



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**COMPORTAMIENTO DE DOS TIPOS DE ALCOHOL EN LA  
OBTENCIÓN DE ACEITE ÚTIL A PARTIR DE RESIDUOS  
ACEITOSOS DE PESCADO EN CIESA**

**AUTORES:**

**CEDEÑO VARGAS MARÍA BELÉN  
SEPA BRAVO GEOVANNY LEONARDO**

**TUTOR:**

**ING. AGUSTÍN LEIVA PÉREZ, PhD**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2018**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

MARÍA BELÉN CEDEÑO VARGAS Y GEOVANNY LEONARDO SEPA BRAVO, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

**CEDEÑO VARGAS MARÍA B.**

---

**SEPA BRAVO GEOVANNY L.**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. AGUSTÍN LEIVA PÉREZ, Ph.D**, certifica haber tutelado el proyecto **COMPORTAMIENTO DE DOS TIPOS DE ALCOHOL EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE ÚTIL A PARTIR DE RESIDUOS ACEITOSOS DE PESCADO EN CIESA**, que ha sido desarrollada por **MARÍA BELÉN CEDEÑO VARGAS Y GEOVANNY LEONARDO SEPA BRAVO**, previo a la obtención del título de Ingeniero(a) Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. AGUSTÍN LEIVA PÉREZ, Ph.D**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **COMPORTAMIENTO DE DOS TIPOS DE ALCOHOL EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE ÚTIL A PARTIR DE RESIDUOS ACEITOSOS DE PESCADO EN CIESA**, que ha sido propuesto, desarrollado por **MARÍA BELÉN CEDEÑO VARGAS Y GEOVANNY LEONARDO SEPA BRAVO**, previa la obtención del título de Ingeniero(a) Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Verónica Vera Villamil, M.Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Jonathan Chicaiza Intriago, M.Sc

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Blga. María Fernanda Pincay Cantos, M.Sc

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios, nuestros padres, familia y amigos por ser ese pilar fundamental durante todo el tiempo que tuvimos que alejarnos de nuestros hogares, para emprender un camino de lucha y esfuerzo con el único propósito de crecer como personas y profesionalmente.

---

**CEDEÑO VARGAS MARÍA B.**

---

**SEPA BRAVO GEOVANNY L.**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser el mayor apoyo que siempre estuvo en todo momento y me permitió tener la fortaleza de seguir adelante para el día de hoy obtener este gran logro y a mis padres, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

---

**SEPA BRAVO GEOVANNY L.**

## **DEDICATORIA**

A Dios por la dicha de la vida, A mis padres por estar conmigo, por enseñarme a crecer, ser perseverante, creer en mí y buscar siempre la felicidad, por apoyarme y guiarme por el buen camino, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí y A mi Compañero de tesis incondicional amigo que tuvo la predisposición para colaborar en todo momento y apoyarme en mis momentos de flaqueza, por su paciencia y dedicación, incluso por enseñarme el significado de la amistad.

---

**CEDEÑO VARGAS MARÍA B.**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
 CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	
1.1.    PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2.    JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.    OBJETIVOS .....	4
1.3.1.    OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4.    HIPÓTESIS .....	4
 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1.    RESIDUOS ACEITOSOS DE TRAMPAS DE GRASA.....	5
2.2.    ALCOHOLES ETÍLICO Y METÍLICO.....	6
2.3.    EXTRACCIÓN DE ACEITE POR SOLVENTE (ALCOHOL) .....	7
2.4.    USO DE ACEITE COMO MATERIA PRIMA PARA BIOCOMBUSTIBLE .....	12
 CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	
3.1.    UBICACIÓN .....	16
3.2.    DURACIÓN .....	16
3.3.    MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	16
3.3.1.    MÉTODOS.....	16
3.3.2.    TÉCNICAS.....	17
3.4.    FACTOR EN ESTUDIO .....	18
3.5.    DISEÑO EXPERIMENTAL .....	18
3.6.    UNIDAD EXPERIMENTAL .....	18
3.7.    VARIABLES A MEDIR.....	19
3.7.1.    VARIABLE INDEPENDIENTE.....	19
3.7.2.    VARIABLE DEPENDIENTE .....	19



3.8.	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	19
3.9.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	22
3.10.	OTROS ASPECTOS .....	22
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE RESIDUO Y RENDIMIENTO DE LOS ALCOHOLES EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN. ....	23
4.2.	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA EXTRACCIÓN MEDIANTE LOS TRATAMIENTOS PROPUESTOS. ....	27
4.3.	ESTABLECIMIENTO DE LA CORRELACIÓN DE CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES VS ACEITE EXTRAÍDO, PARA EL POSIBLE USO DEL ACEITE ÚTIL COMO BIOCOMBUSTIBLE .....	37
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
5.1.	CONCLUSIONES .....	40
5.2.	RECOMENDACIONES .....	40
BIBLIOGRAFÍA .....		41
ANEXOS .....		45

## **CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS**

Imagen 2.1.	Fórmula química del proceso de transesterificación .....	15
Imagen 3.1.	Ubicación del lugar de la investigación.....	16
Cuadro 3.1.	Nomenclatura de los tratamientos en el diseño experimental.....	18
Cuadro 3.2.	Consumo de materiales para la aplicación diaria de los tratamientos en las unidades experimentales .....	20
Cuadro 4.1.	Valores diarios de volumen de aguas residuales generadas de los procesos dentro de CIESA.....	23
Gráfico 4.1	Incidencia del alcohol metanol en la extracción de aceite, con la aplicación en los tres niveles correspondientes en los días de repetición.....	26
Gráfico 4.2	Incidencia del alcohol etanol en la extracción de aceite, con la aplicación en los tres niveles correspondientes en los días de repetición.....	27
Cuadro 4.2.	Valores de aceites obtenidos en la extracción diaria a partir de la unidad experimental. ....	27
Gráfico 4.3.	Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado. ....	29
Gráfico 4.4.	Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	29

Gráfico 4.5. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	29
Gráfico 4.6. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	29
Gráfico 4.7. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	30
Gráfico 4.8. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	30
Gráfico 4.9. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	31
Gráfico 4.10. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	31
Gráfico 4.11. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	33
Gráfico 4.12. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	34
Gráfico 4.13. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	34
Gráfico 4.14. Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado .....	35
Cuadro 4.3. Análisis de varianza de los resultados de volumen obtenidos. ....	35
Gráfico 4.15. Promedios de los resultados de tratamientos a través del análisis estadístico (análisis de varianza) .....	36
Gráfico 4.16. Diagrama de cajas.....	37
Gráfico 4.17. Correlación de la variable resultante con la cantidad de aguas residuales generadas.....	38
Cuadro 4.4. Resultado de análisis químicos realizados al aceite. ....	38

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la efectividad de dos alcoholes (etanol y metanol) en el proceso de extracción de aceite, a partir de los residuos de tipo aceitoso generados como consecuencia del pre – tratamiento de las aguas residuales de CIESA (Conservas Isabel Ecuatoriana S.A.) en la ciudad de Manta, y potenciar el uso del aceite como materia prima para producir biocombustible. Se consideró un muestreo compuesto de 8 horas diarias durante 12 días y para la extracción se utilizaron tres concentraciones en los dos tipos de alcohol: 45%, 75% y 95%. La principal variable respuesta a evaluar fue el volumen de aceite extraído, para luego analizar parámetros puntuales que permitieran determinar al mejor tratamiento. Se obtuvieron 72 muestras de aceite con un promedio de 20,42 cm<sup>3</sup> lo que representa un 40% del volumen inicial de la muestra tomada correspondiente a 150 cm<sup>3</sup>, en donde el tratamiento con mejor resultado correspondió al etanol 95% con un valor de 117 cm<sup>3</sup> de aceite extraído, demostrando con esto una mayor efectividad ya que sobrepasó el 50% de contenido de aceite en la muestra inicial residual, sin embargo, al presentar los demás valores una tendencia marcada no se determinó que existiera diferencia significativa en el análisis estadístico, dejando claro de esta manera que la hipótesis alternativa se rechaza y por lo consiguiente la hipótesis nula planteada se cumple.

**Palabras Clave:** Extracción, etanol, metanol, residuos aceitosos.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effectiveness of two alcohols (ethanol and methanol) in the oil extraction process, from the oily waste generated as a consequence of the pre-treatment of CIESA wastewaters (Conservas Isabel Ecuatoriana SA) in the city of Manta, and promote the use of oil as raw material to produce biofuel. A sampling of 8 hours a day for 12 days was considered and for extraction three concentrations were used in the two types of alcohol: 45%, 75% and 95%. The main response variable to evaluate was the volume of oil extracted, to then analyze specific parameters that would allow determining the best treatment. 72 oil samples were obtained with an average of 20,42 cm<sup>3</sup> which represents 14% of the initial volume of the sample taken corresponding to 150 cm<sup>3</sup>, where the treatment with the best result corresponded to 95% ethanol with a value of 117 cm<sup>3</sup> of extracted oil demonstrating with this a better effectiveness surpassing 50% of oil content in the initial residual sample, in spite of the positive results that were obtained it could be determined that there is no significant difference in the statistical analysis making it clear in this way that the alternative hypothesis is rejected and therefore the hypothesis becomes null.

**Keywords:** Extraction, ethanol, methanol, oily residues.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Industria Atunera aporta con el 10% de exportaciones totales no petroleras del Ecuador. Según la Cámara Nacional de Pesquería, en el 2012 se exportaron un total de 1066 millones de dólares, generando con esto más de 30 mil puestos de empleos directos y otros de manera indirecta en industrias conexas (CNP, 2013). Sin embargo, los residuos que aportan este tipo de industrias son en parte provenientes de restos sólidos como vísceras, restos de fileteado y en las aguas de proceso (cocción de pescado y limpieza del área de producción) (Rodríguez, Hleap, Estrada, Clavijo y Velazco, 2014). Ricos en aceites y debido a sus propiedades, son considerados sustancias problemáticas tanto en el tratamiento de aguas residuales como en el tratamiento de residuos sólidos (Pineda y Guerrero, 2011).

La ciudad de Manta por su parte, ha sido testigo a lo largo de los años del asentamiento de numerosas industrias principalmente atuneras (Marín, Chinga, Velázquez y Zambrano, 2015). Una de las más influyentes en la zona es Conservas Isabel Ecuatoriana S.A. (CIESA) que a partir de sus procesos genera una gran cantidad de residuos de tipo aceitosos, mismos que se quedan en una trampa de grasa donde se acumulan y no generan ninguna clase de beneficio; al contrario, generan malestar dentro de la planta y fuera de ella.

Los procesos para la extracción de aceite son tres, dentro de los cuales se encuentran los de tipo químicos, que incluyen la utilización de solventes tales como el hexano, etanol, metanol, entre otros, siendo el hexano el más utilizado para este propósito (García, Domínguez, Macías, Santana, y Rodríguez, 2017). Lo mencionado se debe a que es muy estable y presenta un conveniente punto de ebullición lo que favorece la recuperación del mismo, no obstante, este solvente es obtenido de combustibles fósiles, es altamente inflamable, causando un incremento en los costos de los sistemas de seguridad industrial, y provocando efectos negativos sobre el medioambiente y la salud (Sánchez, Fernández y Nolasco, 2015). Por otro lado, este autor menciona en los últimos años con base en ciertas investigaciones, se ha comenzado a dar importancia a los llamados solventes verdes, grupo en el que se encuentra el etanol, el cual es obtenido de manera artesanal en el medio y no genera

residuos tóxicos ni daños a la salud. Con base en esto, fue importante establecer la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se comportan el etanol y metanol en el proceso de extracción de aceite útil a partir de residuos aceitosos de pescado en Conservas Isabel Ecuatoriana S.A.?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se justificó desde el punto de vista ambiental proyectando el uso de un material residual para la extracción de aceites, donde se evaluó la eficiencia de dos alcoholes en el proceso de obtención de aceite, y así convertir un residuo en materia utilizable (reciclaje de sustancias) para un posterior uso como combustible (Biodiesel) y contribuir en la disminución de la contaminación ambiental, reduciendo el uso de combustibles fósiles, considerándose una medida multiecológica (energías alternativas) para la industria, sustituyendo gran porcentaje del combustible utilizado en la misma, logrando mejorar el sistema de gestión ambiental de Conservas Isabel Ecuatoriana S.A. (Medina, Ospino y Tejada, 2015).

La norma ISO 14001-2015, dentro de su objetivo para un sistema de gestión ambiental plantea opciones como “mitigar los efectos secundarios según las condiciones ambientales de la empresa” razón por la cual el presente estudio se centró en la reducción de efectos secundarios producidos por un pre-tratamiento (trampa de grasa), estableciendo además desde un aspecto socioeconómico su justificación, considerando el beneficio que tendrá para la industria Conservas Isabel Ecuatoriana S.A. ya que al aprovechar un residuo para obtener materia utilizable en la producción de combustible, se reducirían los costos por compra de combustible para vehículos que la empresa mantiene a sus servicios, causando un impacto positivo para la economía de la empresa.

Se justificó desde el punto de vista práctico y metodológico, por la factibilidad de la utilización de un método para la extracción del aceite basado en la decantación, esta precipitación por gravedad descrita por Espinoza, (2016) considera la posibilidad de realizar la instalación del equipo con la utilización de materiales similares a los instalados en laboratorios u otros, siendo posible por la aplicación del método ya establecido sin alteración de los resultados.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento de dos tipos de alcohol (etanol y metanol) en la extracción de aceite útil a partir de residuos aceitosos de pescado, Conservas Isabel Ecuatoriana S.A.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el tipo de residuo y rendimiento de los alcoholes en el proceso de extracción.
- Determinar la eficiencia de la extracción mediante los tratamientos propuestos.
- Establecer la correlación de cantidad de aguas residuales vs aceite extraído, para el posible uso del aceite útil como biocombustible.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1. ALTERNATIVA**

Al menos uno de los alcoholes utilizados muestra mayor eficiencia en el proceso de extracción de aceite útil a partir de residuos aceitosos de pescado en Conservas Isabel Ecuatoriana S.A..

### **1.4.2. NULA**

Ninguno de los tratamientos muestra mayor eficiencia en el proceso de extracción de aceite útil a partir de residuos aceitosos de pescado Conservas Isabel Ecuatoriana S.A..



## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. RESIDUOS ACEITOSOS DE TRAMPAS DE GRASA**

Se puede describir al aceite de pescado como una materia prima o un subproducto obtenido de la producción de harina de pescado, que cuenta con características favorables para la adición, obtención de productos o consumo humano; este líquido aceitoso de color claro marrón/amarillento obtenido al prensar el pescado cocido y refinado con soluciones antibacterianas (Figuroa, 2016). La producción de aceite puede darse de una infinidad de fuentes naturales agropecuarias tanto de material vegetal oleaginoso que pueden ser de frutos, semillas o de material animal que se contiene en la leche, piel, músculos y órganos de bovinos, porcinos, aves, peces (Hernández, 2007).

Los residuos que provienen de las trampas de grasa de una industria alimentaria, son ricos tanto en grasas animales como vegetales, además de un contenido de aceite importante, por lo cual surgen varios problemas al momento de su disposición final ya que presentan un proceso de degradación lento y al mezclarse con algún tipo de lixiviados su eliminación es muy difícil (Pineda, 2011). Químicamente, las grasas y aceites se encuentran clasificados como lípidos, compuestos como estos se conocen con el nombre de triglicéridos. Por lo general los aceites son líquidos a temperatura ambiente, mientras que las grasas por el contrario a la misma temperatura son sólidas.

De acuerdo a Pineda, (2011) las grasas y aceites que se acumulan en las trampas son producidos principalmente a partir de procesos de cocción de una variedad amplia de carnes, pescados o productos vegetales, y una característica muy importante de los residuos de aceites y grasas tanto animal como vegetal son los bajos costos, siendo un factor determinante al momento de utilizarlos como materia prima para procesos de aprovechamiento. Como lo menciona Calderón, (2014) los subproductos de pescado contienen 12% de grasa o aceite, compuestos por altos niveles de ácidos grasos omega 3 que permite la disminución de los niveles de colesterol en la sangre.

Arana *et al.*, (2017) explican que los lípidos son un grupo de sustancias que, generalmente, son solubles en éter, cloroformo u otros solventes orgánicos, pero

insolubles en agua. El contenido total de estos lípidos es determinado por lo general mediante métodos de extracción con disolventes orgánicos (Soxhlet, Goldfish, Mojonnier), sin embargo, se puede cuantificar también por métodos de extracción que no incluyen disolventes (Gerber, Babcock) y por métodos instrumentales que se basan en propiedades físicas o químicas de los lípidos.

## **2.2. ALCOHOLES ETÍLICO Y METÍLICO**

Los alcoholes son compuestos orgánicos que son usados en una gran variedad de industrias para diferentes usos. Estos compuestos se usan en su mayoría como solventes, en donde es importante mencionar que la solubilidad depende bastante de la temperatura, siendo así que un disolvente determinado puede albergar mayor cantidad de soluto cuando presente más temperatura.

El etanol es el alcohol más utilizado en diferentes industrias alimentarias, utilizado además como disolvente para la fabricación de fármacos, plásticos, lacas, barnices, plastificantes, perfumes o cosméticos. Tiene un punto de inflamabilidad de alrededor de los 13°C y su presencia en el aire para que pueda existir una deflagración debe ser de un 3%. Actúa de una manera extraña, ya que su parte hidrocarbonada le permite disolver algunos compuestos polares, mientras que su terminación hidroxilo le hace ser polar con lo que conlleva, por lo cual disuelve muy bien lípidos (Sánchez, 2014).

El alcohol etílico también llamado etanol se define según Mosquera y Menéndez, (2006) como un líquido incoloro y volátil de olor agradable, que se puede obtener de dos maneras básicamente: la fermentación de las azúcares, que es el proceso más común para su obtención y un método sintético a partir de etileno. El etanol se emplea extensamente como solvente y co-solvente en muchos disolventes industriales; es de gran importancia para preparación de adelgazadores y soluciones para tintas, pinturas entre otras; se aplica también en la industria por su bajo contenido de humedad y como materia prima en procesos de síntesis orgánica y en la industria química (CONQUÍMICA, 2015).

Se han realizado estudios preliminares en Brasil para evaluar el comportamiento de etanol como solvente en la extracción de aceites, obteniendo resultados importantes que muestran un rendimiento de 34,34 %, que representa un 107,3 % del aceite total

presente en la muestra utilizada; considerando la humedad, nivel de acidez e índice de peróxido en el aceite extraído (Brossard, Ferrari, Pighinelli y Park, 2010). El etanol podría ser un solvente alternativo para considerarse debido a su baja toxicidad y a que es renovable. Los estudios llevados a cabo sobre el uso de etanol como solvente para extraer aceites vegetales, aprovechan la gran capacidad productiva de etanol a partir de la caña de azúcar con que cuenta este país. De esta manera se minimizaría el impacto ambiental debido al uso de sustancias tóxicas usadas para este fin (Brossard *et al.*, 2010).

Con el uso de solventes polares-próticos (etanol y metanol), se obtienen como resultados aceites esenciales que se encuentran contenidos en semilla u otros medios oleaginosos. Este aceite obtenido por medio del uso de los solventes presenta una coloración verde oliva, mientras que en otro método (arrastre con vapor) es transparente (Ríos *et al.*, 2006).

El alcohol metílico, conocido también como metanol o alcohol de madera, es el principal componente de la madera destilado en seco; en la fermentación de jugos azucarados implementada para la obtención de bebidas alcohólicas, además de etanol, también produce cantidades que varían de metanol y otros compuestos volátiles (Ministerio de Salud Nicaragua, 2013). Además, se utilizan también como solvente de uso general, como desnaturalizante del alcohol etílico, etc.

En la ficha de datos de seguridad de una empresa alemana se especifica que este tipo de alcohol se debe almacenar en un lugar muy bien ventilado, en un recipiente cerrado herméticamente y mantener un ambiente fresco, debe además, evitarse el contacto con la piel, su ingesta o inhalación ya que podría provocar daños en los órganos.

### **2.3. EXTRACCIÓN DE ACEITE POR SOLVENTE (ALCOHOL)**

La extracción de aceite por solvente es un proceso por medio del cual se obtiene aceite haciendo uso de un disolvente que generalmente es hexano ya que este produce un aceite más puro (Vila, 2016). De manera general, Arana *et al.*, (2017) definen la extracción como una técnica empleada para la separación de un producto orgánico de una mezcla o para aislarlo de sus fuentes naturales, mientras que Gómez,

(2017) detalla al disolvente como un componente que está presente en mayor cantidad o que determina el estado de la materia en que existe la disolución.

Los procesos para la extracción de aceite son tres, dentro de los cuales se encuentran los de tipo químicos, que incluyen la utilización de solventes tales como el hexano, etanol, metanol, entre otros, siendo el hexano el más utilizado para este propósito (García *et al.*, 2017).

De acuerdo con Vila, (2016) la extracción de aceite por solvente es un proceso por medio del cual se obtiene aceite haciendo uso de un disolvente que generalmente es hexano ya que este produce un aceite más puro. Grasso, (2013) menciona que la extracción por solvente es originaria de Europa, a partir de un proceso Batch en el año de 1870, y a partir de la segunda guerra mundial surgieron los avances tecnológicos con el desarrollo de sistemas continuos de extracción que proveen un buen funcionamiento para materia oleaginosa con bajo contenido de aceite.

Recientemente un equipo investigador describió la manera de operación de un equipo de destilación de alto vacío, el cual se construyó en vidrio totalmente. Este equipo permite desodorizar el aceite semirrefinado y producido en industrias pesqueras, sin embargo, presenta un bajo rendimiento, con capacidad de disminuir considerablemente el contenido de colesterol del aceite (Nieto, Galleguillos y Valenzuela, S.f.).

El muestreo de aceite y grasa se realiza tomando la menor cantidad de agua posible, luego se recolectan en recipientes que son llevados a refrigeración (Pineda, 2011). Para esto la toma de la muestra debe ser directa del vertimiento y evitando llenar el frasco por completo; la tapa del frasco debe estar provista de una lámina de papel aluminio que impida el contacto directo con la muestra; el frasco debe estar previamente enjuagado con el solvente para remover cualquier película de detergente y, la muestra preservada se puede almacenar durante un periodo máximo de 28 días a una temperatura de 4°C (Borja, 2007).

En la extracción de aceites ha sido ampliamente utilizado el sistema de extracción Soxhlet, que se conforma de un balón en el cual se coloca el solvente orgánico que se calienta hasta su ebullición, el tubo de extracción Soxhlet, en el que va la muestra

contenida en un cartucho de celulosa, y un condensador que luego de evaporarse el solvente se condensa y cae el tubo Soxhlet (González, Kafarov y Guzman, 2007).

El contenido de aceite (en porcentaje) se conoce por medio del método de Soxhlet, en donde la muestra se encuentra en contacto permanente con el disolvente y además permite la extracción de una cantidad mayor a la extraída por otros métodos (Torres, 2013). Según García, (2017) los factores que influyen en el proceso de extracción son:

- 1. Tiempo de extracción:** Las primeras horas de extracción presentan una disolución mucho mayor de material que en las etapas finales, debido a que al inicio del proceso existe bastante material y a medida que avanza el tiempo es cada vez más difícil extraer la pequeña fracción remanente, hasta que finalmente no se extrae nada.
- 2. Cantidad del solvente:** El solvente debe estar en la proporción adecuada para que en el ascenso al cartucho y antes de que se haga la sifonada el balón no quede seco, provocando que la muestra se quemé o una explosión en el momento que el líquido caiga de la sifonada sobre el vidrio recalentado.
- 3. Temperatura del solvente:** Generalmente la lixiviación se desea realizar con temperaturas lo más altas posible para producir mayor solubilidad del soluto en el disolvente y, en consecuencia, obtener concentraciones mayores en el licor de lixiviación.
- 4. Tipo del solvente:** El disolvente debe ser lo más selectivo posible y no solo se debe tomar en cuenta el aspecto técnico en cuanto al porcentaje de extracción, sino también el análisis técnico-económico. Es importante considerar el punto de ebullición del disolvente y el calor latente de evaporación.
- 5. El tamaño de partícula:** Está dado, debido a que cuanto más pequeñas y homogéneas sean estas, la superficie interracial será mayor y favorecerá más la operación de transferencia de masa. No obstante, los tamaños en demasía pequeños pueden provocar la compactación de las partículas dificultando la extracción.

El procedimiento a seguir consiste en introducir la muestra de grasa y aceite en un cartucho de papel filtro con la finalidad de que esta no se esparza por el equipo y facilitar su limpieza, el cartucho se introduce en el sifón del equipo Soxhlet y se

adiciona el solvente (hexano, metanol, etanol, éter de petróleo) el cual es introducido por la parte superior del sifón hasta que por efecto de gravedad el solvente haga un recorrido hacia el balón el cual se encuentra en la parte inferior del equipo Soxhlet, el proceso de extracción se da por el bajo punto de ebullición de los solventes los cuales a una temperatura determinada cambian de estado de líquido a estado gaseoso en el balón, el gas hace un recorrido por el sifón a través de una tubería llamada brazo para ascenso del vapor el cual conduce al vapor hasta la cámara de extracción del sifón, el gas al tener un menor peso asciende hacia la parte superior en donde se encuentra el condensador el (refrigerado por un flujo de agua constante) en donde el vapor se condensa y cae sobre el cartucho dentro del sifón y extrae el aceite de la semilla y se repite el mismo proceso durante 4 ciclos la temperatura utilizada para la extracción depende del solvente utilizado, en este caso el autor utilizó éter de petróleo el cual cuenta con un punto de ebullición de 35 °C, hexano el cual cuenta con un punto de ebullición de 69°C y etanol el cual cuenta con una temperatura de ebullición de 78°C; como último paso se realiza una destilación para separar el solvente del aceite. Se realiza el mismo proceso de extracción tanto para la extracción con el solvente éter de petróleo, hexano y etanol (Monteza y Samame, 2016).

El método Soxhlet presenta un procedimiento para aguas residuales con contenido de aceites y grasas (Borja, 2007), el cual utiliza el procedimiento que se detalla a continuación:

- **Preparación del lecho filtrante:** Cortar la muselina en círculos de diámetro mayor en un centímetro al del embudo Buchner a utilizar. Poner en el fondo del embudo Buchner el disco de muselina y sobre esta un papel de filtro cuantitativo. Adherir el papel filtro y la muselina al fondo del embudo humedeciéndolo y presionando las orillas del papel con un agitador de vidrio limpio. Aplicar vacío y filtrar 100 cm<sup>3</sup> de suspensión de ayuda (tierra de diatomácea) y lavar con abundante (100 cm<sup>3</sup>) agua destilada. Suspender la filtración hasta cuando no pase más agua a través del lecho filtrante.
- **Filtración y Extracción:** Consignar los datos en las casillas superiores del formato de captura de datos TF 0067. Aforar la botella demarcando el nivel de la muestra. Con la ayuda de la varilla de vidrio adicionar poco a poco y cuantitativamente la muestra a través del lecho filtrante evitando pérdidas por el borde del papel. Filtrar el blanco, estándar o muestra cuantitativamente,

utilizando varilla de vidrio para cada uno. Aplicar vacío hasta cuando no pase más agua a través del lecho filtrante. No permitir que el nivel de la muestra supere el borde del medio filtrante. Doblar el filtro y transfíralo al dedal de extracción. Secar el dedal con las muestras, el recipiente de la muestra y la varilla empleada en la filtración en el horno a 103°C durante 30 minutos. Llevar los dedales al extractor Soxhlet. Pesar los vasos de extracción. Enjuagar con solvente el recipiente que contenía la muestra y la varilla de filtración, transferir el enjuague al vaso de extracción para recuperar el material graso adherido a las paredes del recipiente. Adicionar el solvente al vaso de extracción hasta 180 cm<sup>3</sup> para la extracción (aproximadamente el 90% del volumen total del vaso de extracción) y llevarlo a la plancha de calentamiento del equipo extractor. Cerrar el equipo verificando que haya sellado correctamente, comprobar que la palanca situada en la parte superior derecha del equipo está en la posición “closed”. Conectar el baño de aceite, verificar que la temperatura de calentamiento es de 110 °C y abrir inmediatamente el suministro de agua de refrigeración, realizar la extracción durante 4 horas a partir del primer sifón que realice el equipo. Acabada la etapa de extracción abrir la válvula de drenaje (posición open) para la recuperación del solvente y deje secar los vasos de extracción. Apagar y desconectar el baño de aceite, dejar el flujo de agua hasta que el equipo se enfríe (aprox. una hora). Retirar los vasos con la grasa obtenida en la extracción, no tocar el vaso con los guantes, emplear pinzas. Llevar los vasos a la cabina extractora para eliminar el solvente residual, llevar al desecador los vasos fríos durante 30 minutos. Determinar el peso final.

Para la caracterización del aceite se consideran ciertos parámetros de calidad, ya que existen una serie de diferencias entre las cualidades de los diferentes aceites. Para ello se han establecido una serie de criterios objetivos para poder diferenciarlos entre sí, basándose en sus características organolépticas y en la medida de determinados parámetros físico químicos como (Monteza y Samame, 2016):

- **La acidez:** Es una medida del contenido en ácidos grasos libres expresado en porcentaje de ácido oleico. El método usado habitualmente consiste en la valoración acido-base usando como agente valorante una disolución etanólica

de hidróxido y como indicador fenolftaleína y los valores típicos de este parámetro rodean los 2 mg KOH/g (Ramírez, Arteaga y Siche, 2012).

- **Tiempo de vida útil:** Este método consiste en la determinación del tiempo en que el aceite pasa a ser obsoleto o requiere de una restauración, para esto se utiliza el método de índice de oxidación de lípidos, por un método acelerado con el uso de una estufa a 60 °C durante 50 horas y realizando análisis periódicos del índice de peróxidos (Monteza y Samame, 2016).
- **Humedad:** Este parámetro corresponde al contenido de agua presente en el aceite, para conocerlo se requiere de un procedimiento químico, el cual consiste en la pérdida de peso llevándose a una temperatura de 105 °C dentro de una estufa y posteriormente al desecador para eliminar la humedad restante y, finalmente es pesado para obtener por diferencia de peso el contenido de agua o humedad presente en la muestra, el cual varía entre 12 y 15 % (Piné, Domínguez, Carretero y Fernández, 2010).
- **Poder Calorífico:** Es la cantidad de calor que un kilogramo o un metro cubico de combustible entrega al oxidarse en forma completa, es decir, cuando el carbono pasa a anhídrido carbónico (Fernández, 2009).



- **Densidad:** Es un parámetro del aceite que relaciona su peso y volumen, se diferencia de la del agua por siempre ser menor que la de esta, y no existe una densidad única del aceite ya que hay una gran cantidad de aceites, pero el rango de densidad de estos varía entre 0,840 y 0,960 Kg/L (Delgado, 2011).

## 2.4. USO DE ACEITE COMO MATERIA PRIMA PARA BIOCOMBUSTIBLE

Los biocombustibles, según Pérez y Quishpi, (2014) pueden definirse como cualquier combustible obtenido a partir de biomasa o alguna fuente de energía renovable ya sea destinado al transporte o la quema. Haciendo referencia a los combustibles sólidos, líquidos o gaseosos que derivan de materia orgánica, por lo general se dividen en primarios y secundarios.



Es considerado biocombustible a la obtención de un combustible a partir de una diversidad de procesos en el cual la materia prima es la biomasa, teniendo como objetivo principal la sustitución de carburantes fósiles tradicionales y con ello reducir emisiones de gases a la atmósfera que son contaminantes e influyentes en el incremento del efecto invernadero (Roldán, 2012).

De acuerdo con Pineda, (2011) desde hace más de un siglo, han sido desarrolladas en gran medida investigaciones referentes al tema del diésel, no solo en su diseño sino también en encontrar un combustible adecuado. Por muchos años los derivados del petróleo tuvieron una alta disponibilidad motivo por el cual era fácil el acceso a los mismos y creando así poco interés en la búsqueda de alternativas de combustibles renovables para motores a diésel.

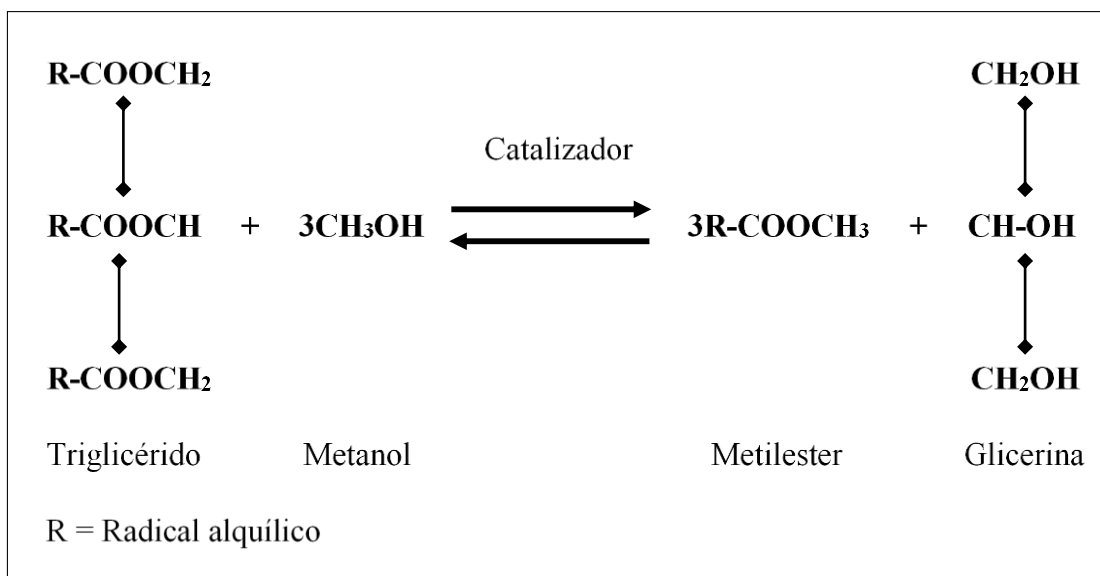
Este autor menciona que con la crisis petrolera de 1970, fue necesario la búsqueda de alternativas ecológicas, generando información sobre combustibles alternativos como: metanol, etanol, gas natural comprimido (GNC), gas licuado de petróleo (GLP), gas natural líquido (GNL) y los aceites vegetales y animales, de los cuales únicamente el etanol y los aceites vegetales y animales no son combustibles fósiles considerados como la futura promesa de combustibles alternativos para motores impulsados con diésel, sin embargo, las propiedades de biodiesel varían dependiendo del aceite usado como materia prima y además del solvente utilizado en su extracción (Pineda, 2011).

Las variadas propiedades del biodiesel se encuentran originadas en las estructuras de los ácidos grasos originales y además del alcohol utilizado. Las características determinadas por la composición de los esteres de ácidos grasos incluyen. Calidad de ignición, calor de combustión o poder calorífico, propiedades de fluidez en frío, estabilidad oxidativa, viscosidad y lubricidad (Torres *et al.*, 2015).

El biodiesel se obtiene a partir de microemulsión, pirolisis, dilución y transesterificación, siendo esta última la vía más empleada para su producción por su factibilidad económica y ofreciendo ventajas como su elevada conversión (98%) con pocas reacciones secundarias y reducido tiempo de reacción (Tejada, Tejada, Villabona y Montoy, 2013). Cualquier materia que contenga triglicéridos puede utilizarse para la producción de biodiesel (girasol, colza, soja, palma, higuera, aceites de fritura usado, sebo de vaca) (Herrera, 2015).

El biodiesel, de acuerdo con Zhang, citado por (Pérez y Quishpi, 2014) es un biocombustible líquido, compuesto por alquil-ésteres de alcoholes de cadena corta como el etanol y metanol, con ácidos grasos de cadena larga que se obtienen de biomasa renovable. La principal ventaja del es que es uno de los combustibles renovables, no tóxico y biodegradable. Pineda, (2011) establece que la producción de biodiesel a partir de aceites vegetales y animales ha sido estudiada en los últimos años a raíz de ello se establecieron cuatro líneas básicas para la producción de este: transesterificación catalizadas por una base; transesterificación catalizadas por un ácido; la enzima de conversión catalítica del aceite en sus ácidos grasos seguida por la obtención del biodiesel y la transesterificación con metano utilizado como solvente.

En la transesterificación los triglicéridos reaccionan con un alcohol (metanol o etanol) para dar como resultado mono alquil ésteres y glicerol. Esto sucede en presencia de un catalizador básico debido a que este es el que presenta mayor velocidad de reacción en condiciones moderadas de presión y temperatura. Luego de la reacción, el biodiesel crudo presenta un alto contenido de alquil ésteres, pero además presenta impurezas tales como jabones, catalizador, agua, metales, alcohol y glicerol libre, que deben ser eliminados en posteriores etapas de purificación. El proceso de purificación consiste en lavar el biodiesel resultante de la reacción para eliminar las impurezas presentes. En una primera etapa se utilizan soluciones de ácidos para neutralizar el catalizador, evitar saponificación y formación de emulsiones por acción de los jabones formados en la etapa de transesterificación. La segunda etapa es para eliminar el ácido remanente de la primera etapa de lavado y terminar de extraer impurezas. Se han desarrollado también adsorbentes sólidos de diferente naturaleza, como los silicatos y resinas de intercambio iónico (Chiariotti, Rinaldi y Villaluce, 2011). El proceso químico se representa en formula de la siguiente manera:



**Imagen 2.1. Fórmula química del proceso de transesterificación**

El biodiesel producido a partir de aceites usados es una alternativa novedosa, ya que no utiliza grandes extensiones de terreno para su producción, no pone en peligro la seguridad alimentaria y es una buena solución para la eliminación del residuo dejado por los aceites usados, que normalmente termina en el fregadero de las casas o en alcantarillado público en el caso de las industrias y luego va a los ríos con su consecuente daño ecológico (Ramírez, 2012).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

La Industria Conservas Isabel Ecuatoriana SA, se encuentra ubicada en la parroquia Los Esteros de la ciudad de Manta Provincia de Manabí, entre las coordenadas  $0^{\circ}57'06.4''S$   $80^{\circ}41'52.7''O$ .



**Imagen 3.1.** Ubicación del lugar de la investigación; **Fuente:** Sepa y Cedeño 2018.

### 3.2. DURACIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 11 meses desarrolladas en dos etapas; la primera consistió en la planificación del mismo, dónde se estableció la viabilidad y todos los procedimientos que se utilizaron para el cumplimiento de los objetivos planteados y fue cubierto en 5 meses. Los 6 meses restantes fueron parte de la ejecución del trabajo de investigación en donde se obtuvieron los resultados esperados a partir de la metodología establecida en la planificación.

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### 3.3.1. MÉTODOS

**a) Experimental**

Este es el método mediante el cual el investigador crea las condiciones necesarias o adecuadas a las existentes, para el esclarecimiento de las propiedades y relaciones del objeto en estudio, que fue de utilidad en la investigación.

**b) De Medición**

Para la expresión de los resultados a partir del experimento no son suficientes con los conceptos cualitativos y comparativos, sino que fue necesaria la atribución de valores numéricos a dichas propiedades y relaciones para evaluarlas y representarlas adecuadamente.

**3.3.2. TÉCNICAS****a) Observación**

Esta técnica se utilizó para tener un contacto directo con el objeto de estudio e identificar a simple vista sus características físicas, condiciones que intervienen en los procesos y otras cuestiones que son de importancia.

**b) El fichaje**

Esta técnica auxiliar de las demás, fue útil al momento de registrar la información que se generó durante el proceso del experimento realizado.

**c) Muestreo de grasas y aceites**

Mediante este método se realizó la toma de las muestras simples de grasas y aceites presentes en la trampa de grasa ubicada en la planta industrial de Conservas Isabel Ecuatoriana S.A., con el procedimiento y materiales adecuados.

**d) Muestreo compuesto**

Este método consiste en la toma de un número establecido de muestras simples, con un periodo de tiempo determinado, para garantizar la representatividad de la muestra.

### e) Extracción con disolventes

Permitió la extracción de aceite, mediante una metodología de tipo química, misma que presenta resultados positivos de acuerdo a la literatura estudiada.

## 3.4. FACTOR EN ESTUDIO

Tipos de alcoholes (-OH)

- Alcohol metílico (45%)
- Alcohol metílico (75%)
- Alcohol metílico (95%)
- Alcohol etílico (45%)
- Alcohol etílico (75%)
- Alcohol etílico (95%)

## 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un factor, presentando 12 repeticiones, obteniéndose un total de 72 unidades experimentales.

**Cuadro 3.1.** Nomenclatura de los tratamientos en el diseño experimental.

<b>Descripción</b>	<b>Códigos</b>
<b>Hexano</b>	T0
<b>Alcohol metílico (45%)</b>	T1
<b>Alcohol metílico (75%)</b>	T2
<b>Alcohol metílico (95%)</b>	T3
<b>Alcohol etílico (45%)</b>	T4
<b>Alcohol etílico (75%)</b>	T5
<b>Alcohol etílico (95%)</b>	T6

## 3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Residuos aceitosos de pescado (150 cm<sup>3</sup>).

### **3.7. VARIABLES A MEDIR**

#### **3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Tipos de alcoholes.

#### **3.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Volumen de aceite útil extraído.

### **3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **a) Determinar el contenido neto de aceite mediante análisis físico-químico de la unidad experimental**

Para la descripción del tipo de residuo (primer objetivo específico) y como comprobación de la eficiencia de la extracción de aceites esenciales, se sometió la muestra a un análisis de aceites por el método de Soxhlet explicado por El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), (2007), donde se obtuvo la cantidad neta de aceite que contiene la muestra, está tomada aleatoriamente y siendo el testigo absoluto del volumen total en la extracción de aceite útil.

El análisis de aceites y grasas determinó metodológicamente cuán eficiente resulta utilizar dichos residuos, siendo la cantidad máxima extraíble de aceites obtenido de la unidad experimental. A partir de ello, se establecieron tratamientos de extracción con alcoholes, actuando como disolventes y así determinando el mejor tratamiento con la utilización de variables que son dos tipos de alcoholes (etílico y metílico) y la extracción de aceite útil.

#### **b) Recolección de los residuos aceitosos**

Para la aplicación de los tratamientos, fue necesaria la recolección de una unidad representativa por día, para esto se tomaron 150 cm<sup>3</sup> de residuos por hora de producción (8 horas laborables), utilizando el método de muestreo sistemático, estos residuos con características aceitosas procedente del área de separación de la trampa de grasa (fax horizontal) ubicada en la parte posterior de la industria; estos residuos son colocados en unos recipientes llamados taras donde se almacenan

hasta su posterior disposición final. Fueron extraídos a 20 cm de profundidad con el método que lo describe la Secretaría de la Contraloría General de Federación (SCFI, 2000), las muestras recolectadas se pusieron en un frasco de vidrio de tapa ancha para el manejo de las mismas, colocada en un Cooler de 22 litros para su refrigeración, hasta su posterior manipulación ya de manera homogénea.

### c) Obtención de una mezcla compuesta

Una que se obtuvieron las muestras tomadas diariamente, manteniendo los modelos a 4°C como lo indica (SCFI, 2000), se utilizó un reactor (envase plástico) para su posterior homogenización de las unidades experimentales con el material experimental, es decir que el proceso se realizó al término de cada día, para la extracción del aceite, por 12 días laborables.

### d) Aplicación de los tratamientos en las unidades experimentales

En la obtención del aceite, se necesitó la utilización del método de extracción con disolventes, para ello se utilizó 6 unidades experimentales en envases de 600 cm<sup>3</sup>, utilizando 150 cm<sup>3</sup> de la muestra, a los cuales se aplicaron los tratamientos en una relación de 2:1; es decir 300 cm<sup>3</sup> de alcohol (etanol, metanol) en 150 cm<sup>3</sup> de la muestra; el volumen de alcohol se tomó como una variable definida, para que no haya interferencia en los resultados, siendo el tipo de alcohol la variable a analizar en concentraciones de 45%, 75% y 95% para las dos situaciones (materiales experimentales), se midió su eficiencia con el volumen de aceite que se obtuvo, la densidad, humedad resultante en las repeticiones.

**Cuadro 3.2.** Consumo de materiales para la aplicación diaria de los tratamientos en las unidades experimentales

Tratamientos	INSUMOS UTILIZADOS (día)		
	Unidades experimentales (cm <sup>3</sup> )	Material experimental	Cantidad (cm <sup>3</sup> )
T1	150	Alcohol metílico 45%	300
T2	150	Alcohol metílico 75%	300
T3	150	Alcohol metílico 95%	300
T4	150	Alcohol etílico 45%	300
T5	150	Alcohol etílico 75%	300
T6	150	Alcohol etílico 95%	300
<b>TOTAL</b>	<b>900 cm<sup>3</sup></b>	<b>TOTAL</b>	<b>1800 cm<sup>3</sup></b>



**e) Tamización las muestras**

Se necesitó realizar una disminución de sólidos mediante el paso de las muestras por un filtro de mayor porosidad, con el fin de que los sólidos de mayor volumen generalmente procedente de la cocción del pescado sean retenidos en este evitando que el filtro de carbón sea taponado, se aplicó una relación 2:1 para facilitar el proceso de filtración aumentando la eficacia del proceso. Los tamices utilizados número 20 y 25, fue aplicada a cada unidad experimental con tamices de igual medida para cada tratamiento aplicado, para que no haya incidencia en los resultados de la extracción de aceite.

**f) Filtración las muestras correspondientes**

Las unidades experimentales homogenizadas debidamente identificadas, se colocaron en un sistema de filtración innovado por el equipo investigador acogiéndose a las condiciones necesarias y accesibilidad, pero con la misma eficiencia que las ampollas de decantación. Se utilizó para la filtración un papel filtro de grado 3 (6  $\mu\text{m}$ ) de 25 cm de diámetro que de acuerdo a Global Lab de México (s.f) es resistente en estado húmedo con capacidad de retener mayor cantidad de precipitado sin problemas de obstrucción, permaneciendo el tiempo necesario para que la filtración de todo el líquido, este fue almacenado diariamente en botellas de 500  $\text{cm}^3$ .

**g) Purificación del aceite obtenido**

Una vez acabado el proceso de filtración, se procedió a la separación de las muestras de aceite-alcohol, obtenida por la aplicación de fuego directo sobre una plancha de calentamiento con revoluciones por minutos, consiguiendo la evaporación del alcohol y agua presente en la muestra. Proceso que tarda entre 1 a 2 horas por muestra.

Una vez acabado el proceso de filtración, se procedió a la separación de las muestras de aceite-alcohol, obtenida por un proceso de evaporación de los solventes, esto mediante la utilización de una estufa a temperatura de 105°C por el tiempo determinado de una hora, luego de transcurrido ese periodo es posible la obtención de aceite ya sin presencia de alcohol y fue llevado al desecador por 30 minutos más para eliminar la humedad que haya quedado a consecuencia de la estufa.

#### **h) Correlación de los resultados de aceite extraído vs las aguas residuales generadas**

A partir de los resultados que se obtuvieron por la aplicación de los tratamientos propuestos, se consideró de gran importancia relacionar los valores obtenidos en la investigación de la cantidad de aceite que se logró extraer con los valores de aguas residuales generados diariamente, para de esta manera poder identificar las cantidades industria.

#### **i) Análisis de químico de la mejor muestra identificada**

Luego de la aplicación de los tratamientos e identificación de la muestra más representativa, se consideró importante la aplicación de análisis químicos como humedad, densidad, acidez, índice de acidez; que muestren las propiedades que son relevantes para su posterior aplicación como un producto integrado a la autogestión de la empresa.

### **3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los resultados del diseño experimental se procesaron mediante el software estadístico de "Excel" "R-project", aplicando análisis de varianza de los factores puestos en tratamiento en concentraciones variadas, en el cual se analizó el mejor tratamiento identificando si existe diferencia significativa entre ellos.

### **3.10. OTROS ASPECTOS**

#### **Indicadores**

- Acidez
- Humedad y materia volátil
- Densidad

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE RESIDUO Y RENDIMIENTO DE LOS ALCOHOLES EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN.

**Cuadro 4.1.** Valores diarios de volumen de aguas residuales generadas de los procesos dentro de CIESA.

VOLUMEN DIARIO DE AGUAS RESIDUALES		
Meses	Días	Resultados (m <sup>3</sup> )
Abril	5	848,00
	6	709,00
	9	827,00
	10	800,00
	11	899,00
	12	801,00
	13	759,00
	16	853,00
	17	829,00
	18	819,00
	19	803,00
20	784,00	

De acuerdo al Cuadro 4.1, la empresa elabora sus productos las 24 horas del día de lunes a domingo, tiempo en el cual se procesan toneladas de materia prima, que varían según las demandas del mercado y pedidos internacionales, siendo el bonito (*Katsuwonus pelamis*) y el atún (*Thunnus albacares*) los principales tipos de pescados utilizados, lo cual de acuerdo al Ministerio de Comercio Exterior, (2017) este tipo de pescado se utiliza en la industria de Conservas Isabel Ecuatorianas S.A. con el único fin de la elaboración de conservas de pescado, producto que generalmente por la demanda internacional genera una cantidad de aguas residuales considerable como se muestra en la tabla anterior.

La muestra fue extraída desde el área posterior de la Empresa Atunera CIESA (Conservas Isabel Ecuatoriana S.A) que a partir de sus procesos de elaborar

conservas de pescado, dejan como residuo una cantidad considerable de agua con presencia de contaminantes de gran importancia, como es el contenido de grasas, proveniente principalmente de la cocción del pescado, que de acuerdo a Pineda, (2011) las grasas y aceites presentes en las trampas de grasa y que se acumulan en ellas, conciernen principalmente de los procesos de cocción.

Las aguas residuales pasan por un sistema compuesto por desarenador, aireación y la separación de los lípidos, los cuales quedan entre las cámaras de la trampa de grasa (ANEXO 1) y son arrastradas por una pala automática, hasta un canal que cae a unos tanques con capacidad de 500 litros (ANEXO 1).

Los residuos de grasas y aceites recogidos en reservorios de 500 litros diariamente, son purgados para que disminuyan su contenido de agua, y así pueda ser recogida mayor cantidad del residuo de importancia que luego pasan a una empresa productora de harinas de pescados. Sabiendo que la producción de grasa en la industria es constante, y partiendo de la problemática, se tomó una muestra del residuo a utilizar, realizando pruebas preliminares con una metodología establecida, como es el método de Soxhlet explicado por IDEAM, (2007) en el cual se extrae la cantidad total de aceites presente en la muestra inicial (Ecuación 4.1), esto por la utilización de hexano (Borja, 2007).

A partir de ello se extrajo un 49% del valor total de la muestra inicial.

#### **Ecuación 4.1.**

$$\%G = \frac{P_2 - P_1}{PM} \times 100$$

#### **Datos.**

$$P_{\text{muestra}} = 2,7081 \text{ g}$$

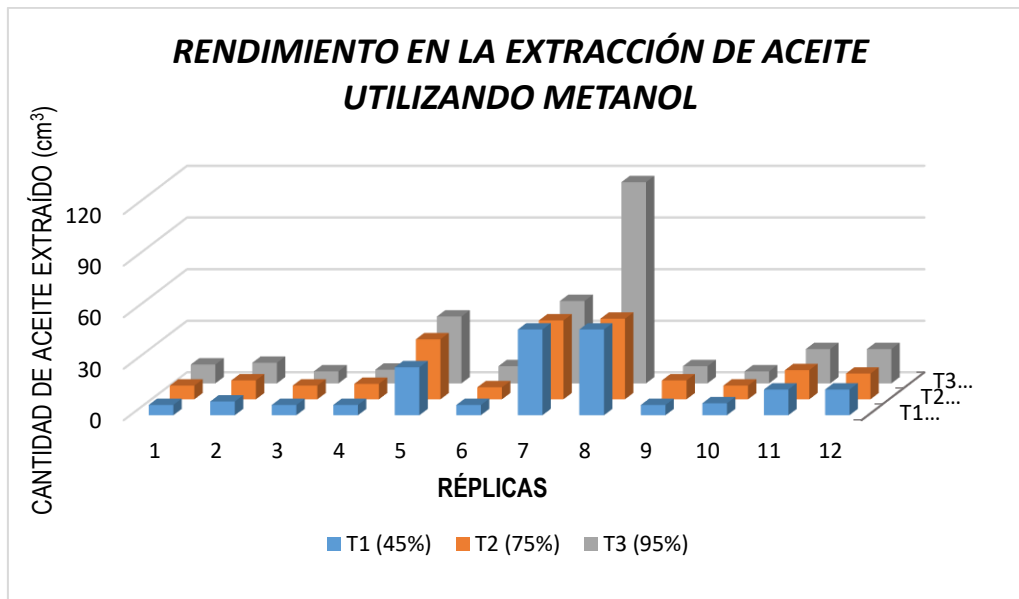
$$P_{\text{Balón}} = 100,6226 \text{ g}$$

$$P_2 = 101,9538 \text{ g}$$

$$\%G = \frac{101,9538 \text{ g} - 100,6226 \text{ g}}{2,7081 \text{ g}} \times 100$$

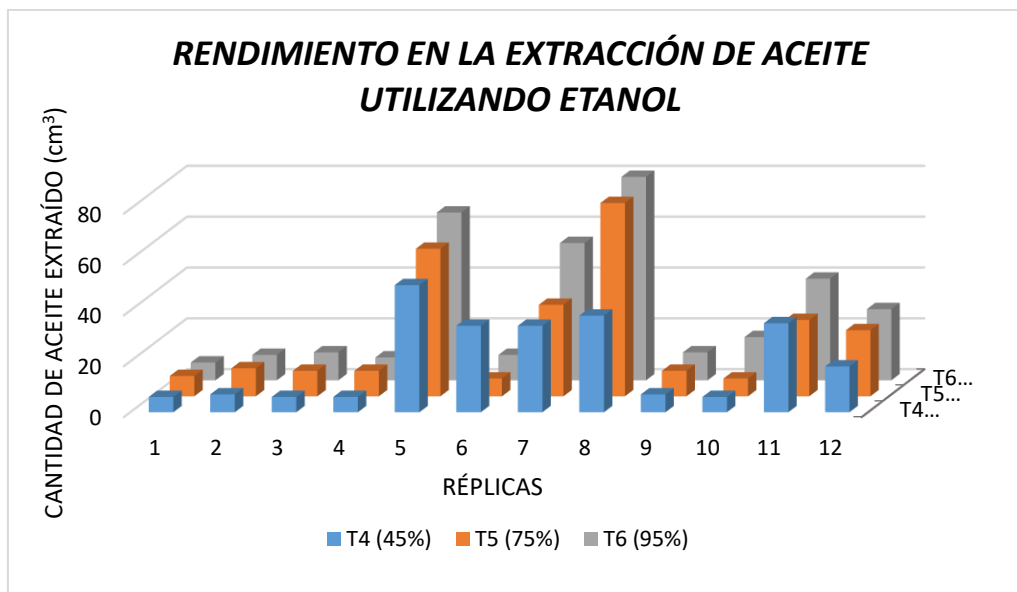
$$\%G = \frac{1,3312 \text{ g}}{2,7081 \text{ g}} \times 100$$

$$\%G = 49,156 \%$$



**Gráfico 4.1** Incidencia del alcohol etanol en la extracción de aceite, con la aplicación en los tres niveles correspondientes en los días de repetición.

Los resultantes de rendimiento del metanol en la aplicación para la extracción de aceite (gráfico 4.1.), puede deberse a la compatibilidad con el aceite y las condiciones de temperatura, que pudieron notarse un ligero enfriamiento al mezclarse con la muestra y así interferir en los valores obtenidos, esto sustentado por Yate, (2013). El etanol que presentó temperaturas normales y en promedio extrajo mayor cantidad de aceite, Loaiza, (2003) explica que cuando se incrementa la temperatura en un proceso de extracción de aceite la solubilidad es más acelerada y completa, los disolventes que presentan temperaturas mayores al punto de fusión de los aceites actúan de mejor manera, que es inverso a lo sucedido por el metanol que presenta un proceso de enfriamiento. A pesar de lo indicado es posible destacar un mayor volumen en la extracción del día 8, mayor a los obtenidos en la extracción con etanol, a pesar de las propiedades descritas por Yate, (2013) quien explica las propiedades del metanol en la extracción del aceite indicando que este solvente presenta mayor cantidad de sustancias diferentes al aceite.



**Gráfico 4.2** Incidencia del alcohol etanol en la extracción de aceite, con la aplicación en los tres niveles correspondientes en los días de repetición.

Según el gráfico 4.2, el etanol muestra un rendimiento de hasta 80 cm<sup>3</sup> de extracción de aceite, dado al utilizar una mayor concentración de etanol; así mismo es posible expresar los valores de aceite obtenidos al utilizar las concentraciones de 75% y 45% donde se lograron resultados de hasta 76 cm<sup>3</sup> y 38 cm<sup>3</sup> consecutivamente, valores expresados en el día 8. En los otros días de aplicación de los tratamientos T4, T5 y T6 se muestran valores variados obteniéndose resultados que van desde 6 cm<sup>3</sup> del T4 en los días 1, 3, 4 y 10 hasta volúmenes de 40 cm<sup>3</sup>, 58 cm<sup>3</sup> y 66 cm<sup>3</sup> en T6.

De acuerdo a datos explicados por Yate, (2013) los bajos resultados mostrados en los tratamientos donde se utilizó el etanol, se debió al comportamiento del mismo, que tiene una gran polaridad, incluso mayor que el hexano, pudiendo extraer pigmentos y carbohidratos; por ello se presenciaron grumos diminutos en algunos de las repeticiones de los tratamientos principalmente cuando su concentración era mayor; el mismo autor explica que la extracción con metanol produce un índice de saponificación menor, esto debido a la alta polaridad, incluso mayor al etanol, causando que la cantidad de aceite resultante sea aún menor y con más impurezas.

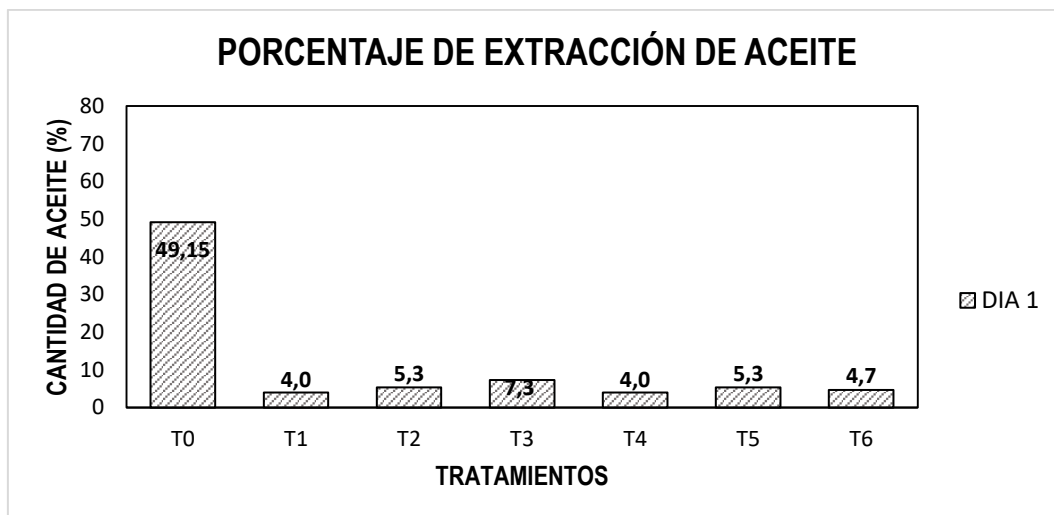
## 4.2. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA EXTRACCIÓN MEDIANTE LOS TRATAMIENTOS PROPUESTOS.

Los tratamientos que se establecieron a partir de los solventes orgánicos, fueron procesados como se indicó en la metodología, a partir de la cual fue posible apuntar ciertas características y condiciones.

**Cuadro 4.2.** Valores de aceites obtenidos en la extracción diaria a partir de la unidad experimental.

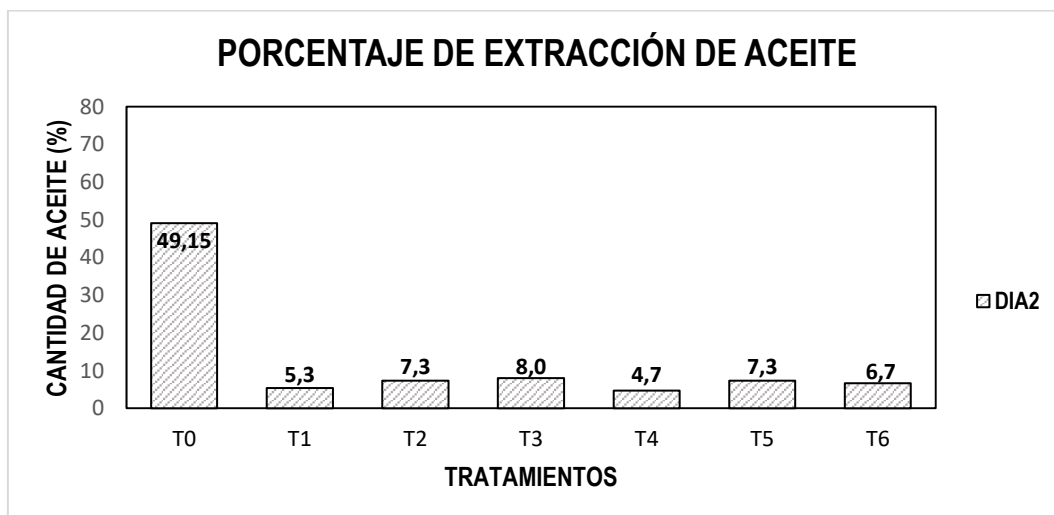
TRATA- MIENTO	REPETICIONES (cm <sup>3</sup> )												PROME- DIO (cm <sup>3</sup> )
	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	
<b>T1</b>	6	8	6	6	28	6	50	50	6	7	15	15	<b>16,9</b>
<b>T2</b>	8	11	8	9	35	7	46	47	11	8	17	15	<b>18,5</b>
<b>T3</b>	11	12	7	8	39	10	48	117	10	7	20	20	<b>25,8</b>
<b>T4</b>	6	7	6	6	50	34	34	38	7	6	35	18	<b>20,6</b>
<b>T5</b>	8	11	10	10	58	7	36	76	10	7	30	26	<b>24,1</b>
<b>T6</b>	7	10	11	9	66	10	54	80	11	17	40	28	<b>28,6</b>
	<b>7,7</b>	<b>9,8</b>	<b>8,0</b>	<b>8,0</b>	<b>46,0</b>	<b>12,3</b>	<b>44,7</b>	<b>68,0</b>	<b>9,2</b>	<b>8,7</b>	<b>26,2</b>	<b>20,3</b>	

A partir del ensayo elaborado con dos factores, tres niveles y 12 repeticiones de cada tratamiento obteniendo un total de 72 muestras fueron procesados 6 modelos diarios que resultó en adquirir datos de aceites (Cuadro 4.2.), a partir de las muestras residuales tomadas diariamente, en donde es posible mencionar que se obtuvo en promedio en el tratamiento T1 16,9 cm<sup>3</sup> de aceite, en el T2 18,5 cm<sup>3</sup> dado por la combinación de Metanol con un 75% de concentración, en el tercer tratamiento T3 con la combinación del factor metanol y un nivel de 95% de concentración, se logró extraer 25,8 cm<sup>3</sup> de aceite; así mismo en los tratamientos T4, T5 y T6, donde las combinaciones de los factores fue de etanol a concentraciones de 45%, 75% y 95% se consiguieron resultados de 20,6 cm<sup>3</sup>, 24,1 cm<sup>3</sup> y 28,6 cm<sup>3</sup> respectivamente, que al compararlos con el testigo o muestra base figurado en la fórmula desarrollada en el objetivo 1. Se relacionó con los resultados diarios de la aplicación de los tratamientos, mostrando lo siguiente:



**Gráfico 4.3.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1).

En el gráfico 4.3, se obtuvo valores no relevantes en la aplicación de los tratamientos del día 1, con valores en porcentaje significantes en relación con el testigo o muestra base, siendo el tratamiento T3 (metanol al 95%) el resultado más alto con 7,3 % equivalentes a 11 cm<sup>3</sup> de aceite extraído y los tratamientos T1 y T4 con 4% son los más bajos.

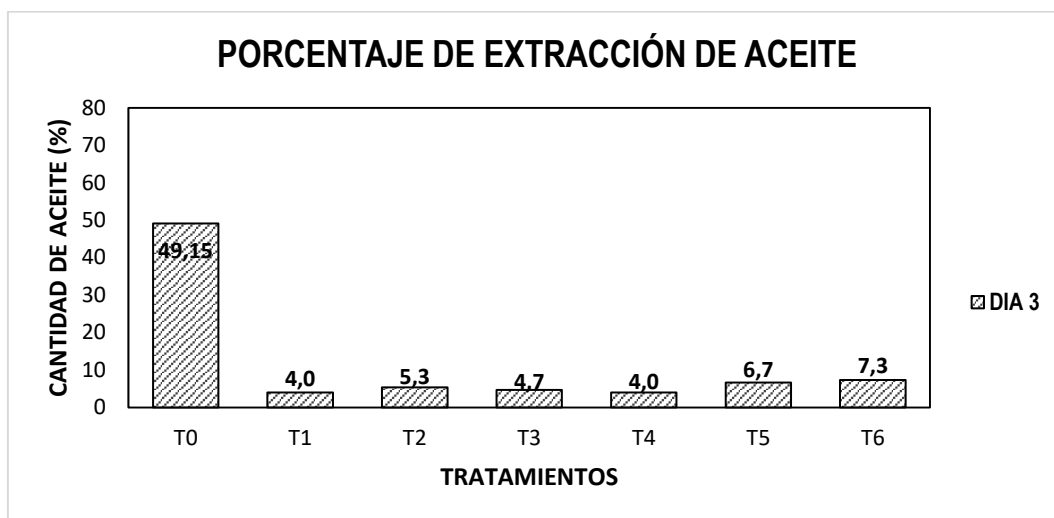


**Gráfico 4.4.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

En el gráfico 4.4 se refleja los valores de extracción de aceite del día 2, mostrando la variabilidad de los resultados y valores bajos de aceite de los tratamientos aplicados, obteniendo como valor más alto el T3 con 8% de aceite

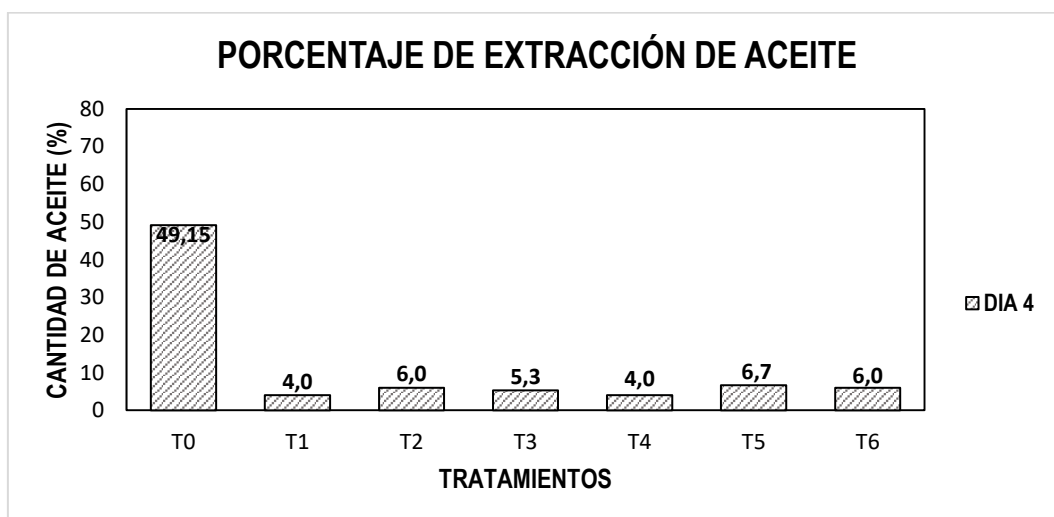


extraído del total de la muestra utilizada, equivalentes a 12 cm<sup>3</sup> de aceite de un total de 150 cm<sup>3</sup> de muestra inicial.



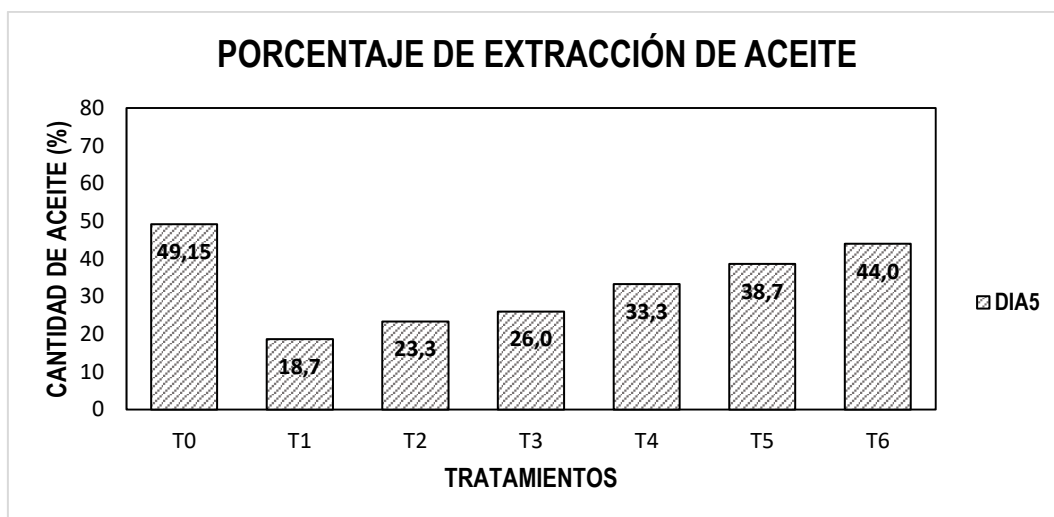
**Gráfico 4.5.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

En el tercer día de la aplicación de los tratamientos equivalentes al primer día de la semana (gráfico 4.5.), se muestra que la extracción sigue siendo poco notoria en relación con el testigo, obteniendo valores no mayores a los anteriores, pronunciando un 7,3% de cantidad de aceite obtenida en la aplicación del tratamiento T6 y así mismo valores más bajos en los tratamientos T1 y T4.



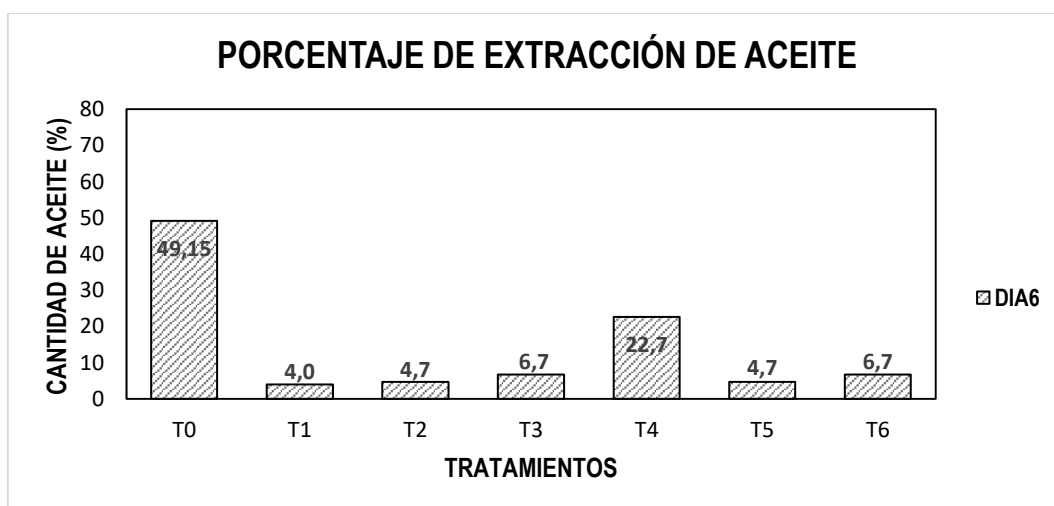
**Gráfico 4.6.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

En el gráfico anterior (gráfico 4.6) se muestra los valores de aceites extraído en porcentaje, siendo T5 el mejor tratamiento de este día, siguiendo el T6 y T3 con 6%, considerado un valor poco representativo en concordancia con el testigo.



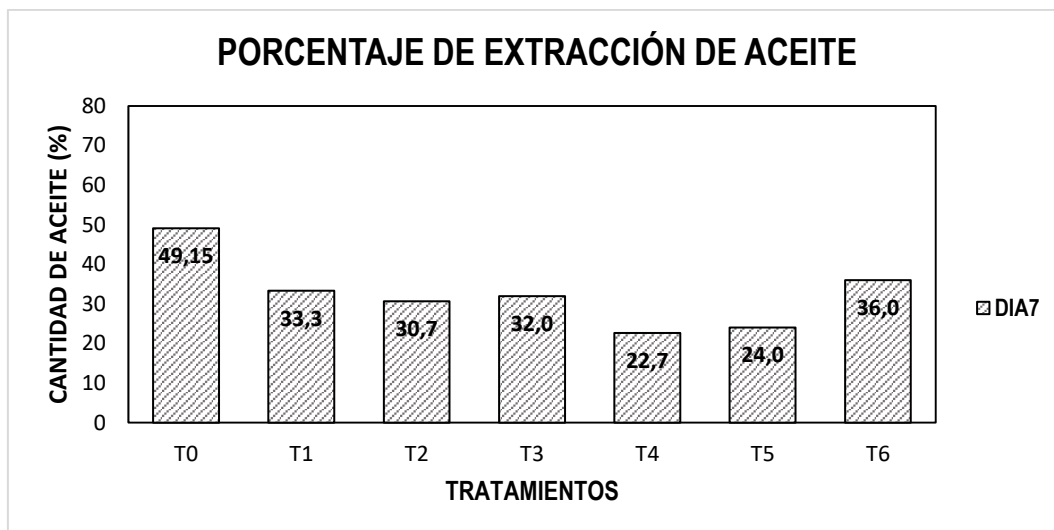
**Gráfico 4.7.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

Fue posible experimentar un aumento de los valores obtenidos de aceite en el día quinto de la investigación (gráfico 4.7.), obteniendo como resultados mínimos en T1 con 18,7 % de aceite total extraído y como valor más alto siendo comparativamente similar al testigo, con un 44% de aceite presentado en el T6 (etanol al 95%); simultáneamente el tratamiento T5 y T4 obtuvieron valores de 38,7% y 33,3% considerados valores altos.



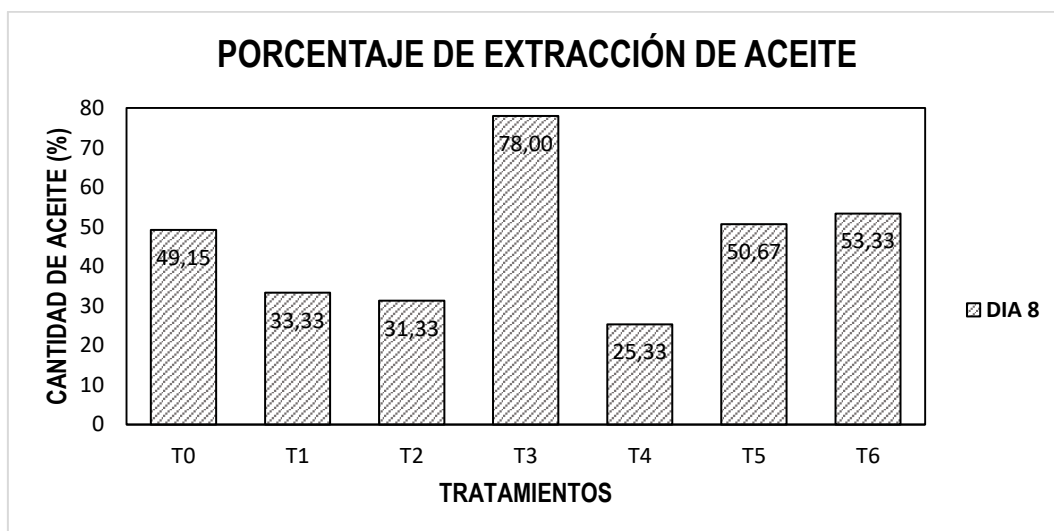
**Gráfico 4.8.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

De acuerdo a lo expresado por el gráfico 4.8, se lograron valores de aceites comparativamente bajos al respecto del testigo, siendo el T4 (etanol 45%) el valor más superior expresando un 22,7%, continuamente los tratamientos T6 y T3 con 6,7%.



**Gráfico 4.9.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

De acuerdo al gráfico 4.9, en el día 7 de la aplicación de los tratamientos se obtuvieron resultados favorables, siendo 36% el resultado más alto, mostrándose en el T6 (etanol al 95%); siguiendo el T3 (metanol al 95%) con 32% de aceite extraído.

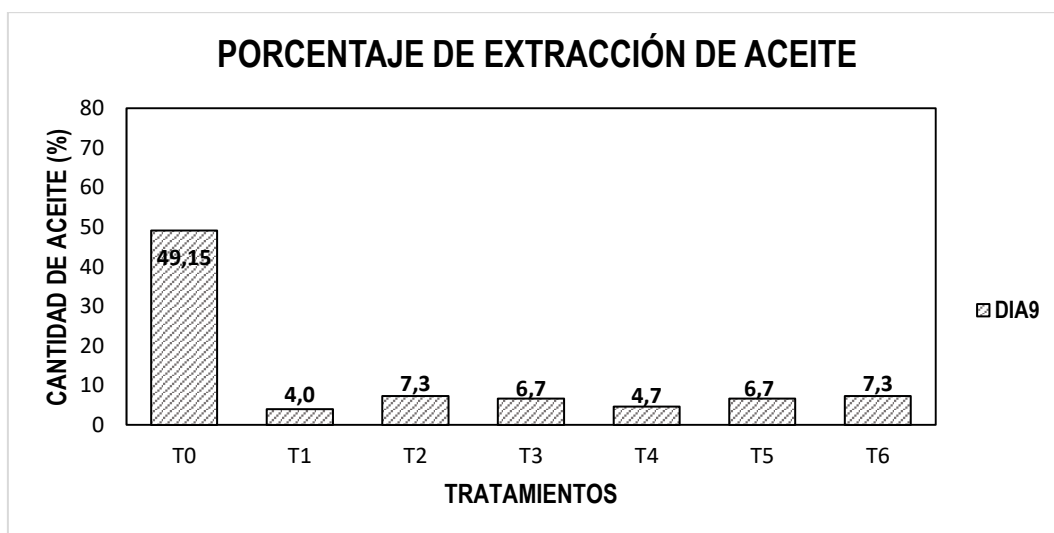


**Gráfico 4.10.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

En el día 8 se produjo la extracción más eficiente, en el cual se logró obtener hasta 78% de aceite del total utilizado en el T3, es decir  $117 \text{ cm}^3$  de  $150 \text{ cm}^3$  de residuo utilizado, logrando valores mayores a los obtenidos por la extracción con el método de Soxhlet (gráfico 4.10.), así mismo en la aplicación de los

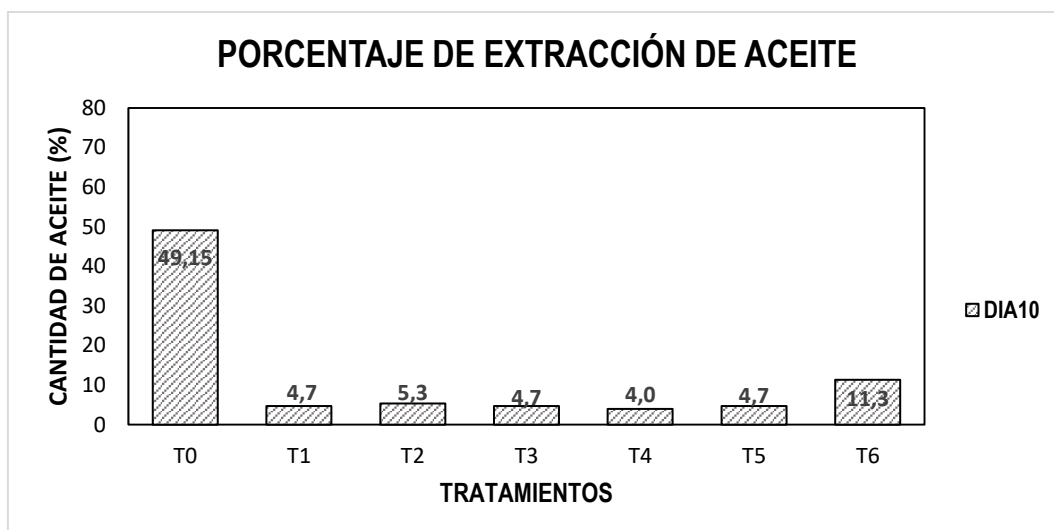
tratamientos T5 y T6 se obtuvo resultados relevantes de 50,67% y 53,33 % de aceite extraído equivalentes al 76 cm<sup>3</sup> y 80 cm<sup>3</sup> del total de la muestra.

De acuerdo a las características físicas de la muestra en dicho día se sustenta que sus resultados son proporcionados por la acumulación progresiva de los residuos que se recogen de la trampa de grasa puesta en tanques de 500 litros de capacidad, los cuales son purgados continuamente liberando el agua que se mezcla con los residuos al momento de extraerlos del fax horizontal en la trampa de grasa; tal como lo menciona a Pineda, (2011) quien asegura que la muestra para la extracción de aceite es mucho mejor cuando presenta menor contenido de agua, por lo cual se presume que el periodo de varios días consecutivos en reposo (fin de semana) permitió obtener una muestra más adecuada para la aplicación de los tratamientos en dicho día.



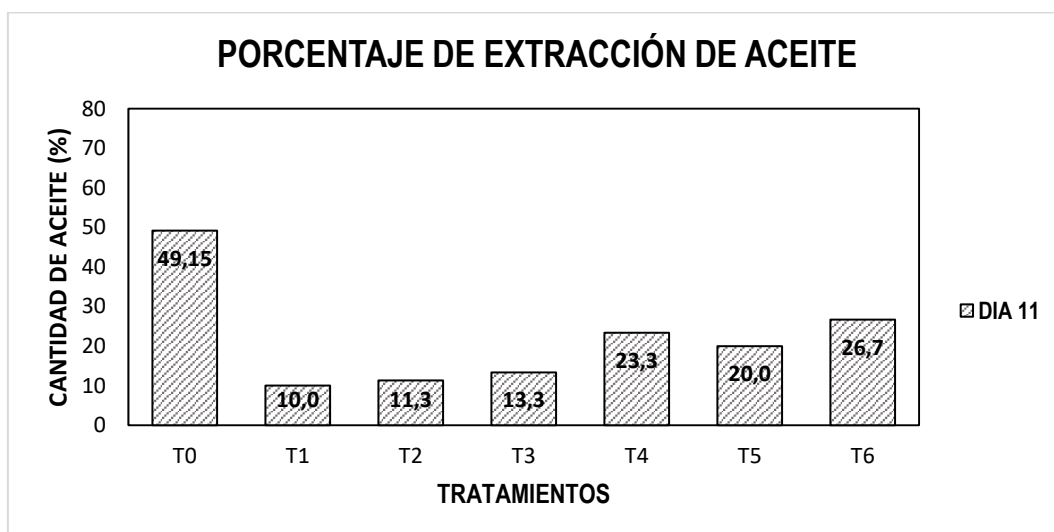
**Gráfico 4.11.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

A partir del gráfico 4.11, se relacionó los valores de los tratamientos aplicados con la muestra de dicho día, obteniendo valores encontrados desde 7,3 % (T6 y T3), hasta 4% y 4,7% (T1 y T3) como resultados desfavorables en reciprocidad con el testigo.



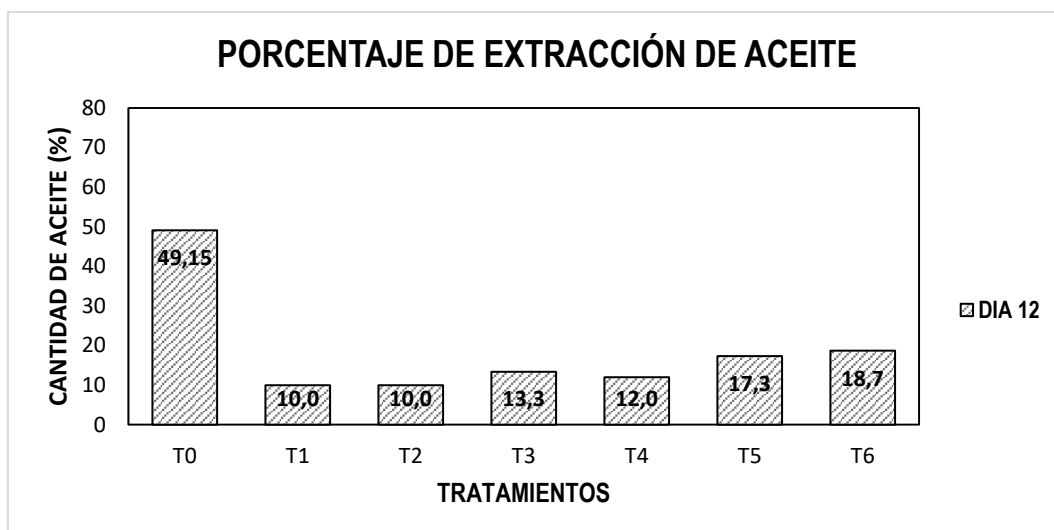
**Gráfico 4.12.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

El día 10 como muestra en el gráfico anterior, se expresa como mejor tratamiento el T6 con la extracción de 11,3 % de aceite, siguiendo el T2 con 5,3%; los cuales no manifiestan una representatividad en relación con la muestra base.



**Gráfico 4.13.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

La aplicación de los tratamientos en el día 11, plasmados en el gráfico 4.13, muestra que los porcentajes de aceite obtenidos bordean los 26,7% en T6 como el más alto y 10% en T1 como el tratamiento menos efectivo, siendo los tratamientos con los factores de etanol con mejor resultados en relación a la cantidad de aceite que pudo ser extraída de la muestra.



**Gráfico 4.14.** Resultados promedios de la cantidad de aceite obtenido en cada tratamiento aplicado (ver anexo 2.1)

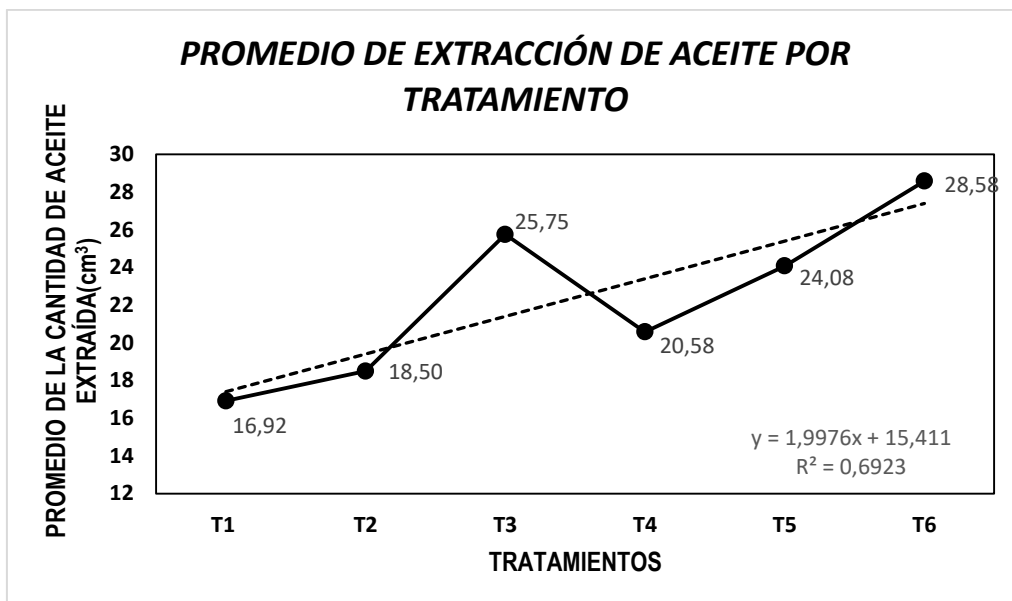
Los resultados del día 12, como se evidencian en el gráfico 4.14, no presentan resultados extremos desfavorables con respecto al tratamiento comparativo T0, pudiendo expresar valores de 18,7% de extracción, existiendo una diferencia mínima con los porcentajes obtenidos en T1 y T2 en el cual la variable de estudio es el metanol.

**Cuadro 4.3.** Análisis de varianza de los resultados de volumen obtenidos.

**ANÁLISIS DE  
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1210,402778	5	242,0805556	0,49451725	0,779215781	2,353808958
Dentro de los grupos	32308,91667	66	489,5290404			
Total	33519,31944	71				

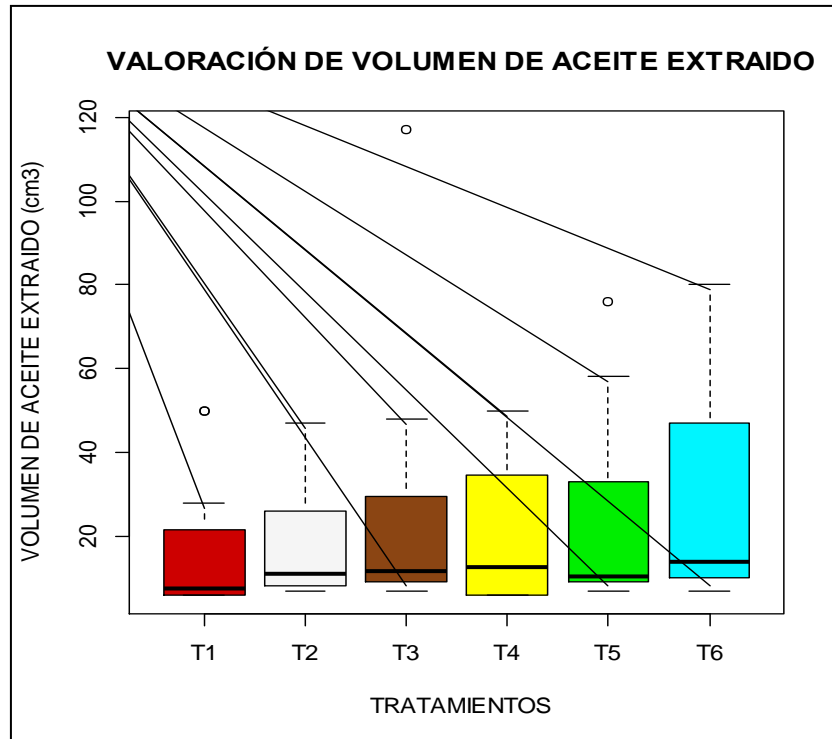
Mediante el análisis de varianza dado por el análisis estadístico, se indica que el valor crítico para F equivale a 2,35 valor que comparado con F calculada equivalente a 0,4945, permitió manifestar que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, por ello se puede afirmar, que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.



**Gráfico 4.15.** Promedios de los resultados de tratamientos a través del análisis estadístico (análisis de varianza)

A partir del análisis de varianza, se extrajo un promedio de los tratamientos aplicados a los residuos, llamados unidades experimentales; se pudo notar que uno de los tratamientos tuvo un valor ligeramente apartado de la media con 28,58 cm<sup>3</sup> en el T6, dado por la combinación del tratamiento (etanol con 95% de concentración) que según (Torres, 2013) se debe a que los lípidos polares se disuelven mejor en disolventes polares siendo el etanol mejor que el otro factor en cuestión utilizado lo cual de acuerdo a (Sánchez, 2014) es generalmente aplicado como disolvente, el mismo que contiene beneficios ambientales como lo menciona (Brossard *et al.*, 2010). Contradictoriamente con el T3 dado por la combinación de metanol con 95% de concentración en la cual se obtuvo 25,75 cm<sup>3</sup> en promedio.

Explicado estadísticamente el cuadro 4.3 tomando en consideración el valor de R<sup>2</sup>, es decir a partir del modelo de regresión presentando un resultado de 0,69, se muestra un modelo no lineal, tomando en consideración los niveles aplicados en los tratamientos, es decir que cuando la concentración del alcohol es mayor, es posible extraer mayor cantidad de aceite en ambos alcoholes utilizados.

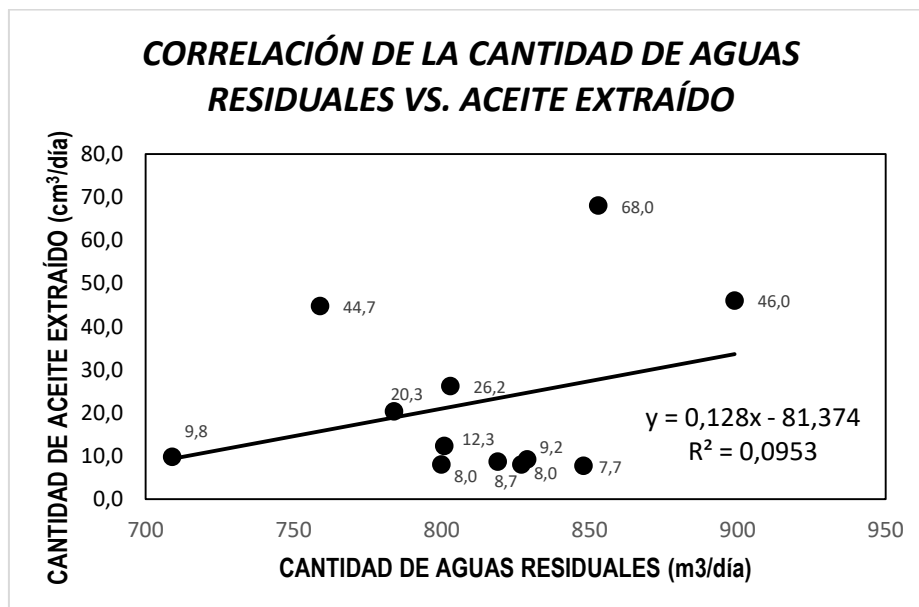


**Gráfico 4.16.** Diagrama de cajas

Mediante el gráfico de cajas y en relación con el análisis de varianza, obtenido por el procesamiento de datos de R-Proyect y Excel es posible visualizar una mediana muy similar entre los tratamientos, lo cual sustenta lo expresado por el análisis de varianza en el cuadro 4.3 mostrando además picos extremos el alguno de los tratamientos donde su análisis se realiza con anterioridad.



### 4.3. ESTABLECIMIENTO DE LA CORRELACIÓN DE CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES VS ACEITE EXTRAÍDO, PARA EL POSIBLE USO DEL ACEITE ÚTIL COMO BIOCOMBUSTIBLE



**Gráfico 4.17.** Correlación de la variable resultante con la cantidad de aguas residuales generadas

Se relacionó la incidencia que tiene la cantidad de aguas residuales que se generan diariamente de las actividades de la empresa, cuantificadas al salir de la misma, luego de pasar por un tratamiento primario implementado en el área posterior de la industria atunera; el cual consiste en un desarenador y una trampa de grasa caracterizado por un DAF horizontal, mediante el cual se extrae una especie de nata (residuos grasosos provenientes de las trampas de grasa en el proceso de separación de sólidos lipídicos), lo cual de acuerdo a los datos de la empresa se generan 15000 kg mensuales de grasa, que fue la unidad experimental a partir de lo que se obtuvo valores promedios diarios de los tratamientos utilizados; que permitió relacionarlos en el gráfico 4.17 obteniendo que no es posible correlacionarlos entre las variables tomadas a consideración debido a que el valor de  $R^2$  es 0,0953, valor que estadísticamente refleja la ausencia de relación.

Esto puesto que en la mayoría de los días los niveles de caudales encontrados son 848 m<sup>3</sup>, 709m<sup>3</sup>, 827m<sup>3</sup>, 800m<sup>3</sup>, 899 m<sup>3</sup>, 801m<sup>3</sup>, 759m<sup>3</sup>, 853m<sup>3</sup>, 829m<sup>3</sup>, 819m<sup>3</sup>, 803m<sup>3</sup>, 784m<sup>3</sup> que no se relacionan con la cantidad promedio de aceite extraído por día que mantiene valores de 7,7 cm<sup>3</sup>, 9,8 cm<sup>3</sup>, 8,0 cm<sup>3</sup>, 8,0 cm<sup>3</sup>, 46,0 cm<sup>3</sup>, 12,3 cm<sup>3</sup>, 44,7 cm<sup>3</sup>, 68,0 cm<sup>3</sup>, 9,2 cm<sup>3</sup>, 8,7 cm<sup>3</sup>, 26,2 cm<sup>3</sup> y 20,3 cm<sup>3</sup>, es decir no son directamente proporcionales, lo cual se constató al realizar las investigaciones respectivas notando que las aguas residuales de salida se mezclan con otras aguas producidas en la planta industrial provenientes de actividades que no tienen una relación directa con la elaboración de conservas de pescados .

**Cuadro 4.4.** Resultado de análisis químicos realizados al aceite.

<b>PARÁMETRO</b>	<b>VALOR OBTENIDO</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Densidad</b>	0,89	Kg/l
<b>Humedad</b>	31	%
<b>Acidez</b>	68,07	%
<b>Índice de acidez</b>	1,35	mg KOH/g

Con base en los resultados develados y explicados en los apartados anteriores, se consideró posible el uso del aceite extraído como materia prima para la producción de biodiesel, para lo cual se establecieron y detallaron los aspectos más relevantes y que garanticen la viabilidad de la producción. Al aceite extraído se realizaron análisis químicos que ayudaron a tener una mejor percepción de su composición y así poder realizar la conversión de este en un biocombustible (Biodiesel). Los parámetros que se muestran en el cuadro 4.4 de los que más se consideran son 4 al momento de evaluar la calidad de un aceite, pero en este caso tomando en cuenta que es un aceite residual.

El valor de densidad fue de 0,89 kg/l, el mismo que de acuerdo con Delgado, (2011) es un valor que se encuentra dentro del rango de valores típicos de los diferentes aceites existentes, lo cual es un aspecto positivo para el potencial uso que tiene este producto. El porcentaje de humedad existente en la muestra de aceite analizadas fue de 31 %, valor que se encuentra elevado según los detallado por Piné *et al.*, (2010) quien explica que el rango de humedad debe

presentarse de entre 12 y 15 %, sin embargo, Medina *et al.*, (2015) sugieren que no es un aspecto en contra debido a que previo al proceso de transesterificación se realiza una purificación y secado del aceite, permitiendo así que se remueva de este las cantidades de agua existentes y que el proceso para la producción de biocombustible (Biodiesel) se más eficiente. El valor de acidez obtenido fue de 1,35 mg KOH/g, el cual se encuentra debajo de 2 mg KOH/g que según Ramírez *et al.*, (2012) es el valor máximo que debería obtenerse, ya que al ser este valor mayor a 2 provocaría la formación de jabón durante el proceso de transesterificación e incluso de persistir en el biocombustible (Biodiesel) ocasionando daños severos en el motor.

#### **4.4. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

A partir de las hipótesis planteadas y del análisis de varianza realizado, fue posible aceptar la hipótesis nula, la cual menciona que ninguno de los tratamientos aplicados muestra mayor eficiencia en el proceso de extracción de aceite útil de residuos aceitosos de pescado en Conservas Isabel Ecuatoriana S.A., permitiendo rechazar la hipótesis alternativa ya estipulada, donde se estableció que uno de los tratamientos con alcoholes utilizados muestra mayor eficiencia en el proceso de extracción de aceite útil a partir de residuos aceitados de pescado en conservas Isabel Ecuatoriana S.A.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- La industria posee un flujo de agua residual constante, lo cual provoca que la retención del residuo sea favorable para el procesamiento de cantidades macro del aceite y posterior conversión en combustible.
- De acuerdo al análisis estadístico se determinó que no existe diferencia significativa en la eficiencia de los alcoholes con respecto a la extracción de aceite, aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa.
- No existe correlación entre la producción de aceite vs la generación de aguas residuales, debido a la unificación de las aguas residuales de toda actividad dada en la empresa.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Analizar, a través del proceso de transesterificación del aceite útil, el valor del mismo como combustible y aplicar un estudio de mercado.
- Se requiere tomar en consideración la unidad experimental, mejorando el sistema de recolección (con menor presencia de agua), para mayor eficiencia en la extracción de aceite. Y, evaluar el nivel de separación que existe entre en el agua y el residuo durante el fin de semana para verificar la incidencia del tiempo en reposo en el porcentaje de extracción.
- Se propone correlacionar la cantidad de grasa recogida diariamente para compararlo con la producción de aceite y establecer una relación con el total del residuo generado cada día en la industria.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arana, N., Guinde, L., Isla, A., Olivares, G., Prieto, K., Sunción, D., y Valdiviezo, M. (2017). Lípidos. Recuperado el 20 de ENERO de 2018, de <http://es.scribd.com/>
- Borja, R. (2007). DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUAS POR EL METODO DE SOXHLET. Colombia. Recuperado el 21 de Febrero de 2018
- Brossard, C., Ferrari, R., Pighinelli, A., y Park, K. (2010). Evaluación preliminar del etanol anhidro como solvente en la extracción. Sao Paulo, Brasil. UNICAMP. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <http://repositorio.unicamp.br/>
- Calderón, P. (2014). LA SUSTENTABILIDAD DE LAS EXPORTACIONES DE ATÚN ECUATORIANO: 2014-2020. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de <http://repositorio.ug.edu.ec/>
- Chiariotti, J., Rinaldi, S., y Villaluce, B. (2011). Elaboración de Biodiesel a partir de aceite crudo de soja. Córdoba, Argentina. Recuperado el 22 de Febrero de 2018, de [www.fca.proed.unc.edu.ar/](http://www.fca.proed.unc.edu.ar/)
- Cámara Nacional de Pesquería (CNP). (2013). La industria atunera Ecuatoriana. Ecuador. Recuperado el 25 de Octubre de 2017, de <http://camaradepesqueria.com/>
- CONQUIMICA. (2015). Alcohol etílico anhídrido desnaturalizado. Recuperado el 18 de Enero de 2018, de <http://www.conquimica.com/>
- Delgado, F. (2011). Densidad del aceite. Recuperado el 24 de Junio de 2018, de <http://www.galeon.com/>
- Espinoza, H. (2016). Extracción de aceites esenciales. (En línea). Pe. Recuperado el 26 de Octubre, 2018 de [https:// es.slideshare.net](https://es.slideshare.net)
- Fernández, J. (2009). Edutecne. Recuperado el 27 de Junio de 2018, de <http://www.edutecne.utn.edu.ar/>
- Figuroa, J. (2016). Implementación de un tratamiento de aguas residuales adecuado para su reutilización en el sistema de producción y disminuir el impacto ambiental negativo en la empresa procesadora de harina de pescado ROSMEI S.A. ubicado en la comuna de Chanduy. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena. Recuperado el 06 de Junio de 2018, de <http://repositorio.upse.edu.ec/>
- García, D. (2017). Extracción de aceite de origen vegetal. Recuperado el 19 de Enero de 2018, de <http://www.researchgate.net/>
- García, D., Domínguez, Y., Macías, M., Santana, E., y Rodríguez, R. (2017). Extracción de origen vegetal. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de <https://www.researchgate.net/>

- González, A., Kafarov, V., y Guzman, A. (2007). Desarrollo de métodos de extracción de aceite en la cadena de producción de biodiesel a partir de microalgas. *Redalyc*, 7(2), 53-60. Recuperado el 06 de Junio de 2018, de <http://www.redalyc.org/>
- Grasso, F. (2013). Diseño del proceso: pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales. Argentina. Recuperado el 19 de Enero de 2018, de <http://sedici.unlp.edu.ar/>
- Hernández, A. (2007). Ahorro y uso eficiente del recurso agua en una empresa del sector de aceites y grasas vegetales. Pasantías, Universidad de la Salle, Bogotá. Recuperado el 06 de Junio de 2018, de <http://repository.lasalle.edu.co/>
- Herrera, J. (2015). UTP. Recuperado el 24 de Junio de 2018, de <http://repositorio.utp.edu.co/>
- IDEAM, I. (2007). Determinación de grasas y aceites en aguas por el método Soxhlet. Colombia. Recuperado el 20 de Enero de 2018
- Loaiza, F. (2003). Cinética de la reacción de transesterificación del aceite de higuera en la obtención de biodiesel. Manizales, Colombia.
- Marín, J., Chinga, C., Velásquez, A., González, P., y Zambrano, L. (2015). Tratamiento de aguas residuales de una industria procesadora de pescado en reactores anaerobios discontinuos. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 27-42. Recuperado el 20 de Diciembre de 2017
- Medina, M., Ospino, Y., y Tejada, L. (2015). Esterificación y transesterificación de aceites residuales para obtener biodiesel. *Luna Azul*, 40. Colombia. Recuperado el Junio de 2018, de <http://www.scielo.org.co/>
- Ministerio de Comercio Exterior (2017). Informe sobre el sector atunero ecuatoriano. Ecuador. Formato PDF. Recuperado el 30 de octubre 2018, de <https://www.comercioexterior.gob.ec>
- Monteza, S. y Samame, J. (2016). EXTRACCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL, DEL ACEITE DE SEMILLA DE ZAPOTE (*Matisia cordata*, Bonpl). Pimentel, Perú, Perú. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de <http://repositorio.uss.edu.pe/>
- Mosquera, J., y Menendez, M. (2006). Un toxico de alto riesgo para la salud humana socialmente. Colombia. Recuperado el 20 de Enero de 2018, de <http://www.scielo.org.co/>
- MSN: Ministerio de salud Nicaragua. (2013). Norma manejo de intoxicación por metanol. Nicaragua. Recuperado el 21 de Enero de 2018, de <http://www.paho.org/>

- Nieto, S., Galleguillos, J., y Valenzuela, A. (S.f.). Desodorización de aceite de pescado mediante destilación a alto vacío: Preservación de las características químicas del aceite. Researchgate. Obtenido de <https://www.researchgate.net/>
- Pérez, M., y Quishpi, J. (2014). Evaluación cuantitativa de la producción de biodiésel de micro-algas de lagunas de tratamiento de agua residual. Ecuador. Recuperado el 20 de Enero de 2018, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/>
- Piné, R., Domínguez, J., Carretero, A., y Fernández, A. (2010). TÉCNICAS DE ANÁLISIS DEL ACEITE. ESPAÑA. Recuperado el 21 de Febrero de 2018, de <https://www.economiaandaluza.es/>
- Pineda, C. (2011). Aprovechamiento de residuos grasos de locales comerciales de Pererira. Recuperado el 26 de Octubre de 2017
- Pineda, C; Gerrero, J. (2011). Aprovechamiento de los residuos grasos generados en los restaurantes y comidas rápidas de Pereira. 47. Recuperado el 20 de Enero de 2018
- Ramírez, H., Arteaga, H., y Siche, R. (2012). Optimización del proceso de obtención de biodiesel a partir de colza silvestre (*Brassica Campestris*). Recuperado el 25 de Junio de 2018, de <https://sites.google.com/>
- Ramírez, J. (2012). Redalyc. Recuperado el 28 de Junio de 2018, de <http://www.redalyc.org/>
- Ríos, L., Lopera, G., Caicedo, R., Granda, F., Montoya, A., Restrepo, G., y Suarez, R. (2006). Scielo. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <http://www.scielo.org.co/>
- Rodríguez, J., Hleap, J., Estrada, F., Clavijo, J., y Velazco, N. (2014). Agroindustria pesquera en el pacifico colombiano. Colombia. Recuperado el 25 de Octubre de 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/>
- Roldán, J. (2012). Energías Renovables. Paraninfo, S.A.
- Sánchez, K. (2014). El etanol y las extracciones tipo aceite. España. Recuperado el 6 de Junio de 2018, de <https://www.softsecrets.com/>
- Sánchez, R., Fernández, M., y Nolasco, S. (2015). Aceite de canola: estudio exploratorio de extracción con etanol. Argentina. Recuperado el 27 de Octubre de 2017
- SCFI, S. (2000). Determinación de grasas y aceites recuperables en aguas naturales. Mexico. Recuperado el 22 de Enero de 2018, de <ftp://ftp.conagua.gob.mx>
- Tejada, C., Tejada, L., Villabona, A., y Montoy, L. (2013). Scielo. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de <http://www.scielo.org.co/>
- Torres, A., Castillo, V., Lugo, R., Lugo, H., Cervantes, J., y Aguilar, R. (2015). Researchgates. Obtenido de <https://www.researchgate.net/>

- Torres, C. (2013). Extracción de aceite de pescado derivado de subproductos del beneficio de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), a través de la técnica de fluidos supercríticos. Colombia. Recuperado el 19 de Enero de 2018, de <http://repository.lasallista>
- Torres, J. (2013). Obtención de fosfolípidos marinos ricos en omega 3 con fines nutricionales, a partir de productos y subproductos de la industria pesquera y acuícola. Santiago, Chile.
- Vila, D. (2016). Extracción de aceite por solventes. España. Recuperado el 19 de Enero de 2018, de <http://es.scribd.com>
- Yate, A. (2013). Evaluación del proceso de extracción del aceite de *Jatropha curcas* L. para la producción de biodiesel. Bogotá, Colombia.



# **ANEXOS**

**ANEXO 1:** o Describir el tipo de residuo y rendimiento de los alcoholes en el proceso de extracción.



**Extracción por el método Soxhlet**



**Trampa de grasa de CIESA**



**Trampa de grasa de CIESA**



**Criba y desarenador**



**Toma de muestra simple**



**Toma de muestra simple**

**ANEXO 2:** Determinar la eficiencia de la extracción mediante los tratamientos propuestos.



**Muestra compuesta**



**Proceso de filtrado del aceite**



**Resto del filtrado**



**Mezcla de alcohol y aceite filtrado**

**ANEXO 2.1:** Valores en cm<sup>3</sup> y porcentaje respectivo de volúmenes extraídos de aceite por cada tratamiento.

Tratamientos (Cm <sup>3</sup> )	REPETICIONES											
	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12
T1	6	8	6	6	28	6	50	50	6	7	15	15
T2	8	11	8	9	35	7	46	47	11	8	17	15
T3	11	12	7	8	39	10	48	117	10	7	20	20
T4	6	7	6	6	50	34	34	38	7	6	35	18
T5	8	11	10	10	58	7	36	76	10	7	30	26
T6	7	10	11	9	66	10	54	80	11	17	40	28
Volumen de muestra (Cm <sup>3</sup> )	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Tratamientos (%)	REPETICIONES											
T1	4,0	5,3	4,0	4,0	18,7	4,0	33,3	33,3	4,0	4,7	10,0	10,0
T2	5,3	7,3	5,3	6,0	23,3	4,7	30,7	31,3	7,3	5,3	11,3	10,0
T3	7,3	8,0	4,7	5,3	26,0	6,7	32,0	78,0	6,7	4,7	13,3	13,3
T4	4,0	4,7	4,0	4,0	33,3	22,7	22,7	25,3	4,7	4,0	23,3	12,0
T5	5,3	7,3	6,7	6,7	38,7	4,7	24,0	50,7	6,7	4,7	20,0	17,3
T6	4,7	6,7	7,3	6,0	44,0	6,7	36,0	53,3	7,3	11,3	26,7	18,7

**ANEXO 3:** Establecer la correlación de cantidad de aguas residuales vs aceite extraído, para el posible uso del aceite útil como biocombustible



# ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MARCEL FÉLIX LÓPEZ

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**  
**GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLERES**


1. DATOS INFORMATIVOS					
No. de Práctica:		Lugar de Práctica: Laboratorio de Bromatología			
Asignatura: Prácticas Agroindustriales		Fecha: 24/02/2018			
Docente: Ing. Ana María González		Semestre/Nivel: Quinto			
Módulo Semestral: Alimentos / Alimentos - Tipo: UG18		Tema de la Unidad:			
Subtema:		Logro de aprendizaje:			
2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA					
Determinar el porcentaje de humedad en aceite de pescado (Merluccius).					
3. MATERIALES/EQUIPOS					
EQUIPOS		MATERIALES		OTROS	
CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN	CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN	CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN
1	Calentador	1	Peso 100g		
1	Balanza analítica	1	Pipeta		
		1	Probeta		
		1	Vaso Precipitado		
4. PARTICIPANTES DE LA PRÁCTICA					
Nº	NOMBRE	CÉDULA	FIRMAS		
1	Guillermo Leonardo Soto Bravo	1100789664			
2	María Belén Galindo Vargas	1100788294			



## ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MARCEL FÉLIX LÓPEZ

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**  
**GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLERES**

1. DATOS INFORMATIVOS					
No. de Práctica:		Lugar de Práctica: Laboratorio de Bromatología			
Asignatura: Prácticas Agroindustriales		Fecha: 24/02/2018			
Docente: Ing. Ana María González		Semestre/Nivel: Quinto			
Módulo Semestral: Alimentos / Alimentos - Tipo: UG18		Tema de la Unidad:			
Subtema:		Logro de aprendizaje:			
2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA					
Determinar el porcentaje de humedad en aceite de pescado (Merluccius).					
3. MATERIALES/EQUIPOS					
EQUIPOS		MATERIALES		OTROS	
CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN	CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN	CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN
1	Calentador	1	Peso 100g		
1	Balanza analítica	1	Pipeta		
		1	Probeta		
		1	Vaso Precipitado		
4. PARTICIPANTES DE LA PRÁCTICA					
Nº	NOMBRE	CÉDULA	FIRMAS		
1	Guillermo Leonardo Soto Bravo	1100789664			
2	María Belén Galindo Vargas	1100788294			



## ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MARCEL FÉLIX LÓPEZ

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**  
**GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLERES**

1. DATOS INFORMATIVOS					
No. de Práctica:		Lugar de Práctica: Laboratorio de Bromatología			
Asignatura: Prácticas Agroindustriales		Fecha: 24/02/2018			
Docente: Ing. Ana María González		Semestre/Nivel: Quinto			
Módulo Semestral: Alimentos / Alimentos - Tipo: UG18		Tema de la Unidad:			
Subtema:		Logro de aprendizaje:			
2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA					
Determinar el porcentaje de humedad en aceite de pescado (Merluccius).					
3. MATERIALES/EQUIPOS					
EQUIPOS		MATERIALES		OTROS	
CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN	CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN	CANT. UNID.	DESCRIPCIÓN
1	Calentador	1	Peso 100g		
1	Balanza analítica	1	Pipeta		
		1	Probeta		
		1	Vaso Precipitado		
4. PARTICIPANTES DE LA PRÁCTICA					
Nº	NOMBRE	CÉDULA	FIRMAS		
1	Guillermo Leonardo Soto Bravo	1100789664			
2	María Belén Galindo Vargas	1100788294			

Hojas Guía de análisis realizados en el laboratorio a partir del aceite extraído