



**Determinación del índice TBARS como indicativo de la rancidez oxidativa en
muestras de materia prima, producto en proceso y producto terminado en la
empresa FINCA S.A.S.**

Diego Fernando Ruano Bravo

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Química

Asesores

Juan Miguel Marín Sepúlveda, Doctor en Ciencias Químicas.

Mayra Johanna Giraldo Aguirre, Química industrial.

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Química
Medellin, Antioquia, Colombia
2023

Cita	(Ruano Bravo, 2023)
Referencia	Ruano Bravo D. F. (2023). <i>Determinación del índice TBARS como indicativo de la rancidez oxidativa en muestras de materia prima, producto en proceso y producto terminado en la empresa FINCA S.A.S</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Ingeniería Química.



Biblioteca Carlos Gaviria Diaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Cespedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Lina María Gonzales Rodríguez

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

A mis Padres.

Que con su amor y trabajo me educaron y apoyaron en toda mi formación profesional.

A mis hermanos, que de una y otra forma a largo de nuestras vidas han estado en mi vida, para reír, llorar y solidarizarnos, a ustedes mis hermanos queridos muchas gracias.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología	14
3.1 Preparación de reactivos	14
3.2 Preparación curva de calibración	14
3.3 Determinación.	15
4 Resultados	16
4.1 Determinación curva de calibración	16
4.1 Determinación curva de calibración	16
5 Análisis	24
6 Conclusiones	26
Referencias	27

Lista de tablas

Tabla 1 Patrones en preparación curva de calibración.	15
Tabla 2 Valores de Absorbancia curva de calibración.	16
Tabla 3 Valores de Absorbancia, concentración e índice de TBARS ensayo1.	17
Tabla 4 Valores de Absorbancia, concentración e índice de TBARS replica ensayo1.	17
Tabla 5 Valores de Absorbancia, concentración e índice de TBARS ensayo 2.	18
Tabla 6 Valores de Absorbancia, concentración e índice de TBARS replica ensayo 2.	18
Tabla 7 Índice de TBARS con variación de temperatura.	20
Tabla 8 Índice de TBARS con variación de pH.	20
Tabla 9 Índice de TBARS con variación del entorno.	21
Tabla 10 Índice de TBARS con variación en el tiempo de almacenamiento.	21
Tabla 11 Desviación de índice TBARS ensayo 1.	22
Tabla 12 Desviación de índice TBARS ensayo 2.	22
Tabla 13 Desviación de índice TBARS con variación de temperatura.	22
Tabla 14 Desviación de índice TBARS con variación de pH.	23
Tabla 15 Desviación de índice TBARS con variación de entorno de experimento.	23
Tabla 16 Desviación de índice TBARS con variación en el tiempo de almacenamiento.	23
Tabla 17 Costes de devolución en Finca S.A.S.	25
Tabla 18 Presupuesto global índice de TBARS	25

Lista de figuras

Figura 1 Curva de Calibración (Absorbancia Vs Micro Moles MDA).	16
Figura 2 Muestras ensayo 1 determinación de índice de TBARS.	17
Figura 3 Muestras #1 ensayo numero 2 determinación de índice de TBARS.	19
Figura 4 Muestras #2 ensayo numero 2 determinación de índice de TBARS.	19

Siglas, acrónimos y abreviaturas

MDA	Malonaldehido
TBA	Tiobarbitúrico
TEP	Tetraetoxipropano

Resumen

La rancidez oxidativa está relacionada con la percepción de sabores y olores desagradables causados por la oxidación de las cadenas de ácidos grasos insaturados, por lo que en el área de control de calidad de FINCA S.A.S se desarrolla la determinación de la rancidez oxidativa en muestra de grasas, sebo y aceite y muestras sólidas materia prima, producto en proceso y producto terminado, obteniendo así una prueba confiable, rápida, segura y práctica para proveer de alimento de alta calidad y que cumplan los requisitos establecidos y legales, para ello el malonaldehído reacciona con el ácido tiobarbitúrico para producir un color rojo que se detecta por absorbancia a 532 nanómetros y posteriormente obtener el índice de TBRS que es comparado con datos establecidos en el patrón de ingredientes establecidos. Los resultados indican que las pruebas cumplen con el mínimo de desviación esperado, las variables consideradas muestran que el tiempo de almacenamiento acelera la rancidez oxidativa y que es viable implementar el método en las distintas zonas donde funciona FINCA S.A.S.

Palabras clave: rancidez oxidativa, TBARS, malonaldehido, absorbancia.

Abstract

Oxidative rancidity is related to the perception of unpleasant tastes and odors caused by the oxidation of unsaturated fatty acid chains, so in the area of quality control FINCA S.A. S develops the determination of oxidative rancidity in samples of fats, tallow and oil and solid samples of raw material, product in process and finished product, thus obtaining a reliable, fast, safe and practical test to provide high quality food and that meet the established and legal requirements, for this malonaldehyde reacts with thiobarbituric acid to produce a red color that is detected by absorbance at 532 nanometers and then obtain the TBRS index which is compared with data established in the standard of established ingredients. The results indicate that the tests comply with the minimum expected deviation, the variables considered show that storage time accelerates oxidative rancidity and that it is feasible to implement the method in the different areas where FINCA S.A.S. operates.

Keywords: oxidative rancidity, TBARS, malonaldehyde, absorbance.

Introducción

En Finca S.A.S se realiza principalmente la elaboración de alimentos preparados para animales, por lo que continuamente ingresan al área de control de calidad muestras de materiales intermedios, producto en proceso y producto terminado, con el fin de determinar que cumplan las características adecuadas para continuar el proceso o garantizar al cliente las especificaciones requeridas.

El término rancidez se utiliza para describir varios mecanismos por los cuales los lípidos se deterioran. Los lípidos, es decir, los aceites y las grasas, constituyen los principales componentes insolubles en agua presentes en alimentos, siendo encontrados casi siempre en la forma de triglicéridos. Compuestos por ácidos grasos, los triglicéridos desempeñan un importante papel en la calidad sensorial de los alimentos y en su valor nutritivo, por ser fuentes de energía, de ácidos grasos esenciales (principalmente el ácido linoleico) y de vitaminas liposolubles.

Los principales problemas derivados de la oxidación lipídica son los cambios sensoriales, involucrando el desarrollo de aromas desagradables (rancio), lo que hace que el alimento no sea apto para el consumo. Los alimentos con alto contenido de lípidos son altamente perecederos debido, principalmente, a la ocurrencia de procesos oxidativos a los cuales los aceites están expuestos. La oxidación de los constituyentes lipídicos constituye una reacción importante que limita la vida de estante de varios alimentos (Serda, 2013).

Por medio del presente proyecto se espera determinar la rancidez oxidativa mediante el índice de TBARS, esto partiendo que uno de los productos terminales del proceso de rancidez oxidativa es el MDA, el cual puede ser cuantificado a través de su reacción con el ácido TBA, ya que forma un compuesto coloreado que se cuantifica espectrofotométricamente. El ácido tiobarbitúrico reacciona con los aldehídos formados como uno de los primeros productos estables de la autooxidación. Cuanto más se haya oxidado un alimento dado, tanto mayor será la formación de aldehídos que reaccionan con el ácido tiobarbitúrico (Bautista, 2019).

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Determinar la de rancidez oxidativa en muestras de materia prima, producto en proceso y producto terminado mediante el índice TBARS en la empresa FINCA S.A.S

1.2 Objetivos específicos

- Determinar la viabilidad de la aplicación del índice TBARS y sus variaciones a partir de la reproducibilidad, repetibilidad y costos.
- Aplicar el índice TBARS a muestras de grasas, sebos, aceite.
- Identificar posibles variables que afectan el índice de TBARS.

2 Marco teórico

En control de calidad se hace uso de herramientas de tipo físico, químico, tecnológico, sensorial, microbiológico y nutricional para asegurar el nivel óptimo de aspectos como salubridad, higiene, sabor adecuado, nutrientes y otros que hacen parte de los parámetros necesarios de inocuidad. Con fin de supervisar estos aspectos tiene que ver con asegurar la calidad del producto y así proteger la salud del consumidor (Equipo de Expertos en Ciencias de la Salud, 2021).

La rancidez oxidativa es un proceso químico complejo que ocurre en diferentes fases (iniciación, propagación y terminación). Tiene un gran impacto en el sabor, la calidad nutricional y la salud del producto alimenticio, que son las principales preocupaciones de los fabricantes de alimentos. Debido al sabor rancio y al cambio de color y textura, el proceso de oxidación conduce a una menor palatabilidad y, en consecuencia, a una menor aceptación del alimento por parte de la mascota. Las vitaminas, las grasas y las proteínas pierden su importante valor nutricional y las moléculas agresivas formadas durante el proceso son perjudiciales para las líneas celulares intestinales y las bacterias beneficiosas (Innovad, 2020).

Los TBARS se forman como subproducto de la peroxidación lipídica. El MDA es uno de varios productos finales formados a través de la descomposición de los productos de peroxidación de lípidos. El método TBARS no es específico para MDA, los productos de descomposición derivados de peróxidos grasos que no sean MDA son positivos para el TBA. En general, la reactividad MDA/TBA es un estimador fiable de la peroxidación lipídica (Catalán & Gómez-Ambrosi, 2018).

Con el fin de obtener el índice TBARS se hará uso de las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$C = \frac{A - b}{m} \quad Ec. 1$$

$$Indice TBARS = \frac{X * C * Vd}{G * V} \quad Ec. 2$$

Donde:

C: Micro moles de malonaldehído obtenido a partir de la curva de calibración.

m: Pendiente de la recta curva de calibración.

A: Absorbancia

b: Intercepto curva de calibración.

X: Cantidad no revelada.

V_d: Volumen destilado (L)

G: Peso de la muestra (g)

V: Volumen de la alícuota (L)

Indice TBARS: (mg MDA/kg)

3 Metodología

Para llevar a cabo la determinación del índice TBARS como indicativo de la rancidez oxidativa, se realiza el siguiente procedimiento:

3.1 Preparación de reactivos

Solución ácida A1: Se pesa la cantidad X gramos de ácido tricloroacético y se disuelven en Y mililitros de agua destilada, posteriormente se agregan X gramos de ácido fosfórico y se complementa a Y mililitros con agua destilada.

Solución ácida A2: Se pesa X gramos de ácido tiobarbitúrico y se disuelven en Y mililitros de agua destilada, posteriormente se agrega X gramos de ácido acético glacial y se completa a Y mililitros con agua destilada.

Solución patrón 1 de malonaldehído: Se pesa X gramos de TEP y se afora en un balón volumétrico de 50 mililitros.

Solución patrón 2 de malonaldehído: Se toman Y mililitros de la solución patrón 1 de malonaldehído y se afora en un balón volumétrico de 100 mililitros.

3.2 Preparación curva de calibración.

En tubos con tapa rosca, se agregan las siguientes cantidades para elaborar la curva:

Tabla 1.*Patrones en preparación curva de calibración.*

Patrón	Solución patrón 2 de TEP [ml]	Solución Acido A1 [ml]	Solución Acido A2 [ml]	Volumen total [ml]
Blanco	0	Y	5	Y
1	Y	Y	5	Y
2	Y	Y	5	Y
3	Y	Y	5	Y
4	Y	Y	5	Y
5	Y	Y	5	Y
6	Y	Y	5	Y
7	Y	0	5	Y

*Se lee el porcentaje de absorbancia en espectrofotómetro a 532 nanómetros

3.3 Determinación.

Muestra de grasas, sebo y aceite y muestras en estado sólido materia prima, producto en proceso y producto terminado: Se pesa X gramos de la muestra en balón de fondo plano de 500 mililitros, se adiciona Y mililitros de ácido clorhídrico concentrado. Una vez homogenizada la mezcla se adiciona Y mililitros de agua destilada y perlas de ebullición.

Al cabo de una hora y media se recoge Y mililitros de destilado (Vd) en un tubo de ensayo con tapa rosca y se le agrega Y mililitros de solución acida A1 y de la solución acida A2 Y mililitros. Se lleva calentamiento a baño maría (100°C) durante cuarenta minutos, posteriormente se enfía en corriente de agua. Finalmente se lee el porcentaje de absorbancia en espectrofotómetro a 532 nanómetros.

Con el fin de recrear una repetibilidad se realizarán un total de 5 ensayos distribuidos de la siguiente manera:

- Ensayo 1: Muestras de grasa, sebos y aceite
- Replica ensayo 1.
- Ensayo 2: Muestra de materia prima sólida, producto en proceso y producto terminado.
- Replica ensayo 2.
- Ensayo 3: Identificación de cambio de variables que afecten el proceso tal como temperatura, pH, entorno experimento, tiempo de almacenamiento y concentración de muestras.

4 Resultados

De acuerdo con la metodología los resultados se reportan a continuación:

4.1 Determinación curva de calibración: Los valores obtenidos se observan en la **Tabla 2**. Además, al realizar la curva de calibración se obtiene un valor de coeficiente de determinación que se considera tolerable como se puede apreciar en la **Figura 1**.

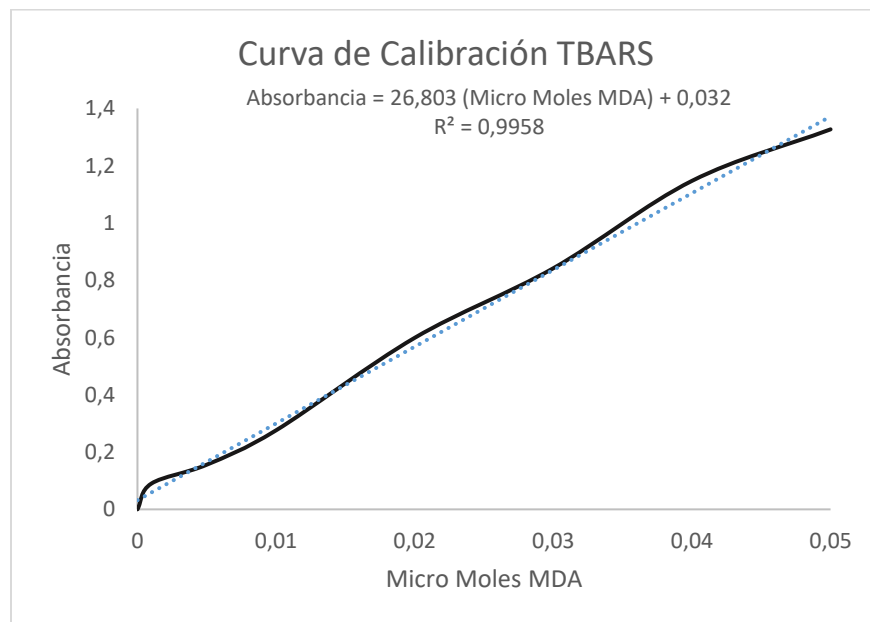
Tabla 2.

Valores de Absorbancia curva de calibración.

Muestra	Micro moles MDA	Absorbancia
Blanco	0	0
1	0.001	0.090
2	0.005	0.156
3	0.01	0.276
4	0.02	0.599
5	0.03	0.842
6	0.04	1.147
7	0.05	1.327

Figura 1.

Curva de Calibración (Absorbancia Vs Micro Moles MDA).



4.1 Determinación curva de calibración: Inicialmente se realizan ensayos en materias primas tal como grasa, sebos y aceite debido a que los materiales que ingresan con mayor frecuencia en Finca S.A.S. Los resultados se indican en las siguientes tablas.

Tabla 3.*Valores de Absorbancia, concentración e índice de TBARS ensayo 1.*

Numero de Muestra	Muestra	Absorbancia	Concentración	Índice de TBARS
1	Sebo tipo A	0.021	1.977.E-03	X
2	Sebo tipo A	0.018	1.865.E-03	X
3	Sebo tipo B	0.044	2.836.E-03	X
4	Sebo tipo B	0.035	2.500.E-03	X
5	Aceite de Palma	0.065	3.619.E-03	X
6	Aceite de Palma	0.064	3.582.E-03	X
7	Grasa	0.041	2.724.E-03	X
8	Grasa	0.042	2.761.E-03	X

Tabla 4.*Valores de Absorbancia, concentración e índice de TBARS replica ensayo 1.*

Numero de Muestra	Muestra	Absorbancia	Concentración	Índice de TBARS
1	Sebo tipo A	0.020	1.940.E-03	X
2	Sebo tipo A	0.019	1.903.E-03	X
3	Sebo tipo B	0.040	2.686.E-03	X
4	Sebo tipo B	0.038	2.612.E-03	X
5	Aceite de Palma	0.061	3.470.E-03	X
6	Aceite de Palma	0.063	3.544.E-03	X
7	Grasa	0.039	2.649.E-03	X
8	Grasa	0.040	2.686.E-03	X

Figura 2.*Muestras ensayo 1 determinación de índice de TBARS.*

Posteriormente se realiza el procedimiento para materia prima, producto en proceso y producto terminado en estado sólido. Los resultados se reportan a continuación.

Tabla 5.

Valores de Absorbancia, concentración e índice de TBARS ensayo 2.

Numero de Muestra	Muestra	Absorbancia	Concentración	Índice de TBARS
1	Materia prima	0.038	2.612.E-03	X
2	Materia prima	0.041	2.724.E-03	X
3	Producto Terminado Z	0.084	4.328.E-03	X
4	Producto Terminado Z	0.079	4.141.E-03	X
5	Producto Terminado X	0.051	3.097.E-03	X
6	Producto Terminado X	0.055	3.246.E-03	X
7	Producto Proceso Z	0.080	4.179.E-03	X
8	Producto Proceso Z	0.081	4.216.E-03	X
9	Producto Proceso X	0.053	3.171.E-03	X
10	Producto Proceso X	0.052	3.134.E-03	X

Tabla 6.

Valores de Absorbancia, concentración e índice de TBARS replica ensayo 2.

Numero de Muestra	Muestra	Absorbancia	Concentración	Índice de TBARS
1	Materia prima	0.039	2.649.E-03	X
2	Materia prima	0.041	2.724.E-03	X
3	Producto Terminado Z	0.081	4.216.E-03	X
4	Producto Terminado Z	0.082	4.253.E-03	X
5	Producto Terminado X	0.053	3.171.E-03	X
6	Producto Terminado X	0.055	3.246.E-03	X
7	Producto Proceso Z	0.083	4.291.E-03	X
8	Producto Proceso Z	0.082	4.253.E-03	X
9	Producto Proceso X	0.050	3.059.E-03	X
10	Producto Proceso X	0.051	3.097.E-03	X

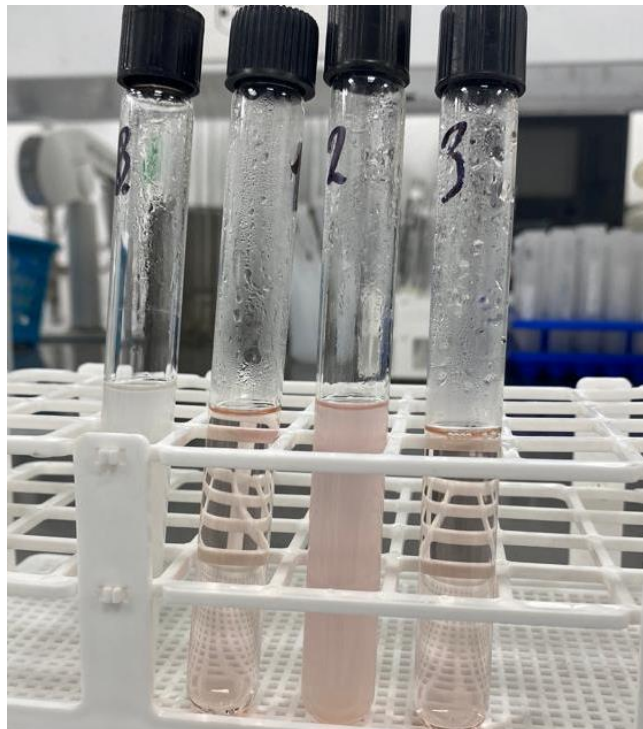
Figura 3.

Muestras #1 ensayo numero 2 determinación de índice de TBARS.



Figura 4.

Muestras #2 ensayo numero 2 determinación de índice de TBARS.



A continuación, se presenta los resultados del índice TBARS de las muestras analizadas anteriormente cuando se realiza un cambio en las variables que afectan el proceso.

- Temperatura.

Tabla 7.

Índice de TBARS con variación de temperatura.

Numero de Muestra	Muestra	Absorbancia	Concentración	Índice de TBARS
1	Sebo tipo A	0.022	2.015.E-03	X
2	Sebo tipo B	0.038	2.612.E-03	X
3	Aceite de Palma	0.061	3.470.E-03	X
4	Grasa	0.039	2.649.E-03	X
5	Materia prima	0.041	2.724.E-03	X
6	Producto Terminado Z	0.080	4.179.E-03	X
7	Producto Terminado X	0.053	3.171.E-03	X
8	Producto Proceso Z	0.082	4.253.E-03	X
9	Producto Proceso X	0.048	2.985.E-03	X

- pH

Tabla 8.

Índice de TBARS con variación de pH.

Numero de Muestra	Muestra	Absorbancia	Concentración	Índice de TBARS
1	Sebo tipo A	0.029	2.276.E-03	X
2	Sebo tipo B	0.031	2.350.E-03	X
3	Aceite de Palma	0.072	3.880.E-03	X
4	Grasa	0.033	2.425.E-03	X
5	Materia prima	0.045	2.873.E-03	X
6	Producto Terminado Z	0.085	4.365.E-03	X
7	Producto Terminado X	0.048	2.985.E-03	X
8	Producto Proceso Z	0.075	3.992.E-03	X
9	Producto Proceso X	0.041	4.589.E-03	X

- Entorno de Experimento.

Tabla 9.*Índice de TBARS con variación del entorno.*

Numero de Muestra	Muestra	Absorbancia	Concentración	Índice de TBARS
1	Sebo tipo A	0.028	2.239.E-03	X
2	Sebo tipo B	0.042	2.761.E-03	X
3	Aceite de Palma	0.056	3.283.E-03	X
4	Grasa	0.043	2.798.E-03	X
5	Materia prima	0.056	3.283.E-03	X
6	Producto Terminado Z	0.089	4.514.E-03	X
7	Producto Terminado X	0.047	2.947.E-03	X
8	Producto Proceso Z	0.073	3.917.E-03	X
9	Producto Proceso X	0.044	2.836.E-03	X

- Tiempo de almacenamiento

Tabla 10.*Índice de TBARS con variación en el tiempo de almacenamiento.*

Numero de Muestra	Muestra	Absorbancia	Concentración	Índice de TBARS
1	Sebo tipo A	0.035	2.500.E-03	X
2	Sebo tipo B	0.058	3.358.E-03	X
3	Aceite de Palma	0.045	2.873.E-03	X
4	Grasa	0.022	2.015.E-03	X
5	Materia prima	0.068	3.731.E-03	X
6	Producto Terminado Z	0.092	4.626.E-03	X
7	Producto Terminado X	0.074	3.955.E-03	X
8	Producto Proceso Z	0.091	4.589.E-03	X
9	Producto Proceso X	0.067	3.694.E-03	X

Una vez determinado el índice TBARS de las muestras en análisis y de las variables que pueden afectar el índice se determina la desviación entre los valores obtenidos y el que está determinado por los entes reguladores en el país. Para los ensayos 1 y 2 se realiza un promedio entre los valores obtenidos entre la primera prueba y la réplica para cada uno de ellos.

Tabla 11.*Desviación de índice TBARS ensayo 1.*

Numero de Muestra	Muestra	Índice TBARS Teórico	% Desviación
1	Sebo tipo A	X	3.851
2	Sebo tipo A	X	3.144
3	Sebo tipo B	X	4.585
4	Sebo tipo B	X	3.899
5	Aceite de Palma	X	2.887
6	Aceite de Palma	X	2.887
7	Grasa	X	3.557
8	Grasa	X	3.557

Tabla 12.*Desviación de índice TBARS ensayo 2.*

Numero de Muestra	Muestra	Índice TBARS Teórico	% Desviación
1	Materia prima	X	4.879
2	Materia prima	X	4.658
3	Producto Terminado Z	X	3.689
4	Producto Terminado Z	X	3.547
5	Producto Terminado X	X	3.544
6	Producto Terminado X	X	3.963
7	Producto Proceso Z	X	1.247
8	Producto Proceso Z	X	1.247
9	Producto Proceso X	X	4.187
10	Producto Proceso X	X	4.187

Tabla 13.*Desviación de índice TBARS con variación de temperatura.*

Numero de Muestra	Muestra	Índice TBARS Teórico	% Desviación
1	Sebo tipo A	X	3.763
2	Sebo tipo B	X	3.422
3	Aceite de Palma	X	2.641
4	Grasa	X	3.281
5	Materia prima	X	4.726
6	Producto Terminado Z	X	3.598
7	Producto Terminado X	X	3.744
8	Producto Proceso Z	X	1.547
9	Producto Proceso X	X	4.255

Tabla 14.*Desviación de índice TBARS con variación de pH.*

Numero de Muestra	Muestra	Índice TBARS Teórico	% Desviación
1	Sebo tipo A	X	3.645
2	Sebo tipo B	X	3.781
3	Aceite de Palma	X	2.588
4	Grasa	X	3.169
5	Materia prima	X	4.587
6	Producto Terminado Z	X	3.549
7	Producto Terminado X	X	3.962
8	Producto Proceso Z	X	1.485
9	Producto Proceso X	X	4.312

Tabla 15.*Desviación de índice TBARS con variación de entorno de experimento.*

Numero de Muestra	Muestra	Índice TBARS Teórico	% Desviación
1	Sebo tipo A	X	3.547
2	Sebo tipo B	X	3.641
3	Aceite de Palma	X	2.471
4	Grasa	X	3.258
5	Materia prima	X	4.499
6	Producto Terminado Z	X	3.423
7	Producto Terminado X	X	3.884
8	Producto Proceso Z	X	1.512
9	Producto Proceso X	X	4.211

Tabla 16.*Desviación de índice TBARS con variación en el tiempo de almacenamiento.*

Numero de Muestra	Muestra	Índice TBARS Teórico	% Desviación
1	Sebo tipo A	X	4.871
2	Sebo tipo B	X	4.125
3	Aceite de Palma	X	3.895
4	Grasa	X	3.871
5	Materia prima	X	5.169
6	Producto Terminado Z	X	4.214
7	Producto Terminado X	X	4.874
8	Producto Proceso Z	X	2.254
9	Producto Proceso X	X	5.362

5 Análisis

Para Finca S.A.S es de gran importancia cumplir con las normas establecidas para obtener productos de calidad, es por eso por lo que es importante determinar la rancidez oxidativa en muestras de materia prima, producto en proceso y producto terminado dentro de la empresa.

Por motivos internos de la empresa no es permitido revelar información acerca de los valores de índice TBARS y nombre de los productos en proceso y producto terminado de las muestras de estudio como tampoco los valores mínimos establecidos por las normas. Aun así, se ha permitido reportar los valores de desviación generados al comparar los valores obtenidos en el laboratorio con los establecidos con la norma.

En la **Tabla 3** y **Tabla 4** se puede apreciar que los valores de absorbancia para la materia prima en estado líquido son similares, lo cual nos indica que el experimento fue desarrollado de manera correcta y además como se puede apreciar en la **Tabla 11**, los valores de desviación cumplen con lo establecido con la empresa, es decir, una desviación por debajo del 5%. De igual manera para el ensayo numero 2 donde están involucradas muestras en estado sólido (**Tabla 6** y **Tabla 5**) se obtiene satisfactoriamente desviaciones que cumplen con los estándares de la empresa, es decir menores al 5% como se puede apreciar en la **Tabla 12**.

Se puede evidenciar en las **Tabla 13**, **Tabla 14** y **Tabla 15** que las variables manipuladas (Temperatura, pH y entorno de experimento correspondientemente) en escala laboratorio no hace generar variaciones abruptas en las desviaciones en el índice de TBARS. El tiempo de almacenamiento de las materias primas y de producto terminado hace que la rancidez oxidativa ocurra de una manera más acelerada, esto ocurre porque en las condiciones en las que se almacena la materia prima, producto en proceso y terminado está expuesto a un cúmulo de condiciones y variables que son difícilmente de controlar, además de exponer un alimento por tiempo prolongado al contacto directo con el oxígeno. Esto demuestra que es viable implementar el método en las distintas zonas donde se encuentra FINCA S.A.S en el país.

En la **Tabla 17** se puede apreciar los costes que puede generar la devolución de un producto por no cumplir con las condiciones mínimas establecidas para la rancidez oxidativa en un día común en la empresa, es decir, son devoluciones generadas y en la **Tabla 18** el conste que genera realizar la prueba de índice de TBARS, por lo que realizar índice de TBARS dentro de la empresa asegura que no se obtendrá pérdidas mayores a las que se generarían si no se realiza la prueba. Cabe resaltar

que la preparación de las soluciones necesarias para realizar las debe realizarse el mismo día que se realiza cada prueba para poder obtener valores confiables

Tabla 17.
Costes de devolución en Finca S.A.S.

Muestra	Valor (\$/Kg)	Cantidad (Kg)
Sebo tipo A	654	0
Sebo tipo B	514	0
Aceite de Palma	471	33950
Grasa	753	0
Materia prima	585	8564
Producto Terminado Z	458	0
Producto Terminado X	774	4987
Producto Proceso Z	241	0
Producto Proceso X	321	457
Total		\$ 25.007.025

*Valores son tomados el 17/10/2022

Tabla 18.
Presupuesto global índice de TBARS

Rubros	Costo
Personal	\$ 5.076.000
Materiales e insumos	\$ 5.060.500
Equipos	\$ 1.500.000
Total	\$ 11.636.500

*Valores son tomados el 17/10/2022

6 Conclusiones

La rentabilidad que produce determinar el índice TBARS para determinar la rancidez oxidativa en materias primas y producto en proceso y terminado es alta, esto debido a que es más económico para la empresa realizar y determinar el índice a realizar y obtener devoluciones, es decir es viable.

Las condiciones en las que se almacena la materia prima y producto terminado son fundamental para obtener estándares de rancidez oxidativa bajos, aunque FINCA S.A.S cumple con los estándares se podría mejorar para brindar productos de alta calidad.

Es posible implementar el método de índice de TBARS en las demás planta de producción de FINCA S.A.S debido a que se evidencio que la variable que mas impacta son las condiciones de almacenamiento en las que se tenga almacenado las materias primas y productos en proceso y terminado, es importante resaltar que FINCA S.A.S cede Buga tiene unas optimas condiciones de almacenaje por lo que garantiza que sus productos sean de alta calidad.

La comprensión de como las variables pueden afectar el proceso es de gran interés, debido que estas pueden causar daños irreversibles en la producción o incluso en la vida de los animales e incluso de los seres humanos.

Referencias

- Bautista, M. M. (2019). *TBARS*. Buga- Valle del Cauca.: FINCA S.A.S.
- Catalán, V., & Gómez-Ambrosi, J. (2018). Inflammatory and Oxidative Stress Markers in Skeletal Muscle of Obese Subjects. págs. 1-10.
- Equipo de Expertos en Ciencias de la Salud. (7 de 07 de 2021). *Univeridad internacional de Valencia*. Recuperado el 05 de 2022, de <https://www.universidadviu.com/co/actualidad/nuestros-expertos/control-de-calidad-de-alimentos-en-que-consiste#:~:text=El%20control%20de%20calidad%20de,los%20par%C3%A1metros%20necesarios%20de%20inocuidad>.
- Innovad. (08 de 2020). *Innovad Create Trust*. Recuperado el 21 de 05 de 2022, de <https://innovad-global.com/es/conservacion-de-alimentos>
- Serda, M. (2013). Synteza i aktywność biologiczna nowych analogów tiosemikarbazonowych chelatorów żelaza. 343-354.