

**PRODUCCIÓN B100 DE PALMISTE  
DESARROLLO DE PASANTÍA EN BIO D S.A.**

**VALENTINA VARÓN RODRÍGUEZ**

**Ing. Qco., M.Sc., & Ph.D MANUEL ALEJANDRO MAYORGA BETANCOURT  
DIRECTOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA QUÍMICA  
TECNOLOGÍA EN PROCESOS QUÍMICOS INDUSTRIALES  
UNIVERSIDAD ECCI  
BOGOTÁ 2023**

**PRODUCCIÓN B100 DE PALMISTE  
DESARROLLO DE PASANTÍA EN BIO D S.A.**

**DOCUMENTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGA EN PROCESOS  
QUÍMICOS INDUSTRIALES**

**VALENTINA VARÓN RODRÍGUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROCESOS QUÍMICOS INDUSTRIALES  
UNIVERSIDAD ECCI  
BOGOTÁ 2022**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para cumplir mis objetivos y crecer de manera personal y académicamente. Ellos son los que me han impulsado siempre a perseguir mis metas, brindándome en cierta parte un soporte material y económico.

Agradezco al Ministerio de Ciencia y Tecnología, el cual fue desarrollado en el marco del contrato N° 728 de 2020, correspondiente al proyecto “Evaluación del Comportamiento de Mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas Aeronáuticas” (Código 72078) convocatoria 852 de 2019 de MINCIENCIAS, el cual fue financiado con recursos provenientes del PATRIMONIO AUTÓNOMO FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

Le agradezco a mis profesores que hicieron parte durante el proceso para lograr culminar esta pasantía de manera satisfactoria, a todos aquellos que confiaron en mi para poner en mis manos esta grande e importante labor y proyecto.

Gracias a la empresa BioD y a todo el equipo de I+D, quienes fueron mi guía y enseñaron una cantidad de cosas para lograr crecer de manera profesional.

Agradezco a la universidad por ser ese puente para lograr adquirir experiencia durante el proceso de formación y por al mismo tiempo permitirme estar tan cerca de mi título como Tecnóloga en Procesos Químicos Industriales.

Por último, gracias a todos los que hicieron parte de ese proceso y a quienes me aconsejaron y guiaron, los llevare grabados para siempre en la memoria, en mi futuro personal y profesional.

## **RESUMEN**

En este informe de pasantía llevada a cabo en la empresa BioD S.A. se presenta el proceso de producción de biodiésel de palmiste a escala laboratorio con el objetivo de ser empleado en las pruebas de banco de motor dentro del proyecto “Evaluación del comportamiento de mezclas de Biocombustibles Colombianos en Turbinas aeronáuticas”, especificando a detalle cada operación y así mismo las condiciones de cada una de ellas.

También, se identifica durante el proceso áreas de oportunidad para así realizar mejoras correspondientes, que contribuyan a obtener mejores resultados, acelerar la producción de los 40 galones de biodiesel de palmiste y así mismo, tener condiciones más seguras del proceso.

**Palabras Clave:** BioD S.A., biodiésel de palmiste, glicerina, transesterificación.

## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	2
RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	7
OBJETIVOS .....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
1. CONCEPTUALIZACIÓN .....	10
1.1. CONCEPTOS GENERALES.....	10
1.1.1. Biodiésel .....	10
1.1.2. Aceite de palmiste.....	10
1.1.3. Transesterificación .....	11
1.1.4. Metanol.....	12
1.1.5. Metilato.....	12
1.1.6. Glicerina .....	12
1.1.7. Decantación .....	12
1.1.8. Neutralización .....	13
1.1.9. Propiedades de flujo en frío.....	13
1.1.9.1 Punto de fluidez .....	13
1.1.9.2 Viscosidad .....	13
1.1.9.3 Punto de obstrucción del filtro en frío.....	13
1.1.9.4 Punto de congelamiento.....	13
1.1.10. Contenido de Agua / Humedad .....	14
1.1.11. Perfil lipídico.....	14
1.1.12. Número ácido.....	14
1.1.13. FAME .....	14
1.2 LA EMPRESA.....	15
1.2.1. BioD S.A. ....	15
1.2.2. Valores Corporativos.....	15
1.2.3. Circulo Simbiótico de Negocios.....	16
1.2.4 BioD Premium Gold.....	16
1.2.4. Glicerol BioD.....	17

1.2.6 Bio MEPA.....	17
2. PROCEDIMIENTO PARA OBTENER B100 DE PALMISTE .....	18
2.1 Reacción 1 .....	19
2.2 Decantación 1 .....	20
2.3 Reacción 2 .....	20
2.4 Decantación 2 .....	21
2.5 Neutralización .....	22
2.6 Lavados.....	22
2.7 Filtración.....	23
2.8 Deshidratación .....	23
3. OPORTUNIDADES DE MEJORA .....	25
3.1 Acelerar la producción de B100 de palmiste .....	25
3.2 Aseguramiento de pH .....	25
4. TIPOS DE PERDIDAS ENCONTRADAS DURANTE LA PRODUCCIÓN.....	26
4.1 Pérdida de glicerina.....	26
4.2 Pérdida de ácido clorhídrico .....	26
5. MEJORAS REALIZADAS .....	27
6. APORTES A LA EMPRESA.....	28
CONCLUSIONES .....	29
RECOMENDACIONES.....	30
ANEXOS .....	31
Anexo 1: Perfil lipídico del aceite de palma.....	31
Anexo 2: Paso a paso de la reacción 1. ....	31
Anexo 3: Paso a paso de la decantación 1. ....	32
Anexo 4: Paso a paso de la reacción 2. ....	32
Anexo 5: Paso a paso de la decantación 2. ....	33
Anexo 6: Paso a paso de la neutralización.....	34
Anexo 7: Paso a paso de los lavados.....	35
Anexo 8: Paso a paso de la filtración. ....	36
Anexo 9: Paso a paso de la deshidratación.....	37
Anexo 10: Condiciones de operación de cada etapa del proceso de producción de B100 de palmiste.....	38

Anexo 11: Balance de materia global del ensayo 1 al ensayo 22. ....	38
Anexo 12: Acta de inicio de pasantía .....	39
Anexo 13: Acta de seguimiento de pasantía. ....	40
Anexo 14: Acta de cierre de pasantía. ....	42
Anexo 15: Evaluación de pasantía. ....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45

## INTRODUCCIÓN

Por la alta demanda y contaminación que dejan los combustibles fósiles, la ciencia y la tecnología se ven en la necesidad de buscar la manera de sustituirlos progresivamente por métodos más amigables con el medio ambiente y en consonancia con las medidas para la reducción de gases de efecto invernadero.

Durante años se ha hablado sobre el problema de la contaminación ambiental, conociendo al dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) como uno de los gases de efecto invernadero que es generado en gran medida por los sectores de generación de energía, transporte e industrial. De acuerdo con BBC News cerca de un 86% de las emisiones de  $\text{CO}_2$  en el mundo provienen de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía y materiales. Para el año 2022, las emisiones de  $\text{CO}_2$  a nivel mundial se calcularon en 40.600 millones de toneladas, un por ciento más que en el año 2021 (que terminó con 36.600 millones de toneladas), de acuerdo con (Ecoavant, 2022) (BBC News Mundo, 2021).

Estudios confirman que uno de los factores que ocasionan el aumento de  $\text{CO}_2$  es el uso de combustibles fósiles como fuente de energía, además de la utilización de metano ( $\text{CH}_4$ ), óxidos de nitrógeno y otros compuestos químicos; sumando la tala de árboles y las prácticas agrarias intensivas, han generado un incremento en el efecto invernadero generando cambios en la temperatura, aumento en el nivel del mar (derretimiento de polos), tormentas más frecuentes, sequías más fuertes. Es por esta razón que se busca un desarrollo de energías renovables, añadiendo la crisis energética a la que el mundo se podría ver enfrentado si no se buscan alternativas renovables capaces de suplir la cuota energética (Ernesto Martínez Ataz, 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, los biocombustibles representan una opción viable debido a que son de origen animal o vegetal, de los cuales se puede obtener un buen rendimiento y cumplen con la función que realizan los combustibles fósiles.

De acuerdo con Bonilla Páez el biodiesel FAME (éster metílico de ácidos grasos) corresponde a uno de los biocombustibles más empleados actualmente para reducir o contrarrestar el daño ambiental, hoy en día es usado mayormente en transporte terrestre. En adición, producir B100 a partir de aceites (en este caso Palmiste) por transesterificación da al producto un valor agregado ya que se obtiene un biocarburante con propiedades más llamativas y gracias a la potencia es posible emplearse en transporte aéreo (Bonilla Páez, 2018).

En el presente documento se hace un enfoque en el biodiésel de palmiste, como alternativa sostenible frente a biocarburantes de aviación, se identifican cada una de las operaciones del proceso a escala laboratorio y se lleva a cabo la producción del mismo en el laboratorio de I+D de la empresa a BioD S.A., la cual tiene como principal actividad la elaboración de biodiésel a partir de aceite de palma.





## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Analizar el proceso de producción de biodiesel a partir de aceite de palmiste a escala laboratorio, teniendo en cuenta el proceso de transesterificación.

### **Objetivos específicos**

- Producir 40 galones de metil éster de palmiste para pruebas FAC.
- Identificar oportunidades de mejora durante el proceso.
- Indicar a qué se dedica BioD S.A. junto con los productos que distribuye/comercializa.

## 1. CONCEPTUALIZACIÓN

A continuación, se explicarán una serie de conceptos que están presentes a lo largo del documento, lo cual facilitara la lectura e interpretación del informe. Además, da un preámbulo a los temas en general que abarcara el escrito, dándole contextualización a cada concepto y justificando su presencia a lo largo de los capítulos del presente trabajo.

### 1.1. CONCEPTOS GENERALES

#### 1.1.1. Biodiésel

El biodiesel es un combustible no derivado del petróleo; es decir, de origen natural, renovable. Cabe resaltar que dentro de los diferentes tipos de biodiésel que son los que reemplazan total o parcialmente el diésel (ACPM o gasóleo, o gasoil), el más común o típico son los de tipo éster, en particular los metil ésteres. El biodiesel y sus estudios han sido de gran interés a nivel mundial desde hace años atrás, debido a que es un combustible alternativo mucho más limpio, lo que contribuiría en gran medida a reducir el daño ambiental y se puede preparar a partir de triglicéridos mediante la reacción de transesterificación.

#### 1.1.2. Aceite de palmiste

El aceite de palmiste es producido por la palma de aceite denominada *Elaeis guineensis* *Qacq.* (También produce el aceite de Palma); está tiene origen en la selva boscosa del África Oriental; sin embargo, su cultivo se concentra en el Sureste Asiático.

Mundialmente, se cultiva un híbrido llamado *Ténera*, consiste en un cruce entre *Dura* y *Pisífera*; este cultivo se caracteriza por su alto rendimiento en comparación a otros cultivos, así mismo su eficiencia económica es más elevada.

El aceite de palmiste se sitúa en el cuesco (hueso de la fruta) duro y su composición en comparación al aceite de palma es totalmente diferente. Los principales ácidos grasos presentes en el aceite de palmiste son: 48% de ácido láurico (C12:0), 16% de ácido mirístico (C14:0), y 15% de ácido oleico (C18:1); la Tabla 1 muestra la composición a detalle del aceite de Palmiste, con relación al aceite de palma.

**Tabla 1.** Composición (%) de ácidos grasos de los aceites de palmiste y palma.

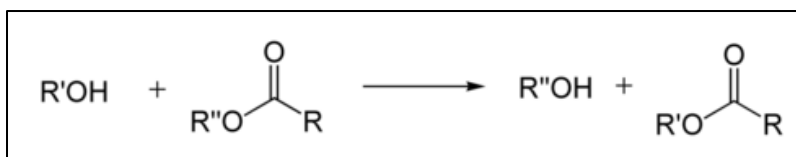
Ácidos grasos	Aceite de palmiste	Aceite de palma
C6	0.3	-
C8	4.2	-
C10	3.7	-
C12	48.7	0.2
C14	15.6	1.1
C16	7.5	44.1
C18	1.8	4.4
C18:1	14.8	39
C18:2	2.6	10.6
Otros	0.1	0.316

Adaptado de: (JaaffarAhmad, 2002)

### 1.1.3. Transesterificación

La transesterificación es una reacción en la que el grupo R' de un alcohol se intercambia con un grupo R'' de un éster, tal y como se muestra en la Figura 1. Esta reacción ocurre mediante un catalizador ácido o básico en la mezcla de reacción.

La transesterificación entre un triglicérido y un alcohol se produce a partir de un mol de triglicérido y tres moles de alcohol; donde los triglicéridos se transforman en monoésteres de ácidos grasos, los cuales son los responsables de la formación de biodiésel.

**Figura 1.** Reacción de transesterificación.

Fuente: (BYJU'S, s.f.)

Durante la reacción de transesterificación para obtener B100 de Palmiste, se emplea una base fuerte (metilato) como catalizador, el cual toma un protón del alcohol, dando como resultado la formación de un ion alcóxido altamente nucleofílico (BYJU'S, s.f.).

#### **1.1.4. Metanol**

El metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) es un líquido incoloro con un olor fuerte (similar al alcohol), su punto de fusión es de  $-98\text{ }^\circ\text{C}$  y su punto de ebullición es de  $65\text{ }^\circ\text{C}$  a 1,013 hPa; también, su densidad es de  $0,79\text{ g/cm}^3$  a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .

En cuanto a las indicaciones de peligro, el metanol es un líquido muy inflamable, tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación y provoca daños en los órganos; en la Figura 2 se muestran los pictogramas correspondientes a este reactivo. De acuerdo a lo anterior, se presentan algunos consejos de prudencia, como: el metanol se debe mantener alejado de fuentes de calor, no se debe fumar, ni comer o beber durante su utilización, y es fundamental hacer uso de los EPP (equipos de protección personal) (Carl Roth, 2022).

El metanol funciona como reactivo en la reacción de transesterificación, se emplea como anticongelante en vehículos, disolvente industrial y combustible de tintes, adhesivos, resinas, entre otros.

#### **1.1.5. Metilato**

El metilato es un líquido viscoso con un color entre transparente y blanco, que surge de la mezcla entre una base fuerte y metanol. En la reacción de transesterificación es empleado como catalizador; es decir, aumenta la velocidad de la reacción y ayuda a la selectividad.

#### **1.1.6. Glicerina**

Durante el proceso de transesterificación para la obtención de biodiesel, se genera glicerina como subproducto (corresponde al subproducto principal), que corresponde aproximadamente al 10% de la masa reaccionante. Es un líquido viscoso de apariencia oscura.

#### **1.1.7. Decantación**

La decantación es método de separación de mezclas heterogéneas. Comúnmente, se emplea un embudo de decantación en los laboratorios de química, con el fin de separar con mayor precisión las fases, teniendo en cuenta que la sustancia de mayor densidad quedará en la parte inferior del decantador; a escala macro se emplean decantadores industriales.

### **1.1.8. Neutralización**

La neutralización es una reacción que ocurre entre disoluciones ácidas y básicas, con el fin de reducir el pH de una sustancia. También, puede subir el pH, en caso de que la sustancia este en medio ácido (pH bajo) y neutralizar con una base.

### **1.1.9. Propiedades de flujo en frío**

#### **1.1.9.1 Punto de fluidez**

De acuerdo con Noria Latín América, el punto de fluidez corresponde a la temperatura mínima en la que un aceite fluye por gravedad en una prueba de laboratorio; es decir, es una indicación de las propiedades de temperatura fría del aceite. En el caso específico del B100 de Palmiste, el punto de fluidez es igual o menor a 3 °C (Noria Latín América, 2020).

#### **1.1.9.2 Viscosidad**

La viscosidad es una propiedad de los fluidos, la cual describe la resistencia de los fluidos a la deformación.

#### **1.1.9.3 Punto de obstrucción del filtro en frío**

De acuerdo con Sebastián y Antonio, el punto de obstrucción del filtro en frío indica la temperatura mínima para la cual un volumen específico de gasóleo atraviesa en un tiempo limitado un aparato de filtración muy bien definido. (Sebastián & Antonio, 2018)

#### **1.1.9.4 Punto de congelamiento**

Corresponde a la temperatura a la que una sustancia cambia de fase líquida a fase sólida, también llamado punto de solidificación.

### **1.1.10. Contenido de Agua / Humedad**

La humedad es una propiedad que indica el contenido de agua en una muestra. La valoración de Karl-Fischer corresponde al método de referencia exacto para la de determinación de la humedad específico para el agua (Mettler Toledo, s.f.) .

En el caso específico del B100 de Palmiste, el contenido de agua debe ser  $< 250$  ppm.

### **1.1.11. Perfil lipídico**

El perfil lipídico es un análisis de la presencia de ácidos grasos y la cantidad que hay de cada uno de ellos, con el fin de mostrar la abundancia de estos en la muestra. Generalmente, es un análisis que se realiza mediante cromatografía.

### **1.1.12. Número ácido**

El número ácido corresponde al valor de neutralización y es una medida de acidez total presente en el aceite por el contenido de ácidos grasos libres; indica el grado de degradación por oxidación. (Bardahl Industria, s.f.)

### **1.1.13. FAME**

FAME (Fat acids methyl esters) son ésteres metílicos de ácidos grasos. Comúnmente, se realiza un análisis de FAME de una muestra lipídica. este análisis cuando el análisis de perfil lipídico mediante cromatografía de gases no arroja resultados pertinentes. En el análisis de FAME, los ácidos grasos se esterifican (poner un grupo metilo) y los triglicéridos se transesterifican, con el fin de formar el éster de ácido graso; los cuales al ser puestos en una columna de fase reverso arrojan resultados más exactos con los metil ésteres de los ácidos grasos.

## **1.2 LA EMPRESA**

### **1.2.1. BioD S.A.**

El desarrollo de la pasantía fue realizado en BioD, empresa encargada de la elaboración de biodiesel a partir de aceite de palma, dándole un beneficio a esta materia prima realmente sostenible. Además, comercializa glicerol BioD y Bio MEPA (metil palmitato).

BioD, nace hace más de 15 años atrás, fue fundada por 13 empresas colombianas, la cual hoy en día cuenta con 17 accionistas y dueños de una cadena de suministros, entregando una de las soluciones biorenovables de la mejor calidad a nivel global.

Su propósito es impulsar soluciones renovables para crear un futuro sostenible, donde participan 8.300 colaboradores y está ubicada en el Terminal de Combustibles Sabana, Mancilla, Facatativá, Cundinamarca.

Trabajan para vivir una verdadera sostenibilidad, aportando a la descarbonización que necesita la economía mundial; devolviéndole al planeta lo que hemos recibido de él durante años.

Se rigen por su política de Acción Climática, la cual se rige por 4 pilares:

- Cadena de Suministro: se centra en la reducción de aplicación de fertilizantes nitrogenados y aumento de productividad en cultivo con mayor captura de carbono.
- Eficiencia Energética: se centra en la autogeneración de energía para procesos hechos a partir de biogás generado en el tratamiento de aguas residuales y sustitución a combustibles más limpios para la generación de energía térmica.
- Transición Energética: se centra en el desarrollo de bioproductos para aportar a la economía y desarrollo de biocombustibles para aportar a la meta de descarbonización.
- Adaptación climática: se centra en la diversificación de materias primas de acuerdo a la diversidad climática en el tiempo y desarrollo de procesos de reforestación en zonas en jurisdicción para aportar a procesos de resiliencia climática. (BioD)

### **1.2.2. Valores Corporativos**

- Pasión por todos nuestros clientes.
- Hacemos más con menos.
- Soluciones novedosas que latan en el corazón de todos nuestros clientes.
- Protegemos la vida. (BioD)



### 1.2.3. Círculo Simbiótico de Negocios



**Figura 3.** Círculo Simbiótico de Negocios.

Fuente: (BioD)

El Círculo Simbiótico de Negocios que se observa en la Figura 3 permite compartir quienes son y porque lo hacen.

BioD, cree que cada integrante en el Círculo está interrelacionado y juntos todos son más fuertes; así mismo, permite alcanzar la verdadera sostenibilidad y entregar el mejor servicio, el cual se alcanza únicamente si todos los integrantes del círculo se benefician.

La producción de biodiesel anual corresponde a 1.250 toneladas, empleando como materias primas principales aceite de palmiste, metanol y metilato. La empresa distribuye dos productos principales, el biodiesel, el cual es para el mercado regulado de biocombustibles a nivel nacional. La glicerina cruda corresponde al segundo principal producto y es exportada y consumida a nivel nacional. Se exporta el 40% de glicerina, se vende a personas las cuales la rectifican para darle un valor agregado, transformándola en glicerina USP (grado alimenticio).

### 1.2.4 BioD Premium Gold

El Biodiesel Premium Gold, consiste en un combustible limpio a base de palma sostenible, mezclado con diésel de origen fósil, asegurando el cumplimiento de estrictos estándares internacionales de calidad.

#### **1.2.4. Glicerol BioD**

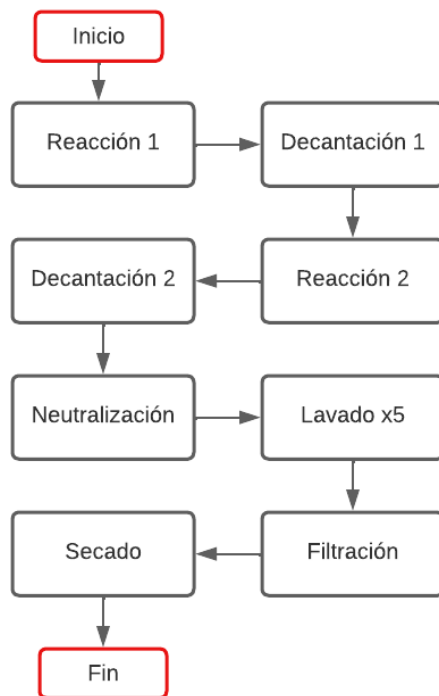
Proviene de la transformación del aceite de palma a biodiesel. Es empleado como suplemento energético para animales en producción, es decir, que están en etapa de engordamiento. La inclusión del glicerol en dietas para animales se ha evaluado a lo largo del tiempo a nivel mundial, y se han obtenido resultados satisfactorios en cuanto a la reducción de costos y eficiencias de algunos parámetros productivos.

#### **1.2.6 Bio MEPA**

Es una materia prima empleada en la elaboración de productos de aseo ya que sustituye compuestos de origen fósil por materias primas 100% de origen vegetal. Además, su bajo contenido de agua facilita su almacenamiento y reduce el riesgo de contaminación.

## 2. PROCEDIMIENTO PARA OBTENER B100 DE PALMISTE

En el presente capítulo se desarrolla el objetivo general y primer objetivo específico, explicando en detalle cada operación de la producción de biodiesel de palmiste, indicando entradas y salidas de estas y así mismo la función de cada reactivo empleado durante el proceso. También, se indica el objetivo y finalidad de cada operación, en la Figura 4 se observa un diagrama de flujo general del proceso.



**Figura 4.** Operaciones unitarias presentes en el procedimiento para obtener B100 de palmiste.

Con el fin de acelerar la producción de biodiesel de palmiste se emplea el reactor de 7 L de acero inoxidable disponible en el laboratorio de I+D ubicado en la empresa BioD S.A. En este equipo se lleva a cabo las etapas de reacción 1, decantación 1, reacción 2, decantación 2, neutralización y los 4 lavados. La etapa de filtración y deshidratación se realiza en material disponible en el laboratorio.

La primera etapa se da un proceso de transesterificación; consiste en la reacción de aceite de palmiste, junto con metanol y metilato, el metanol cumple la función de reactivo, mientras que el metilato cumple la función de catalizador (aumenta la velocidad de reacción); posterior a la reacción 1 se obtienen dos fases (B100 y glicerina), donde la glicerina se retira en la decantación 1 y se dispone correctamente. En cuanto a la segunda etapa, se realiza la misma reacción anterior; sin embargo, la cantidad de metanol y metilato es inferior; la reacción 2 se realiza con la finalidad de que reaccionen los triglicéridos que aún están presentes en el B100 (metil éster) y posterior a ello, se realiza una decantación.

Por otra parte, el propósito de la neutralización y a su vez acidificación, es bajar el pH hasta 2 con ayuda de ácido clorhídrico a una concentración de 3,12%. Luego, se da paso a los lavados, cuyo fin es remover impurezas y llegar a un pH entre 6-7. El producto obtenido en los lavados pasa a un proceso de filtración, donde se mezcla con tierra celite durante 5 minutos, pasado este tiempo, la mezcla se filtra con papel filtro grueso junto con tierra celite ubicada sobre el papel; gracias a la etapa de filtración, se retira la mayor parte de sólidos suspendidos, obteniendo así un líquido brillante.

Finalmente, el líquido brillante obtenido en la etapa anterior se agrega al balón 5L para realizar el proceso de deshidratación, donde se busca retirar el exceso de agua presente en el biodiesel por medio de una destilación, pasadas 2 horas se obtiene el B100 de palmiste listo para envasar.

A continuación, se especifica las condiciones de cada una de las etapas del procedimiento para obtener B100 de Palmiste, cabe resaltar que las condiciones de operación se definieron de acuerdo a la planta industrial de BioD, la cual fue comprada a un productor de tecnología de Francia, los cuales entregaron la planta instalada y en operación.

## 2.1 Reacción 1

En la reacción 1, la temperatura se mantiene a 61 °C con una agitación de 500 rpm a presión ambiente y durante 2 horas y 45 minutos. En la Figura 5 y 6 se observa el montaje de la operación de reacción 1, empleando dos chillers, un condensador, un agitador mecánico y un reactor.



Figura 5. Montaje reactor.



**Figura 6.** Montaje reacción 1 con material de vidrio.

## 2.2 Decantación 1

En la decantación 1, se reduce la temperatura a 50 °C, sin agitación, a presión ambiente y durante 30 minutos. En la Figura 7 se observa el montaje de la operación decantación 1 con material de vidrio, teniendo en cuenta que después del primer galón se realizó esta operación en el montaje de la Figura 5, en el cual se mueve la llave para abrir el orificio de retención de líquido y retirar por medio de una manguera la glicerina.



**Figura 7.** Montaje decantación 1 con material de vidrio.

## 2.3 Reacción 2

En la reacción 2, se mantiene la temperatura entre 50 °C y 48 °C, con agitación de 500 rpm, a presión ambiente y durante 2 horas. En la Figura 8 se observa el montaje de la operación reacción 2 con material de vidrio, teniendo en cuenta que después del primer galón se realizó esta operación en el montaje de la Figura 5.



**Figura 8.** Montaje reacción 2 con material de vidrio.

## 2.4 Decantación 2

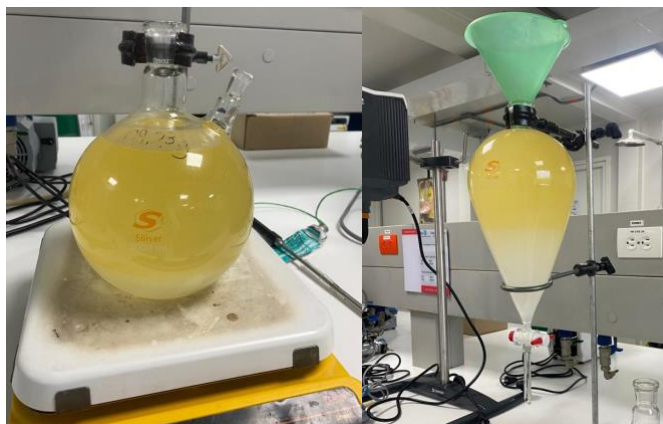
En la decantación 2, se reduce la temperatura a 35 °C, sin agitación, a presión ambiente y durante 30 minutos. En la Figura 9 se observa el montaje de la operación decantación 2 con material de vidrio, teniendo en cuenta que después del primer galón se realizó esta operación en el montaje de la Figura 5.



**Figura 9.** Montaje decantación 2 con material de vidrio.

## 2.5 Neutralización

Durante la etapa de neutralización, se agrega inicialmente una cantidad específica de ácido clorhídrico, la cantidad corresponde al 1.95% de los gramos iniciales de aceite de palmiste, la cual se agita a 500 rpm durante 1 minuto. Posteriormente, se agrega el ácido clorhídrico restante y se deja reposar la mezcla durante 30 minutos a temperatura entre 35 °C – 38 °C. La Figura 10 muestra el montaje de la operación de neutralización con material de vidrio, teniendo en cuenta que después del primer galón se realizó esta operación en el montaje de la Figura 5.



**Figura 10.** Montaje neutralización con material de vidrio.

## 2.6 Lavados

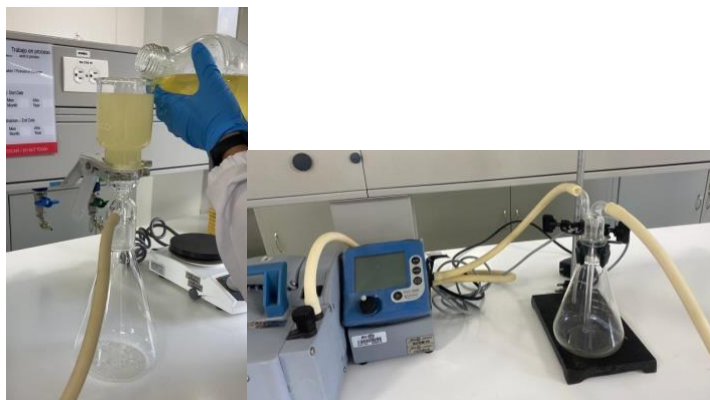
Durante la etapa de los lavados, se inicia agregando la cantidad de agua especificada y se agita durante 5 minutos manteniendo la temperatura de la etapa anterior a presión atmosférica. Pasados los 5 minutos se deja reposar la mezcla durante 20 minutos. El proceso se repite hasta completar los 4 lavados. La Figura 11 muestra el montaje de la operación de lavados con material de vidrio, teniendo en cuenta que después del primer galón se realizó esta operación en el montaje de la Figura 5.



**Figura 11.** Montaje de lavados con material de vidrio.

## 2.7 Filtración

La filtración se da en condiciones de vacío de 100 mbar a temperatura y presión de vacío. En la Figura 12 se observa el montaje de filtración por membrana, es decir, al vacío.



**Figura 12.** Montaje filtración.

## 2.8 Deshidratación

A condiciones de vacío empezando por 100 mbar hasta llegar a 10 mbar, donde simultáneamente va aumentando la temperatura hasta 90 °C, en esta última etapa es de gran importancia asegurar las condiciones dichas anteriormente para obtener las condiciones de humedad requeridas. En la Figura 13, se observa el montaje de deshidratación, empleando plancha de calentamiento, agitador magnético, condensador, Erlenmeyer, chiller y codos.





Figura 13. Montaje deshidratación.

### 3. OPORTUNIDADES DE MEJORA

A continuación, se presenta una lista con las oportunidades de mejora que se identificaron a lo largo del desarrollo de producción de B100 de palmiste, especificando el porqué de esa mejora y como contribuiría a la optimización del proceso a escala banco, detallando también en que operación se debería aplicar acciones de mejora. Son:

#### 3.1 Acelerar la producción de B100 de palmiste

Con el fin de obtener 40 galones de biodiésel de palmiste en menor tiempo, se emplea el reactor de 7 L que se observa en la Figura 14, de acero inoxidable disponible en I+D. En este equipo se llevan a cabo las etapas de reacción 1, decantación 1, reacción 2, decantación 2, neutralización y los 4 lavados.



Figura 14. Reactor de 7 L.

#### 3.2 Aseguramiento de pH

En el proceso de producción de biodiésel de palmiste, es posible realizar un lavado de más con el fin de asegurar los parámetros de pH. Teniendo en cuenta que, al realizar 4 lavados, el pH se mantenía en 3, cuando el objetivo era obtener un pH de 2, es por ello que se añadió un lavado de más.

#### **4. TIPOS DE PERDIDAS ENCONTRADAS DURANTE LA PRODUCCIÓN**

A lo largo del desarrollo de la producción del B100 de palmiste se evidenciaron algunas pérdidas en operaciones específicas, que, aunque pueden no afectar mayormente, es importante reconocerlas y tenerlas en cuenta como áreas de oportunidad. Las pérdidas se relacionan a continuación:

##### **4.1 Pérdida de glicerina**

La glicerina obtenida en la decantación 1 y decantación 2 era depositada en el contenedor establecido para luego realizar el correspondiente almacenamiento del residuo, pero no se le daba ningún uso.

##### **4.2 Pérdida de ácido clorhídrico**

El ácido clorhídrico empleado en la neutralización de cada ensayo era depositado inmediatamente después de ser separado del B100 de palmiste; sin embargo, después del quinto montaje, se analizó que el ácido clorhídrico podía ser empleado nuevamente en el siguiente montaje sin afectar la reacción o el propósito de la neutralización.

## 5. MEJORAS REALIZADAS

Después de identificar las oportunidades de mejora y los tipos de pérdida durante el proceso de producción de biodiésel de palmiste, se mejoraron estos aspectos y se empezaron a cambiar pequeños pero útiles detalles del montaje y del proceso. Es decir:

- A partir de la producción del segundo galón se emplea el reactor de 7L para realizar las siguientes operaciones: reacción 1, decantación 1, reacción 2, decantación 2, neutralización y lavados.
- Para asegurar los parámetros ideales del pH en el proceso de neutralización se empezó a realizar un quinto lavado en los ensayos restantes hasta alcanzar 40 galones de B100 de palmiste.
- El ácido clorhídrico separado del ensayo anterior se empleaba en el ensayo siguiente, dándole una doble aplicación.
- Teniendo en cuenta que el montaje de deshidratación se realizaba en material de vidrio, se aseguraba cada parte del montaje con seguros para evitar escapes y afectar las condiciones de vacío. En la Figura 13 se observan los seguros de color rojo, que unen cada material del montaje.

## **6. APORTES A LA EMPRESA**

Teniendo en cuenta la duración de la pasantía (seis meses) y la efectividad de mi parte en cuanto a la producción de los 40 galones de biodiesel de palmiste, se me dio la oportunidad de realizar otros aportes a la empresa. El B100 de metil ester se obtuvo en aproximadamente 3 meses. El tiempo restante participe y realice las siguientes labores:

- Aplicación o herramienta para la generación de preconceptos usando power apps y power automate.
- Elaboración del plan de calidad y preparación de la experimentación para obtener la cinética de biodiésel de palmiste.
- Realizar un pequeño ensayo de metil palmitato.
- Realizar vigilancias y trabajos de scouting.

## CONCLUSIONES

Se realizaron 40 galones de metil éster de palmiste a escala laboratorio para pruebas FAC, la producción se llevó a cabo en el laboratorio de I+D de la empresa BioD ubicada en la vereda Mancilla, Facatativá.

BioD es una empresa encargada de la elaboración de biodiesel a partir de aceite de palma, dándole un beneficio a esta materia prima realmente sostenible. Además, comercializa glicerol BioD y Bio MEPA (metil palmitato).

Se analizó el proceso de producción y se identificó las etapas de producción: reacción 1, decantación 1, reacción 2, decantación 2, neutralización, lavados, filtración y deshidratación; cada uno con parámetros específicos para lograr un líquido brillante denominado biodiésel de palmiste.

También, se realizó un análisis de oportunidades de mejora, donde se encontró la adición de un lavado más, el uso de reactor para obtener más cantidad de B100 en cada ensayo y finalmente, usar seguros en montajes que lo requerían para tener un montaje más estable y evitar escapes.

## **RECOMENDACIONES**

A lo largo de todo mi proceso de aprendizaje y crecimiento personal en la empresa BioD S.A., recomiendo al próximo pasante continuar con las mejoras realizadas e identificar más áreas de oportunidad para contribuir al crecimiento de la empresa. También, aprovechar al máximo cada oportunidad y sacarle provecho a cada labor que se asigna.




Finalmente, contribuir al ambiente laboral y aprender de cada persona, teniendo una actitud abierta a conocer y aprender.

## ANEXOS

## Anexo 1: Perfil lipídico del aceite de palma.




		Porcentaje (%)	g/mol	g/mol * %
Perfil Lipídico	C-8	3,20%	143,214	4,582848
	C 10	3,04%	171,268	5,2065472
	C 12	43,43%	199,322	86,5655446
	C 14	15,23%	227,376	34,6293648
	C 16	11,01%	255,43	28,122843
	C 18	2,69%	283,483	7,6256927
	C 18-1	17,57%	281,468	49,4539276
	C 18-2	2,91%	279,452	8,1320532
		99,08%		224,318821

## Anexo 2: Paso a paso de la reacción 1.




1) REACCIÓN 1												
Objetivo: Síntesis de Biodiesel												
Paso	Descripción	Recomendaciones										
1	Pesar, fundir y registrar la materia prima - Aceite (RBD Palmiste)	NA										
2	Ingresar el agitador mecánico al reactor. El reactor esta conectado al chiller (a una temperatura de 60 °C) y adicionar el aceite.	NA										
3	Conectar el condensador de espiral a otro chiller por medio de mangueras. Ajustar el chiller a una temperatura de 10°C.	Esto con el fin de retornar el metanol en la reacción.										
4	En un recipiente de vidrio pesar el metanol requerido (observar tabla de la receta reacción 1) y adicionarlo al reactor, cerrar el montaje con el condensador de forma inmediata para evitar perdidas del mismo.	NA										
5	Cuando el reactor este a una temperatura de 60 °C, pesar el metilato y adicionarlo al reactor, cerrar el montaje con el condensador de forma inmediata para evitar perdidas.	NA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Condiciones de reacción 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>Presion (bar)</td> <td>Ambiente</td> </tr> <tr> <td>Tiempo (min)</td> <td>2 horas y 30 min</td> </tr> <tr> <td>Agitación (rpm)</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>			Condiciones de reacción 1		Temperatura (°C)	61	Presion (bar)	Ambiente	Tiempo (min)	2 horas y 30 min	Agitación (rpm)	500
Condiciones de reacción 1												
Temperatura (°C)	61											
Presion (bar)	Ambiente											
Tiempo (min)	2 horas y 30 min											
Agitación (rpm)	500											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Registro fotográfico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">  </td> </tr> </tbody> </table>			Registro fotográfico									
Registro fotográfico												
												




**Anexo 3: Paso a paso de la decantación 1.**

2) DECANTACIÓN 1										
<b>Objetivo:</b> Separación B100 / glicerina.										
<b>Paso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Recomendaciones</b>								
6	Apagar el agitador mecánico, bajar la temperatura del chiller (conectado al reactor) a 50 °C y dejar reposar durante 30 minutos.	NA								
7	Pasados los 30 minutos, separar las fases cuidadosamente, dejar el B100 en el reactor.	NA								
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Condiciones de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Presion (bar)</td> <td>Ambiente</td> </tr> <tr> <td>Tiempo (min)</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>			Condiciones de operación		Temperatura (°C)	50	Presion (bar)	Ambiente	Tiempo (min)	30
Condiciones de operación										
Temperatura (°C)	50									
Presion (bar)	Ambiente									
Tiempo (min)	30									
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Registro fotográfico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </tbody> </table>			Registro fotográfico							
Registro fotográfico										
										

**Anexo 4: Paso a paso de la reacción 2.**

3) REACCIÓN 2												
<b>Objetivo:</b> Continuación de síntesis de Biodiesel.												
<b>Paso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Recomendaciones</b>										
8	Activar nuevamente el agitador mecánico.	NA										
9	En un recipiente de vidrio pesar el metanol requerido (observar tabla de la receta reacción 2) y adicionarlo al reactor.	NA										
10	Cerrar el montaje conectando el condensador de forma inmediata para evitar perdidas del mismo.	Esto con el fin de retener el metanol en										
11	En un recipiente de vidrio pesar el metilato requerido (observar tabla de la receta reacción 2)	NA										
12	Cuando el reactor este a una temperatura de 45 °C a 50 °C, adicionar el metilato al reactor, cerrar el montaje con el condensador de forma inmediata para evitar perdidas.	NA										
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Condiciones de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>Presion (bar)</td> <td>Ambiente</td> </tr> <tr> <td>Tiempo (min)</td> <td>2 horas</td> </tr> <tr> <td>Agitacion (rpm)</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>			Condiciones de operación		Temperatura (°C)	48	Presion (bar)	Ambiente	Tiempo (min)	2 horas	Agitacion (rpm)	500
Condiciones de operación												
Temperatura (°C)	48											
Presion (bar)	Ambiente											
Tiempo (min)	2 horas											
Agitacion (rpm)	500											
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Registro fotográfico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </tbody> </table>			Registro fotográfico									
Registro fotográfico												
												

**Anexo 5: Paso a paso de la decantación 2.**

<b>4) DECANTACIÓN 2</b>		
<b>Objetivo:</b> Separación B100 / glicerina.		
Paso	Descripción	Recomendaciones
13	Apagar el agitador mecánico, bajar la temperatura del chiller (conectado al reactor) a 35 °C y dejar reposar durante 30 minutos.	NA
14	Pasados los 30 minutos, separar las fases cuidadosamente, dejar el B100 en el reactor.	NA
<b>Condiciones de operación</b>		
Temperatura (°C)	33	
Presion (bar)	Ambiente	
Tiempo (min)	30	
<b>Registro fotográfico</b>		
		

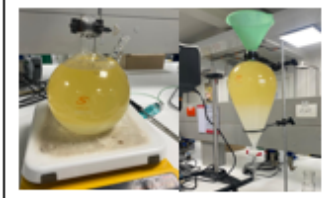
**Anexo 6: Paso a paso de la neutralización.**

5) NEUTRALIZACIÓN		
<b>Objetivo:</b> Bajar el pH hasta 2 con ayuda de ácido clorhídrico a una concentración al 3,12%.		
Paso	Descripción	Recomendaciones
15	El chiller conectado al condensador se apaga y el condensador se deja a un lado. Mantener la temperatura del chiller conectado al reactor en 35 °C.	Procurar mantener la muestra a una
16	Agregar el ácido clorhídrico (concentrado al 3,12%) indicado (observar tabla de la receta en neutralización).	NA
17	Agitar la muestra con el agitador mecánico durante 1 minuto.	NA
18	Pesar el 30% de volumen HCl ([3,12%]) con respecto al palmiste fundido inicial.	NA
19	Pasado el minuto, apagar el agitador mecánico y agregar el HCl pesado en el paso anterior.	Si aun no cumple con el pH (2) agregar un poco
20	Dejar reposar la mezcla durante 30 minutos.	NA
21	Pasados los 30 minutos, separar las fases, dejando el B100 en el reactor.	NA

Condiciones e insumos de Neutralización	
Condiciones de operación	
HCl 3,12 %	1,950%
Temperatura (°C)	38
Tiempo (min)	30

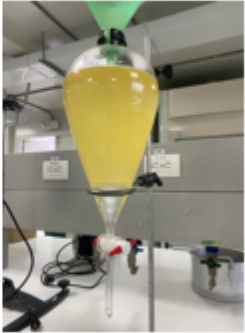
**Preparación de HCl al 3,12%:**  
**En un balón aforado de 1 litro adicionar un colchón de agua, posteriormente adicionar 94,54 ml de ácido clorhídrico al 33% y llenar con agua hasta el aforo**

Registro fotográfico


**Anexo 7: Paso a paso de los lavados.**

6) LAVADO X5		
<b>Objetivo:</b> Remover impurezas.		
Paso	Descripción	Recomendaciones
22	Teniendo en cuenta la tabla "cantidad de agua suavizada en cada lavado", se mide la cantidad indicada para el primer lavado.	NA
23	Se agrega la cantidad medida anteriormente al reactor.	NA
24	Se prende el agitador mecánico durante 5 minutos.	NA
25	Pasados los 5 minutos, se apaga el agitador y se deja reposar durante 20 minutos.	NA
26	Pasados los 20 minutos, separar las fases, dejando el B100 en el reactor.	NA
27	Repetir 4 veces los pasos del 23 al 27.	NA

Condiciones y cálculo de flujo de agua en etapa lavado	
Condiciones de operación	
B100 entrada etapa lavado	8000
Temperatura (°C)	38
Presion (bar)	Atmosférica
tiempo (min)	100
Cant. Agua (%)	16%
Cant. Agua total (ml)	1280
Flujo de agua (ml/min)	12,80

Registro fotográfico



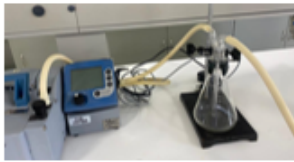
**Anexo 8: Paso a paso de la filtración.**

<b>7) FILTRADO</b>		
<b>Objetivo:</b> Retener impurezas que continuen en el B100 previo a los lavados.		
Paso	Descripción	Recomendaciones
28	Retirar simultáneamente el B100 a un shot de 2 L.	NA
29	Pesar 20 g de tierra y añadir al shot que contiene el B100.	NA
30	Agitar la mezcla durante 5 minutos con ayuda de un agitador mecánico	NA
31	Mientras se agita la mezcla, realizar el montaje que se observa en el registro fotográfico (filtración por membrana), poniendo un papel filtro (previamente cortado a la medida del embudo cónico), sobre el papel filtro y ya teniendo el montaje, agregar un poco de tierras de manera que cubra todo el papel filtro. Pasados los 5 minutos, agregar la mezcla al montaje por la parte superior y activar el vacío para que comience la filtración.	NA
32	Repetir los pasos del 29 al 32 cuantas veces sea necesario hasta terminar de retirar el B100 del reactor.	NA

<b>Condiciones de operación</b>	
Temperatura (°C)	48
Presion (bar)	Ambiente
Tiempo (min)	-
Agitacion (rpm)	500

<b>Registro fotográfico</b>	
	
	


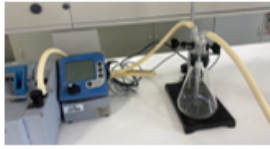
**Anexo 9: Paso a paso de la deshidratación.**

<b>7) FILTRADO</b>		
<b>Objetivo:</b> Retener impurezas que continuen en el B100 previo a los lavados.		
Paso	Descripción	Recomendaciones
28	Retirar simultaneamente el B100 a un shot de 2 L.	NA
29	Pesar 20 g de tierra y añadir al shot que contiene el B100.	NA
30	Agitar la mezcla durante 5 minutos con ayuda de un agitador mecánico	NA
31	Mientras se agita la mezcla, realizar el montaje que se observa en el registro fotográfico (filtración por membrana), poniendo un papel filtro (previamente cortado a la medida del embudo cónico), sobre el papel filtro y ya teniendo el montaje, agregar un poco de tierras de manera que cubra todo el papel filtro. Pasados los 5 minutos, agregar la mezcla al montaje por la parte superior y activar el vacío para que comience la filtración.	NA
32	Repetir los pasos del 29 al 32 cuantas veces sea necesario hasta terminar de retirar el B100 del reactor.	NA

<b>Condiciones de operación</b>	
Temperatura (°C)	48
Presion (mbar)	Ambiente
Tiempo (min)	-
Agitacion (rpm)	500

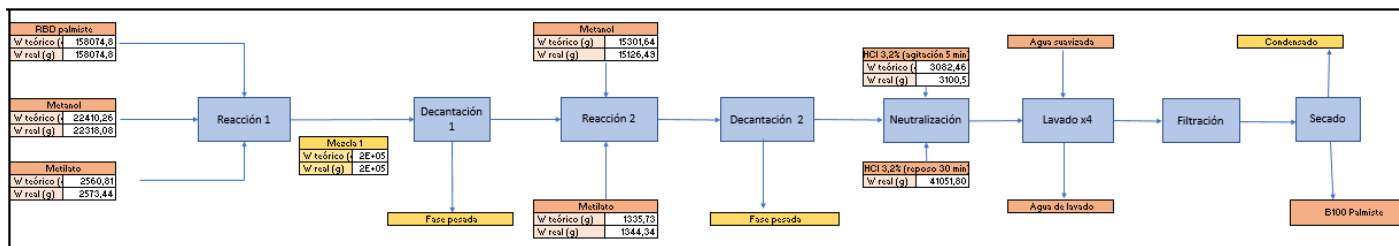
  

<b>Registro fotográfico</b>





**Anexo 10: Condiciones de operación de cada etapa del proceso de producción de B100 de palmiste.**

Condiciones de Operación		Condiciones de Operación		Condiciones de Operación	
<b>Reacción 1</b>		<b>Decantación 1</b>		<b>Reacción 2</b>	
T (°C)	61	T (°C)	50	T (°C)	50
P (mbar)	Atmosferica	P (mbar)	Atmosferica	P (mbar)	Atmosferica
Agitación (rpm)	500	Agitación (rpm)	0	Agitación (rpm)	500
t (min)	150	t (min)	30	t (min)	120
<b>Condiciones de Operación</b>		<b>Condiciones de Operación</b>		<b>Condiciones de Operación</b>	
<b>Decantación 2</b>		<b>Neutralización</b>		<b>Lavado</b>	
T (°C)	35	T (°C)	35	T (°C)	35
P (mbar)	Atmosferica	P (mbar)	Atmosferica	P (mbar)	Atmosferica
Agitación (rpm)	0	Agitación (rpm)	500	Agitación (rpm)	500
t (min)	30	t (min)	30	t agitación (min)	5
				t decantación (min)	20
<b>Condiciones de Operación</b>		<b>Condiciones de Operación</b>			
<b>Filtración</b>		<b>Secado</b>			
T (°C)	/	T (°C)	90-100		
P (mbar)	100	P (mbar)	10		
Agitación (rpm)	500	Agitación (rpm)	600-700		
t (min)	60	t (min)	120		

**Anexo 11: Balance de materia global del ensayo 1 al ensayo 22.**  
(total de ensayos que se realizaron para obtener los 40 galones de B100 de palmiste)



**Anexo 12: Acta de inicio de pasantía**




	<b>ACTA DE INICIO DE PASANTÍA</b>		Código: FR-PO-026 Versión: 03	
	Proceso: Proyección Social	Fecha de emisión: 14-Ago-2018	Fecha de versión: 13-Dic-2021	

Sección 1. DATOS GENERALES DEL PASANTE		
<b>Nombres y apellidos completos</b>	<b>No. Documento de identidad</b>	<b>Código estudiantil</b>
Valentina Varón Rodríguez	1000860614	110850
<b>Correo institucional</b>	<b>Número telefónico 1</b>	<b>Número telefónico 2</b>
<a href="mailto:valentina.varonr@eccei.edu.co">valentina.varonr@eccei.edu.co</a>	3124392059	NA

Sección 2. DATOS DE LA EMPRESA			
<b>Razón social de la empresa - nombre</b>			<b>Nit de la empresa</b>
BioD S.A.			900104517-8
<b>Nombre del Jefe Directo</b>		<b>Dirección</b>	
Carlos Alberto Ruiz Nova		Terminal de Combustibles Sabana, Mancilla, Facatativá, Cundinamarca	
<b>Ciudad</b>	<b>País</b>	<b>Teléfonos</b>	<b>Ext</b>
Bogotá	Colombia	+60 (1) 89103 00	NA
<b>Correo electrónico</b>		<b>Número de celular</b>	
<a href="mailto:carlos.ruiz@biodsa.com">carlos.ruiz@biodsa.com</a>		Celular del jefe directo: 3005569082	

Sección 3. VISITA A LA EMPRESA (Asesor)			
<b>Nombre del profesor asignado a la visita</b>			
Manuel Alejandro Mayorga Betancourt			
<b>Principales actividades que desarrolla la empresa</b>			
La principal actividad de la empresa Bio D S.A. consiste en la elaboración de biodiesel a partir de aceite de palma, dándole un beneficio a esta materia prima realmente sostenible. Además, comercializa glicerol BioD y Bio MEPA (metil palmitato).			
<b>Area en donde se desarrollará la pasantía</b>		<b>Cargo del estudiante</b>	
I+D (Investigación y desarrollo)		Pasante I+D	
<b>¿Cuáles son las funciones y/o actividades explícitas que desarrollará el estudiante?</b>			
Síntesis de B100 de palmiste con los estándares y condiciones específicas para ser empleado en avionetas de acuerdo al proyecto que se tiene con la FAC.			
<b>Descripción de los recursos que estarán a disposición del estudiante</b>			
Elementos de protección personal <input checked="" type="checkbox"/> Equipos de oficina <input checked="" type="checkbox"/> Software <input type="checkbox"/> Hardware <input type="checkbox"/> Utiles <input type="checkbox"/> Especifique cuáles			
<b>Fecha de ingreso a la pasantía</b>	<b>Fecha de finalización</b>	<b>Horario</b>	<b>Total de horas</b>
23/05/2022	22/11/2022	Lunes a viernes de 7 AM a 5 PM	

Sección 4. OBSERVACIONES GENERALES (Asesor - Empresa)
Se realizó prueba técnica y entrevista a la candidata con un concepto favorable en sus conocimientos técnicos y habilidades blandas, presentando ajuste a la cultura de la empresa. Se notó el compromiso de la candidata en cumplir con los horarios y poder tener flexibilidad con respecto al horario sus clases. En la presentación se brindó una retroalimentación de los aspectos encontrados que son sujetos de mejora.
Fecha de la visita: 28/04/2022

Sección 5. FIRMAS			
<b>Jefe inmediato</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Asesor de pasantía</b>	<b>Dirección de programa</b>
		 <small>Firma digital de uso exclusivo del titular en documentos de la Universidad ECECCI MANUEL ALEJANDRO MAYORGA</small>	






**Anexo 13: Acta de seguimiento de pasantía.**




	<b>ACTA DE SEGUIMIENTO DE PASANTÍA</b>		Código: FR-PO-027 Versión: 03	
	Proceso: Proyección Social	Fecha de emisión: 14- Ago-2018	Fecha de versión: 13- Dic-2021	




Sección 1. DATOS GENERALES DEL ESTUDIANTE Y SU PASANTÍA	
<b>Nombres y apellidos completos</b>	<b>No. documento de identidad</b>
Valentina Varón Rodríguez	1000860614
<b>Correo institucional</b>	<b>Número telefónico - Celular</b>
<a href="mailto:valentina.varonr@eccci.edu.co">valentina.varonr@eccci.edu.co</a>	3124392059
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
23/05/2022	22/11/2022

Sección 2. DATOS GENERALES DEL PROFESOR - ASESOR	
<b>Nombres y apellidos completos</b>	<b>No. documento de identidad</b>
Manuel Alejandro Mayorga Betancourt	79729627

Sección 3. DATOS DE LA EMPRESA	
<b>Nombres y apellidos del <u>Jefe</u> inmediato</b>	<b>Razón social de la empresa o nombre</b>
Carlos Alberto Ruíz Nova	BioD S.A.

Sección 4. SEGUIMIENTO No. 1 (Asesor - <u>Jefe</u> )			
<b>Observaciones generales:</b>			
El plan de entrenamiento se culminó en los tiempos estipulados, aprobando las evaluaciones que se plantearon en él, mostrando			
que los conocimientos adquiridos le han servido para el desempeño de sus actividades como la síntesis de B100. Ha mostrado una buena			
adaptación a la cultura de la empresa ya la del área de I+D, cumpliendo con los compromisos adquiridos y comunicándose de manera			
Abierta y sincera con los demás compañeros.			
<b>Fecha de seguimiento</b>	22/07/2022	<b>Número de horas cumplidas</b>	2 meses
<b>Estudiante</b>	<b>Jefe inmediato</b>	<b>Asesor</b>	
		Firma digital de uso exclusivo del titular en documentos de la Universidad ECCI. No se permite su reproducción sin el consentimiento de la Universidad ECCI.  MANUEL ALEJANDRO MAYORGA	

Sección 5. SEGUIMIENTO No. 2 (Asesor - <u>Jefe</u> )			
<b>Observaciones generales:</b>			
Ha demostrado gran habilidad para incorporarse a nuevos proyectos, desde el entendimiento hasta la ejecución de sus tareas			
agregando valor y detalles particulares a sus asignaciones. Particularmente ha demostrado habilidad en el desarrollo de herramientas			
De software, lo cual se ha evidenciado en la ejecución del programa para la captura y caracterización de iniciativas de innovación.			
Propone opiniones y juicios valiosos al equipo de trabajo en el que participa y preserva buena sinergia con los colaboradores del proceso de I+D.			
<b>Fecha de seguimiento</b>	27/09/2022	<b>Número de horas cumplidas</b>	3 meses
<b>Estudiante</b>	<b>Jefe inmediato</b>	<b>Asesor</b>	
	 Luis Miguel Ramirez C.C: 1.030.592.608 De Bogotá	 Firma digital de uso exclusivo del titular en documentos de la Universidad ECCI MANUEL ALEJANDRO MAYORGA	

Sección 6. SEGUIMIENTO No. 3 (Asesor - <u>Jefe</u> )			
<b>Observaciones generales:</b>			
Logró un relacionamiento acertado con personal tanto al interior del proceso de I+D como de otros procesos, permitiendo una interacción más fluida y ágil en los objetivos que implicaban interactuar con personal externo al proceso de I+D.			
Rápidamente logró un entendimiento de los principios que gobernaban la cinética de biodiésel de palmiste, así mismo identifico sus alcances y competencias para brindar un apoyo adecuado a la iniciativa. Logró documentar exitosamente los requerimientos para proceder con la experimentación de la iniciativa antes mencionada.			
Asumió con un gran desempeño un rol como puente de comunicación de la iniciativa de cinética de biodiésel de palmiste entre ambas partes. Su dominio de las dinámicas del proceso de I+D permitió con agilidad elaborar la documentación requerida para proceder con la experimentación del estudio cinético.			
<b>Fecha de seguimiento</b>	24/04/2023	<b>Número de horas cumplidas</b>	2 meses
<b>Estudiante</b>	<b>Jefe inmediato</b>	<b>Asesor</b>	
	 Luis Miguel Ramirez C.C: 1.030.592.608 De Bogotá	 Firma digital de uso exclusivo del titular en documentos de la Universidad ECCI MANUEL ALEJANDRO MAYORGA	

**Anexo 14: Acta de cierre de pasantía.**

	<b>ACTA DE CIERRE DE PRÁCTICA EMPRESARIAL</b>		Código: FR-PO-008 Versión: 03	
	Proceso: Proyección Social	Fecha de emisión: 23-Mayo-2011	Fecha de versión: 06-Dic-2021	

**Sección 1. DATOS GENERALES DEL ESTUDIANTE Y SU PRÁCTICA EMPRESARIAL**

<b>Nombres y apellidos completos</b>	<b>No. documento de identidad</b>
Valentina Varón Rodríguez	1000860614
<b>Correo institucional</b>	<b>Número telefónico - Celular</b>
<a href="mailto:valentina.varonr@ecci.edu.co">valentina.varonr@ecci.edu.co</a>	3124392059
<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
23/05/2022	22/11/2022

**Sección 2. DATOS GENERALES DEL PROFESOR - ASESOR**

<b>Nombres y apellidos completos</b>	<b>No. documento de identidad</b>
Manuel Alejandro Mayorga Betancourt	79729627

**Sección 3. DATOS DE LA EMPRESA**

<b>Nombres y apellidos del jefe inmediato</b>	<b>Razón social de la empresa o nombre</b>
Luis Miguel Ramírez	BioD S.A.

**Sección 4. CONCEPTO DE LA EMPRESA (jefe del practicante)**

Evaluación general  
E: excelente B: Bueno R: Regular y D: Deficiente

Ítem	E	B	R	D	Ítem	E	B	R	D
Aplicación de conocimientos teóricos:		x			Nivel de comprensión:	x			
Responsabilidad – puntualidad:	x				Creatividad:	x			
Calidad del trabajo:	x				Planeación y organización:	x			
Actitud frente al cargo:	x				Aportes:	x			

**¿El estudiante cumplió las funciones y/o actividades que se establecieron al inicio de la práctica empresarial?**

Si: x No:  ¿por qué?: Realizó la producción de la cantidad de palmiste acordada incluyendo un stock adicional, posteriormente participó en la planeación de las pruebas de cinética las cuales si bien ella no ejecutó al final (ni hacia parte del acuerdo inicial) permitió adelanta trabajo de el recurso que la Universidad ECCI asignaría a dicha iniciativa.

**¿Cuáles fueron los aportes del practicante a la empresa?**

- Herramienta (formulario) para la generación de preconceptos usando power automate.
- Producción de Stock suficiente de biodiésel de palmiste
- Elaboración de plan de calidad y preparación de la experimentación para obtener la cinética de biodiésel de palmiste.

**Recomendaciones de mejora**

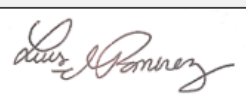

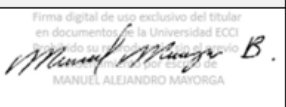
- Fortalecer los fundamentos químicos detrás de las reacciones.
- Dejar una bitácora de los aprendizajes y experiencias que aprende mientras desarrolla una actividad Ejemplo: Criterios de éxito, aprendizajes, etc pensando en los usuarios que conectarán posteriormente su trabajo.

**Cumplimiento de la práctica empresarial**

¿Considera que el estudiante cumplió con la práctica empresarial? Si: x No:  ¿por qué? Cumplió de forma sobresaliente el entendimiento y la ejecución de producir el volumen de biodiésel de palmiste objetivo, adicionalmente brindó soporte a las iniciativas de innovación que desarrollamos en la compañía.

**¿Considera que el practicante tuvo acompañamiento por parte del asesor? Si: x No:  ¿por qué?:**

A pesar que la mayoría de actividades fueron coordinadas internamente, valentina conectó de forma práctica y acertada los requerimientos del estudio cinético de biodiésel de palmiste bajo la alineación del profesores Alejandro Mayorga. De forma que las alineaciones realizadas con el profesor alejandro, así como los pendientes se veían reflejados en el desarrollo de los documentos construidos por valentina.

Sección 5. CONCEPTO DEL ESTUDIANTE			
<b>Observaciones generales del desarrollo de su práctica empresarial</b>			
La pasantía contribuyó en gran aspecto de manera personal y profesional, aprendí bastantes cosas y el ambiente laboral fue muy ameno, estoy bastante agradecida con la oportunidad.			
Sección 6. CONCEPTO DEL ASESOR			
¿Considera que el estudiante cumplió con la práctica empresarial? Si: <input checked="" type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/> ¿por qué?			
La estudiante se destacó por el cumplimiento a satisfacción de la misma empresa y de la Universidad de los objetivos planteados			
¿Considera que la empresa contribuyó al logro de los objetivos de la práctica empresarial? Si: <input checked="" type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/> ¿por qué?			
La empresa contribuyó de forma notable a la consecución de los objetivos planteados principalmente la producción de biodiesel de palmiste requerido para las pruebas del banco de motor del proyecto FAC-ECCI			
Fecha de cierre: <u>22 / 11 / 2022</u>			
Sección 7. FIRMAS			
Jefe inmediato	Estudiante	Asesor	Director de programa
		 <small>Firma digital de uso exclusivo del titular en documentos de la Universidad ECCI generado su validez con el servicio MANUEL ALEJANDRO NAVORGA</small>	

**Anexo 15: Evaluación de pasantía.**

	<b>EVALUACIÓN DE PRÁCTICA EMPRESARIAL O PASANTÍA</b>		Código: FR-PO-020 Versión: 02	
	Proceso: Proyección Social	Fecha de emisión: 06-Sep-2019	Fecha de versión: 13-Dic-2021	

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE</b>	<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>NOMBRE DEL JEFE INMEDIATO</b>	<b>FECHA DE DILIGENCIAMIENTO</b>
Valentina Varón Rodríguez	Tecnólogo en procesos químicos industriales	BioD S.A.	Luis Ramirez	24/04/2023

La Universidad ECCI agradece su participación con el diligenciamiento del siguiente instrumento, el cual tiene como finalidad contribuir al mejoramiento de los procesos de práctica empresarial y pasantía. A continuación marque con un X la selección deseada teniendo en cuenta la siguiente escala de valoración: 5 Excelente, 4 Bueno, 3 Aceptable, 2 Deficiente.

**ASPECTO PROFESIONAL**



No.	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN				
			2	3	4	5	
1	Planeación y organización del trabajo	El estudiante tiene habilidad para distribuir y documentar el trabajo, definir objetivos, diseñar métodos y procedimientos de acuerdo con los recursos disponibles.			X		
2	Calidad del trabajo	El estudiante es cuidadoso en la realización de las labores diarias de acuerdo con las funciones asignadas.			X		
3	Presentación de informes	El estudiante presenta con orden y pulcritud los trabajos e informes cumpliendo con los objetivos propuestos.			X		
4	Iniciativa	El estudiante resuelve los imprevistos de su trabajo y contribuye al mejoramiento continuo de sus funciones.				X	
5	Colaboración	El estudiante apoya a sus compañeros de trabajo y a sus superiores por iniciativa propia.				X	
6	Compromiso institucional	Los niveles de compromiso y responsabilidad del estudiante con la empresa se ven reflejados en la identificación de logros, políticas y metas.				X	
7	Responsabilidad	El estudiante realiza las funciones y deberes propios del cargo sin que requiera supervisión y control permanente, asumiendo las consecuencias que se derivan de su trabajo.			X		
8	Expresión oral y escrita	El estudiante tiene habilidad para expresarse y hacerse entender en forma clara y concisa.				X	
9	Puntualidad	El estudiante cumple con en el horario de trabajo				X	
10	Constancia en el trabajo	El estudiante es persistente y perseverante en la realización de los proyectos que se le asignan a pesar de las dificultades.			X		
11	Capacidad de análisis y entendimiento	El estudiante entiende los temas específicos concernientes a su trabajo, identifica y abstrae información clave para el desarrollo de sus funciones.			X		
12	Aplicación de conocimientos técnicos y ejecución de las tareas durante la práctica y/o pasantía	El estudiante demuestra como destrezas el manejo y dominio de temáticas concernientes a su carrera en la realización de las tareas asignadas.			X		

**ASPECTO PERSONAL**

13	Presentación Personal	El estudiante tiene presentación personal acorde al contexto de la empresa.			X	
14	Relaciones interpersonales	El estudiante tiene un trato cortés y amable con sus superiores y compañeros de trabajo.				X
15	Dinamismo	El estudiante se esfuerza por realizar las tareas con dedicación y con actitud positiva hacia las cosas.				X

**COMENTARIOS COMPLEMENTARIOS DE LA EVALUACIÓN**

<b>PRINCIPALES FORTALEZAS</b> 1. __Determinación. 2. __Caracter fuerte 3. __Se enfoca en entender tanto la necesidad como las posibles soluciones	<b>OPORTUNIDADES DE MEJORAMIENTO</b> 1. __Entendimiento de los fundamentos de la química asociada a sus labores. 2. — 3.
--	--

 _____ JEFE INMEDIATO	Firma digital de uso exclusivo del titular en documentos de la Universidad ECCI  _____ COORDINACIÓN DE INSERCIÓN LABORAL Y VINCULACIÓN EMPRESARIAL
--	--

## BIBLIOGRAFÍA

- Bardahl Industria. (s.f.). *Bardahl Industria*. Obtenido de <https://www.bardahlindustria.com/que-es-el-numero-de-acido-total-y-por-que-influye-en-la-degradacion-del-aceite/>
- BBC News Mundo. (2021). *Los gráficos que muestran que más del 50% de las emisiones de CO2 ocurrieron en los últimos 30 años*. BBC News Mundo. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59013521>
- BioD. (s.f.). *BioD*. Obtenido de <http://www.biodsa.com.co/?lang=es>
- Bonilla Páez, J. A. (2018). Producción de biodiesel de aceite de palmiste – Posible sustituto parcial del JET FUEL A1. *INGENIUM*. Obtenido de <http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/4929>
- BYJU'S. (s.f.). *BYJU'S*. Obtenido de <https://byjus.com/chemistry/transesterification/>
- Carl Roth. (2022). *Ficha de datos de seguridad del metanol*. Carl Roth.
- Ecoavant. (2022). *Las emisiones globales de CO2 crecen un 1% en 2022: en nueve años se superará el objetivo de 1,5°C*. Ecoavant. Obtenido de [https://www.ecoavant.com/contaminacion/las-emisiones-globales-de-co2-crecen-un-1-en-2022\\_9814\\_102.html](https://www.ecoavant.com/contaminacion/las-emisiones-globales-de-co2-crecen-un-1-en-2022_9814_102.html)
- Ernesto Martínez Ataz, Y. D. (2004). *Contaminación atmosférica*. Castilla-La Mancha: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang\\_es&id=sLE8xbtcKgC&oi=fnd&pg=PA9&dq=combustibles+f%C3%B3siles+contaminaci%C3%B3n+atmosf%C3%A9rica&ots=DPMtOJz2tt&sig=bI1BAyQi9XXrazv2WzGWykjSaRI#v=onepage&q=combustibles%20f%C3%B3siles%20contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica](https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=sLE8xbtcKgC&oi=fnd&pg=PA9&dq=combustibles+f%C3%B3siles+contaminaci%C3%B3n+atmosf%C3%A9rica&ots=DPMtOJz2tt&sig=bI1BAyQi9XXrazv2WzGWykjSaRI#v=onepage&q=combustibles%20f%C3%B3siles%20contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica)
- JaaffarAhmad, M. (2002). *Propiedades y usos del aceite de palmiste*. T.P. Pantzaris.
- Mettler Toledo. (s.f.). *Mettler Toledo*. Obtenido de [https://www.mt.com/mx/es/home/library/know-how/lab-analytical-instruments/moisture\\_determination\\_by\\_karl\\_fischer.html#:~:text=La%20valoraci%C3%B3n%20de%20Karl%2DFischer%20es%20un%20m%C3%A9todo%20de%20determinaci%C3%B3n,rango%20de%20ppm%20\(coulometr%C3%ADa](https://www.mt.com/mx/es/home/library/know-how/lab-analytical-instruments/moisture_determination_by_karl_fischer.html#:~:text=La%20valoraci%C3%B3n%20de%20Karl%2DFischer%20es%20un%20m%C3%A9todo%20de%20determinaci%C3%B3n,rango%20de%20ppm%20(coulometr%C3%ADa)
- Noria Latín América. (01 de 10 de 2020). *NORIA*. Obtenido de <https://noria.mx/lublearn/http-noria-mx-lublearn-el-punto-de-fluidez-y-los-depresores-de-punto-de-fluidez/>

Sebastián, A. G., & Antonio, G. M. (2018). *DISEÑO DE EQUIPO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE OBTURACIÓN DE FILTRO FRÍO (POFF) EN COMBUSTIBLES DIÉSEL*. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán.  
Obtenido de <https://caim2018.com.ar/gestor/wp-content/uploads/2018/10/352-1.pdf>