 3 min. Preparar una muestra en blanco, procediendo de modo semejante a cada uno de los pasos indicados anteriormente, omitiendo la cantidad de la muestra. (NTC 5532, 2007).

- El valor de Reichert (también número de Reichert-Meissl, valor de Reichert-Meissl-Wollny o número de Reichert-Meissl-Wollny) es un valor determinado al examinar grasas y aceites. El valor de Reichert es un indicador de cuánto ácido graso volátil se puede extraer de una grasa o aceite en particular a través de la saponificación. Es igual al número de mililitros de solución de hidróxido normal 0,1 necesaria para la neutralización de los ácidos grasos volátiles solubles en agua destilados y filtrados a partir de 5 gramos de una grasa saponificada dada. (La solución de hidróxido utilizada en tal titulación está hecha típicamente de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o hidróxido de bario). Este número es un indicador útil de compuestos no grasos en grasas comestibles, y es especialmente alto en mantequilla (CODEX, 2017).

4.9.5 Índice de saponificación

El índice de saponificación o de Koettsdorfer (IS) Se define como los miligramos de KOH necesarios para saponificar 1 g de grasa, reacción en la que intervienen

triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos, ácidos grasos libres y cualquier otro lípido saponificable. Es equivalente a la masa en mg de KOH necesaria para neutralizar los ácidos grasos libres y los ácidos grasos liberados de los glicéridos, luego de su saponificación. Para determinar, la grasa o aceite se saponifica con un exceso medido de KOH etanólico y luego se valora el excedente de KOH frente a HCl normalizado con fenolftaleína como indicador. El procedimiento incluye la saponificación bajo reflujo de 4-5 g de aceite filtrado con 50 mL de KOH aproximadamente 0,5 M en etanol al 96 % durante 30-60 min. El exceso de KOH se determina por retrotitulación con solución estandarizada de HCl 0,5 M en presencia de fenolftaleína (CODEX, 2017).

4.9.6 Índice de solidificación de ácidos grasos (Titer)

El Índice de Solidificación de ácidos grasos (Titer) originalmente se desarrolló para evaluar los ácidos grasos que se utilizan en la manufactura de jabones; posteriormente se usó para determinar el punto de congelación de aceites y grasas de origen vegetal o animal. El Índice de Titer se expresa en términos de temperatura y nos aporta información sobre el grado de hidrogenación que en la actualidad es el método más utilizado para aumentar el punto de fusión a grasas alimentarias lo cual se logra mediante la adición de hidrógeno a altas presiones y temperaturas, y en presencia de un catalizador. En la presente práctica se expone el método para determinar el punto de solidificación de los ácidos grasos basados en la norma NMX-F-149-1970. (Dirección General de Normas, 1970).

Se considera una grasa al conjunto de biomoléculas cuya característica distintiva es la insolubilidad en agua y la solubilidad en solventes orgánicos (benceno, cloroformo, hexano, entre otros) (Battaner-Arias, 2013). Estos también son llamados grasas en su estado sólido y aceites cuando se encuentran líquidos a temperatura ambiente; sin embargo, con frecuencia, se usa el término grasas para referirse en general a los lípidos. En definición un aceite es una sustancia grasa de origen mineral, vegetal o animal, líquida, insoluble en agua, combustible y

generalmente menos densa que el agua, que está constituida por ésteres de ácidos grasos o por hidrocarburos derivados del petróleo.

Existe evidencia científica de que consumir de forma excesiva alimentos que lleven grasas parcial o totalmente hidrogenadas se relaciona con un aumento de la tasa de colesterol y triglicéridos plasmáticos, lo que contribuye en parte a la aparición y desarrollo de enfermedades vasculares, como la hipercolesterolemia, la hipertrigliceridemia y la arteriosclerosis (Lauwson, 2001).

Debido a que la hidrogenación de aceites en la industria alimentaria es muy común ya que aumenta la estabilidad oxidativa del producto final y eleva el punto de fusión transformando aceites en grasas, la población está expuesta a consumir productos con niveles de hidrogenación elevados lo cual repercute de manera significativa en la salud, es por ello que es importante que se regule y conozca el punto de solidificación de los ácidos grasos sean aceites o grasas.

El método para obtener el índice de solidificación de los ácidos grasos consiste en saponificar una grasa para obtener los ácidos grasos correspondientes, los cuales se acidifican, se purifican y se enfrían lentamente hasta que cristalizan, en este punto la temperatura correspondiente es el valor del Titer el cual se relaciona con la hidrogenación que reciben los aceites. El procedimiento es el siguiente:

- Pesar en la balanza analítica 110 g de glicerina cáustica.
- Colocar los 110 g de glicerina cáustica en el recipiente para saponificación ya sea un matraz o vaso de precipitado.
- Agitar y calentar en una parrilla eléctrica a 150°C.
- Medir 50 ml de la muestra en una probeta graduada en caso de ser una grasa fundir previamente para su medición.
- Agregar a la glicerina cáustica los 50 ml de la muestra.
- Colocar nuevamente en la parrilla y llevar a una temperatura entre 140-150°C.

- Agitar hasta que se complete la saponificación, aproximadamente de 15 a 30 minutos (no debe calentarse a más de 150°C).
- Enfríar ligeramente.
- Agregar de 200 a 300 ml de agua caliente (a 70-80ºC).
- Agitar la mezcla y se calienta hasta que el jabón se disuelva.
- Medir 50 ml de solución de ácido sulfúrico.
- Agregar cuidadosamente 50 ml de solución de ácido sulfúrico mientras se continúa agitando.
- Hervir hasta que los ácidos grasos estén completamente transparentes y separados.
- Desechar la capa acuosa que contiene ácido sulfúrico, mediante un sifón u otro medio conveniente.
- Calentar agua entre 70-80°C.
- Agregar una porción de agua caliente se hierve de 2 a 3 minutos bajo enérgica agitación, hasta que los ácidos grasos estén completamente transparentes y separados.
- Eliminar la capa acuosa.
- Continuar los lavados hasta que el agua del lavado sea neutra al anaranjado de metilo y al final, al papel indicador de pH.
- Transferir cuidadosamente los ácidos grasos a un vaso de precipitado.
- Colocarlos en la parrilla y mantener a una temperatura entre 70 y 80°C.
- Agregar un exceso de sulfato de sodio anhidro (de 10 a 20% sobre los ácidos grasos).
- Pasar por un papel filtro seco.
- Calentar los ácidos grasos filtrados sobre una placa hasta 130°C
- Tapar y enfriar a temperatura entre 50-70°.
- Llenar el tubo "Titer" hasta el aforo.

Para ácidos grasos con "Titer" probable menor de 35°C llenar el baño con etilenglicol, hasta el nivel indicado. Colocar le tela metálica y agregar hielo o hielo

seco picado, casi al nivel del etilenglicol, mantener la temperatura mediante el uso del hielo entre 15-20°C abajo del punto de “Titer” de la muestra.

Pasos para determinar el punto de solidificación de los ácidos grasos "TITER":

- Realizar el procedimiento previo a su determinación dependiendo del Titer probable de la muestra.
- Agitar los ácidos grasos en forma vertical, con el agitador en forma de lazada hasta que la temperatura no baje, permanezca constante o se inicie un ascenso.
- Suspender la agitación inmediatamente.
- Quite o levante el agitador hacia afuera de la muestra.
- Observar el aumento de temperatura.
- Reportar la temperatura más alta alcanzada por el termómetro la cual corresponde al índice de "Titer".

4.9.7 Índice de yodo

Se define como la masa de yodo (atómico), en gramos, que se adiciona a las instauraciones presentes en 100 g de materia grasa. A mayor II, mayor grado de insaturación de la grasa. Valores típicos de este índice son: ácido oleico: 90, ácido linoleico: 181 y ácido linolénico: 274.

Este índice se ve afectado por la presencia de otras sustancias acompañantes insaturadas. Si bien se habla de II, no es el I2 el que se utiliza en el ensayo para determinarlo. Esto es debido a que las reacciones de adición de I2 a dobles enlaces no son cuantitativas, siendo dependientes de la configuración de los dobles enlaces, solvente y otras condiciones experimentales, resultando así difíciles de reproducir. En su defecto se utilizan estrategias experimentales que hacen uso de Br2, y de los monohalogenuros de yodo: ICl y IBr.

4.9.8 Índice de peróxidos

Mide el estado de oxidación inicial de un aceite. Se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kilo de grasa. Los peróxidos o compuestos de oxidación inicial, se originan si la aceituna se maltrata, si el aceite no se protege de la luz y el calor, o no se guarda en envases adecuados, como consecuencia de ello, a mayor índice de peróxidos menor será la capacidad antioxidante de un aceite. La Comunidad Europea, para salvaguardar el alto valor organoléptico, ha promulgado la norma 2568/91 en la cual fija parámetros rigurosos para la clasificación de este producto.

El contenido de peróxidos, producto de la reacción entre las grasas presentes en el aceite y el oxígeno, define su estado de oxidación primaria y da por tanto un parámetro de su tendencia al enranciamiento. Las causas principales del enranciamiento de un aceite de oliva son la exposición prolongada al aire, unida a temperaturas elevadas y a la acción directa de la luz solar.

Cuando se realiza el método oficial, la muestra problema, disuelta en ácido acético y cloroformo, se trata con solución de yoduro potásico. El yodo liberado se valora con solución valorada de tiosulfato sódico hasta el viraje del almidón. En todo este procedimiento pueden ocurrir muchos errores humanos, sin contar la subjetividad del viraje del almidón.

HANNA Instruments ha desarrollado el fotómetro portátil HI 83730 para el análisis de los peróxidos, el cual ayuda a reducir al mínimo los errores humanos, gracias a la predosificación de los reactivos y al procedimiento de análisis automatizado por el equipo.

Este instrumento, de conformidad con la norma CE n.2568/91 permite un análisis rápido y preciso del contenido de peróxidos del aceite examinado. A continuación se describen los parámetros del HI 83730:

- Rango: de 0,0 a 25,0 mEq O_2/kg.

- Resolución: 0,5 mEq O_2/kg.
- Fuente de luz: Lámpara de tungsteno con filtro de 466 nm.
- Precisión: ± 0,5 mEq O_2/kg.
- Método: Adaptación del método CE n. 2568/91.
- Condiciones de trabajo: de 0 a 50°C H.R. hasta el 95%.
- Alimentación 4 X 1.5 V AA pilas alcalinas o transformador.
- Dimensiones/Peso: 224*87*77 mm / 512 g.

4.9.9 Índice de refracción

Resulta útil para la identificación de grasas y aceites. Debe determinarse a una T constante con la muestra líquida. Otros ensayos de grasas y aceites incluyen determinaciones de impurezas tales como sustancias que han sido coextraídas con los triglicéridos en el proceso: sustancias no glicerínicas, insaponiflicables como alcoholes alifáticos de alto peso molecular, esteroles, pigmentos e hidrocarburos, así como aquellas derivadas del refinamiento, tales como derivados de ácidos grasos, ácidos grasos libres, jabones, agua, etc.

4.10 Parámetro de análisis en la industria alimentaria

En la industria alimentaria se utiliza como parámetro para medir la calidad de los aceites y las grasas, los cuales son susceptibles de enranciamiento, mediante la técnica de medición del índice de peróxido (o índice de peroxidación) siendo la peroxidación una de las causas que provoca características rechazables en la calidad de los alimentos (tales como aceites, entre otros), teniendo un valor máximo que es de 10 meq/kg (FEDNA, 2015).

5. Objetivos

5.1 General

Determinar si el índice de peróxidos para una grasa animal durante el almacenamiento de sesenta días está dentro de los límites máximos permisibles por la norma CODEX STAN 19-1981.

5.2 Específicos

5.2.1 Cuantificar el índice de peróxidos del sebo vacuno durante el almacenamiento de sesenta días.

5.2.2 Determinar las variaciones del índice de peróxidos durante el almacenamiento de sesenta días.

5.2.3 Identificar el parámetro cualitativo de índice de peróxidos donde hay presencia de alimento no conforme.

5.2.4 Establecer los días de almacenamiento óptimo sin presencia de alimento no conforme.

6. Hipótesis

El índice de peróxidos, del total de las cincuenta muestras de sebo vacuno, menos del 50% se encuentran dentro de los límites permisibles de una grasa animal bajo condiciones de almacenamiento, según la norma CODEX STAN 19-1981.

7. Recursos

7.1 Físicos

- Se utilizaron las instalaciones de la industria de alimentos balanceados para animales Plantaciones del Sur S.A. “Nutramix”, donde se trabajó la recepción de materia, el tanque de almacenamiento de materia prima, y el laboratorio de control de calidad.
- Biblioteca del Centro Universitario de Suroccidente, Mazatenango, Suchitepéquez.

7.2 Humanos

- T.U. Joel Antonio Esquite Ramírez.
- PhD. Marco Antonio del Cid Flores.
- Personal de Control de Calidad (Jorge Martínez y Henry Ambrocio)

8. Diseño estadístico

Debido a que el estudio se basa en un intervalo de tiempo de sesenta días verificando el estado de oxidación se utilizó el diseño estadístico descriptivo y contabilizado esto permitió analizar el comportamiento de ambos factores en condiciones de almacenamiento de una grasa animal.

Por la naturaleza de la investigación no existe un diseño estadístico. Se utilizaron herramientas de la Estadística Descriptiva.

9. Marco Operativo

9.1 Materiales y equipo

- Sebo vacuno
- Equipos: balanza analítica, estufa para el calentamiento, bureta.
- Cristalería: pipeta de 0.5 ml, Erlenmeyer de 250 ml.
- Reactivos (ir a apéndices en la página No. 43)

10. Métodos y análisis de resultados

Para el análisis, se consideraron variables tales como la manipulación de la materia prima, los procesos a los que es sometida, así como las máquinas y equipos empleados, como los que usan transferencia de calor por vapor y por energía solar. Esto permitió entender las condiciones a las que el sebo vacuno es expuesto durante su recepción y almacenamiento.

Se aplicó un procedimiento para determinar el índice de peróxidos, con el objetivo de cuantificar la concentración en miliequivalentes de oxígeno (meq) en las muestras analizadas y verificar si se encontraban dentro de los niveles permitidos.

El sebo vacuno utilizado en la fabricación de alimentos balanceados es transportado a las instalaciones de Plansur en tanques cilíndricos de metal. Tras su recepción, es almacenado por sesenta días y trasladado al área de mezcla para su uso.

Se analizaron cincuenta muestras en un laboratorio de control de calidad. En el caso del sebo vacuno almacenado, los análisis se realizaron tres veces por semana, excluyendo el día de recepción, por un período total de sesenta días. Para el análisis, se recolectaron 500 ml de sebo vacuno de los tanques, usando recipientes opacos para prevenir reacciones adicionales causadas por la exposición a la luz y oxígeno.

De la misma forma que se realiza en la recepción, se llevó a cabo en el tanque de almacenamiento, utilizando recipientes adecuados para su transporte al área de análisis de peróxidos.

Para determinar el índice de peróxidos en lípidos, se aplicó el método "Índice de Peróxidos" siguiendo el procedimiento AOCS Cd 8-53; IUPAC II.D.13; AOAC 18th ed. Official Method 965.33; EEC REGULATION 2568/91. Por medio de este método se midió la cantidad de peróxidos en las muestras recogidas durante la recepción y almacenamiento y así conocer su estado de oxidación, en base a la norma técnica CODEX STAN 19 1981 (Rev. 2-1999) (ver tabla No.3).

Tabla No. 1 Resultados de los índices de peróxidos (Meq- O_2) en veinticinco muestras de sebo vacuno en sesenta días, para el lote 160318

Dia Almacén	Meq-O2
0	3
4	4
6	4
8	4
10	4
12	5
17	4
19	5
21	5
25	5
27	5
29	5
31	5
33	5
35	6
38	6
40	6
42	7
46	7
48	7
50	8
52	8
54	8
57	9
60	9

Fuente: Elaboración propia, 2021

Los muestreos de los sesenta días de sebo vacuno, en el lote 160318 indican que de las veinticinco muestras analizadas el 100% se encuentra en un intervalo de 0 a 10 me-q de oxígeno/kg que es el parámetro establecido por la norma Códex (Ver tabla No. 3, Pág No. 35).

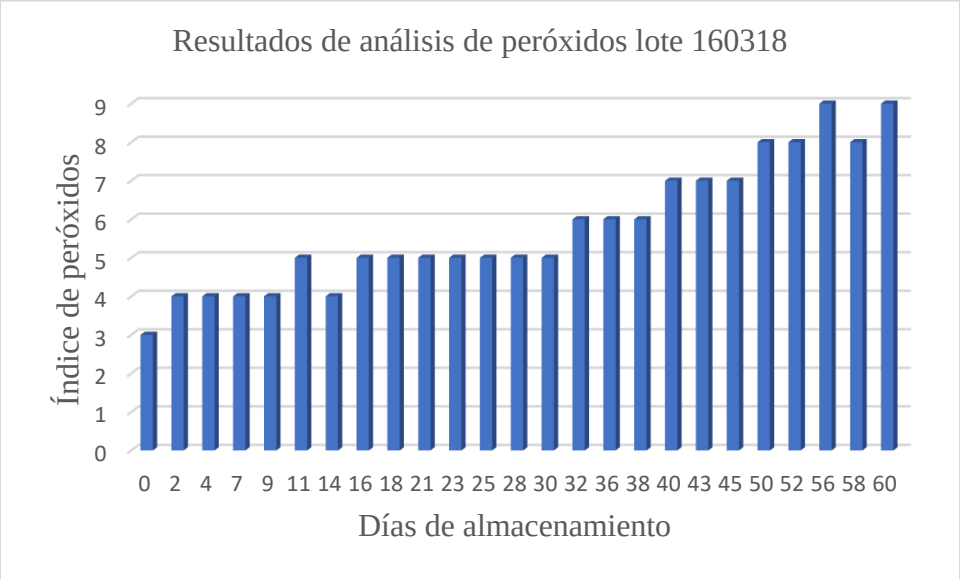
Tabla No. 2 Resultados de los índices de peróxidos (Meq- O_2) en veinticinco muestras de sebo vacuno en sesenta días, para el lote 140518

Día Almacén	Meq-O2
0	3
2	4
4	4
7	4
9	4
11	5
14	4
16	5
18	5
21	5
23	5
25	5
28	5
30	5
32	6
36	6
38	6
40	7
43	7
45	7
50	8
52	8
56	9
58	8
60	9

Fuente: Elaboración propia, 2021

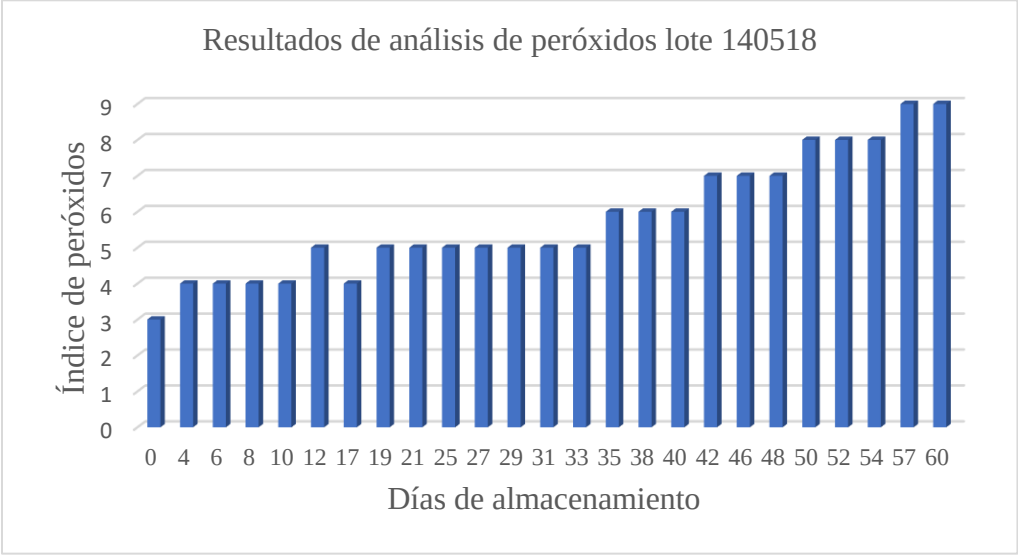
Los muestreos de los sesenta días de sebo vacuno, indican que de las cincuenta muestras analizadas el 100% se encuentra en un intervalo de 0 a 10 me-q de oxígeno/kg que es el parámetro establecido por la norma Códex (Ver tabla No. 4, Pág No. 14). El 56% de las muestras (equivalente a 28 muestras, en la tabla No. 1 y tabla No. 2) se encuentran en el rango 0 a 5 mEq de oxígeno activo/kg grasa, dicho rango no registra alimento no conforme. El 44% equivalente a (22 muestras, en la tabla no. 1 y tabla no. 2) oscilan en un intervalo de 6 a 9 mEq de oxígeno activo / kg grasa donde se registran alimentos no conformes (no se pueden compartir los registros por confidencialidad).

Gráfica No. 1 Resultados de los índices de peróxidos (Meq- O_2) en veinticinco muestras de sebo vacuno en sesenta días, para el lote 160318



Fuente: Elaboración propia, 2021

Gráfico No. 2 Resultados de los índices de peróxidos (Meq- O_2) en veinticinco muestras de sebo en sesenta días, para el lote 140518



Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla No. 3 Valores de peróxidos según norma de acuerdo con IUPAC 2.501 (enmendado), AOCS Cd 8b - 90 (97) o ISO 3961: 1998

Aceite	Valor de peróxido
Aceites vírgenes y grasas y aceites prensados en frío	hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo / kg de aceite
Otras grasas y aceites	hasta 10 miliequivalentes de oxígeno activo / kg de aceite

Fuente: SECTION 1. Codex General Standard for Fats and Oilshttp://www.fao.org/3/y2774e/y2774e03.htm

Según los resultados obtenidos en la presente investigación el índice de peróxidos para una grasa animal durante el almacenamiento de sesenta días está dentro de los límites máximos permisibles por la norma CODEX STAN 19-1981, pues durante los sesenta días no superó los 10 mEq oxígeno por kilogramo de grasa como se muestra en la gráfica No.1 y gráfica No. 2

El índice de peróxidos durante el almacenamiento de sesenta días alcanza un máximo de 9 mEq oxígeno por kilogramo de grasa. Las variaciones en los sesenta días presentan un crecimiento que no excede el límite máximo permisible. El parámetro cualitativo de índice de peróxidos donde aumenta el número de alimento no conforme, es de 6 a 9 mEq. Treinta y cinco días es el número óptimo en el almacenaje donde no se presentan alimentos no conformes.

11. Conclusiones

11.1 Se rechaza la hipótesis de que menos del 50% se encontraba dentro de los límites permitido por la norma CODEX STAN 19-1981 ya que al final de fase de experimentación se determinó fue el 100%.

11.2 Durante el período de uno a treinta y cinco días, el 56% de las muestras presentó un aumento en el índice de peróxido. Para las muestras tomadas a partir del día treinta y cinco en adelante, el 44% de ellas demostraron un aumento en el índice de peróxido que oscilaba entre (6 y 9) mEq de oxígeno activo por kilogramo de grasa.

11.3 El rango de (3 a 5) mEq de oxígeno activo / kg grasa no presenta alimentos no conformes. Sin embargo, los alimentos no conformen empiezan a surgir en el parámetro de (6 – 9) mEq de oxígeno activo / kg.

11.4 El tiempo de almacenamiento óptimo sin incidencia de reclamos es de treinta y cinco días ya que no existe presencia de alimentos no conformes.

12. Recomendaciones

12.1 Realizar una búsqueda de la actualización de la norma CODEX STAN 19-1981 que se ajuste a los parámetros de la investigación.

12.2 Utilizar antioxidantes en momentos específicos en los que se detecten niveles que excedan lo establecido por el CODEX STAN 19-1981. Al hacerlo, es esencial considerar el costo asociado con la aplicación de dichos antioxidantes, con el propósito de mantener la calidad y garantizar la eficiencia de la producción en la planta de procesamiento de alimento balanceado para animales.

12.3 Se sugiere que el periodo de almacenamiento del sebo vacuno no exceda los treinta y cinco días, con el fin de prevenir la aparición de alimentos no conformes en relación con los niveles de peróxidos.

12.4 Buscar una grasa con mayor disponibilidad de inventario para minimizar el almacenamiento mayor a treinta y cinco días.

13. Referencias

Badui, S. (1990). *Química de los Alimentos.* (4ta. Ed.). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf

Battaner-Arias, E. (2013). *Biomoléculas una introducción estructural a la bioquímica*. Universidad de Salamanca https://www.google.com.gt/books/edition/Biomol% C3%A9culas/-udeQ7Mm5c4C?hl=es&gbpv=1&dq=inauthor:%22Enrique+Battaner+Arias%22&printsec=frontcover

Bortone, E. (2001). *Diseño de plantas de alimentos balanceados.* Edit. Los Seibos. https://www.engormix.com/balanceados/peletizado-alimentos/diseno-plantas-alimentos-balanceados_a27297/

Castillo, A., Melo, O., y Boetto, C. (1998). *Cálculo de requerimientos energéticos y proteicos del Ganado Bovino Lechero.* Edit. Eudecor S.R.O. http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/nutricionanimal/wp-content/uploads/sites/53/2023/03/Tablas.pdf

Codex Alimentarius. (Octubre de 2017). *Normas Internacionales de los Alimentos*. http://www.fao.org/codex_alimentarius

Codex Alimentarius (1999). *Norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales*. CODEX STAN 19-1981. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/stan/19-1999.PDF

Dezi, F. (2010). *Formulación de raciones y Núcleos y Premezclas.* Alimentos balanceados. Edit. Nuviga. http://www.nuviga.com.ar/snews/generales/alimentos-balanceados-formulacion-raciones-nucleos-premezclas/

Dirección General de Normas. (1970). *Determinación del índice de Titer en aceite y grasas vegetales o animales*. NMX-F-149-1970 https://xdoc.mx/documents/nmx-f-149-1970-determinacion-del-indice-de-titer-en-aceites-y-5e67f6ba3f634

Durhanthon, B. (2009). Opimizar la compra de materias primas: Formulación global como estratégica y economía. *Revista. Avicultura Ecuatoriana 1*, (1), 12-14. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2009/9/4891-optimizar-la-compra-de-materias-primas-formulacion-global-como-estrategia-y-economia.pdf

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. FEDNA. (Noviembre de 2015). *Grasas de Origen Animal*. http://www.fundacionfedna.org/grasas_aceites

Gómez, B., y Vergara, V. (1993). *Fundamentos de nutrición y alimentación.* Instituto Nacional de Investigación Agraria. https://www.fao.org/3/W6562S/w6562s04.htm

Lauwson, H. (2001). *Food Oils and Fats: Technology, Utilization and Nutrition.* Edit. Chapman and Hall. https://books.google.com.cu/books?id=YxfTBwAAQBAJ&printsec=copyright#v =onepage&q&f=false

NutriNews. (02 de 12 de 2014). *Materias primas: grasa animal* https://nutrinews.com/ma terias-primas-grasa-animal/

Vo.Bo. Licenciada Ana Teresa Cap Yes
Bibliotecaria CUNSUROC

14. ANEXOS

14.1 Procedimiento del análisis de determinación de peróxidos

Tiene por objeto establecer el método para determinar el índice de peróxido en las grasas y aceites. El análisis se fundamenta en la capacidad que tiene el oxígeno activo de oxidar el yoduro potásico y liberar yodo, que se valora con tiosulfato empleando una disolución de almidón como indicador.

14.1.1 Equipo

Pipeta (una)

Matraz Erlenmeyer de 250 cm^3 con tapa esmerilada (dos)

Balanza analítica, sensible al 0.1 mg (una)

Termómetro digital (uno)

14.1.2 Reactivos

Solución de ácido acético y cloroformo. Mezclar tres volúmenes de ácido acético glacial con dos volúmenes de cloroformo

Solución saturada de yoduro de potasio, recientemente preparada

Solución 0,1 N de tiosulfato de sodio

Solución de almidón, disolver 1 g de almidón soluble en agua destilada fría (formando una pasta), añadir 100 cm^3 de agua hirviendo, agitar rápidamente la solución y enfriar

14.1.3 Preparación de la muestra

Caso 1, muestra líquida de aspecto claro y sin sedimento, se homogeniza agitando varias veces el recipiente que la contiene

Caso 2, muestra líquida de aspecto turbio o con sedimento, se coloca el recipiente que la contiene en una estufa a 50°C; se lo mantiene allí hasta que la muestra alcance tal temperatura, se procede agitar

Si luego de calentar y agitar, la muestra no presenta un aspecto claro y sin sedimento, se la filtra dentro de la estufa a 50°C. El filtrado no debe presentar ningún sedimento

14.1.4 Procedimiento

La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada (ver inciso 16.1.1)

Pesar, con aproximación a 0,1 mg, 5 g de muestra

Transferir la muestra al matraz Erlenmeyer de tapa esmerilada de 250 cm^3 y agregar 30 cm^3 de la solución de ácido acético y cloroformo

Agitar el matraz Erlenmeyer hasta completar la disolución del contenido y luego añadir 0,5 cm^3 de la solución saturada de yoduro de potasio

Agitar el matraz Erlenmeyer con su contenido durante un minuto y añadir 30 cm^3 de agua destilada

Usando la solución 0,1 N de tiosulfato de sodio titular gradualmente y con agitación contante el contenido en el matraz Erlenmeyer, hasta que el color amarillo haya casi desaparecido

Añadir 0,5 cm^3 de la solución indicadora de almidón y continuar la titulación cerca del punto final, agitando contantemente para liberar todo el yodo de las capas de cloroformo. Añadir la solución de tiosulfato de sodio gota a gota, hasta que el color azul desaparezca completamente

Si en la titulación se ha obtenido un valor menor 0,5 cm^3, repetir el ensayo usando solución 0,001 N de tiosulfato de sodio

Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento a partir del inciso “16.1.2” para cada determinación

14.1.5 Cálculos

El índice de peróxidos se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$\mathbf{I = ((VN) / M) \times 100}$$

Siendo:

I = Índice de peróxido en mEq. de Oxígeno (O_2) por kilogramo del producto

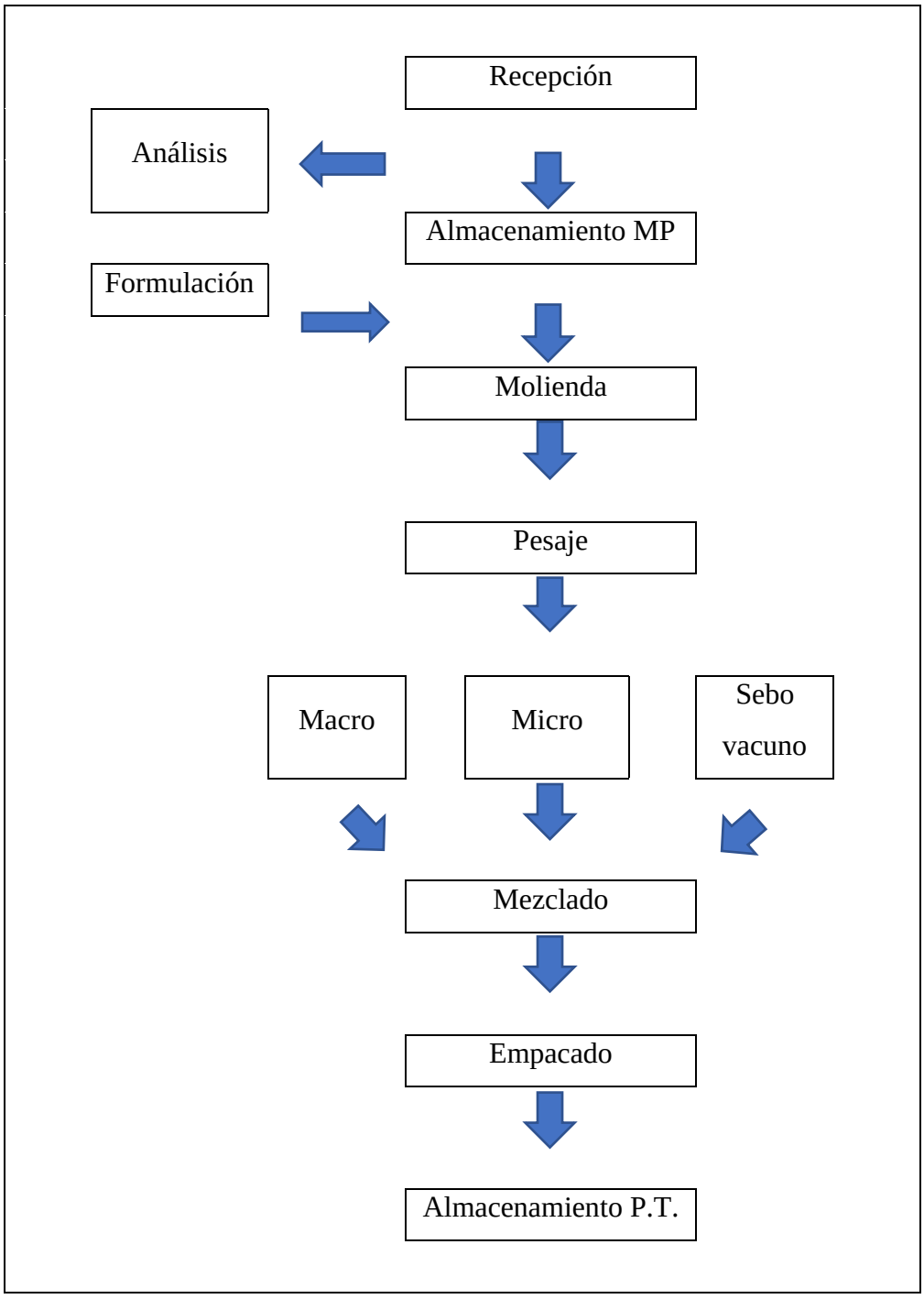
V = Volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra, en cm^3 corregido del blanco.

N = Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio

M = Masa de la muestra analizada, en gramos

15. APÉNDICES

15.1 Diagrama de flujo: Elaboración de alimentos balanceados para animales



Fuente: Esquite, J. 2017.

MP = Materia Prima / PT = Producto Terminado

15.2 Tanques de almacenamiento de sebo vacuno

Fuente: Elaboración propia, 2023

18 Glosario

Aceite crudo: aceite obtenido directamente del prensado de semillas y frutos oleaginosos, también se denomina primer aceite (https://www.saludemia.com/-/glosario-grasas).

Acondicionamiento: índice de humedad y temperatura que una semilla debe tener para considerar que se encuentra en las mejores condiciones para ser sometida al proceso de extracción de aceite. Si la semilla está muy seca es más difícil extraer el aceite. Se observa que cada semilla tiene un óptimo de humedad para obtener buenos resultados en la extracción del aceite (https://www.saludemia.com/-/glosario-grasas).

Albarán: documento que acredita la entrega de un producto o la prestación de un servicio. Refleja la fecha de entrega o prestación del servicio, el nombre (y demás datos) del cliente que lo recibe, el lugar de la entrega, y toda aquella información que creamos necesaria para que el albarán cumpla con efectividad su papel de demostración de la existencia de esa transacción en forma y tiempo (https://www.saludemia.com/-/glosario-grasas).

Amasado: trabajo mecánico que se realiza sobre la grasa cristalizada para mejorar las condiciones de textura de la misma (https://www.saludemia.com/-/glosario-grasas).

Anomalía: cambio o desviación respecto de lo que es normal, regular, natural o previsible (https://www.saludemia.com/-/glosario-grasas).

Cámara: local donde el producto se mantiene en un ambiente atmosférico conveniente para su elaboración o conservación. Hoy en día suelen estar previstos de aparatos de control e instalaciones automáticas por ordenador. Hay diferentes tipos: de secado, de atmósfera controlada, de refrigeración, de congelación, etc. (https://www.saludemia.com/-/glosario-grasas).

Centrífuga: máquina que sirve para separar componentes de una mezcla por acción de la fuerza centrífuga en la rotación del producto (https://www.saludemia.com/-/glosario-grasas).

Clarificación: proceso de separación de pequeñas cantidades de sólido suspendidas en un líquido, en este caso cerveza, por filtración o por centrifugación (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Colorantes: son un tipo de aditivos alimentarios que proporcionan color a los alimentos (en su mayoría bebidas), si están presentes en los alimentos se consideran naturales y si por el contrario se añaden a los alimentos durante su pre-procesado mediante la intervención humana se denominan artificiales (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Colza: planta forrajera, variedad del nabo, de tallo ramificado, hojas enteras y flores de color amarillo, agrupadas en racimo; de la semilla se extrae aceite (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Cromatografía de gases: método de separación en el cual los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una fase estacionaria de área superficial grande, y la otra es un fluido (un gas) que pasa por la fase estacionaria (https://es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf%C3%ADa_de_gases).

Determinación de jabón: tiene por objetivo determinar el contenido de jabón en grasas aceites (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Formulación: corresponde a suministrar únicamente los alimentos de forma precisa para mejorar los rendimientos a corto plazo, precautelando el aspecto económico (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Índice de saponifación: análisis químico que determina la cantidad de materia saponificable que se encuentra en una muestra de grasa o aceite (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Índice de yodo: procedimiento mediante el cual se determina el grado de instauración de una grasa o aceite (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Índice de peróxido: cantidad total de material que oxida el yoduro de potasio (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Índice de rancidez: conocido como ensayo de Kreis, este análisis determina la rancidez incipiente en grasas y aceites (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Peróxidos: sustancias que presentan un enlace oxígeno-oxígeno y que contienen el oxígeno en estado de oxidación (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Prueba de frío: determina la resistencia de las grasas y aceites que presentan a la cristalización (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Saponificación: reacción química entre un lípido saponificable o ácido graso y una base (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Sebo vacuno: grasa sólida que se extrae de ciertos animales herbívoros, especialmente los de ganado ovino y vacuno "el sebo vacuno se emplea, entre otras cosas, para fabricar jabones" (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Prensado en frío: método de extracción de aceite en cual consiste en ejercer una gran presión a las semillas a temperatura ambiente (https://es.wikipedia.org/wiki/Grasa).

Pienso: sinónimo de alimento balanceado para animales (https://es.wikipedia.org/wiki/Pienso_compuesto).

Mazatenango, 07 de Julio de 2,023

Para:
Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC – USAC
Presente

Les escribo deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por este medio hago constar que yo, Doctor Mynor Enrique Cárcamos González asesor (adjunto) del Trabajo de Graduación –TESIS-, del estudiante Joel Antonio Esquite Ramírez identificado con el número de Carné: 200540937, he revisado el documento: denominado **"Determinación del índice de peróxidos de una grasa animal en condiciones de almacenamiento"** y estoy de acuerdo con el contenido del mismo por lo que apruebo su presentación ante la terna evaluadora.

Sin otro particular, me despido de ustedes

Deferentemente,

(f)_____
Dr. Mynor Enrique Cárcamo González

c.c. Archivo.

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

"Formular es nuestra ciencia, calidad nuestra distinción"

Mazatenango, 02 de Agosto de 2,023

Para:
Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC – USAC
Presente

Les escribo deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por este medio hago constar que yo, Doctor Marco Antonio Del Cid Flores asesor del Trabajo de Graduación –TESIS-, del estudiante Joel Antonio Esquite Ramírez identificado con el número de Carné: 200540937, he revisado el documento: denominado **"Determinación del índice de peróxidos de una grasa animal en condiciones de almacenamiento"** y estoy de acuerdo con el contenido del mismo por lo que apruebo su presentación ante la terna evaluadora.

Sin otro particular, me despido de ustedes

Deferentemente,

(f)_____

Dr. Marco Antonio Del Cid Flores

c.c. Archivo.

Mazatenango, 14 de noviembre de 2023.

M.Sc. Bernardino Hernández
Coordinador Centro Universitario de Sur Occidente.
CUNSUROC –USAC–.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente –CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC–, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **"Determinación del índice de peróxidos de una grasa animal en condiciones de almacenamiento",** el cual ha sido presentado por el estudiante: **Joel Antonio Esquite Ramirez,** quien se identifica con los siguientes datos:

- Numero de Carné del estudiante: **200540937.**
- Carrera: **Ingeniería en Alimentos.**
- Número de Teléfono del estudiante: **42190937**
- Correo del estudiante: **esquitejoel@gmail.com**

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniera en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del **imprímase.**

Deferentemente.

Recibido 14/11/23

M.Sc. Ing. Victor Manuel Nájera Toledo
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-17-2024

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE, Mazatenango, Suchitepéquez, doce de marzo de dos mil veinticuatro. ----------

Encontrándose agregado al expediente el dictamen del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN: **"DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS DE UNA GRASA ANIMAL EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO"**, del estudiante: **Joel Antonio Esquite Ramírez,** carné No. **200540937 CUI: 1917 05101 0101** de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE - DIRECCION - USAC Mazatenango

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director CUNSUROC

/gris