



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE
MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

PROYECTO DE TESIS

TEMA:

**“ESTABILIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA DE ANAQUEL ACELERADA DEL
EXTRACTO DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) Y EL EXTRACTO DE
MORINGA (*Moringa oleifera*) APLICADO EN DIFERENTES
CONCENTRACIONES EN EL ACEITE DE SOYA (*Glycine max*)”.**

AUTORES:

ANGGIE CAROLAIN BAQUE MERO

KARLA MARIUXI CASIERRA BRIONES

CORREOS:

angiebake.14@gmail.com

kmcasier@hotmail.com

TUTOR DE TESIS: ING. ROY LEONARDO BARRE ZAMBRANO

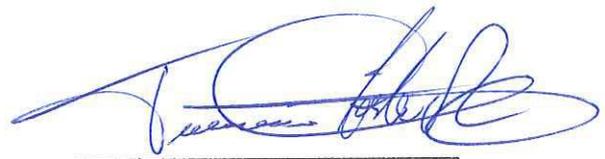
MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2017-2018

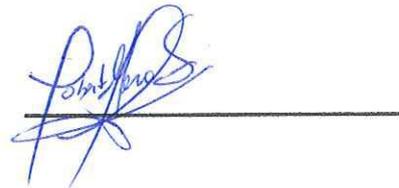
PÁGINA DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los Honorables Miembros del tribunal Examinador luego del debido análisis y su cumplimiento de la Ley aprueban el informe de investigación sobre el tema: **“ESTABILIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA DE ANAQUEL ACELERADA DEL EXTRACTO DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) Y EL EXTRACTO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) APLICADO EN DIFERENTES CONCENTRACIONES EN EL ACEITE DE SOYA (*Glycine max*)”**.

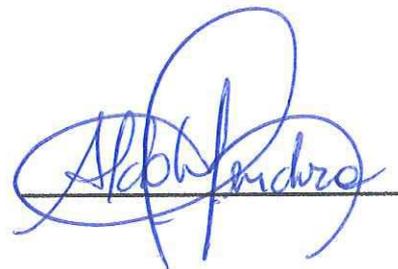
Abg. Julio Ávila Roca
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Robert Mero Santana
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Aldo Mendoza González
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

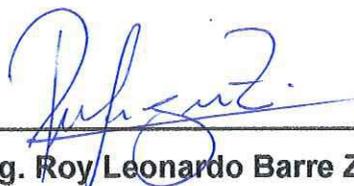
En mi calidad de Director de Tesis certifico:

Haber dirigido y revisado el documento de investigación sobre el tema: **“ESTABILIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA DE ANAQUEL ACELERADA DEL EXTRACTO DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) Y EL EXTRACTO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) APLICADO EN DIFERENTES CONCENTRACIONES EN EL ACEITE DE SOYA (*Glycine max*)”**. Desarrollado por las estudiantes Anggie Carolain Baque Mero y Karla Mariuxi Casierra Briones, por tanto, doy fé que fue desarrollado bajo las normas técnicas para la elaboración de una investigación, de cuyo análisis se desprende una amplia concepción teórica, con carácter de originalidad propia de un trabajo académico universitario.

El documento contiene los elementos necesarios aplicables al caso investigativo y demuestra un apropiado conocimiento del tema, el cual se lo expone con solvencia, cumpliendo con elementos técnicos y metodológicos exigidos por la Universidad.

Me permito dar a conocer la culminación de este trabajo investigativo, con mi aprobación.

Considero que el mencionado trabajo investigativo cumple con los requisitos y tiene los méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del jurado examinador.



Ing. Roy Leonardo Barre Zambrano
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Nosotras, **Anggie Carolain Baque Mero** y **Karla Mariuxi Casierra Briones**, declaramos que el presente tema de investigación es absolutamente original, auténtico y personal y que el contenido expuesto en la Tesis de Grado es de nuestra exclusiva responsabilidad.



Anggie Carolain Baque Mero
CI: 1316665932



Karla Mariuxi Casierra Briones
CI : 1313248880

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí que nos dio la oportunidad de crecer y fortalecer nuestros conocimientos con una educación de calidad y nos formó como personas.

A Dios por darnos la vida y llenarla de bendiciones, a él que con su infinito amor nos ha llenado de sabiduría, perseverancia y ha iluminado nuestro camino para poder alcanzar esta meta.

Al Área de Investigación y desarrollo de la empresa La Fabril S.A por permitirnos compaginar la actividad de pasantías pre-profesionales con la realización de este trabajo de investigación.

A nuestros padres y hermanos (as) que con su esfuerzo y apoyo constante fueron nuestros pilares fundamentales durante el transcurso de nuestros años de estudios con los cuales nos hemos formado como profesionales y como personas de bien.

A nuestros familiares y amigos por las palabras de aliento brindadas, las cuales contribuyeron para seguir esforzándonos y superar todos los obstáculos que se presentaron durante nuestra vida estudiantil.

A Ing. Roy Barre Zambrano, tutor de nuestra tesis, quien con sus conocimientos y experiencia profesional nos direccionó durante todo el transcurso de esta investigación.

A todos los catedráticos que fueron parte de nuestra formación académica, por los conocimientos impartidos tanto en el ámbito laboral como en el ámbito de formación como personas.

Anggie Baque Mero

Karla Casierra Briones

DEDICATORIA

Para nuestros padres, por su apoyo incondicional, comprensión, amor, por los recursos necesarios para poder emprender nuestra etapa universitaria, ellos quienes nos han dado todo, así como nos han forjado nuestros valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir nuestros objetivos. A nuestros hermanos, quienes han velado cada uno de nuestros pasos, ellos que han tenido las palabras de apoyo exactas para levantarnos, creyendo en nosotros, confiando en que siempre lograremos alcanzar nuestros sueños.

Anggie Baque Mero

Karla Casierra Briones

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| PÁGINA DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL..... | ii |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR..... | iii |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE..... | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| DEDICATORIA | vi |
| RESUMEN..... | xiv |
| SUMMARY | xvi |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 1.1.1. EL ACEITE DE SOYA | 3 |
| 1.1.2. SOYA | 3 |
| 1.1.3. LAS LÍNEAS DE PROCESO | 4 |
| 1.1.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA OXIDACIÓN..... | 8 |
| 1.1.5. LIPIDOS | 9 |
| 1.1.6. DEFINICIÓN DE ANTIOXIDANTE..... | 9 |
| 1.1.6.1. Antioxidantes sintéticos y naturales | 10 |
| 1.1.7. MORINGA | 10 |
| 1.1.7.1. Extracto de moringa | 11 |
| 1.1.8. ALBAHACA | 12 |
| 1.1.8.1. Extracto de albahaca..... | 13 |
| 1.1.9. ESTABILIDAD OXIDATIVA | 13 |
| 1.1.10. VIDA DE ANAQUEL ACELERADA..... | 14 |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN..... | 18 |
| 2. HIPÓTESIS | 19 |
| 3. OBJETIVOS..... | 20 |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL | 20 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 4. VARIABLES | 21 |
| 4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES:..... | 21 |
| 4.1.1. Tipo de extractos..... | 21 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.2. Concentraciones | 21 |
| 4.2. VARIABLE DEPENDIENTE: | 21 |
| 5. METODOLOGÍA | 22 |
| 5.1. PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS | 22 |
| 5.2. DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 23 |
| 5.3. NÚMERO DE REPETICIONES O RÉPLICAS/BLOQUES | 23 |
| 5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 23 |
| 5.5. TRATAMIENTOS..... | 24 |
| 6. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 25 |
| 6.1. DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ALBAHACA Y EXTRACTO DE MORINGA..... | 25 |
| 6.2. IDENTIFICACIÓN DEL ANTIOXIDANTE CON MEJORES RESULTADOS EN EL ESTUDIO DE VIDA DE ANAQUEL..... | 28 |
| 6.2.1. SEGUIMIENTO DE INDICE DE ACIDEZ..... | 28 |
| 6.2.2. SEGUIMIENTO DE PERÓXIDO..... | 31 |
| 6.2.3. SEGUIMIENTO DE P-ANISIDINA | 34 |
| 6.2.4. SEGUIMIENTO DE COLOR..... | 37 |
| 6.3. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE DE SOYA APLICANDO DIVERSAS CONCENTRACIONES EXTRACTO DE ALBAHACA Y EXTRACTO DE MORINGA..... | 40 |
| 7. CONCLUSIONES | 58 |
| 8. RECOMENDACIONES | 60 |
| 9. BIBLIOGRAFIA | 61 |
| 10. ANEXOS..... | 65 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla #1. Tratamientos a encapsular en esquema de análisis de varianza (ANOVA)..... | 24 |
| Tabla #2. Tratamientos de estudio del diseño experimental..... | 24 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Tiempo de vida útil del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones..... | 26 |
| Cuadro 2. Seguimiento de acidez del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones..... | 29 |
| Cuadro 3. Seguimiento de peróxidos del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones..... | 32 |
| Cuadro 4. Seguimiento de p-anisidina del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones..... | 35 |
| Cuadro 5. Seguimiento de color del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones..... | 39 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GRAFICO 1. Ubicación De La Fabril S.A..... | 22 |
| Gráfico 2. Actividad antioxidante del extracto de moringa aplicado en aceite de soya a 25°C, 30°C y 35°C..... | 27 |
| Gráfico 3. Actividad antioxidante del extracto de albahaca aplicado en aceite de soya a 25°C, 30°C y 35°C..... | 27 |
| Gráfico 4. Columnas representativas del seguimiento de acidez del aceite de soya con extracto de albahaca en diferentes concentraciones..... | 30 |
| Gráfico 5. Columnas representativas del seguimiento de acidez del aceite de soya con extracto de moringa en diferentes concentraciones..... | 30 |
| Gráfico 6. Columnas representativas del seguimiento de peróxidos del aceite de soya con extracto de albahaca en diferentes concentraciones..... | 33 |
| Gráfico 7. Columnas representativas del seguimiento de peróxidos del aceite de soya con extracto de moringa en diferentes concentraciones..... | 33 |
| Gráfico 8. Columnas representativas del seguimiento de valores de p-anisidina del aceite de soya con extracto de moringa en diferentes concentraciones..... | 36 |
| Gráfico 9. Columnas representativas del seguimiento de valores de p-anisidina del aceite de soya con extracto de albahaca en diferentes concentraciones..... | 36 |
| Gráfico 10. Interacción para acidez medias de datos..... | 41 |
| Gráfico 11. Efectos principales para acidez medias ajustadas..... | 42 |
| Gráfico 12. Efectos principales para peróxidos medias ajustadas..... | 44 |
| Gráfico 13. Interacción para peróxidos medias de dato..... | 45 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 14. Efectos principales para días medias ajustadas..... | 47 |
| Gráfico 15. Interacción para días medias de datos..... | 48 |
| Gráfico 16. Efectos principales para color amarillo medias ajustadas..... | 50 |
| Gráfico 17. Interacción para color amarillo medias de ajustadas..... | 51 |
| Gráfico 18. Efectos principales para color rojo medias ajustadas..... | 53 |
| Gráfico 19. Interacción para color rojo medias ajustadas..... | 54 |
| Gráfico 20. Efectos principales para color azul medias ajustadas..... | 56 |
| Gráfico 21. Interacción para color azul medias ajustadas..... | 57 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1 Material de envasado de aceite..... | 65 |
| Anexo 2 Molienda de hojas deshidratadas..... | 65 |
| Anexo 3 Envasado de materia seca en disolvente (metanol)..... | 66 |
| Anexo 4 Maceración de la albahaca y metanol..... | 66 |
| Anexo 5 Maceración de la moringa y metanol..... | 67 |
| Anexo 6 Filtración al vacío de sobrenadantes..... | 67 |
| Anexo 7 Extracción de antioxidante por rota vapor..... | 68 |
| Anexo 8 Extractos obtenidos..... | 68 |
| Anexo 9 Aceite utilizado (soya rbd-sin antioxidante)..... | 69 |
| Anexo 10 Homogenización de extracto + aceite..... | 69 |
| Anexo 11 Aceite + Extracto (homogenizado)..... | 70 |
| Anexo 12 Aceite + Extracto (Aceite dosificados con extractos..... | 70 |
| Anexo 13 Pesaje de los litros de aceite..... | 71 |
| Anexo 14 Muestras en cámara de envejecimiento..... | 71 |

RESUMEN

La soya (*Glycine max*), es una fuente de aceite vegetal con contenidos de ácidos grasos, en su mayoría se caracteriza por ser poliinsaturados (50%), lo que le confiere propiedades de elevada calidad nutricional. A fin de promover el aprovechamiento de esta fuente oleaginosa para la obtención de aceite comestible, es necesario garantizar la estabilidad de este producto a lo largo de toda la cadena de producción y distribución, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del extracto de albahaca y de moringa en la estabilidad oxidativa y vida de anaquel acelerado aplicado en el aceite de Soya refinado. Para cumplir con este objetivo se planteó el siguiente estudio: que consistió en evaluar la estabilidad oxidativa del aceite de Soya, a 110°C, suplementado con extracto de albahaca y moringa, en concentraciones de 500, 750, 1000, 1250, 1500ppm, y la vida de anaquel acelerado a 60°C. Como control se empleó aceite sin adición de extracto. La evaluación de las muestras, se hizo a través del seguimiento de: peróxidos, p-anisidina, acidez y color. Los resultados revelaron que la adición de extracto de moringa a 1000ppm reduce significativamente la formación de peróxidos y p-anisidina en el aceite. El mejor tratamiento de vida útil lo obtuvo el extracto de moringa a 750ppm, en términos de la formación de peróxidos, fue 56.52% mayor que en el aceite sin adición de extracto, lo que evidencia la efectividad de este tipo de extractos en la estabilización de matrices lipídicas y permite establecer las condiciones de uso y mecanismos de estabilización apropiadas para prolongar la vida de anaquel del aceite obtenido.

Palabras Claves: *Estabilidad Oxidativa, Aceite De Soya, Vida De Anaquel Acelerada, Albahaca, Moringa.*

SUMMARY

Soy (*Glycine max*), is a promising source of vegetable oil with fatty acid contents, mostly characterized by being polyunsaturated (50%), which gives it properties of high nutritional quality. In order to promote the exploitation of this oleaginous source for obtaining edible oil, it is necessary to guarantee the stability of this product along the entire production and distribution chain, so the objective of this study was to evaluate the effect of the extract of basil and moringa in oxidative stability and accelerated shelf life applied in refined soybean oil. To fulfill this objective, two studies were proposed: the first consisted of evaluating the oxidative stability of soybean oil, at 110 ° C, supplemented with basil and moringa extract, in concentrations of 500, 750, 1000, 1250, 1500ppm. As a control oil was used without addition of extract. The evaluation of the samples was done through the following: peroxides, p-anisidine, acidity and color. The results revealed that the addition of moringa extract at 1000ppm significantly reduces the formation of peroxides and p-anisidine in the oil. The best life-time treatment was obtained by moringa extract at 750ppm, in terms of the formation of peroxides, it was 56.52% higher than in the oil without addition of extract, which shows the effectiveness of this type of extracts in the stabilization of lipid matrices and allows to establish the conditions of use and appropriate stabilization mechanisms to prolong the shelf life of the oil obtained.

Key Words: *Oxidative Stability, Soybean Oil, Accelerated Shelf Life, Basil, Moringa.*

1. INTRODUCCIÓN

La soya *Glycine max* (L.) Merrill, es considerada una oleaginosa con un importante impacto económico dentro del Ecuador, y a nivel mundial predomina debido a su composición nutricional, debido a que posee un alto contenido de proteínas que oscila entre (38 a 42%) y su contenido de aceite (18 a 22%), por esta razón su cultivo es indispensable dentro de la industria de aceites vegetales. (INIAP, 2014). Al extraer el aceite y moler sus hojuelas, se transforma en torta de soya que corresponde al 44% de proteína (con cascarilla), y la parte que no contiene cascarilla se compone con el 48% de proteína. (Contexto ganadero, 2016)

Su elevado índice de ácidos grasos poliinsaturados genera una prominente susceptibilidad a las reacciones de oxidación lo que conlleva a la rancidez de los aceites, dando paso a los compuestos inestables llamados hidroperóxidos, radicales libres o peróxidos en presencia de luz.

Frecuentemente dentro de la industria alimentaria se emplean antioxidantes de origen sintético con el fin retardar el índice de las reacciones de peroxidación lipídica, como el butilhidroxianisol (BHA), el butilhidroxitolueno (BHT), la Terbutilhidroxiquinona (TBHQ), y los galatos. Publicaciones y estudios clínicos han comprobado efectos nocivos para animales de experimentación, como lo son los roedores, lo que genera un gran cuestionamiento desde el punto de vista de la bioseguridad alimentaria. Una novedosa alternativa orientada hacia el estudio y uso de antioxidantes de origen natural, revelan que extractos como los de la hoja de moringa y de la hoja de albahaca poseen propiedades antioxidantes, capturadores de radicales libres y quelantes de metales (Ugarte & Morales, 2012). En previos estudios, se ha logrado constatar que los aceites a los que se ha incorporado dicho extracto disminuyen el doble en cuanto a niveles de peróxidos, dienos y trienos conjugados y los valores de p-anisidina, en comparación a los aceites sin el extracto de moringa.

Los estudios de estabilidad oxidativa y vida útil de las grasas y aceites, constituyen una fuente importante de información para la aplicación de mecanismos de estabilización y conservación de los mismos, y abren las puertas al estudio de técnicas de preservación con antioxidantes de origen natural, como el extracto de *M. oleifera* y de albahaca (*Ocimum basilicum*) que permitan remplazar eventualmente el uso de antioxidantes sintéticos así como promover el estudio científico y tecnológico de semillas oleaginosas, como la soya *Glycine max* como fuentes promisorias de aceites comestibles, contribuyendo a la preservación de especies catalogadas como vulnerables.

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. EL ACEITE DE SOYA

El aceite crudo de soya es extraído de la semilla de soya (*Glycine max*) y a menudo tiene un color amarillo oscuro o verde pálido, y cuyos componentes e impurezas son removidos por procesos físico químicos de refinación para convertirlos en aceites que se halla en el mercado para consumo. (Agropecuaria, 2018)

Por cada 100 gramos de aceite de soya, hay aproximadamente 16 gramos de grasa saturada, 23 gramos de grasa monoinsaturada y 58 gramos de grasa poliinsaturada, a diferencia del aceite de palma que está compuesto por un 50% de ácidos grasos saturados y un 50% de insaturados, principalmente ácido palmítico y ácido oleico, respectivamente, por lo que el consumo de este último puede provocar un aumento de los niveles de colesterol en sangre. (Agropecuaria, 2018)

1.1.2. SOYA

La soya (*Glycine max*) (L.) Merrill es una oleaginosa de gran importancia económica en el Ecuador, es considerada a nivel mundial como una especie estratégica debido a su composición nutricional, destacándose el alto contenido de proteínas que posee (38 a 42%) y contenido de aceite (18 a 22%), por lo que su cultivo es de vital importancia para la industria de aceites vegetales y concentrados para la elaboración de balanceados para alimentación animal. (INIAP, 2014)

El aceite de soya contiene sobre un 88% de lípidos que son neutros, que básicamente están constituidos por triglicéridos, esteroides y ácidos grasos libres, tiene de glupolípidos y fosfolípidos alrededor de 1,6 % y 10% respectivamente. En cuanto a ácidos grasos en su mayoría se caracteriza por ser poliinsaturada como consecuencia de porcentajes altos (50%) en ácido linoleico o más

conocido como omega 6, y el restante de su contenido está formada por ácido oleico, es decir, omega 9 que es monoinsaturado, además posee ácido linolénico, palmítico y el esteárico. (Botánica-online)

El oxígeno actúa principalmente sobre los ácidos grasos poliinsaturados y el aceite de soya está compuesto en más del 60% por éstos, contribuyen a la separación de un hidrógeno alílico que fomenta a que se produzcan los compuestos inestables llamados hidroperóxidos, radicales libres o peróxidos en presencia de luz. Las reacciones de oxidación sufridas por los alimentos provocan la degeneración de compuestos tanto funcionales como nutricionales, y generan compuestos tóxicos y características sensoriales desagradables que hacen que el producto deje de ser interesante para el consumidor. (Esquivel & col., 2014).

1.1.3. LAS LÍNEAS DE PROCESO

a. Pretratamiento.

Se emplean ácidos orgánicos grado Alimenticios tales como ácidos fosfórico o ácido Cítrico. Aquí los fosfátidos presentes en los aceites pasan a ser hidrosolubles y pueden ser removidos con facilidad en las etapas posteriores.

b. Refinación caustica.

Tratamiento diseñado para remover los ácidos grasos libres, los fosfátidos, pigmentos, compuestos insolubles provenientes del aceite vegetal y ceras. El método empleado consiste en adicionar al aceite crudo, una solución de Hidróxido de Sodio (Soda Cáustica) ó Hidróxido de Potasio (Potasa cáustica). Los álcalis se combinan con los ácidos grasos libres, los fosfátidos y pigmentos presentes formando jabones los cuales son removidos mediante el lavado del aceite con agua caliente y centrifugación.

c. Blanqueo.

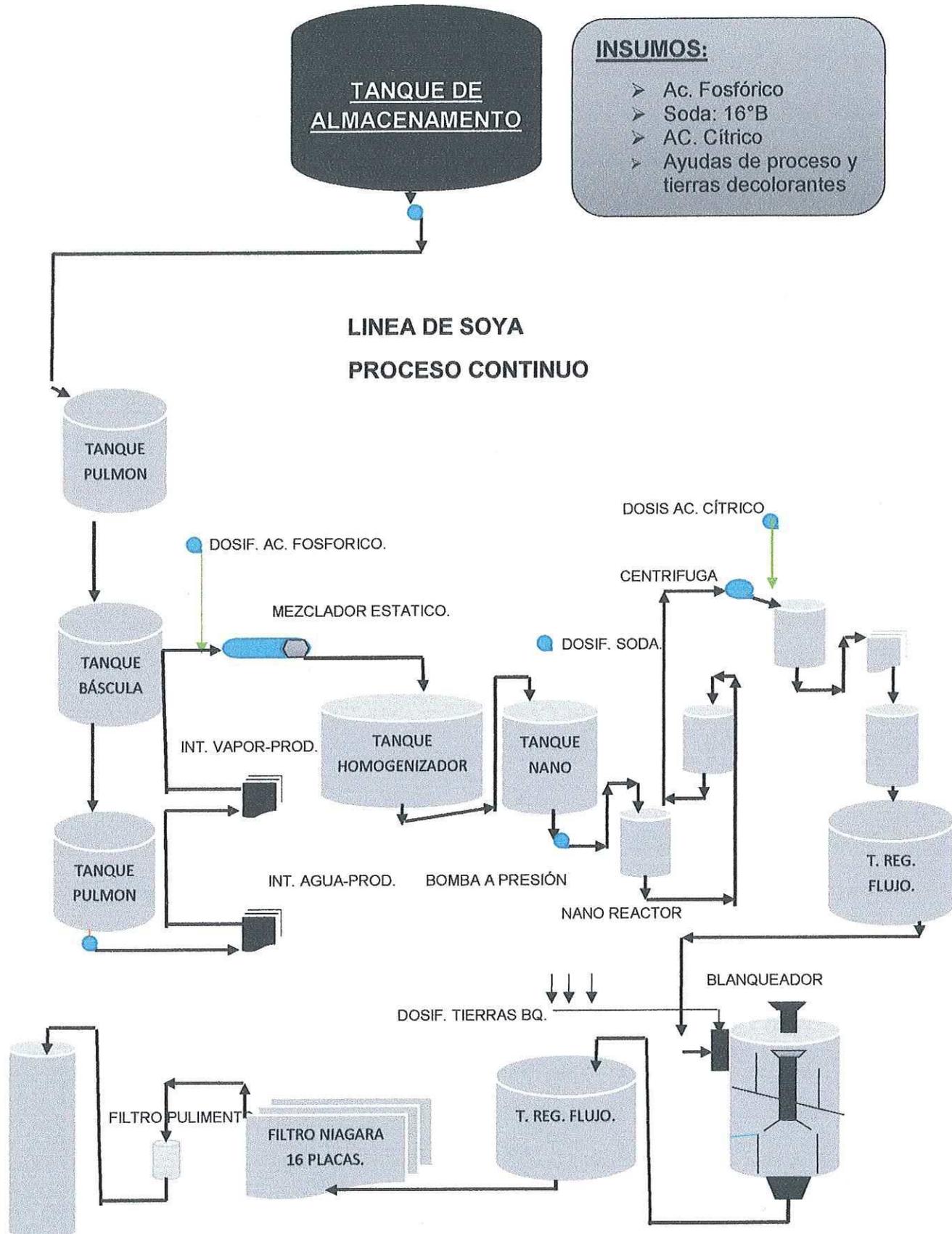
Es necesaria para remover pigmentos, trazas metálicas, compuestos oxidados y compuestos lípidos degradados que posteriormente afectarían a la estabilidad final del producto. En esta etapa se usan tierras absorbentes acido-activadas para aceites, sílica especiales, ayuda filtrante y carbonato de calcio. Las tierras absorben y adsorben los compuestos no deseados y cuando están cargadas de estos materiales se remueven por filtración, obteniendo un aceite más limpio listo para pasar a la etapa de Desodorización.

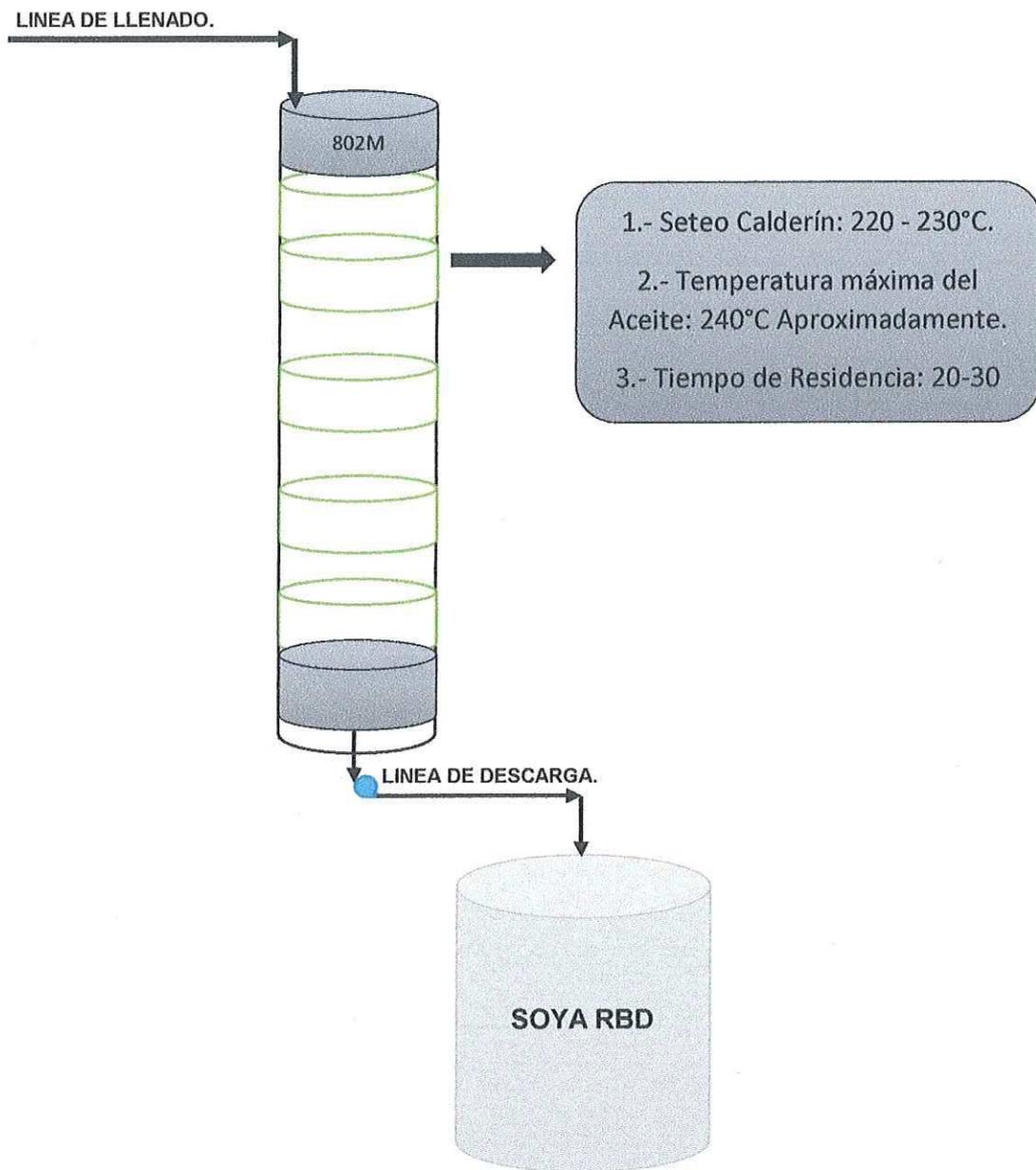
d. Desodorización

En el proceso de refinación la desodorización es un paso para lograr un producto de sabor, color, olor y estabilidad a través de la eliminación de sustancias indeseables. Entre los elementos que se eliminan tenemos: ácidos grasos libres – aldehídos – cetonas, alcoholes e hidrocarburos, además de otros compuestos formados por la descomposición al calor de peróxidos y de pigmentos. Se lleva a cabo en equipos con alto vacío (no mayores a 5 mmbar) con arrastre de vapor y a temperaturas entre 225 - 240°C. Al final de la desodorización se adicionan antioxidantes Naturales y/o sintéticos para proteger el producto de la oxidación.

Fuente: Anggie Baque_ResumenProcesosFabril2018

FLUJOGRAMA DE ACEITE DE SOYA RBD





Fuente: Anggie Baque_ResumenProcesosFabril2018

1.1.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA OXIDACIÓN

Los factores que predominan en la oxidación pueden ser intrínsecos y/o extrínsecos, es decir, que sean relacionados al producto y propios de la tecnología que se desea aplicar. Se mencionan a continuación los más importantes: (Dra. Paucar Penacho, Deterioro de Productos Agroindustriales - 2014)

- **Temperatura:** Puede afectar al aumento de la velocidad de auto oxidación y así mismo a los mecanismos de reacción. (Dra. Paucar Penacho, Deterioro de Productos Agroindustriales - 2014)
- **Luz:** Los ácidos grasos y sus peróxidos son sustancias incoloras que no captan luz visible. Así a menos que un sensibilizador accesorio se encuentre presente puede considerarse que el efecto de la luz visible en la autoxidación no es de mucha importancia. Sin embargo, se atrae marcadamente la luz ultravioleta en los compuestos insaturados. (Dra. Paucar Penacho, Deterioro de Productos Agroindustriales - 2014)
- **Oxígeno:** La velocidad de auto oxidación aumenta al intensificarse la presión de oxígeno, hasta que adquiere una velocidad constante de reacción. (Dra. Paucar Penacho, Deterioro de Productos Agroindustriales - 2014)
- **Humedad:** El efecto de la actividad del agua sobre la velocidad de oxidación de los lípidos es complicado. La rancidez se incrementa rápidamente tanto a niveles de humedad altos y bajos. La estabilidad máxima se examina a niveles de humedad intermedia que corresponden a valores de monocapa (efecto protector del agua en forma de monocapa). (Dra. Paucar Penacho, Deterioro de Productos Agroindustriales - 2014)

- **Radiaciones ionizantes:** Uno de los efectos más destacados de la irradiación de alta energía de los alimentos es un marcado incremento en la susceptibilidad de la rancidez oxidativa. (Dra. Paucar Penacho, Deterioro de Productos Agroindustriales - 2014)

- **Catalizadores:** Los iones de los metales pesados son activos catalizadores de la oxidación de los lípidos, rebajan el periodo de inducción e intensifica la velocidad de reacción. (Dra. Paucar Penacho, Deterioro de Productos Agroindustriales - 2014)

1.1.5. LIPIDOS

Es aquí donde se produce el daño mayor, en un proceso que se conoce como peroxidación lipídica, que afecta a las estructuras ricas en ácidos grasos poliinsaturados. La peroxidación lipídica o enranciamiento oxidativo representa una forma de daño hístico que puede ser desencadenado por el oxígeno, el oxígeno singlete, el peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo. Los ácidos grasos insaturados son componentes esenciales de las membranas celulares, por lo que se cree son importantes para su funcionamiento normal, sin embargo, son vulnerables al ataque oxidativo iniciado por los radicales libres del oxígeno. (Gutiérrez & col, 2014)

1.1.6. DEFINICIÓN DE ANTIOXIDANTE

Sustancias usadas para preservar los alimentos por retardar el deterioro, rancidez o decoloración debida a la oxidación. (FDA, Food & Drug Administration). Asimismo, son capaces de retardar o prevenir la formación de radicales libres. (Ogbunugafor et al., 2011).

1.1.6.1. Antioxidantes sintéticos y naturales

Son compuestos aromáticos que poseen por lo menos un hidroxilo, que puede ser de origen sintético o natural. Los **antioxidantes sintéticos** son los más usados por la industria de alimentos por consecuencia de su alto grado de estabilidad, eficacia y ventaja económica. Y los **antioxidantes naturales** están conquistando mercado crecientemente y su acción está correlacionada al contenido de compuestos fenólicos que proceden como aceptores de radicales libres, además de actuar en los procesos oxidativos catalizados por metales. (Luiz, 2010)

Estudios toxicológicos han demostrado la posibilidad de que antioxidantes sintéticos pueden tener efectos tóxicos y son promotores de algunos tipos de cáncer, entre otros efectos fisiológicos. El butilhidroxianisol (BHA), el butilhidroxitolueno (BHT), la Terbutilhidroxiquinona (TBHQ), y los galatos, son compuestos usados en la industria alimenticia como antioxidantes lipídicos, y todos ellos son de origen sintético. (Aluyor y Ori-Jesu, 2008; Fan y Eskin, 2015).

Existen investigaciones que han buscado descubrir antioxidantes de origen natural, que puedan ser remplazados como suplemento en los alimentos. Extractos de plantas, tocoferoles, derivados de antioxidantes naturales y compuestos sintéticos se utilizan comúnmente como aditivos para grasas y aceites. (Aluyor y Ori-Jesu, 2008; Fan y Eskin, 2015). En el proceso del aceite, esta sustitución del antioxidante sintético a los naturales, se da en la etapa de desodorización del aceite.

1.1.7. MORINGA

Moringa oleifera es un árbol originario de la India, de la familia (moringácea) al que se le atribuyen múltiples beneficios para el bienestar humano. Es de crecimiento rápido, de relativamente poca exigencia hacia el suelo y se cultiva

en toda la franja intertropical. Sus hojas tienen una gran capacidad antioxidante, gracias a su alto contenido de fenoles y flavonoides. (Sanchez - Córdoba A.J, 2017).

Las diferentes partes de *M. oleifera* contienen más de 40 compuestos con actividad antioxidante. Entre los compuestos con este potencial, ya sea por actividad de captación de radicales libres o por capacidad de formación de quelatos de iones metálicos identificados en las semillas de moringa, se encuentran compuestos fenólicos como el kaempferol y los ácidos gálico y elágico. (Sanchez -Córdoba A.J, 2017).

1.1.7.1. Extracto de moringa

Martin y col. (2013), haciendo referencia a Singh et al. (2009), menciona que los estudios in vitro demostraron que los extractos de hojas, frutos y semillas de moringa, debido a sus propiedades antioxidantes, protegen las células vivas del daño oxidativo del ADN asociado con el envejecimiento, el cáncer y las enfermedades degenerativas; también se indicó que dichos extractos inhiben la peroxidación lipídica y el quorum sensing bacteriano, y se propuso a *M. oleifera* como un candidato ideal para las industrias farmacéutica, nutracéutica y de alimentos funcionales.

Saéñz (2016), menciona que Anwar et al. (2007) prepararon varios extractos de las hojas de moringa, agregaron los extractos a aceite de girasol y lo almacenaron por 2 meses. Pasado este tiempo, compararon los niveles de peróxidos, dienos y trienos conjugados y los valores de p-anisidina, todos los cambios moleculares producidos al arranciarse los aceites. Después, se pudo evidenciar que en los aceites sin el extracto de moringa estos indicadores estaban presentes al doble en comparación con los aceites con moringa.

Reddy et al. (2003) observaron que una cantidad pequeña de hoja molida de moringa retrasó significativamente el proceso de enranciamiento en galletas. Otros estudios comprobaron el efecto antioxidante de las hojas deshidratadas no molidas (Siddhuraju y Becker, 2003) y que el poder antioxidante de las hojas es mayor que el de los frutos verdes o las semillas.

A partir de estudios como estos, queda claro que *M. oleífera* ofrece antioxidantes eficaces que podrían brindar agentes conservadores naturales alternativos a los conservadores tradicionales como el BHA y BHT. Sin embargo, es posible que no todos los individuos de moringa tengan la misma eficacia. Por ejemplo, Siddhuraju y Becker (2003) mostraron que la actividad antioxidante de distintas cepas de *M. oleífera* cultivadas en la India, en Níger y en Nicaragua difirió en las cantidades relativas de las diferentes sustancias antioxidantes y en su actividad antioxidante en general. (Doerr et al., 2009)

1.1.8. ALBAHACA

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) perteneciente a la familia Lamiaceae. Es una hierba aromática que se produce en todo el mundo, se cree que su origen se dio en la India e Irán, y después fue introducida a Europa. Ha sido ampliamente usado como agente saborizante, sin embargo, es fuente de compuestos aromáticos y aceites esenciales son constituyente biológicos que poseen propiedades insecticidas, nematocidas, fungistáticas y antimicrobianas. También sus compuestos fenólicos y flavonoides han demostrado ser potentes antioxidantes, capturadores de radicales libres y quelantes de metales. (Ugarte & Morales, 2012)

Muchas líneas de albahaca (*Ocimum basilicum*) producen aceites volátiles que contienen esencialmente sólo uno o dos compuestos fenilpropano(s) específicos. En los aceites esenciales (AEs) de estas especies se han encontrado compuestos biológicamente activos que han presentado

propiedades alelopáticas, antibacterial, antioxidante, nematocidal, antistática y antifúngica, entre otras. (Ugarte & Morales, 2012)

1.1.8.1. Extracto de albahaca

Generalmente las plantas con alta actividad antioxidante contienen compuestos fenólicos que actúan como agentes reductores, donantes de hidrógeno y extintores del oxígeno singlete. En plantas aromáticas como albahaca (*Ocimum basilicum*), se ha encontrado la presencia de grupos hidroxilo de los compuestos fenólicos (ácidos fenólicos), que contribuyen a su fuerte capacidad antioxidante. (Flanigan y Niemeyer, 2014)

Debido a su mecanismo de acción el aceite esencial de albahaca es clasificado como antioxidante primario, ya que actúa removiendo o inactivando los radicales libres producidos durante la reacción de oxidación a través de la donación de átomos de hidrogeno, interrumpiendo así la reacción en cadena, se han llevado a cabo diversos métodos para determinar la capacidad antioxidante, de extractos y aceites esenciales in vitro. (Ugarte & Morales, 2012).

Por otro lado, los ácidos fenólicos detectados en altas concentraciones en la albahaca y que aportan en mayor grado las propiedades antioxidantes son el ácido rosmarínico, el ácido chicorico, el ácido cafeico y el ácido caftárico (Flanigan y Niemeyer, 2014)

1.1.9. ESTABILIDAD OXIDATIVA

La estabilidad oxidativa indica la resistencia que tienen los lípidos a la oxidación; puede ser definida como el transcurso de tiempo necesario para lograr un punto crítico de oxidación. Este parámetro es un indicador del comportamiento y vida útil de los lípidos, y va a depender de la composición del aceite, de las condiciones del proceso y almacenamiento, la temperatura, la

concentración y tipo de oxígeno, la presencia de metales y de antioxidantes, entre otros. (García-Moreno et al., 2013).

El cálculo de este parámetro es importante para la industria de los alimentos, pues a partir de los resultados alcanzados, es posible optimizar y verificar el proceso de producción para garantizar la obtención de un aceite de buena calidad (García-Moreno et al., 2013).

1.1.10. VIDA DE ANAQUEL ACELERADA

Existen amplias maneras de realizar un estudio de vida útil, sin embargo, los uno de los más demandantes dentro de la industria son los estudios acelerados, en donde es posible descubrir, en tiempo corto y en condiciones de almacenamiento extremas, la vida de anaquel de un producto en condiciones normales. (Jaramillo, 2013)

Para acelerar el proceso de deterioro de los alimentos, se utilizan condiciones de almacenamiento que generalmente involucran temperaturas altas. La hipótesis principal que se hace en este tipo de estudios es que al almacenar los alimentos a temperatura altas aceleran las reacciones de deterioro y por lo tanto el tiempo de vida útil es menor. Así, la vida útil en condiciones normales es obtenida por extrapolación de los datos obtenidos en la determinación acelerada. (Jaramillo, 2013)

Para crear condiciones aceleradas para los aceites de envejecimiento, la temperatura de almacenamiento debe ser mayor que la temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) pero inferior a 80 °C. Las temperaturas altas (generalmente por encima de 80 °C) no son representativas de los mismos mecanismos de oxidación que se producen a 25 °C. (AOCS, 2014)

Además, las temperaturas ambientales causan menos reproducibilidad que temperaturas más altas dentro del rango de 25-80 °C. La temperatura de almacenamiento de 60°C se recomienda en base a la utilización en un estudio de colaboración de la AOCS de la oxidación del aceite y el uso de esta temperatura en los estudios publicados de la oxidación del aceite. (AOCS, 2014)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de antioxidantes de origen sintético como el Butil hidroxitolueno (BHT), Terbutil hidroxiquinona (TBHQ) y el Butil hidroxianisol (BHA) dentro de la industria alimentaria es muy frecuente para disminuir las reacciones de peroxidación lipídica. Sin embargo, se ha encontrado que estos tienen efectos negativos sobre la salud, contribuyendo al aumento del colesterol, hepatomegalia e inducción de cáncer hepático, entre otras.

Debido a esto, en los últimos años, las investigaciones se han direccionado hacia el hallazgo de antioxidantes de origen natural, como carotenoides, antocianinas, flavonoides y compuestos fenólicos que puedan eventualmente reemplazar el uso de los antioxidantes sintéticos (Rodríguez-Rojo et al., 2012; Nour et al., 2013).

Los extractos de *M. oleífera* y de albahaca (*Ocimum basilicum*) han demostrado tener una actividad antioxidante comparable con la actividad mostrada por el BHT en medios lipofílicos; estos extractos pueden interaccionar más fuertemente con las matrices lipídicas, protegiendo a este tipo de sustratos de la oxidación, convirtiéndolos en un buen candidato para ser usado como aditivo a fin de prolongar la vida útil de grasas y aceites sin los efectos negativos que se presentan al emplear antioxidantes sintéticos.

La Fabril S.A. es una industria alimentaria destacada por la producción de aceites y grasas, la cual utiliza normalmente como antioxidante sintético en sus aceites el Terbutil hidroxiquinona (TBHQ), en este estudio se reemplazó el (TBHQ) por el extracto de albahaca (*ocimum basilicum*) y el extracto de moringa (*moringa oleífera*) en diferentes concentraciones en el aceite de soya

(*glycine max*), para determinar su estabilidad antioxidante y vida de anaquel acelerada en comparación con la muestra normal.

La presente investigación pretende determinar:

1. Cuál de los dos extractos presenta mayor actividad antioxidante, el extracto de albahaca o extracto de moringa.
2. Si aplicando diferentes tipos de concentraciones del extracto de albahaca y de moringa cual sería el más favorable en la estabilidad oxidativa del aceite de soya.
3. Y a su vez, presentar el antioxidante que refleje mejor resultado de acuerdo a los análisis realizados en el estudio de vida de anaquel acelerado en el aceite de soya.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocará en estudiar las características físico-químicas que el aceite de soya obtendrá al tener como antioxidantes naturales compuestos activos extraídos de las hojas de moringa (*Moringa Oleífera*) y de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum*); en cuánto a su estudio de estabilidad oxidativa y seguimiento de vida de anaquel acelerada se valorará cada semana el comportamiento de los ensayos estudiados.

Así, el presente trabajo permitirá incentivar al estudio de aditivos naturales y mostrar dos en particular que además de evitar la oxidación lipídica, sea beneficioso para la industria y las nuevas tendencias.

2. HIPÓTESIS

¿El uso del extracto de albahaca y moringa como antioxidantes naturales mejorará la estabilidad antioxidante y vida de anaquel acelerada en el aceite de soya?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del extracto de albahaca y el extracto de moringa en la estabilidad oxidativa y vida de anaquel acelerada del aceite de soya refinado.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Determinar la actividad antioxidante del extracto de albahaca y extracto de moringa.
- b. Evaluar la estabilidad oxidativa del aceite de soya aplicando diversas concentraciones extracto de albahaca y extracto de moringa.
- c. Identificar el antioxidante con mejores resultados mediante el análisis de los datos obtenidos en el estudio de vida de anaquel acelerado en el aceite de soya.

4. VARIABLES

4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES:

4.1.1. Tipo de extractos

- ✓ a1 *Extracto de albahaca*
- ✓ a2 *extracto de moringa*

4.1.2. Concentraciones

- ✓ b1 500 PPM
- ✓ b2 750 PPM
- ✓ b3 1000 PPM
- ✓ b4 1250 PPM
- ✓ b5 1500 PPM

4.2. VARIABLE DEPENDIENTE:

- ✓ Estabilidad oxidativa
- ✓ Vida de anaquel acelerada

5. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Fabril S.A, ubicada en la región costa; en el km 5 ½ vía Manta – Montecristi, de la Provincia de Manabí, (Latitud 0°59'43.011" S y de Longitud 80°41'24.237" W y Altitud aproximada de 73 m.s.n.m).

GRAFICO #1

UBICACIÓN DE LA FABRIL S.A.



Fuente Google Earth 2018

5.1. PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS

Al aceite de soya después de su etapa de RBD (refinado-blanqueado-desodorizado) se le agregó extracto de hojas de moringa en 5 concentraciones (500, 750, 1000, 1250, 1500) y se agregó extracto de albahaca en 5 concentraciones (500, 750, 1000, 1250, 1500).

Las muestras con sus respectivas concentraciones y extractos fueron analizadas en cuanto a su estabilidad oxidativa y posteriormente fueron almacenadas en cámaras de envejecimiento (HOT PACK) a temperatura acelerada de 60°C y se tuvo un patrón del aceite de soya sin ningún antioxidante que fue almacenado a 4°C según las Prácticas recomendadas por la (AOCS, 2014).

El estudio se realizó por 8 semanas y se realizaron lo análisis en las semanas 1-4-8.

5.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo de investigación se utilizó un diseño completamente al azar $A \times B + 1$ dando un total de 10 tratamientos más 1 control, con 3 replicaciones por tratamientos a excepción del control que se realizó una sola vez, cabe indicar de acuerdo a las características de la unidad experimental se utilizó un volumen de 180 ml por cada tratamiento dejando a manifiesto que se necesitaran 2000 ml en total para el desarrollo de la investigación.

5.3. NÚMERO DE REPETICIONES O RÉPLICAS/BLOQUES

Número de réplicas/bloques: 3

5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó dos análisis de varianza que se detalla a continuación en la TABLA #1; las medias de los tratamientos se analizaron de acuerdo al Test de Dunett al 5%. Todos los datos fueron analizados por triplicado y los resultados fueron procesados por el programa Minitab 2016.

TABLA #1

Tratamientos a encapsular en esquema de análisis de varianza (ANOVA)

| Fuente de variación | | G.L |
|---------------------|-------------------|-----|
| Total | $[(A*B*r+1)-1]$ | 30 |
| Tratamientos | $[(AxB)-1]$ | 9 |
| Repetición | r-1 | 2 |
| Factor A | A-1 | 1 |
| Factor B | B-1 | 4 |
| Internación (AxB) | $(A - 1) (B - 1)$ | 4 |
| Control | C-1 | 0 |
| Error experimental | | 19 |

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

$$\text{Coeficiente de variación (\%)} CV = \frac{\sqrt{CM ERROR}}{\bar{x}} * 100$$

5.5. TRATAMIENTOS

Se muestra en la tabla N° 2, los 10 tratamientos con sus respectivas combinaciones utilizando como Factor A: tipo de extractos y Factor B: concentraciones.

TABLA #2.

Tratamientos de estudio del diseño experimental

| N° | Tratamientos | TIPOS DE EXTRACTOS | CONCENTRACIONES PPM |
|----|--------------|--------------------|---------------------|
| 1 | A1B1 | ALBAHACA | 500 |
| 2 | A1B2 | ALBAHACA | 750 |
| 3 | A1B3 | ALBAHACA | 1000 |
| 4 | A1B4 | ALBAHACA | 1250 |
| 5 | A1B5 | ALBAHACA | 1500 |
| 6 | A2B1 | MORINGA | 500 |
| 7 | A2B2 | MORINGA | 750 |
| 8 | A2B3 | MORINGA | 1000 |
| 9 | A2B4 | MORINGA | 1250 |
| 10 | A2B5 | MORINGA | 1500 |

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018)

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ALBAHACA Y EXTRACTO DE MORINGA

Para la determinación de la actividad antioxidante y su interpretación se utilizó la ECUACIÓN FACTOR Q10

$$\text{Vida de Anaquel (Horas)} = \text{Periodo Induccion} * 2^{(T_{\text{análisis}}^{\circ}\text{C} - T_{\text{requerida}}^{\circ}\text{C})/10}$$

Como se aprecia en el Cuadro 1.0 se obtuvo la vida de anaquel en horas, días y meses de los aceites con extractos a estudiar (moringa y albahaca), siendo así que el patrón sin ningún antioxidante tendrá una vida de anaquel a 25°C de 1810.19 horas, 75.42 días y 2.51 meses; el mejor tratamiento con extracto de moringa lo obtuvo la concentración de 750 ppm obteniendo como resultado un total de 2353.25 horas, 98.05 días y 3.27 meses aumentando en comparación con el patrón 22.63 días aproximadamente, seguido de los tratamientos de 1000 ppm, 500 ppm, 1250 y 1500 ppm en este orden respectivamente.

En el caso de la albahaca no tuvo un mejor tratamiento ya que se mantuvieron con datos que no son significativos, ya que apenas hubo un aumento en el tratamiento de 1000 ppm de 10.87 horas.

CUADRO #1.

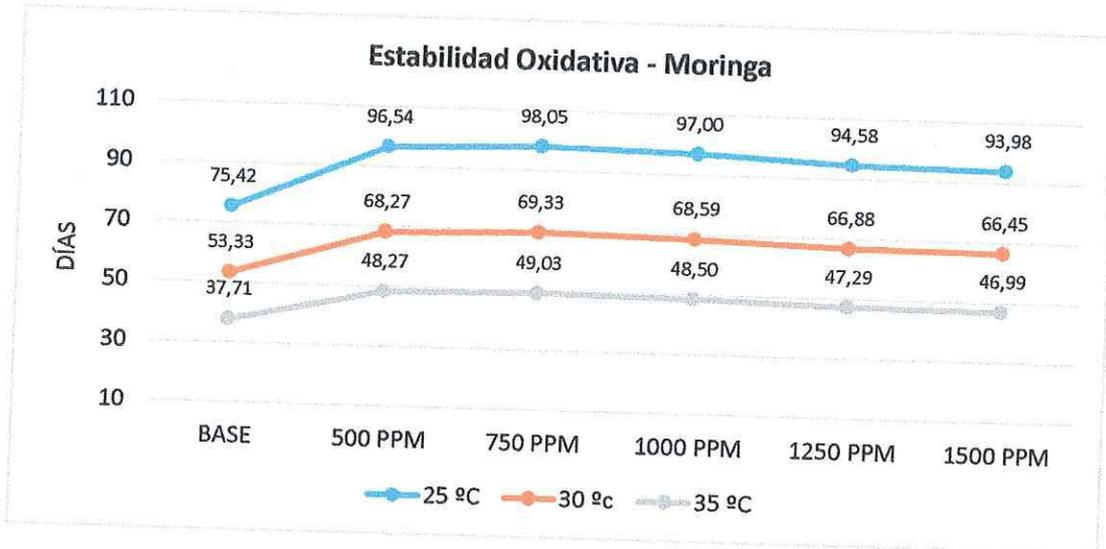
Tiempo de vida útil del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones.

| TEMPERATURA | | °C | | | | | | | | | |
|-------------|----------|--------------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|--------|-------|
| | | 110 | 25 | | | 30 | | | 35 | | |
| DESCRIPCIÓN | | P. INDUCCIÓN | HORAS | DÍAS | MESES | HORAS | DÍAS | MESES | HORAS | DÍAS | MESES |
| ACEITE | Patrón | 5,00 | 1810,19 | 75,42 | 2,51 | 1280,00 | 53,33 | 1,78 | 905,10 | 37,71 | 1,26 |
| MORINGA | 500 PPM | 6,40 | 2317,05 | 96,54 | 3,22 | 1638,40 | 68,27 | 2,28 | 1158,52 | 48,27 | 1,61 |
| | 750 PPM | 6,50 | 2353,25 | 98,05 | 3,27 | 1664,00 | 69,33 | 2,31 | 1176,63 | 49,03 | 1,63 |
| | 1000 PPM | 6,43 | 2327,91 | 97,00 | 3,23 | 1646,08 | 68,59 | 2,29 | 1163,95 | 48,50 | 1,62 |
| | 1250 PPM | 6,27 | 2269,98 | 94,58 | 3,15 | 1605,12 | 66,88 | 2,23 | 1134,99 | 47,29 | 1,58 |
| | 1500 PPM | 6,23 | 2255,50 | 93,98 | 3,13 | 1594,88 | 66,45 | 2,22 | 1127,75 | 46,99 | 1,57 |
| | ALBAHACA | 500 PPM | 5,00 | 1810,19 | 75,42 | 2,51 | 1280,00 | 53,33 | 1,78 | 905,10 | 37,71 |
| 750 PPM | | 5,00 | 1810,19 | 75,42 | 2,51 | 1280,00 | 53,33 | 1,78 | 905,10 | 37,71 | 1,26 |
| 1000 PPM | | 5,03 | 1821,05 | 75,88 | 2,53 | 1287,68 | 53,65 | 1,79 | 910,53 | 37,94 | 1,26 |
| 1250 PPM | | 5,00 | 1810,19 | 75,42 | 2,51 | 1280,00 | 53,33 | 1,78 | 905,10 | 37,71 | 1,26 |
| 1500 PPM | | 5,00 | 1810,19 | 75,42 | 2,51 | 1280,00 | 53,33 | 1,78 | 905,10 | 37,71 | 1,26 |

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #2

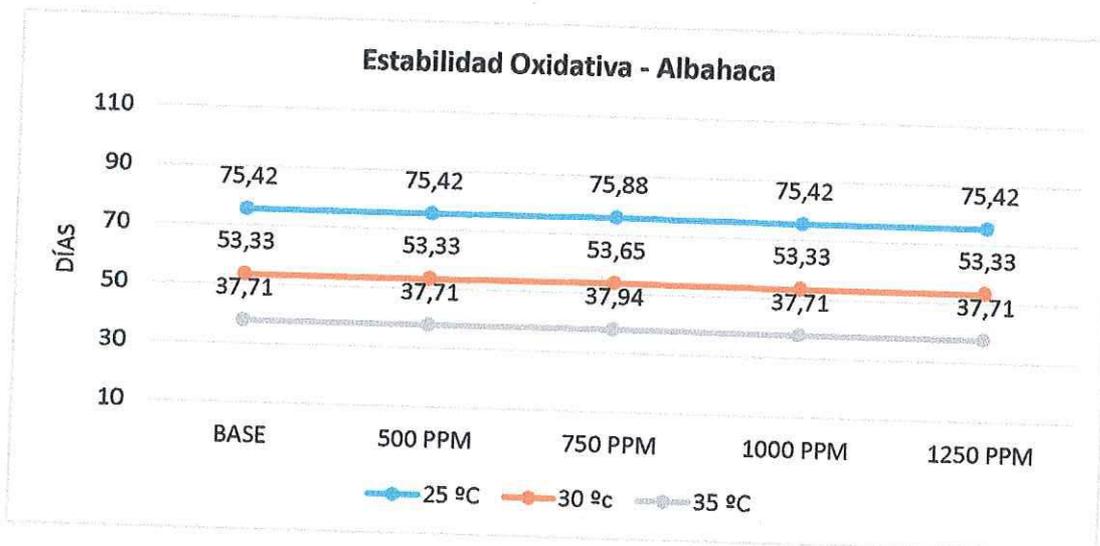
Actividad antioxidante del extracto de moringa aplicado en aceite de soya a 25°C, 30°C y 35°C.



Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #3

Actividad antioxidante del extracto de albahaca aplicado en aceite de soya a 25°C, 30°C y 35°C.



Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018)

6.2. IDENTIFICACIÓN DEL ANTIOXIDANTE CON MEJORES RESULTADOS EN EL ESTUDIO DE VIDA DE ANAQUEL

6.2.1. SEGUIMIENTO DE INDICE DE ACIDEZ

En el Cuadro 2, se muestra el seguimiento de los índices de acidez en todos los tratamientos realizados; para la albahaca en la semana 1 el tratamiento con menor índice de acidez fue el de 500 ppm con 0.30 mg KOH/kg, en la semana 4 el mismo tratamiento obtuvo los mejores resultados con 0.50 mg KOH/kg, pero al final del estudio en la semana 8 el tratamiento con mejores resultados lo obtuvo el tratamiento de 1500 ppm con 1.30 mg KOH/kg, siendo este resultado mejor que la muestra patrón sin ningún antioxidante.

Para la moringa sin embargo en la semana 1 el tratamiento con mejores resultados lo obtuvo el tratamiento de 1000 con 0.34 mg KOH/kg, en la semana 4 la concentración de 500ppm obtuvo 0.50 mg KOH/kg manteniéndose al igual que la muestra patrón, mientras que en la semana 8 el tratamiento de 750 ppm alcanzó un porcentaje de 1.21 mg KOH/kg.

Entre ambos tratamientos, el extracto de moringa alcanzó los mejores resultados al final del seguimiento realizado en la concentración de 750 ppm, sin embargo no estuvo dentro del parámetro indicado por el Codex alimentario (Alimentarius, 2017) el cual menciona como valor máximo de 0.6 mg KOH/kg.

CUADRO #2

Seguimiento de acidez del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones.

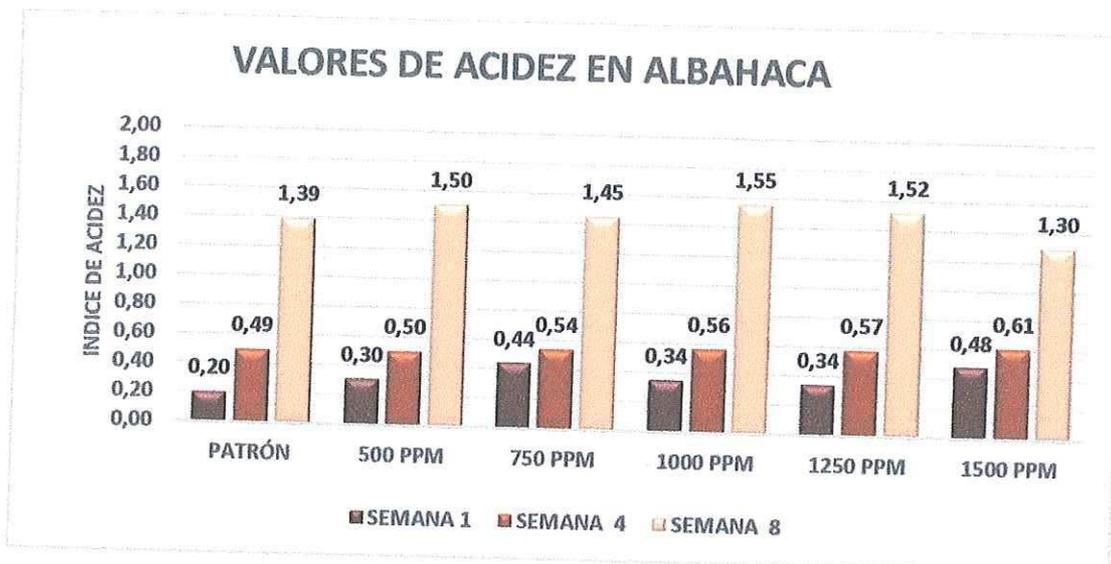
RESULTADOS DE ACIDEZ

| DESCRIPCIÓN | | SEMANA 1 | SEMANA 4 | SEMANA 8 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| ACEITE | BASE | 0,20 | 0,49 | 1,39 |
| ALBAHACA | 500 PPM | 0,30 | 0,50 | 1,50 |
| | 750 PPM | 0,44 | 0,54 | 1,45 |
| | 1000 PPM | 0,34 | 0,56 | 1,55 |
| | 1250 PPM | 0,34 | 0,57 | 1,52 |
| | 1500 PPM | 0,48 | 0,61 | 1,30 |
| MORINGA | 500 PPM | 0,45 | 0,50 | 1,30 |
| | 750 PPM | 0,39 | 0,59 | 1,21 |
| | 1000 PPM | 0,34 | 0,57 | 1,84 |
| | 1250 PPM | 0,45 | 0,66 | 1,74 |
| | 1500 PPM | 0,57 | 0,73 | 1,55 |

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #4

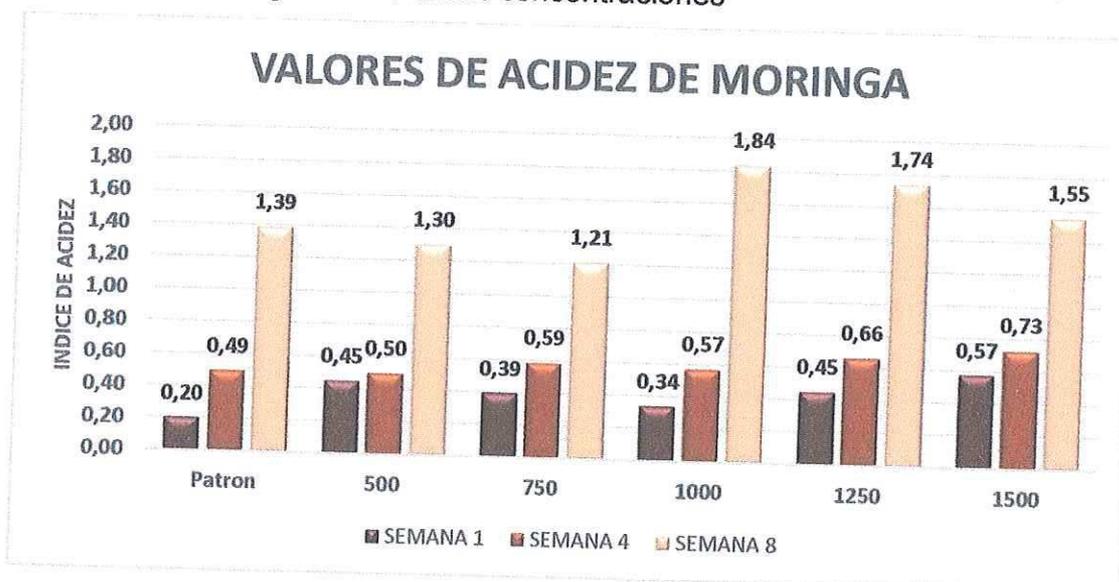
Columnas representativas del seguimiento de acidez del aceite de soya con extracto de albahaca en diferentes concentraciones.



Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #5

Columnas representativas del seguimiento de acidez del aceite de soya con extracto de moringa en diferentes concentraciones



Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018)

6.2.2. SEGUIMIENTO DE PERÓXIDO

En el Cuadro 3. Se muestra el seguimiento de peróxidos en todos los tratamientos realizados; para la albahaca en la semana 1 el tratamiento con menor índice de peróxido fue el de 500 ppm con 0.10 MeqO₂/kg, en la semana 4 fueron valores más equitativos en todos los tratamientos, ya que en 3 de 5 tratamiento el peróxido se mantuvo en 0.28 MeqO₂/kg pero al final del estudio en la semana 8 el tratamiento con mejores resultado lo obtuvo el tratamiento de 1250 ppm con 0.42 MeqO₂/kg.

Para la moringa, sin embargo, en la semana 1 el tratamiento con mejores resultados los obtuvo los tratamientos de 750-1000 ppm con 0.18 MeqO₂/kg, en la semana 4 se siguió manteniendo el tratamiento de 1000 con 0.27 mientras que en semana 8 el tratamiento de 1000 y 1500 con 0.36 MeqO₂/kg. Entre ambos tratamientos el extracto de moringa alcanzó los mejores resultados al final del seguimiento realizado en la concentración de 1000 y 1500 ppm.

(FAROOQ ANWAR, 2006) Entre diferentes extractos metanólicos y de acetona de hojas de *M. oleífera*, el de 80% de extracto metanólico obtuvo mejor resultado, lo que corrobora con el presente estudio donde fue más efectivo para retardar el índice de peróxido del tratamiento de aceite de soya, ya que todos los resultados obtenidos estuvieron dentro de los parámetros permitidos por el codex alimentario (Alimentarius, 2017), el cual indica un valor máximo de 10 MeqO₂/kg.

CUADRO #3

Seguimiento de peróxidos del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones.

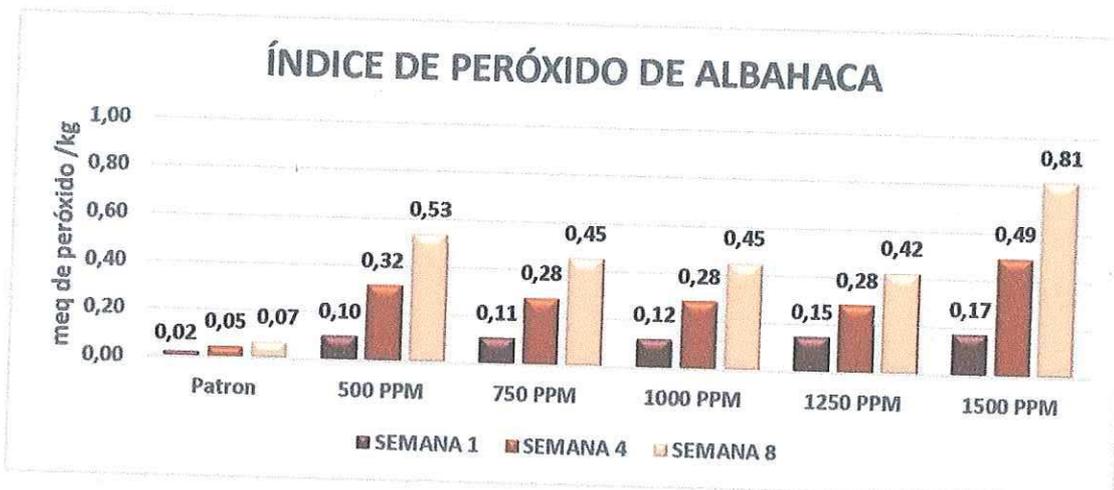
RESULTADOS DE PERÓXIDOS

| DESCRIPCIÓN | | SEMANA 1 | SEMANA 4 | SEMANA 8 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| ACEITE | BASE | 0,02 | 0,05 | 0,07 |
| ALBAHACA | 500 PPM | 0,10 | 0,32 | 0,53 |
| | 750 PPM | 0,11 | 0,28 | 0,45 |
| | 1000 PPM | 0,12 | 0,28 | 0,45 |
| | 1250 PPM | 0,15 | 0,28 | 0,42 |
| | 1500 PPM | 0,17 | 0,49 | 0,81 |
| MORINGA | 500 PPM | 0,20 | 0,29 | 0,37 |
| | 750 PPM | 0,18 | 0,30 | 0,39 |
| | 1000 PPM | 0,18 | 0,27 | 0,36 |
| | 1250 PPM | 0,20 | 0,29 | 0,38 |
| | 1500 PPM | 0,19 | 0,28 | 0,36 |

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #6

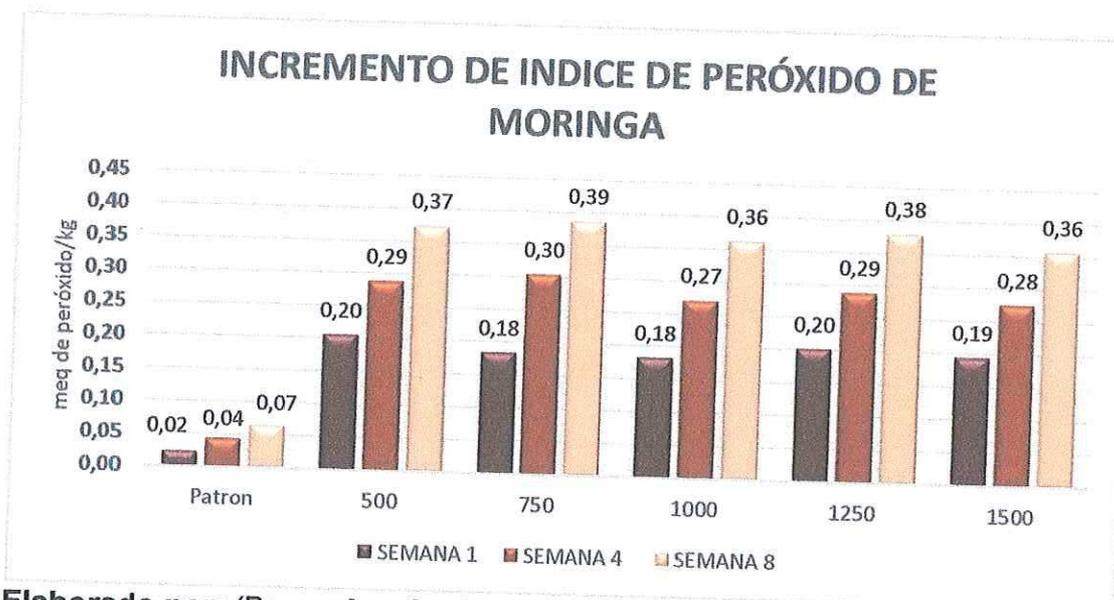
Columnas representativas del seguimiento de peróxidos del aceite de soya con extracto de albahaca en diferentes concentraciones.



Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #7

Columnas representativas del seguimiento de peróxidos del aceite de soya con extracto de moringa en diferentes concentraciones.



Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

6.2.3. SEGUIMIENTO DE P-ANISIDINA

En el Cuadro 4. Se muestra el seguimiento en cuanto a p-anisidina obtenido en todos los tratamientos realizados; para la albahaca en la semana 1 el tratamiento con menor índice de p-anisidina fue el de 1000 ppm con 1.18, en la semana 4 sin embargo el tratamiento de 1250 tuvo mejor estabilidad con 2.94 y al final del estudio en la semana 8 se mantuvo el tratamiento de 1250 ppm con mejores resultados de 3.50 en comparación con el patrón que tuvo 10.30.

Para la moringa sin embargo en la semana 1 el tratamiento con mejores resultados los obtuvo los tratamientos de 1000ppm con valor de 0.81, en la semana 4 se siguió manteniendo el tratamiento de 500 con 2.39 y se mantuvo así hasta la semana 8 donde obtuvo 4.49.

Entre ambos tratamientos el extracto de moringa alcanzó los mejores resultados al inicio del seguimiento dando valores negativos, sin embargo, al final del seguimiento el extracto con mejores resultados fue el de albahaca en la concentración de 1500 ppm con 3.50.

CUADRO #4

Seguimiento de p-anisidina del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones.

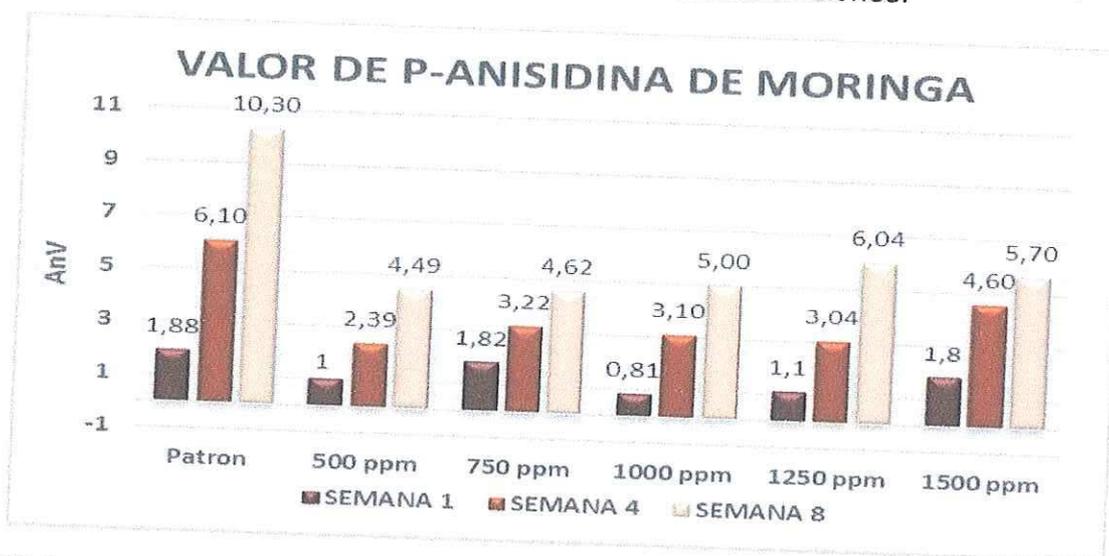
RESULTADOS DE P-ANISIDINA

| DESCRIPCIÓN | | SEMANA 1 | SEMANA 4 | SEMANA 8 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| ACEITE | BASE | 1,88 | 6,10 | 10,30 |
| | ALBAHACA | | | |
| | 500 PPM | 8,34 | 9,11 | 10,61 |
| | 750 PPM | 8,35 | 8,06 | 8,50 |
| | 1000 PPM | 1,18 | 7,47 | 12,47 |
| | 1250 PPM | 3,00 | 2,94 | 3,05 |
| | 1500 PPM | 3,65 | 3,14 | 3,50 |
| MORINGA | 500 PPM | 1,00 | 2,39 | 4,49 |
| | 750 PPM | 1,82 | 3,22 | 4,62 |
| | 1000 PPM | 0,81 | 3,10 | 5,00 |
| | 1250 PPM | 1,10 | 3,04 | 6,04 |
| | 1500 PPM | 1,80 | 4,60 | 5,70 |

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #8

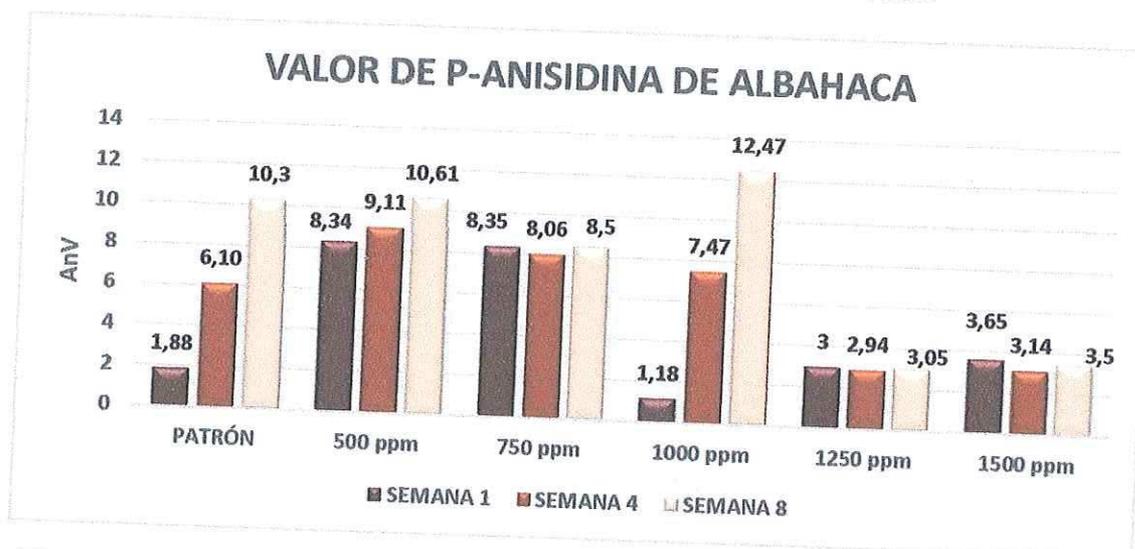
Columnas representativas del seguimiento de valores de p-anisidina del aceite de soya con extracto de moringa en diferentes concentraciones.



Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #9

Columnas representativas del seguimiento de valores de p-anisidina del aceite de soya con extracto de albahaca en diferentes concentraciones.



Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018)

6.2.4. SEGUIMIENTO DE COLOR

Para la apreciación de los colores del aceite que obtendrá en su tiempo de vida, se deberá entender que en el transcurso del tiempo se perderá la coloración verde que se verá a simple vista, ya con el colorímetro lovibond se entenderá de una forma más técnica y específica qué colores se pierden y cuales se intensifican; el patrón a lo largo del seguimiento no obtuvo colores azules pero los amarillos se intensificaron con el tiempo; de la semana 1 a 8 aumentó un tono amarillo mientras que para los rojos aumentó de 0,90 a 1,10.

En la semana 1 el tratamiento con más color amarillo en cuanto a la moringa fueron los de 750-1000 ppm con 79,40%, mientras que para la semana 4 estos colores fueron en algunos casos intensificando o disminuyendo por ejemplo en el caso de los tratamientos de 750-1000 disminuyó el color amarillo mientras que los restantes aumentaron dando para 1250-1500 coloración de 79,40 y 79.90 respectivamente, ya para la semana final del seguimiento los tratamientos con más amarillos fueron los de las concentraciones de 1250-1500.

En la semana 1 el tratamiento con más color rojo en cuanto a la moringa fue el de 1500 ppm con 2 y para la semana 4 se mantuvo con los datos más altos siendo así que para la 8 semana se obtuvo 2.50.

Los colores azules en algunos tratamientos en la primera semana no se los pudo apreciar ya que no estaban presentes, pero al paso del tiempo en algunos tratamientos se fueron presentando, por ejemplo, para los tratamientos de 1000-1250 se presentaron a partir de la semana 4, y finalmente al final en la semana 8 el tratamiento con más color azul fue el de 15000 ppm.

En la semana 1 el tratamiento con más color amarillo en cuanto a la albahaca fue el de 1500 ppm con 79,60%, y se mantuvo así en la semana 4 con el mayor tono en amarillo con 79.9 y de este valor no subió más y mantuvo su coloración amarilla.

En la semana 1 el tratamiento con más color rojo en cuanto a la albahaca fue el de 750 ppm con 1.6 y para la semana 4 la concentración de 1500ppm tuvo 3 puntos siendo así que para la semana 8 este tratamiento tuvo el mayor número de rojo en una escala de 4.

Lo colores azules en algunos tratamientos al paso del tiempo se fueron presentando, por ejemplo; para los tratamientos de 500-750 se presentaron a partir de la semana 4, y al final en la semana 8 el tratamiento con más color azul fue el tratamiento de 1000 ppm.

CUADRO #5

Seguimiento de color del aceite de soya con extracto de albahaca y moringa en diferentes concentraciones.

| COLORES | | Y (Amarillo) | | | R(Rojo) | | | B(Azul) | | |
|-------------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| DESCRIPCIÓN | ACEITE | Semana 1 | Semana 4 | Semana 8 | Semana 1 | Semana 4 | Semana 8 | Semana 1 | Semana 4 | Semana 8 |
| | | PATRÓN | 9,00 | 9,90 | 10,00 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 0 | 0 |
| MORINGA | 500 PPM | 73,00 | 70,00 | 69,00 | 1,10 | 2,00 | 2,10 | 2,30 | 1,10 | 1,00 |
| | 750 PPM | 79,40 | 40,00 | 20,00 | 0,30 | 1,80 | 2,30 | 0 | 0,20 | 0,50 |
| | 1000 PPM | 79,40 | 40,00 | 20,00 | 0,30 | 1,80 | 2,40 | 0 | 0,50 | 0,40 |
| | 1250 PPM | 69,90 | 79,40 | 79,90 | 1,70 | 2,30 | 2,30 | 4,10 | 2,20 | 1,10 |
| | 1500 PPM | 69,90 | 79,90 | 79,90 | 2,00 | 2,30 | 2,50 | 4,50 | 2,50 | 2,00 |
| ALBAHACA | 500 PPM | 20,00 | 30,00 | 40,00 | 1,40 | 0,20 | 0,20 | 1,30 | 2,00 | 2,50 |
| | 750 PPM | 20,00 | 55,00 | 65,00 | 1,60 | 0,30 | 0,10 | 0 | 1,90 | 1,50 |
| | 1000 PPM | 70,00 | 50,00 | 30,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 2,30 | 2,40 |
| | 1250 PPM | 45,00 | 60,00 | 69,00 | 1,10 | 0,10 | 0,10 | 1,40 | 2,00 | 2,10 |
| | 1500 PPM | 79,60 | 79,90 | 79,90 | 1,20 | 3,00 | 4,00 | 4,10 | 2,30 | 1,50 |

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

6.3. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE DE SOYA APLICANDO DIVERSAS CONCENTRACIONES EXTRACTO DE ALBAHACA Y EXTRACTO DE MORINGA.

Regresión factorial general: Acidez vs. Producto; Concentración; Semana

Información del factor

| Factor | Niveles | Valores |
|---------------|---------|----------------------------|
| Producto | 2 | Albahaca; Moringa |
| Concentración | 5 | 500; 750; 1000; 1250; 1500 |
| Semana | 3 | 1; 4; 8 |

Análisis de Varianza

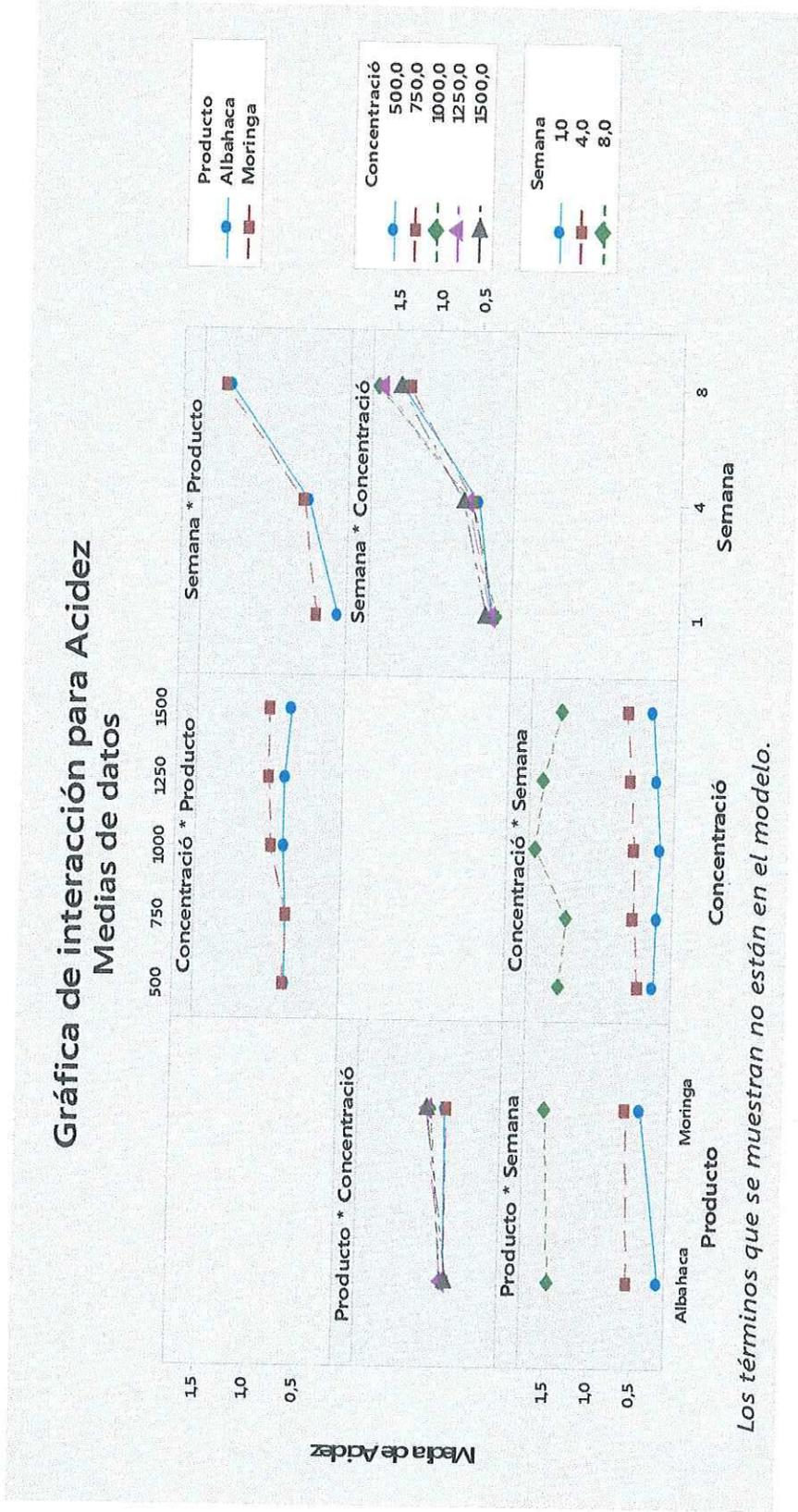
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------------------------|----|-----------|-----------|----------|---------|
| Modelo | 29 | 24,5970 | 0,8482 | 6768,19 | 0,000 |
| Lineal | 7 | 23,4840 | 3,3549 | 26770,92 | 0,000 |
| Producto | 1 | 0,3311 | 0,3311 | 2642,23 | 0,000 |
| Concentración | 4 | 0,2574 | 0,0644 | 513,55 | 0,000 |
| Semana | 2 | 22,8955 | 11,4477 | 91350,01 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 14 | 0,8533 | 0,0610 | 486,39 | 0,000 |
| Producto*Concentración | 4 | 0,2091 | 0,0523 | 417,06 | 0,000 |
| Producto*Semana | 2 | 0,1639 | 0,0819 | 653,76 | 0,000 |
| Concentración*Semana | 8 | 0,4804 | 0,0601 | 479,21 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 8 | 0,2596 | 0,0325 | 258,95 | 0,000 |
| Producto*Concentración*Semana | 8 | 0,2596 | 0,0325 | 258,95 | 0,000 |
| Error | 60 | 0,0075 | 0,0001 | | |
| Total | 89 | 24,6045 | | | |

Resumen del modelo

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|-----------|---------|--------------------|----------------|
| 0,0111945 | 99,97% | 99,95% | 99,93% |

GRÁFICO #10

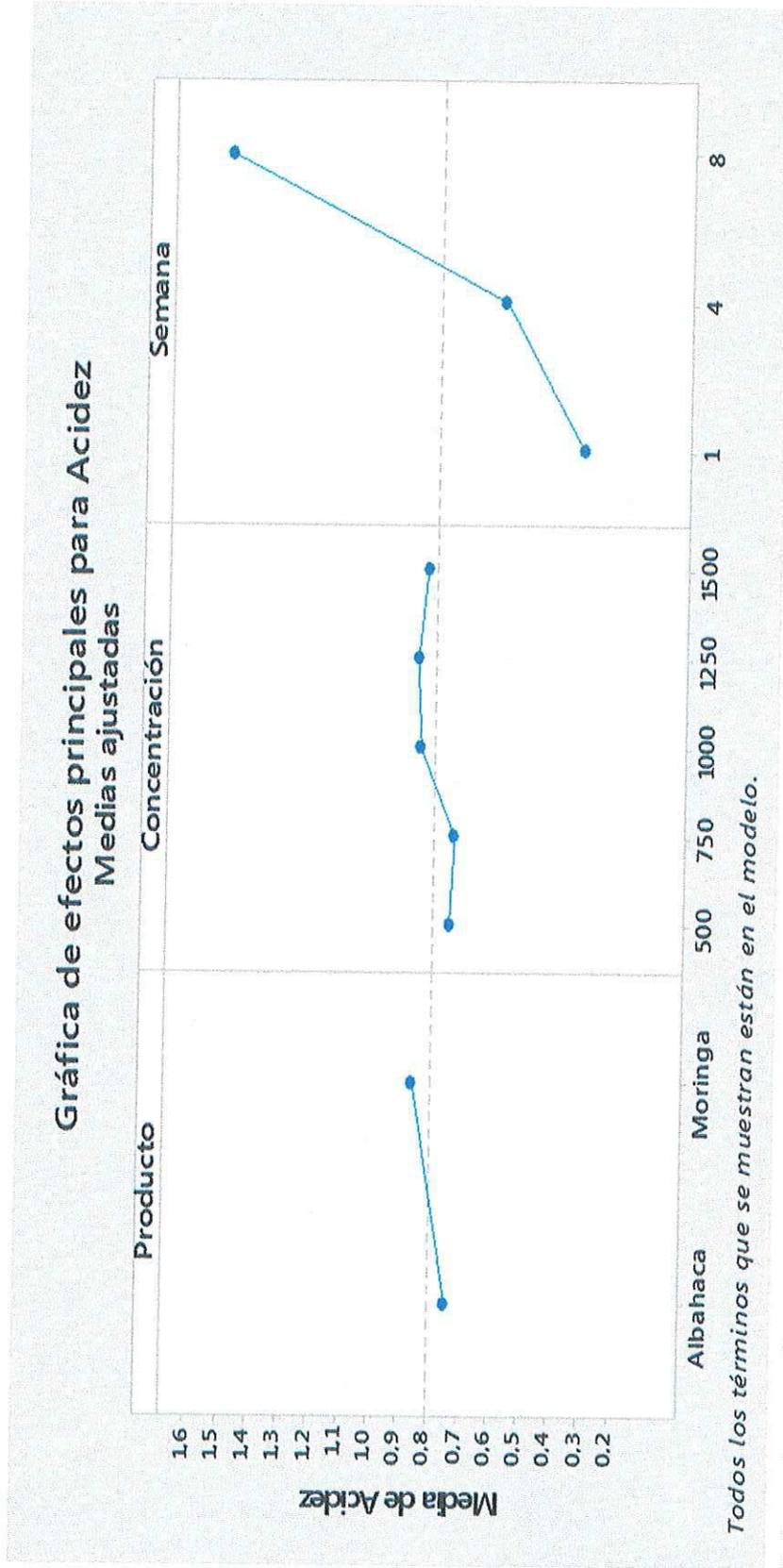
Interacción para acidez medias de datos.



Elaborado por: (Baque A. y Casiera K, 2018)

GRÁFICO #11

Efectos principales para acidez medias ajustadas.



Regresión factorial general: Peróxidos vs. Producto; Concentración; Semana

Información del factor

| Factor | Niveles | Valores |
|---------------|---------|----------------------------|
| Producto | 2 | Albahaca; Moringa |
| Concentración | 5 | 500; 750; 1000; 1250; 1500 |
| Semana | 3 | 1; 4; 8 |

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Modelo | 29 | 1,95452 | 0,067397 | 937,23 | 0,000 |
| Lineal | 7 | 1,46714 | 0,209592 | 2914,61 | 0,000 |
| Producto | 1 | 0,05166 | 0,051661 | 718,40 | 0,000 |
| Concentración | 4 | 0,13930 | 0,034824 | 484,27 | 0,000 |
| Semana | 2 | 1,27619 | 0,638093 | 8873,40 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 14 | 0,41442 | 0,029601 | 411,64 | 0,000 |
| Producto*Concentración | 4 | 0,16735 | 0,041837 | 581,80 | 0,000 |
| Producto*Semana | 2 | 0,19106 | 0,095530 | 1328,45 | 0,000 |
| Concentración*Semana | 8 | 0,05601 | 0,007001 | 97,36 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 8 | 0,07295 | 0,009119 | 126,81 | 0,000 |
| Producto*Concentración*Semana | 8 | 0,07295 | 0,009119 | 126,81 | 0,000 |
| Error | 60 | 0,00431 | 0,000072 | | |
| Total | 89 | 1,95883 | | | |

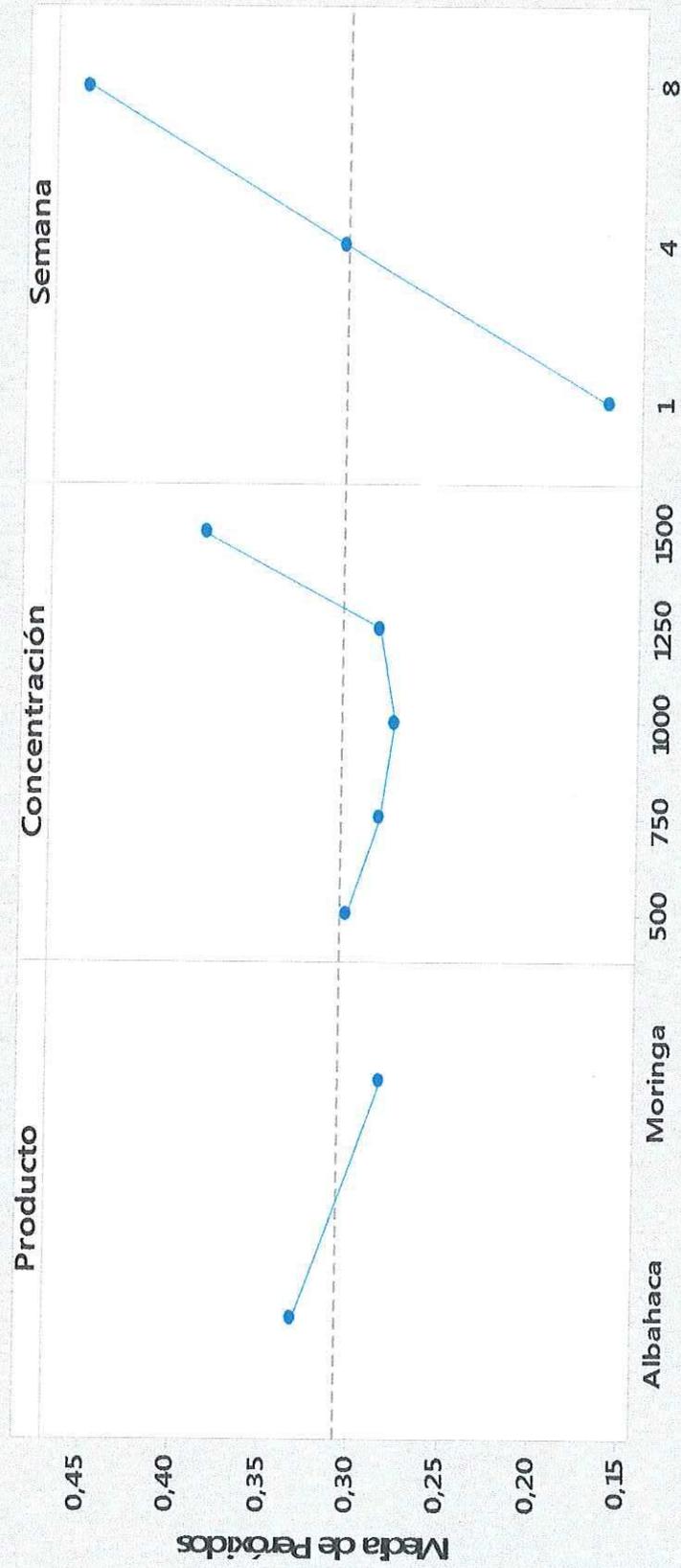
Resumen del modelo

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|-----------|---------|-----------------------|-------------------|
| 0,0084800 | 99,78% | 99,67% | 99,50% |

GRÁFICO #12

Efectos principales para peróxidos medias ajustadas

Gráfica de efectos principales para Peróxidos Medias ajustadas



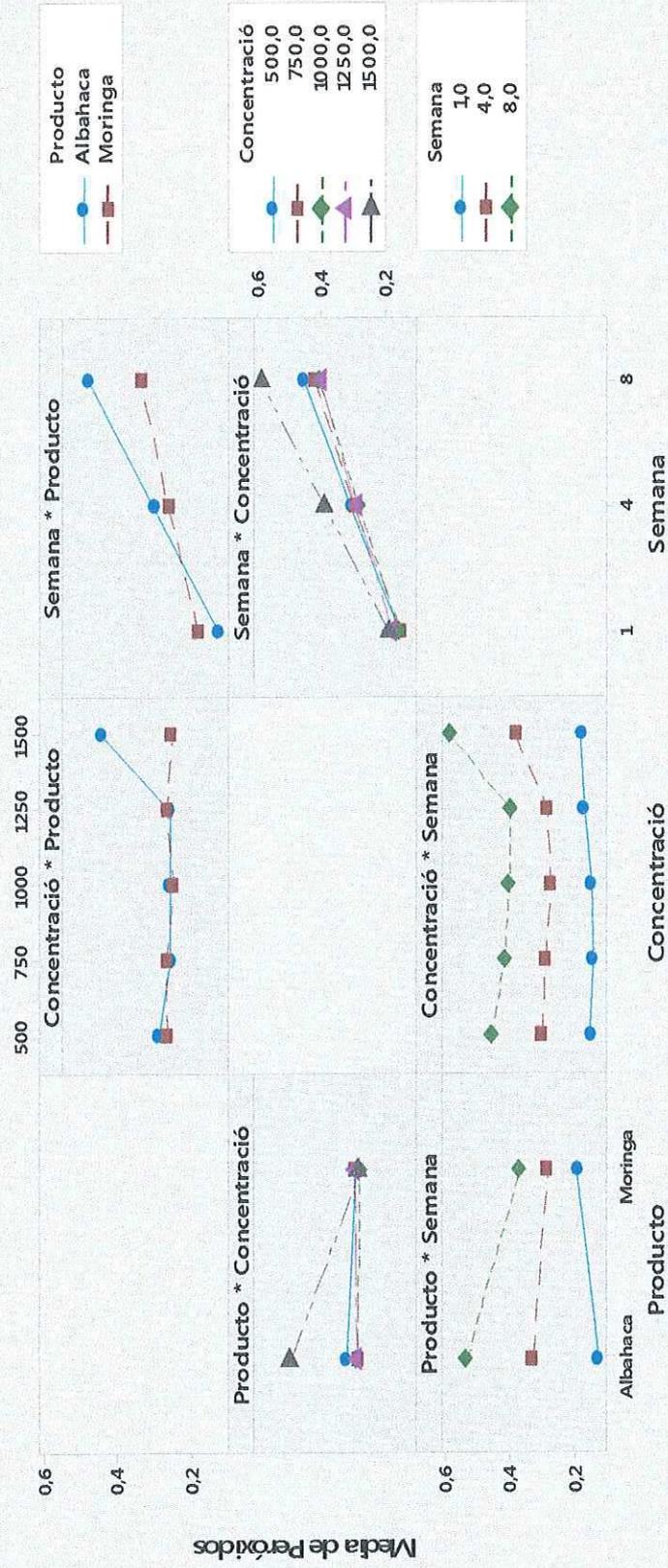
Todos los términos que se muestran están en el modelo.

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018)

GRÁFICO #13

Interacción para peróxidos medias de datos.

Gráfica de interacción para Peróxidos Medias de datos



Los términos que se muestran no están en el modelo.

Elaborado por: (Baque A. y Casierri K, 2018).

Regresión factorial general: Días vs. Producto; Concentración; Temperatura

Información del factor

| Factor | Niveles | Valores |
|---------------|---------|----------------------------|
| Producto | 2 | Albahaca; Moringa |
| Concentración | 5 | 500; 750; 1000; 1250; 1500 |
| Temperatura | 3 | 25; 30; 35 |

Análisis de Varianza

| Fuente | G L | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|------------------------------------|--------|--------------|--------------|---------|------------|
| Modelo | 29 | 33520,9 | 1155,9 | 1374,93 | 0,000 |
| Lineal | 7 | 32950,2 | 4707,2 | 5599,17 | 0,000 |
| Producto | 1 | 4124,7 | 4124,7 | 4906,34 | 0,000 |
| Concentración | 4 | 269,2 | 67,3 | 80,07 | 0,000 |
| Temperatura | 2 | 28556,3 | 14278,1 | 16983,8 | 0,000 |
| | | | | 1 | |
| Interacciones de 2 términos | 14 | 554,2 | 39,6 | 47,08 | 0,000 |
| Producto*Concentración | 4 | 212,6 | 53,1 | 63,22 | 0,000 |
| Producto*Temperatura | 2 | 320,6 | 160,3 | 190,70 | 0,000 |
| Concentración*Temperatura | 8 | 20,9 | 2,6 | 3,11 | 0,005 |
| Interacciones de 3 términos | 8 | 16,5 | 2,1 | 2,46 | 0,023 |
| Producto*Concentración*Temperatura | 8 | 16,5 | 2,1 | 2,46 | 0,023 |
| Error | 60 | 50,4 | 0,8 | | |
| Total | 89 | 33571,4 | | | |

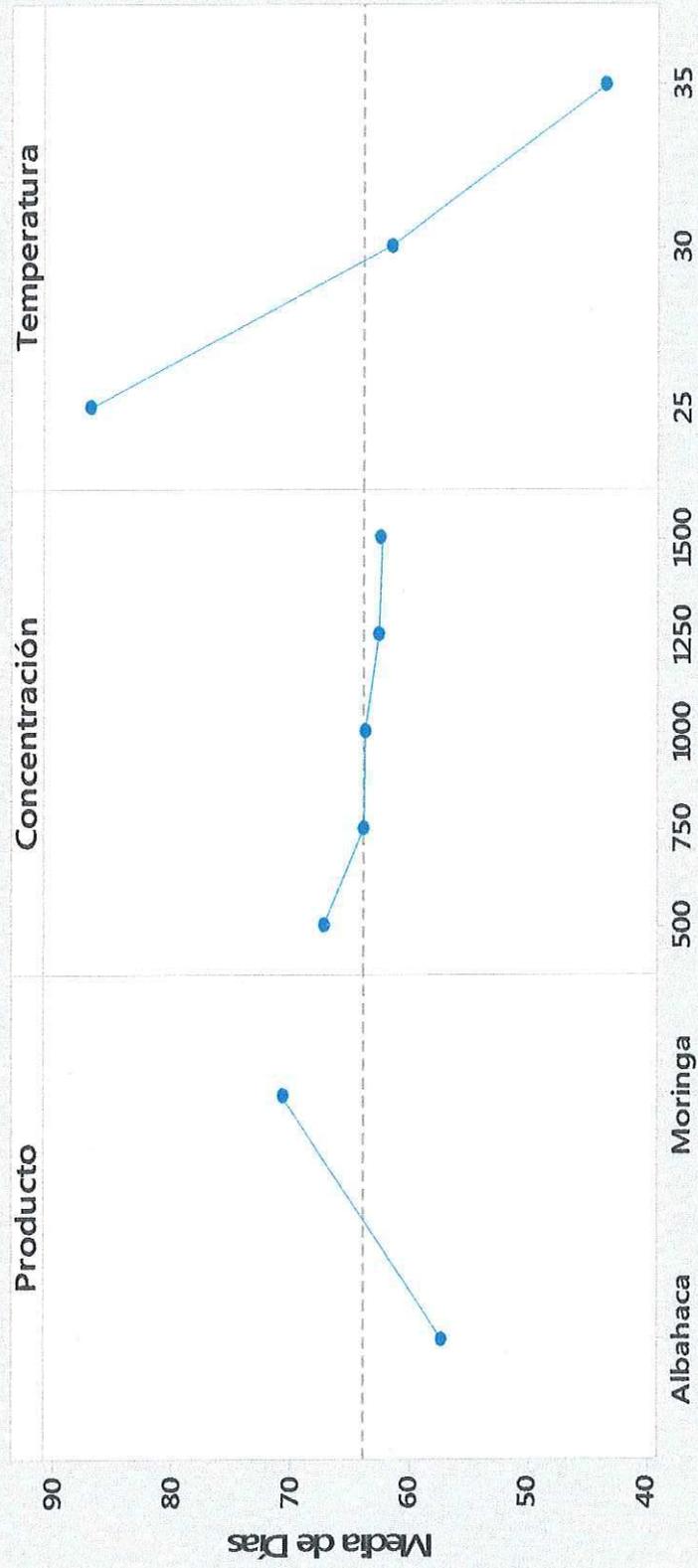
Resumen del modelo

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|---------|-----------------------|-------------------|
| 0,916892 | 99,85% | 99,78% | 99,66% |

GRÁFICO #14

Efectos principales para días medias ajustadas.

Gráfica de efectos principales para Días Medias ajustadas



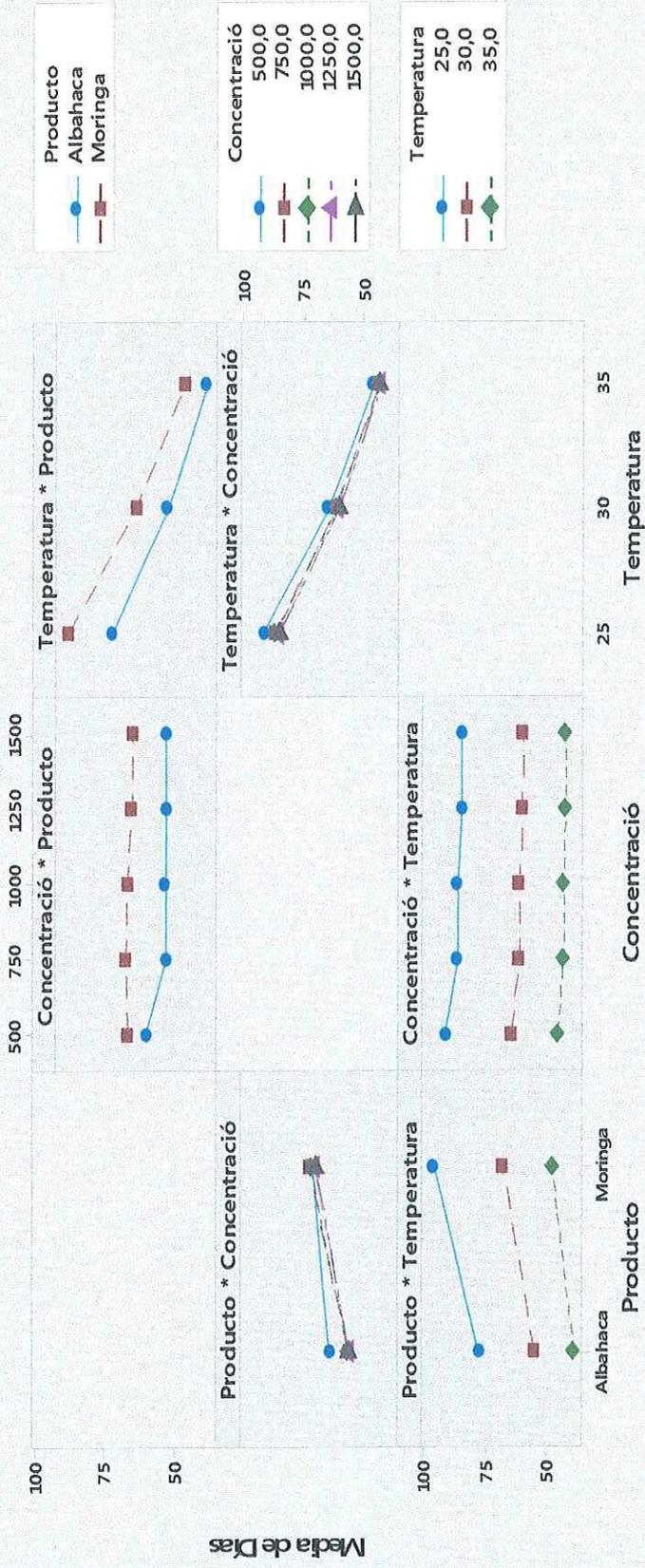
Todos los términos que se muestran están en el modelo.

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

GRÁFICO #15

Interacción para días medias de datos.

Gráfica de interacción para Días Medias de datos



Los términos que se muestran no están en el modelo.

Elaborado por: (Baque A. y Casiera K, 2018).

Regresión factorial general: Color amarillo vs. Producto; Concentración; Semana

Información del factor

| Factor | Niveles | Valores |
|---------------|---------|----------------------------|
| Producto | 2 | Albahaca; Moringa |
| Concentración | 5 | 500; 750; 1000; 1250; 1500 |
| Semana | 3 | 1; 4; 8 |

Análisis de Varianza

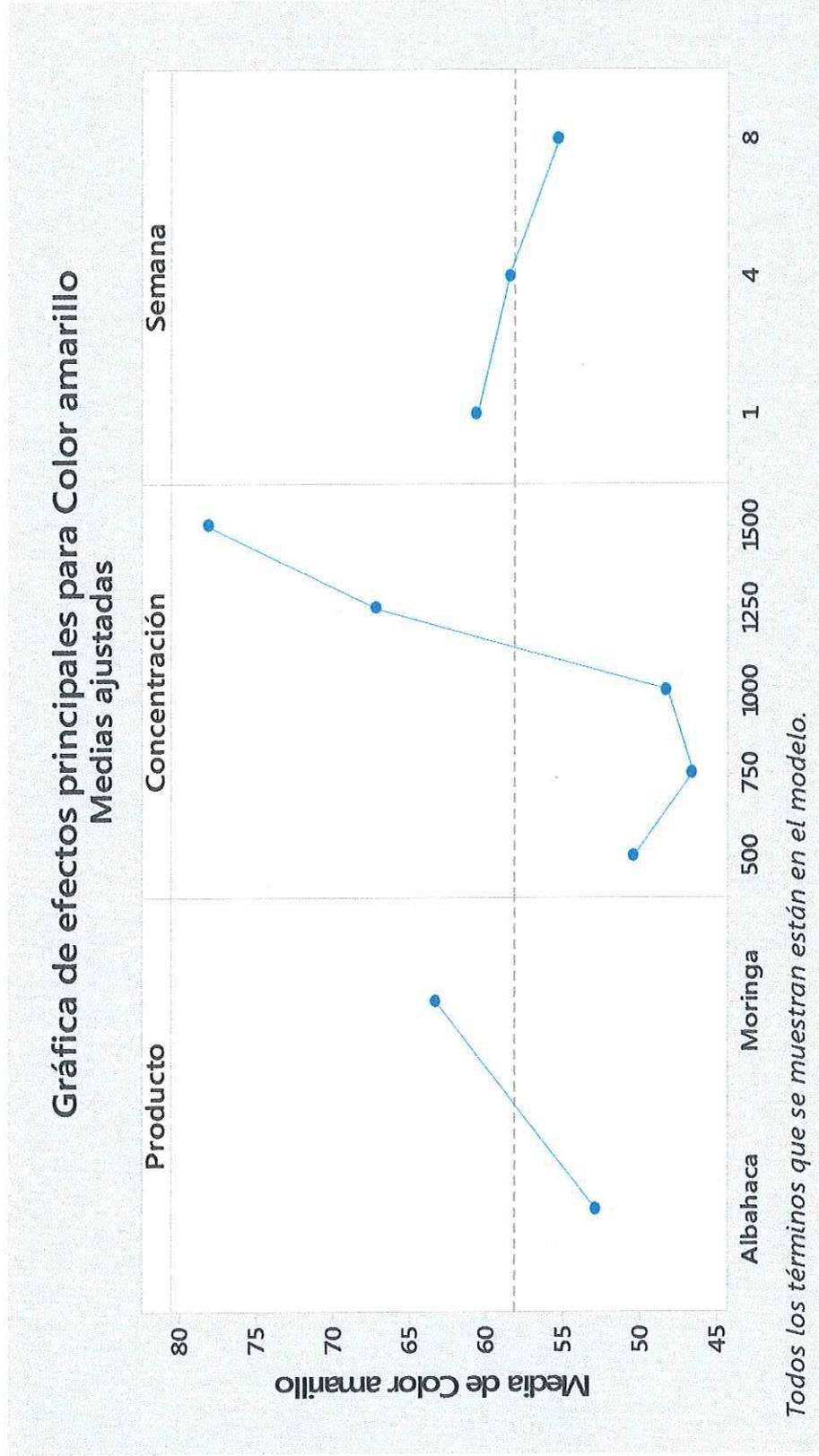
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------------------------|----|-----------|-----------|-----------|---------|
| Modelo | 29 | 41659,8 | 1436,55 | 157669,60 | 0,000 |
| Lineal | 7 | 16854,4 | 2407,77 | 264267,32 | 0,000 |
| Producto | 1 | 2441,9 | 2441,93 | 268016,39 | 0,000 |
| Concentración | 4 | 13979,1 | 3494,78 | 383573,10 | 0,000 |
| Semana | 2 | 433,3 | 216,67 | 23781,23 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 14 | 18694,2 | 1335,30 | 146557,06 | 0,000 |
| Producto*Concentración | 4 | 6627,3 | 1656,83 | 181847,24 | 0,000 |
| Producto*Semana | 2 | 3609,4 | 1804,72 | 198079,26 | 0,000 |
| Concentración*Semana | 8 | 8457,4 | 1057,18 | 116031,41 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 8 | 6111,3 | 763,91 | 83843,55 | 0,000 |
| Producto*Concentración*Semana | 8 | 6111,3 | 763,91 | 83843,55 | 0,000 |
| Error | 60 | 0,5 | 0,01 | | |
| Total | 89 | 41660,4 | | | |

Resumen del modelo

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|-----------|---------|--------------------|----------------|
| 0,0954521 | 100,00% | 100,00% | 100,00% |

GRÁFICO #16

Efectos principales para color amarillo medias ajustadas.

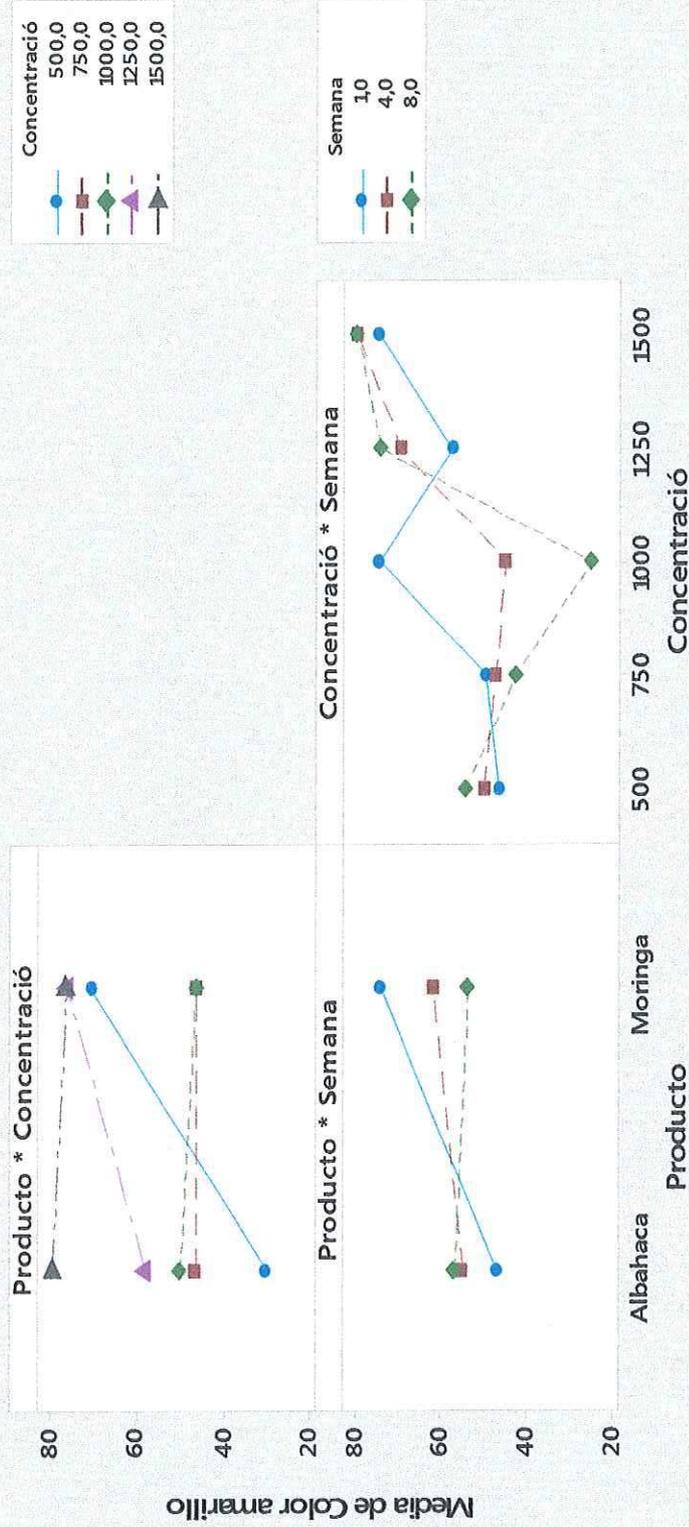


Elaborado por: (Baque A. y Casiera K, 2018).

GRÁFICO #17

Interacción para color amarillo medias de ajustadas.

Gráfica de interacción para Color amarillo Medias ajustadas



Todos los términos que se muestran están en el modelo.

Elaborado por: (Baque A. y Casiera K, 2018).

Regresión factorial general: Color Rojo vs. Producto; Concentración; Semana

Información del factor

| Factor | Niveles | Valores |
|---------------|---------|----------------------------|
| Producto | 2 | Albahaca; Moringa |
| Concentración | 5 | 500; 750; 1000; 1250; 1500 |
| Semana | 3 | 1; 4; 8 |

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------------------------|----|-----------|-----------|----------|---------|
| Modelo | 29 | 84,9779 | 2,9303 | 2637,24 | 0,000 |
| Lineal | 7 | 41,2888 | 5,8984 | 5308,56 | 0,000 |
| Producto | 1 | 11,7361 | 11,7361 | 10562,50 | 0,000 |
| Concentración | 4 | 25,3351 | 6,3338 | 5700,40 | 0,000 |
| Semana | 2 | 4,2176 | 2,1088 | 1897,90 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 14 | 28,1222 | 2,0087 | 1807,86 | 0,000 |
| Producto*Concentración | 4 | 11,1644 | 2,7911 | 2512,00 | 0,000 |
| Producto*Semana | 2 | 9,0709 | 4,5354 | 4081,90 | 0,000 |
| Concentración*Semana | 8 | 7,8869 | 0,9859 | 887,28 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 8 | 15,5669 | 1,9459 | 1751,28 | 0,000 |
| Producto*Concentración*Semana | 8 | 15,5669 | 1,9459 | 1751,28 | 0,000 |
| Error | 60 | 0,0667 | 0,0011 | | |
| Total | 89 | 85,0446 | | | |

Resumen del modelo

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|-----------|---------|--------------------|----------------|
| 0,0333333 | 99,92% | 99,88% | 99,82% |

GRÁFICO #18

Efectos principales para color rojo medias ajustadas.

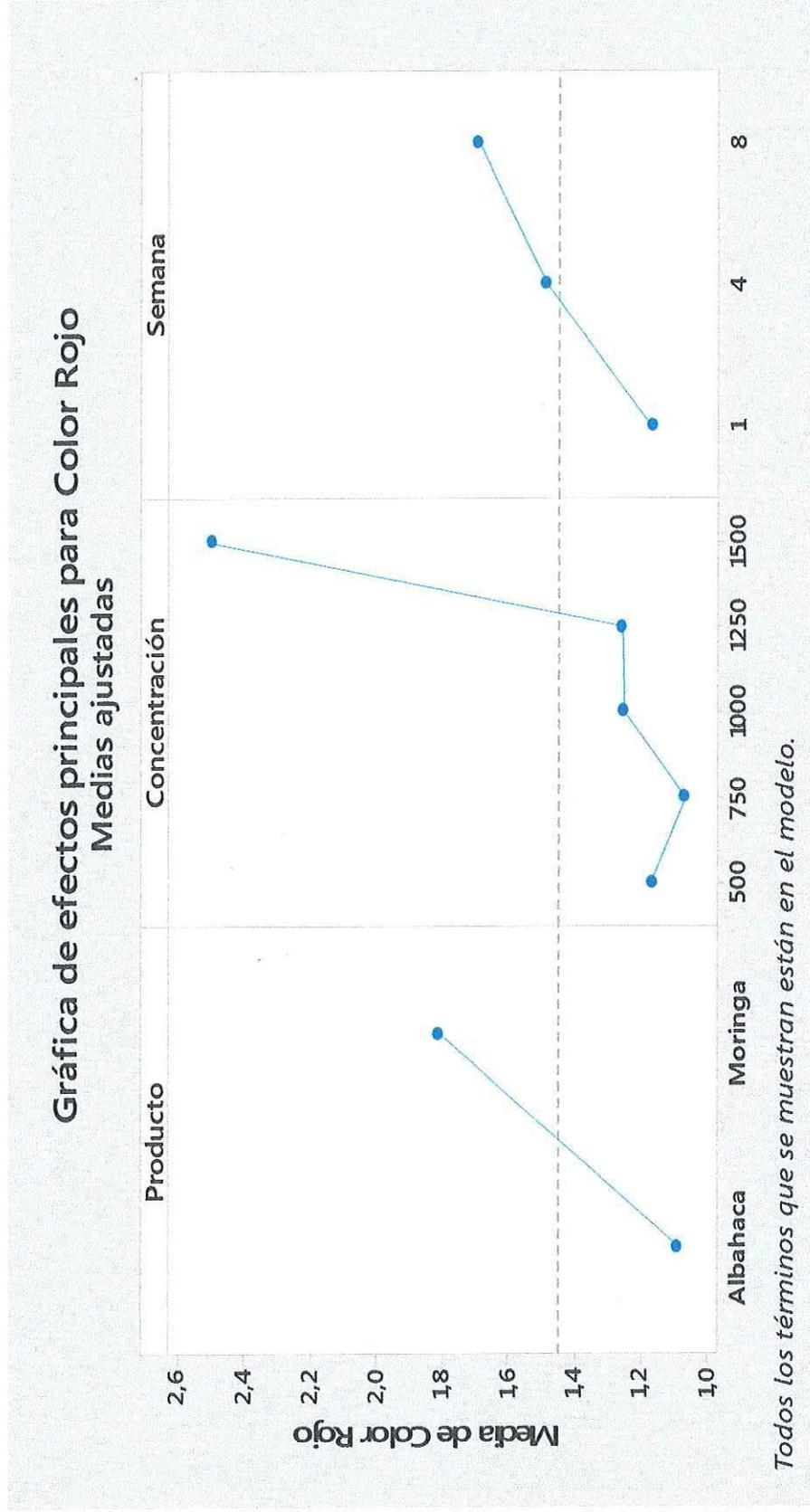
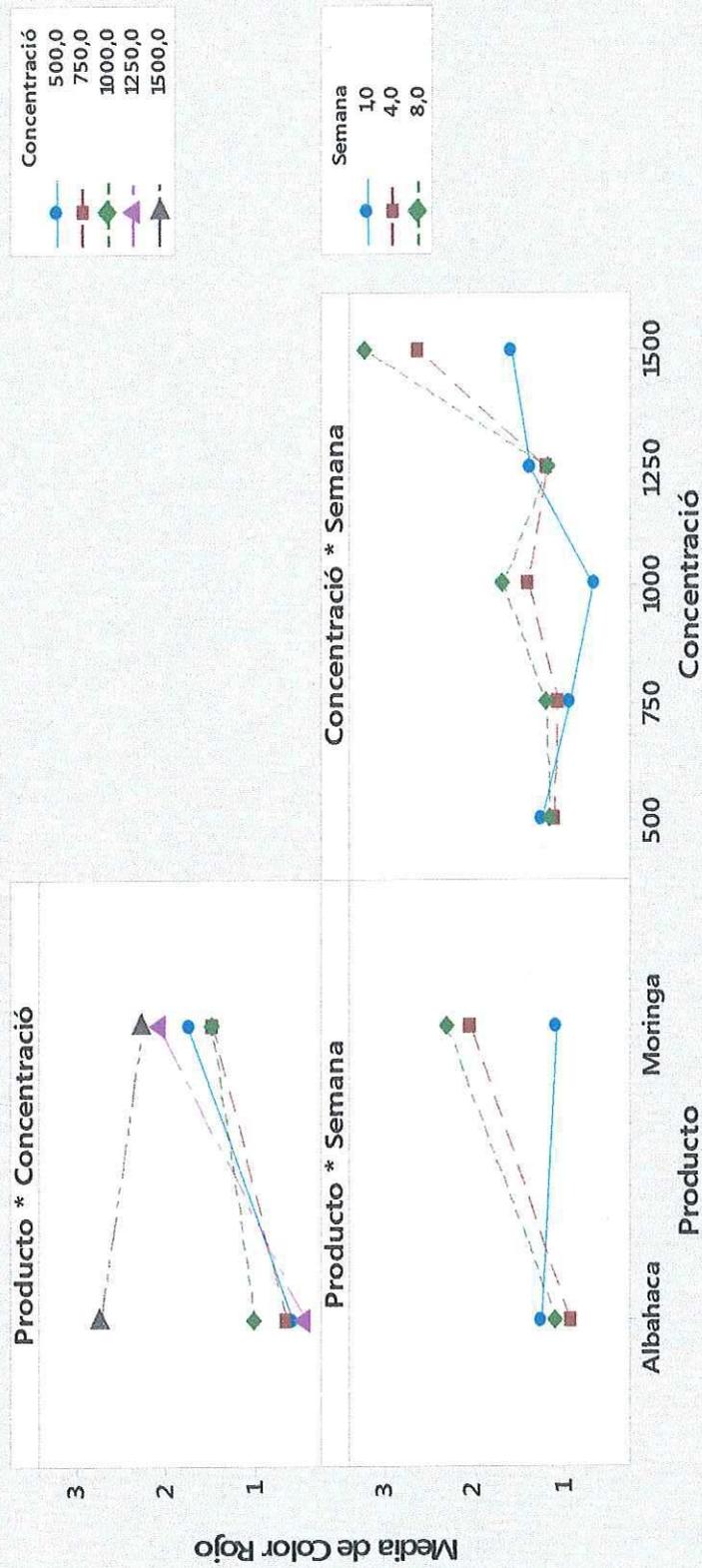


GRÁFICO #19

Interacción para color rojo medias ajustadas.

Gráfica de interacción para Color Rojo
Medias ajustadas



Todos los términos que se muestran están en el modelo.

Elaborado por: (Baque A. y Casierra K, 2018).

Regresión factorial general: Color azul vs. Producto; Concentración; Semana

Información del factor

| Factor | Niveles | Valores |
|---------------|---------|----------------------------|
| Producto | 2 | Albahaca; Moringa |
| Concentración | 5 | 500; 750; 1000; 1250; 1500 |
| Semana | 3 | 1; 4; 8 |

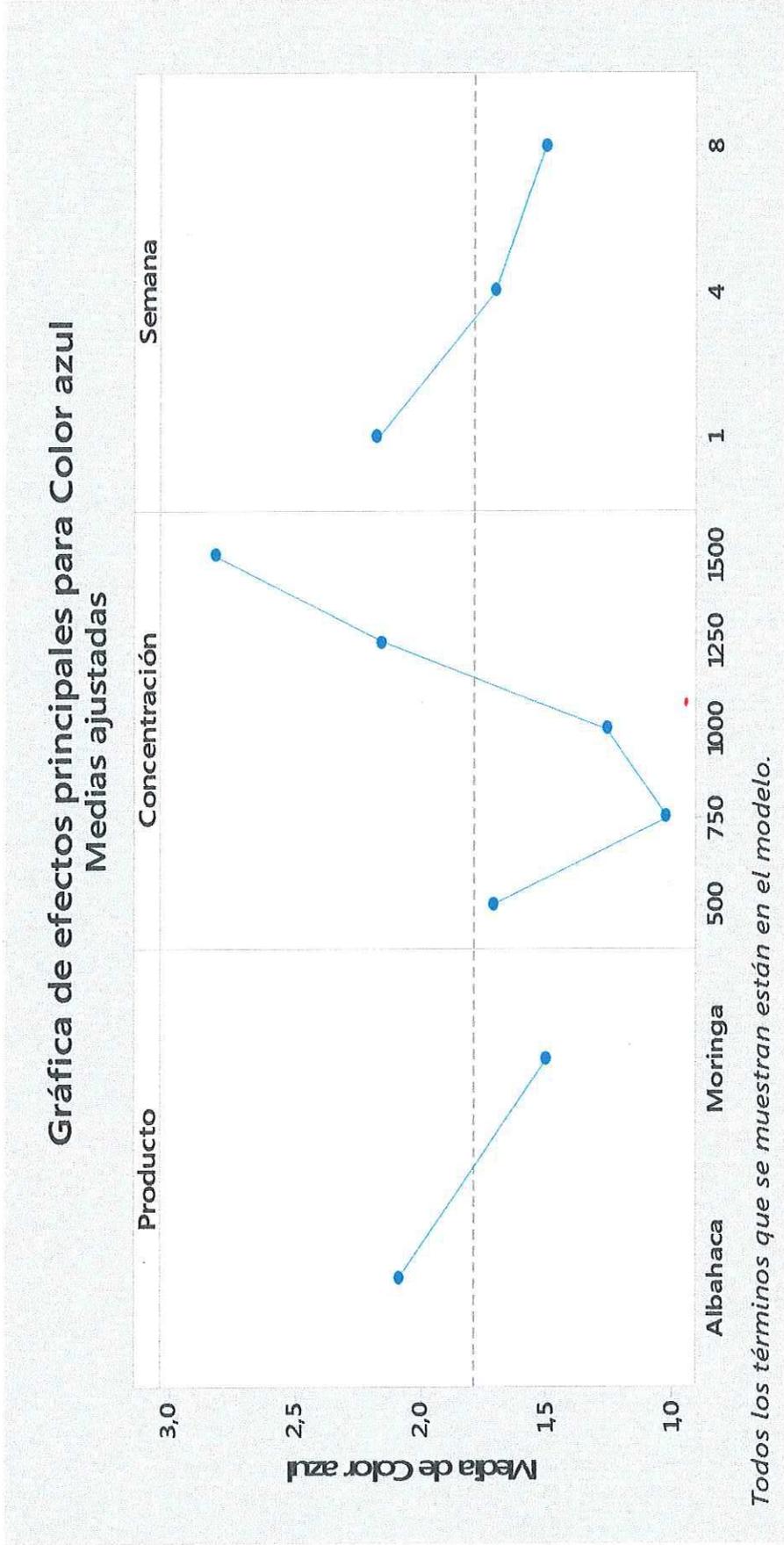
Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------------------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Modelo | 29 | 111,068 | 3,82992 | 840,71 | 0,000 |
| Líneal | 7 | 52,566 | 7,50948 | 1648,42 | 0,000 |
| Producto | 1 | 7,921 | 7,92100 | 1738,76 | 0,000 |
| Concentración | 4 | 37,413 | 9,35317 | 2053,13 | 0,000 |
| Semana | 2 | 7,233 | 3,61633 | 793,83 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 14 | 46,220 | 3,30140 | 724,70 | 0,000 |
| Producto*Concentración | 4 | 22,990 | 5,74739 | 1261,62 | 0,000 |
| Producto*Semana | 2 | 4,446 | 2,22300 | 487,98 | 0,000 |
| Concentración*Semana | 8 | 18,784 | 2,34800 | 515,41 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 8 | 12,282 | 1,53522 | 337,00 | 0,000 |
| Producto*Concentración*Semana | 8 | 12,282 | 1,53522 | 337,00 | 0,000 |
| Error | 60 | 0,273 | 0,00456 | | |
| Total | 89 | 111,341 | | | |

| S | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|-----------|---------|-----------------------|-------------------|
| 0,0674949 | 99,75% | 99,64% | 99,45% |

GRÁFICO #20

Efectos principales para color azul medias ajustadas.



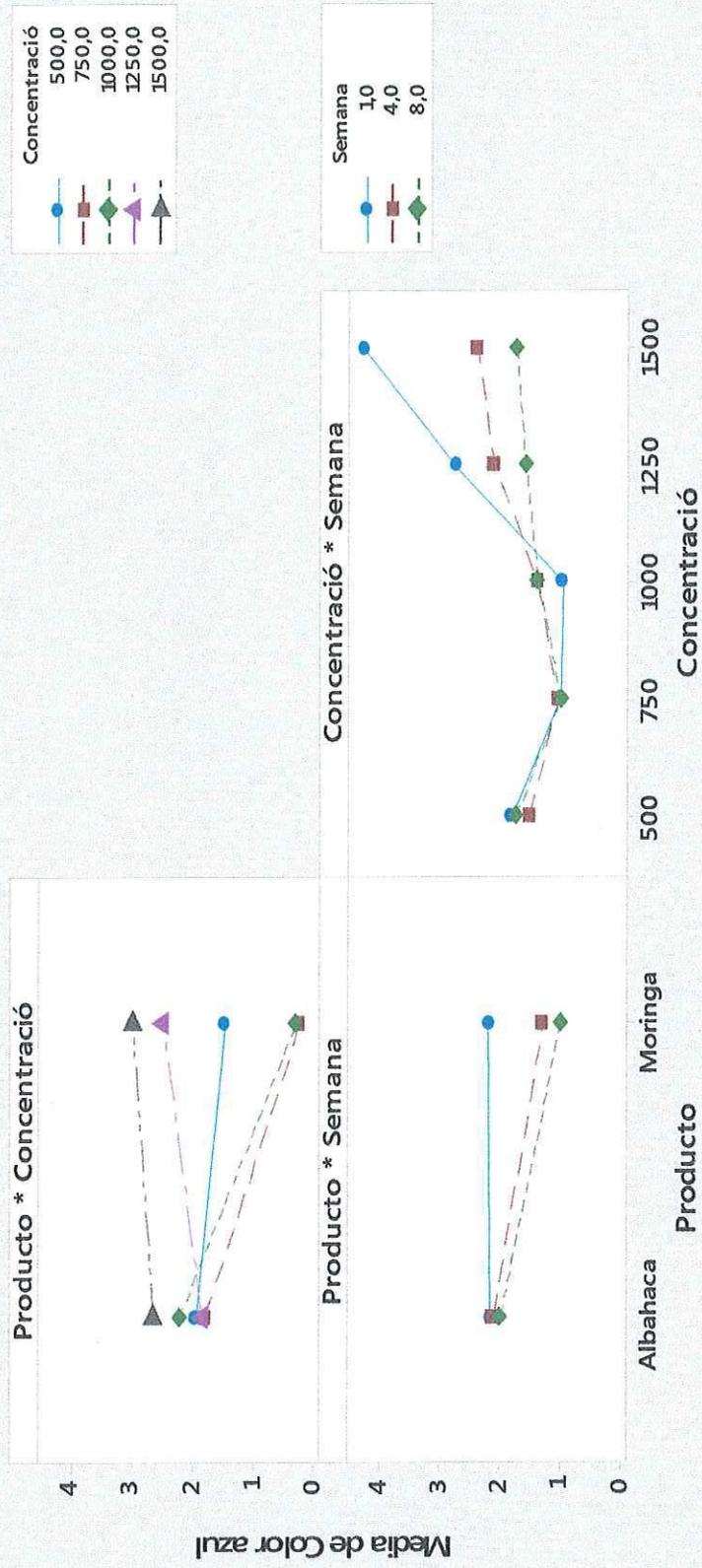
Todos los términos que se muestran están en el modelo.

Elaborado por: (Baque A. y Casiera K, 2018)

GRÁFICO #21

Interacción para color azul medias ajustadas.

Gráfica de interacción para Color azul Medias ajustadas



Todos los términos que se muestran están en el modelo.

Elaborado por: (Baque A. y Casiera K, 2018

7. CONCLUSIONES

Lo valores de los componentes de oxidación como el índice de peróxidos y p-anisidina son lo más representativos en un aceite para poder valorar el comportamiento de su vida de anaquel; mientras que, la acidez es un parámetro de calidad que se podrá controlar con otro método complementario para contrastar el proceso de oxidación.

En este estudio se concluyó que los valores de acidez no estuvieron dentro de lo permitido por el Codex alimentario (Alimentarius, 2017) el cual indica un valor máximo de 0.6 mg KOH/kg, ya que los resultados obtenidos tanto de moringa como albahaca fueron superiores a 1 en la semana 8.

Se determinó que los valores procedentes de índice de peróxido, en cuanto a la moringa se mantuvieron dentro del rango permitido que es hasta 10 MeqO₂/kg de aceite, el cual arrojó resultados menores a 1 por lo que se corroboró con los datos obtenidos de la estabilidad oxidativa en donde se pudo notar un elevado aumento de vida de anaquel acelerada.

Se definió que para la albahaca los parámetros de peróxido estuvieron dentro de lo permitido, mientras que los valores de p-anisidina y estabilidad oxidativa respaldaron el resultado de vida útil que se obtuvo, ya sea por características propias de la planta y sus componentes minoritarios como la clorofila, humedad, entre otros que pudieron afectar y su actividad antioxidante no fue suficiente para resistir la oxidación de aceites poliinsaturados como lo es el Aceite de Soya.

Se estableció que la moringa tuvo un mayor poder antioxidante en comparación a la albahaca; ya que esta, solamente estabilizó la acidez durante el tiempo mínimo en el que se realizaron los análisis.

De acuerdo a los coeficientes de determinación R^2 el modelo de regresión explica el 99% de la variabilidad en los datos, por lo tanto podemos decir que el 99% de la variación observada en la oxidación es explicada por el modelo antes propuesto, lo cual nos dice que la calidad del ajuste es satisfactoria.

8. RECOMENDACIONES

- Reevaluar el proceso de extracción de los antioxidantes, para poder recolectar extractos que no aporten valores ácidos ni componentes de oxidación producto de un mal procesamiento; con esto podemos mejorar el entendimiento de la línea base para el levantamiento de dato.
- Incluir dentro de una extensión de este estudio, mezclas de antioxidantes sintéticos con naturales, que sean eficientes operativamente y económicamente viables para el negocio industrial.
- Usar el extracto de moringa en concentración de 750ppm, como antioxidante natural en aceites por su efectividad en la estabilización de los parámetros más representativos tales como: peróxidos y p-anisidina.
- Se recomienda realizar un seguimiento más extenso en cuanto al extracto de Moringa para poder determinar la capacidad antioxidante de ésta.
- Se propone realizar un nuevo estudio con otros parámetros de calidad para saber si afectan significativamente la oxidación del aceite.
- Utilizar el modelo propuesto con los mismos parámetros de calidad en otros tipos de extractos de origen natural.

9. BIBLIOGRAFIA

- Alimentaris, C. (2017). Obtenido de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk>
- Anwar, F., A. Siddiq, S. Iqbal y M. Rafique. 2012. Stabilization of sunflower oil with *Moringa oleifera* leaves under ambient storage. *Journal of Food Lipids* 14:35–49.
- AOCS. (2014). *Oven Storage Test for Accelerated Aging of Oils*. Recommended Practice Cg 5-97.
- AOCS. (2016). *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781630670566000045>
- BTSA. (2015). *BTSA*. Obtenido de EL ANTIOXIDANTE IDEAL PARA TU PRODUCTO: <https://natural.btsa-es.com/blog/el-proceso-de-oxidacion-de-los-lipidos>
- Botanical-online. (2016). Obtenido de https://www.botanical-online.com/aceite_de_soja.htm
- Contexto ganadero (2016). La torta de soya, una gran fuente de proteína para el ganado. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-torta-de-soya-una-gran-fuente-de-proteina-para-el-ganado>
- Correa, a. M. (2015). Estabilidad oxidativa y vida útil del aceite de choibá (*dipteryx oleifera benth.*) Suplementado con extracto de romero. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/50114/1/1128418679.2015.pdf>
- Doerr, B., K. L. Wade, K. K. Stephenson, S. B. Reed y J. W. Fahey. 2009. Cultivar effect on *Moringa oleifera* glucosinolate content and taste: a pilot study. *Ecology of Food and Nutrition* 48:199–211.

- Esquivel A., Castañeda A. y Ramírez J. (2014). Cambios químicos de los aceites comestibles durante el proceso de fritura. Riesgos en la salud. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/e3.html>
- European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the re-evaluation of butylated hydroxyanisole – BHA (E 320) as a food additive. EFSA J. 2011a, 9, 2392-2440.
- European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on the substantiation of health claims related to polyphenols in olive and protection of LDL particles from oxidative damage. EFSA J. 2011b, 9, 2033-2058.
- European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the re-evaluation of butylated hydroxytoluene BHT (E 321) as a food additive. EFSA J. 2012, 10, 2588-2630.
- European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the re-evaluation of propyl gallate (E 310) as a food additive. EFSA J. 2014, 12, 3642-3687.
- European Union. Commission Regulation (EU) No 432/2012 of 16 May 2012 establishing a list of permitted health claims made on foods. Off. J. Eur. Commun. 2012, L136, 1-3, 24.
- FAO. (s.f.). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0y.htm>
- Flanigan PM, Niemeyer ED. Effect of cultivar on phenolic levels, anthocyanin composition, and antioxidant properties in purple basil (*Ocimum Basilicum*, L.). Food Chem. 2014; 16: 518-526.
- García Rafael (2017). Estudio sobre la capacidad antioxidante de extractos de hoja de Moringa oleifera de diferente origen geográfico. Universidad de Coruña, España. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/19625/Garc%C3%ADaHern%C3%A1dez_Rafael_TFG_2017.pdf?sequence=2
- García-Moreno PJ, Pérez-Gálvez R, Guadix A, Guadix EM. 2013. Influence of the parameters of the Rancimat test on the determination of the oxidative stability index of cod liver oil. Food Sci Technol 51(1), 303–308.

González, L. J. (2015). [Www.infoasercas.com.mx](http://www.infoasercas.com.mx). Claridades Agropecuarias, 1. Obtenido de <http://www.infoasercas.com.mx/claridades/revistas/009/ca009.pdf>

H., M. C., León, S. V., T, R. G., F, M. V., & V, C. R. (2015). Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>

Hu, M., & Jacobsen, C. (2016). Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?Id=19m4cgaaqbaj&pg=PA49&dq=Oxidative+Stability+and+Shelf+Life+by+oxidograph+mikrolab+aarhus&hl=es&sa=X&ved=0ahukewi43cqyq73bahwlylkkhwqccqwq6aeijzaa#v=onepage&q=Oxidative%20Stability%20and%20Shelf%20Life%20by%20oxidograp>

INIAP. (2014). [Tecnologia.iniap.gob.ec](http://tecnologia.iniap.gob.ec). Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/molea/rsoya>

Jaramillo, D. P. (septiembre de 2013). Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4908/6/Anexo%20VI.%20Determinacion%20Vida%20Util%20Alimentos.pdf>

Luiz, A. H. (2010). Obtenido de <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/17845-antioxidante-natural-vs-antioxidante-sintetico>

MURCIA, J. L. (s.f.). [Www.mercasa.es](http://www.mercasa.es). Obtenido de http://www.mercasa.es/files/multimedios/pag_065-070_Murcia.pdf

Ogbunugafor, H.A. et al. Physico-chemical and antioxidant properties of Moringa oleifera seed oil. *Pakistan Journal of Nutrition*. 10:409. 2011.

Ponce Y., Ponce A., Rodríguez A. y Cabrera K. (2014). Papel del estrés oxidativo en la patogénesis de la hipertensión arterial. *Sociedad Cubana de Cardiología. CorSalud* 2014 Abr-Jun;6(2):181-192

S.L., B. B. (s.f.). BTSA. Obtenido de <https://natural.btsa-es.com/blog/el-proceso-de-oxidacion-de-los-lipidos>

Samuel Durán Agüero; Jairo Torres García y Julio Sanhueza Catalán. (19 de 11 de 2015). [Repositorio.uchile.cl](http://repositorio.uchile.cl). Recuperado el 05 de 06 de 2018, de

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/134278/Aceites-vegetales-de-uso-frecuente-en-Sudamerica.pdf?Sequence=1>

Sanchez -Córdova A.J, e. a. (2017). EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS CRUDOS DE RAÍZ Y HOJA DE Moringa oleífera CRECIDAS EN EL INVERNADERO DEL ITSTB. Obtenido de 320933764_EVALUACION_DE_LA_ACTIVIDAD_ANTIOXIDANTE_DE_EXTRACTOS_CRUDOS_DE_RAIZ_Y_HOJA_DE_Moringa_oleifera_CRECIDAS_EN_EL_INVERNADERO_DEL_ITSTB

Singh, B.N. et al. Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti-quorum sensing potentials of Moringa oleifera. Food Chem. Toxicol. 47:1109. 2009.

Ugarte, G. A., & Morales, M. E. (06 de 01 de 2012). www.udlap.mx. Obtenido de [https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Cardoso-Ugarte-et-al-2012.pdf](https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Cardoso-Ugarte-et-al-2012.pdf)

Vásquez C., Ojeda G., Fortis M., Preciado P. y Antonio J. (2015). Sustratos orgánicos en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y su calidad fitoquímica. Revista mexicana de ciencias agrícolas. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000801833

Verma, A.R.; Vijayakumar, M.; Mathela, C.S. & Rao, C.V. In vitro and in vivo antioxidant properties of different fractions of Moringa oleifera leaves. Food Chem. Toxicol. 47:2196. 2009.

10. ANEXOS

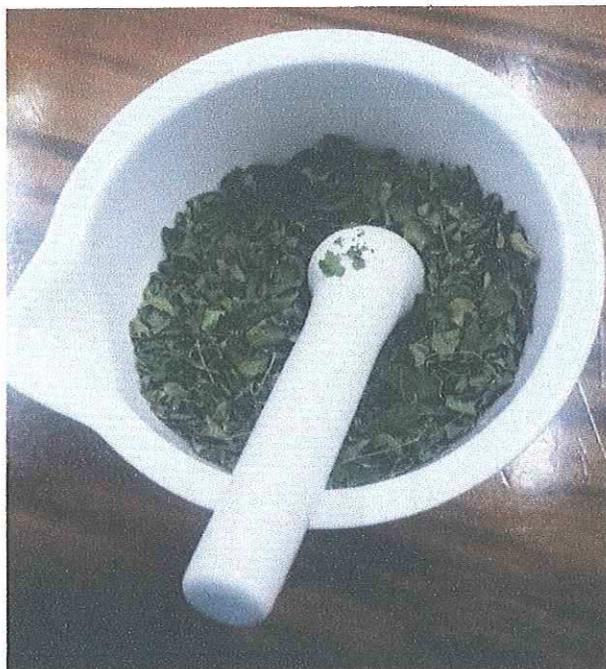
ANEXO 1

Material de envasado de aceite



ANEXO 2

Molienda de hojas deshidratadas



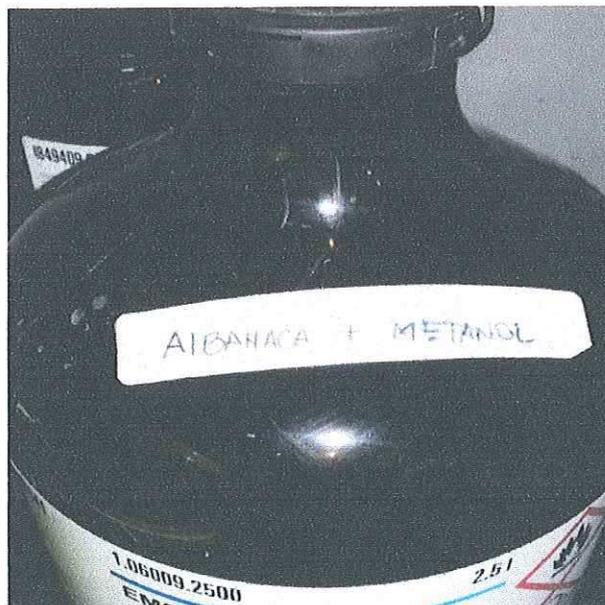
ANEXO 3

Envasado de materia seca en disolvente (metanol)



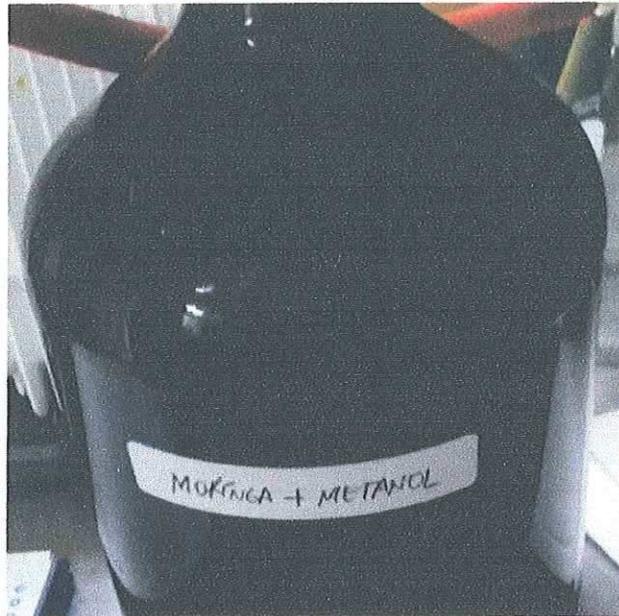
ANEXO 4

Maceración de la albahaca y metanol



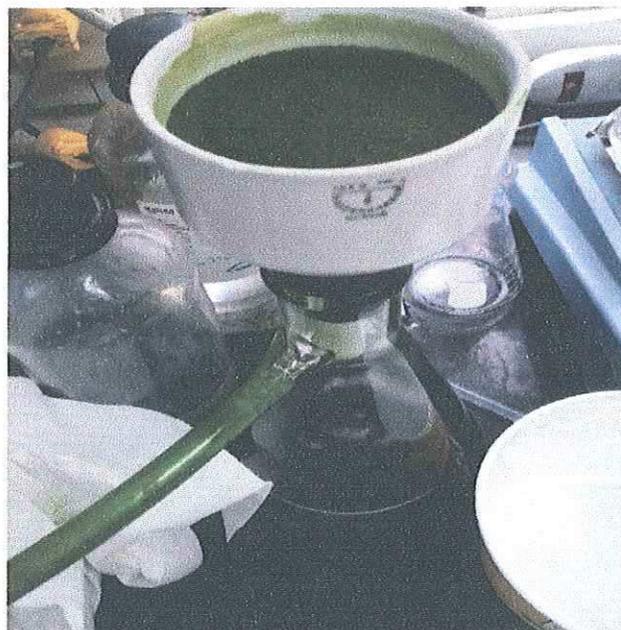
ANEXO 5

Maceración de la moringa y metanol



ANEXO 6

Filtración al vacío de sobrenadantes.



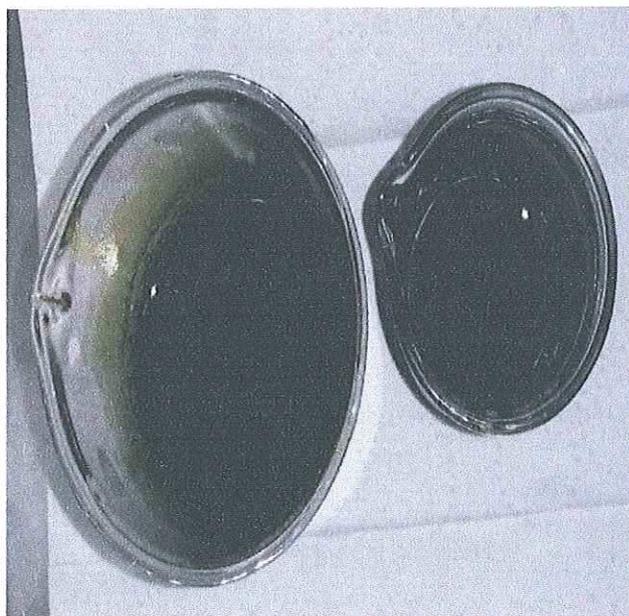
ANEXO 7

Extracción de antioxidante por rotavapor



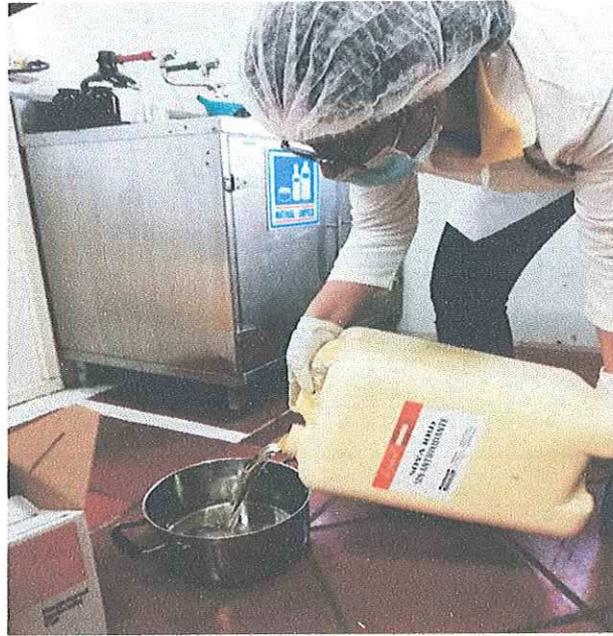
ANEXO 8

Extractos obtenidos



ANEXO 9

Aceite utilizado (Soya RBD-sin antioxidante)



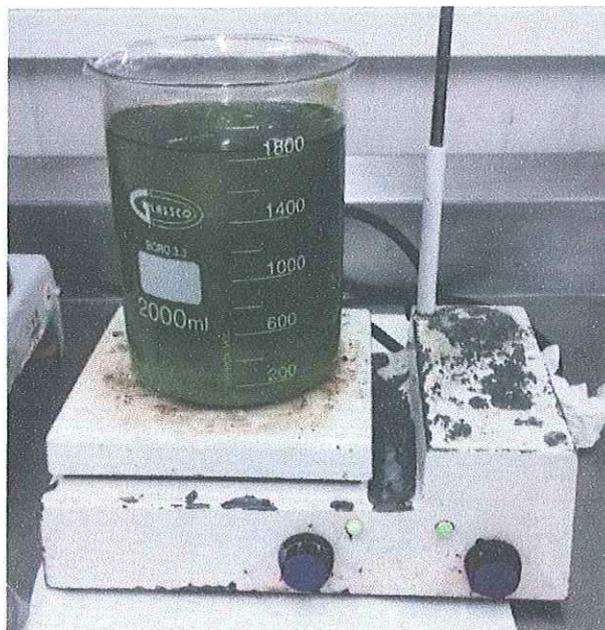
ANEXO 10

Homogenización de extracto + Aceite



ANEXO 11

Aceite + Extracto (homogenizado)



ANEXO 12

Aceite + Extracto (Aceite dosificados con extractos)



ANEXO 13

Pesaje de los litros de aceite



ANEXO 14

Muestras en cámara de envejecimiento

