

**“DETERMINACIÓN DE
PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA
PRODUCCIÓN DE BIODIESEL
(B100), A PARTIR DEL ACEITE
VEGETAL UTILIZADO EN FRITURA”**



INTRODUCCIÓN

CONTAMINACIÓN



ACEITE VETAL
USADO



ALTERNATIVA
ENERGÉTICA

OBJETIVOS



OBJETIVO GENERAL

- DETERMINAR PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL (B100) A PARTIR DEL ACEITE VEGETAL USADO EN FRITURA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS



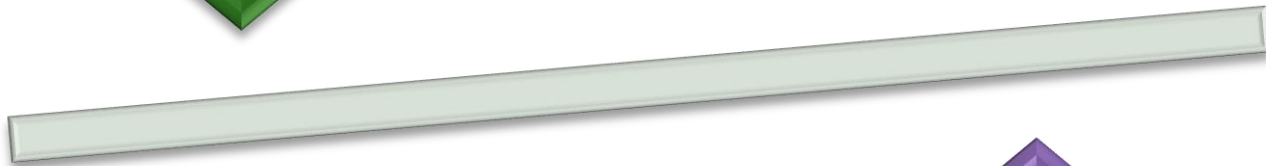
- Establecer el proceso de obtención de Biodiesel (B100).
- Identificar los parámetros óptimos (revoluciones por minuto y tiempo de mezclado durante la reacción de transesterificación), para la obtención de Biodiesel.
- Realizar los análisis fisicoquímicos respectivos, contenidos en la NTE INEN 2482 : 2009 para biodiesel "B100"
- Determinar el rendimiento del biodiesel, por medio de un balance de materiales.



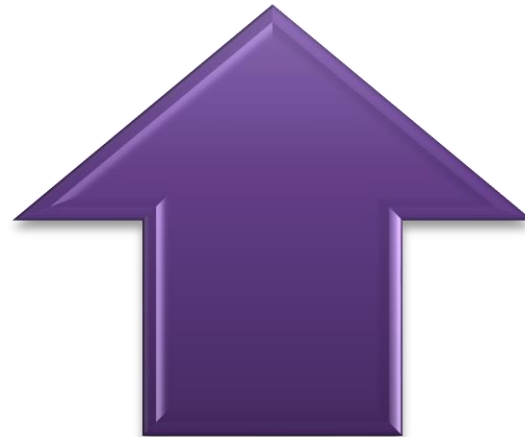
HIPÓTESIS



Ho: La intensidad de agitación en el reactor y el tiempo en la etapa de transesterificación no influyen en el proceso de obtención de Biodiesel "B100"



Hi: La intensidad de agitación en el reactor y el tiempo en la etapa de transesterificación influyen en el proceso de obtención de Biodiesel "B100".



MARCO TEÓRICO



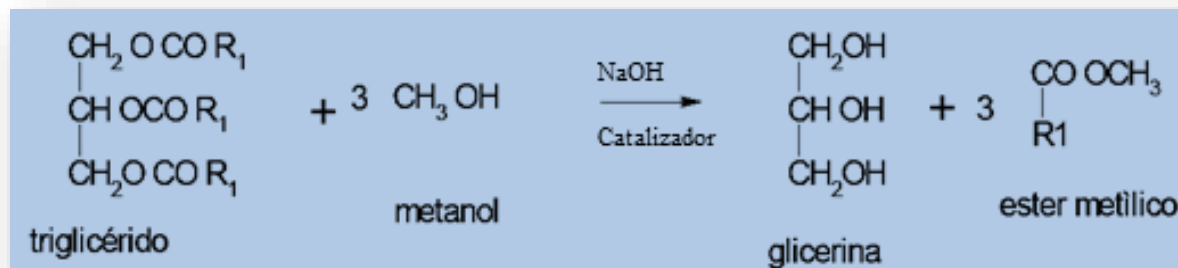
BIODIESEL



**LOS ACEITES
VEGETALES
USADOS (AVU)**

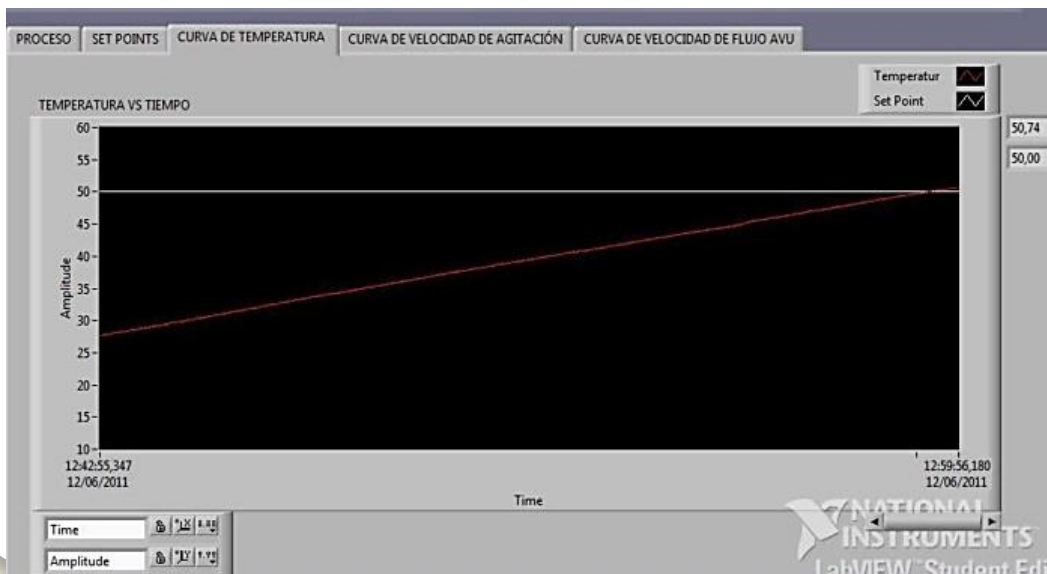
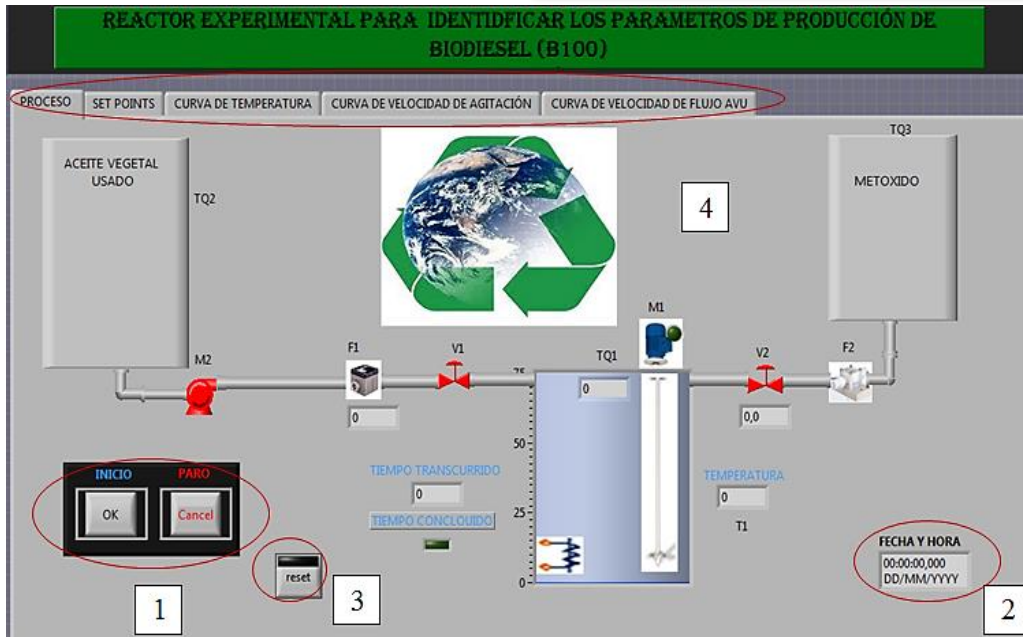


**METÓXIDO DE
SODIO**



Transesterificación

REACTOR DE MEZCLA



| | |
|------------------------------|--|
| Rango de medición | 10-100l/h |
| Temperatura máxima de fluido | 80 °C |
| Presión máxima | 6 Bares |
| Viscosidad | De 1 Hasta 10 cSt |
| Precisión | ≤ ± 2% |
| Repetitividad | ≤ 0.8% |
| Frecuencia de salida | Colector abierto NPN, max. 11 mA, 5 a 24 V DC |
| K-factor | 10200 pulsos/litro |

MATERIALES Y MÉTODOS



MATERIALES Y EQUIPO



Materia prima e Insumos

- Aceite vegetal usado
- Alcohol metílico
- Hidróxido de sodio
- Agua
- Ácido acético
- Alcohol isopropílico

Materiales de laboratorio

- Equipo de titulación
- Probeta de 1000 ml
- Erlenmeyer de 500 ml
- Gradilla
- tubos de ensayo
- Varilla de agitación
- Papel filtro
- Embudo de separación

Equipos

- EPPs
- Reactor de mezcla
- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Termómetro



LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO



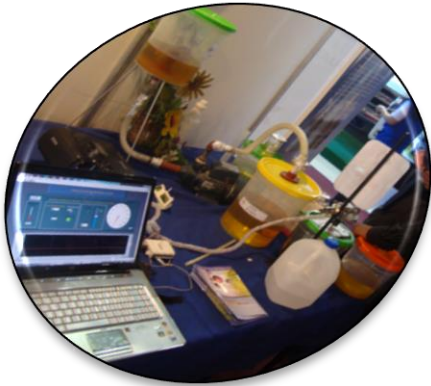
UBICACIÓN

- PROVINCIA : Imbabura
- CANTÓN : Ibarra
- PARROQUIA : El Sagrario

Características Climáticas

- TEMPERATURA : 17.4 °C
- ALTITUD : 2250 m.s.n.m.
- HUMEDAD RELATIVA : 73 %
- PLUVIOSIDAD : 550.3 mm/año
- LATITUD : 0 ° 20" Norte
- LONGITUD : 78° 08" Oeste

FACTORES EN ESTUDIO



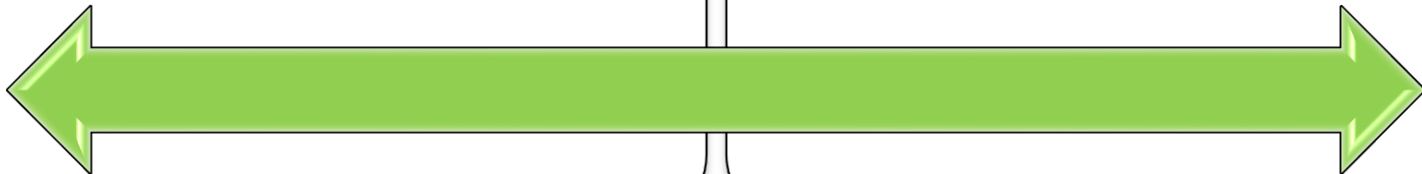
FACTOR A: Tiempo de transesterificación (mezcla)

- A1 = 40 minutos
- A2 = 50 minutos
- A3 = 60 minutos



FACTOR B: Velocidad de mezcla

- B1 = 200 RPM
- B2 = 250 RPM
- B3 = 300 RPM



CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO



En esta investigación se utilizó el **Diseño Completo al Azar** con arreglo factorial AxB.

Número de repeticiones
Número de tratamientos
Número de unidades experimentales

Tres **(3)**
Nueve **(9)**
Veinte y siete **(27)**

Esquema del ADEVA

| F de V | GI |
|---------------------------|----|
| Total | 26 |
| Tratamientos | 8 |
| Factor A | 2 |
| Factor B | 2 |
| Factor AxB | 4 |
| Error Experimental | 18 |



TRATAMIENTOS



| TRATAMIENTOS | FACTOR A Tiempo de transterificación | FACTOR B rpm del agitador de mezcla | COMBINACIONES |
|---------------------|--|---|----------------------|
| T1 | A1 = 40 minutos | B1 = 200 rpm | A1B1 |
| T2 | A1 = 40 minutos | B2 = 250 rpm | A1B2 |
| T3 | A1= 40 minutos | B3 = 300 rpm | A1B3 |
| T4 | A2 = 50 minutos | B1 = 200 rpm | A2B1 |
| T5 | A2 = 50 minutos | B2 = 250 rpm | A2B2 |
| T6 | A2= 50 minutos | B3 = 300 rpm | A2B3 |
| T7 | A3 = 60 minutos | B1 = 200 rpm | A3B1 |
| T8 | A3 = 60 minutos | B2 = 250 rpm | A3B2 |
| T9 | A3= 60 minutos | B3 = 300 rpm | A3B3 |

Análisis estadístico



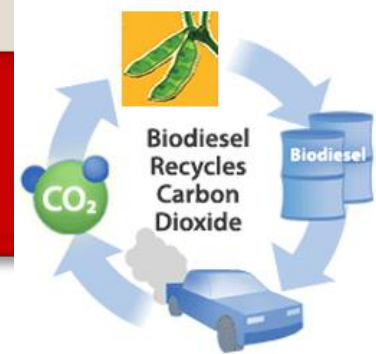
| F de V | GI |
|--------------------|----|
| Total | 26 |
| Tratamientos | 8 |
| Factor A | 2 |
| Factor B | 2 |
| Factor Ax B | 4 |
| Error Experimental | 18 |



Análisis Funcional

- Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), Detectada la diferencia significativa en los tratamientos se realizó la prueba de TUKEY al 5% para tratamientos; DMS para factores (A y B); y GRÁFICOS para interacciones.

VARIABLES EVALUADAS



Cuantitativas

Proceso

- Cantidad de subproducto (glicerina).
- pH luego de la transesterificación
- Cantidad de ácido acético (lavado).
- Cantidad de impurezas.
- Cantidad de agua a la salida del lavado.

Producto terminado

- Densidad a 15°C (kg/m³).- ASTM D 1298
- Rendimiento.

ANÁLISIS ADICIONALES



NTE INEN 2482 : 2009 para biodiesel

% Cenizas sulfatadas.- ASTM D 874

% Carbón residual.- ASTM D 4530

Corrosión lámina de cobre.- ASTM D 130

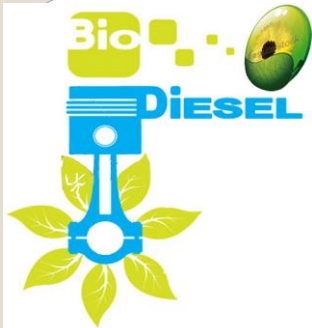
Numero de cetano.- ASTM D 613

% Contenido de glicerina libre.- ASTM D 6584

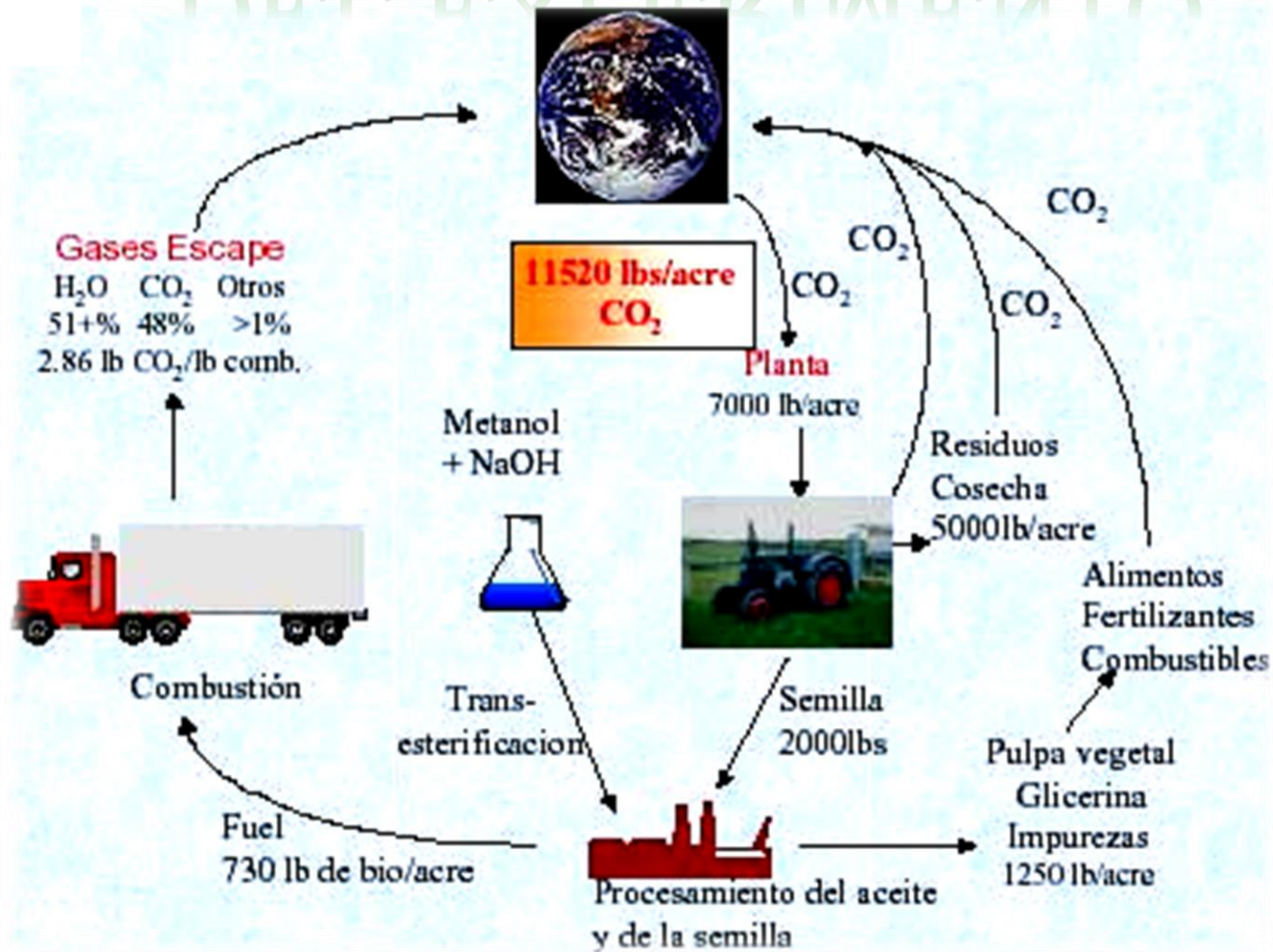
% Glicerina total.- ASTM D 6584

Contenido de Na (mg/kg).- EN 14108





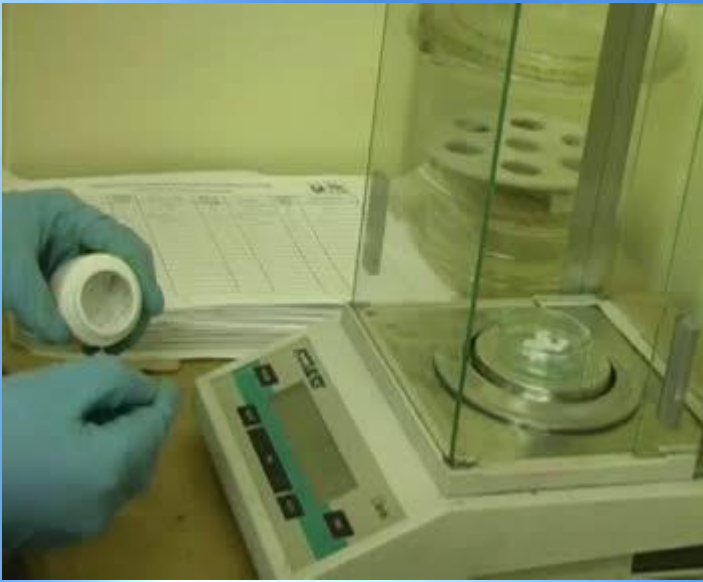
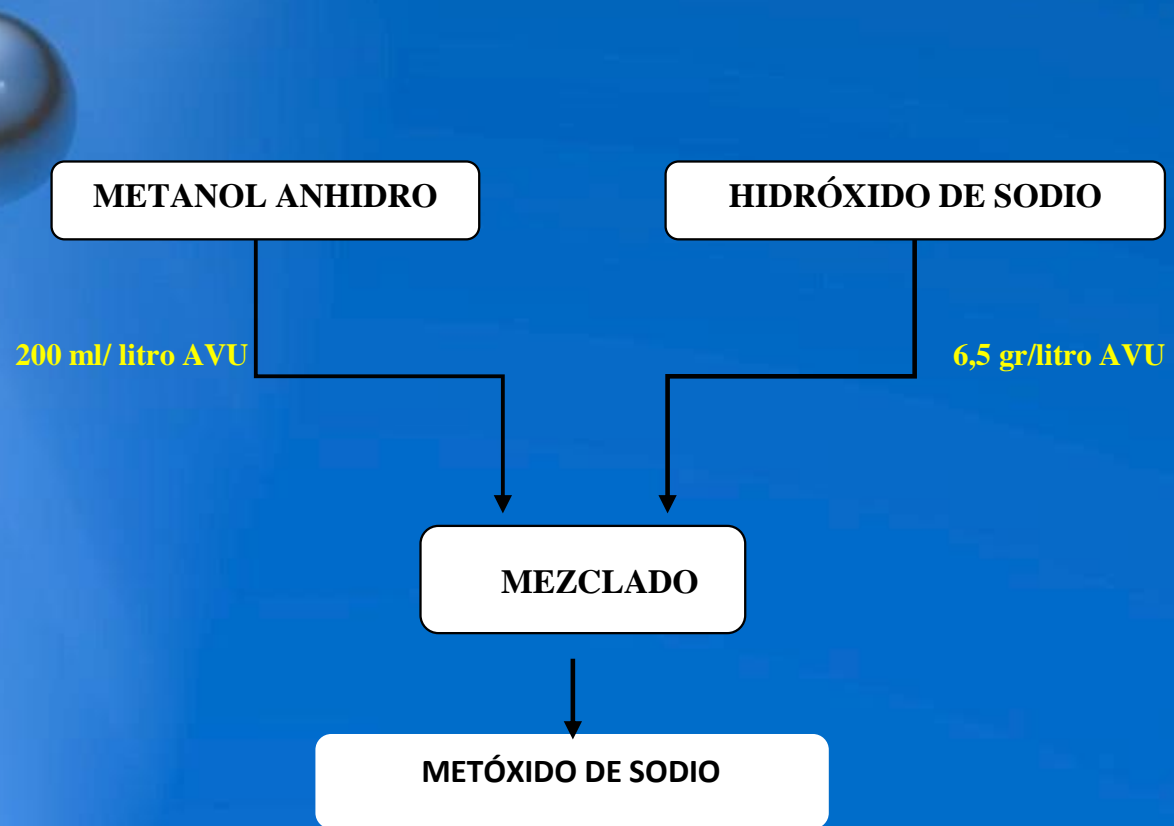
MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO



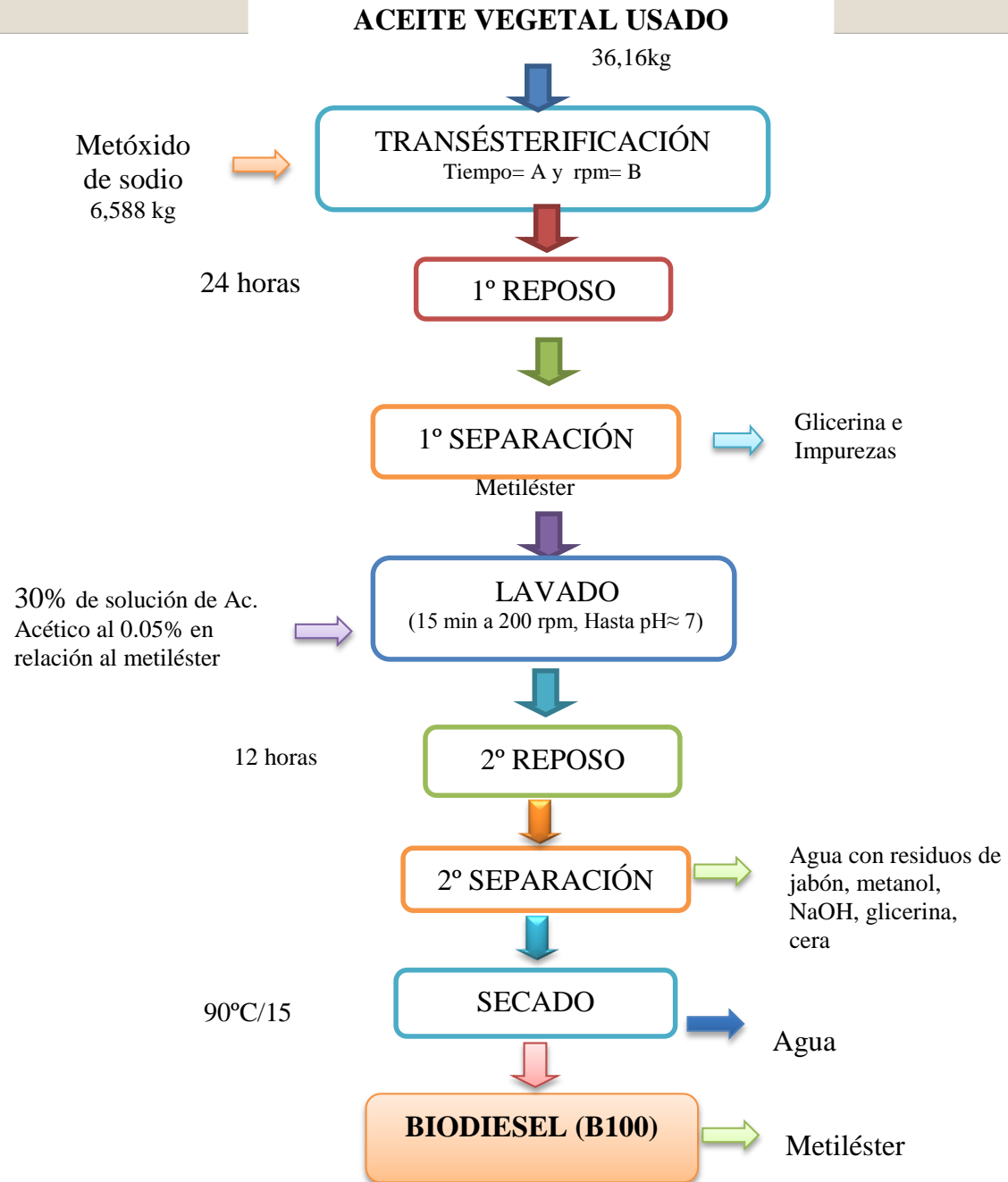
Flujograma preparación Aceite Vegetal usado

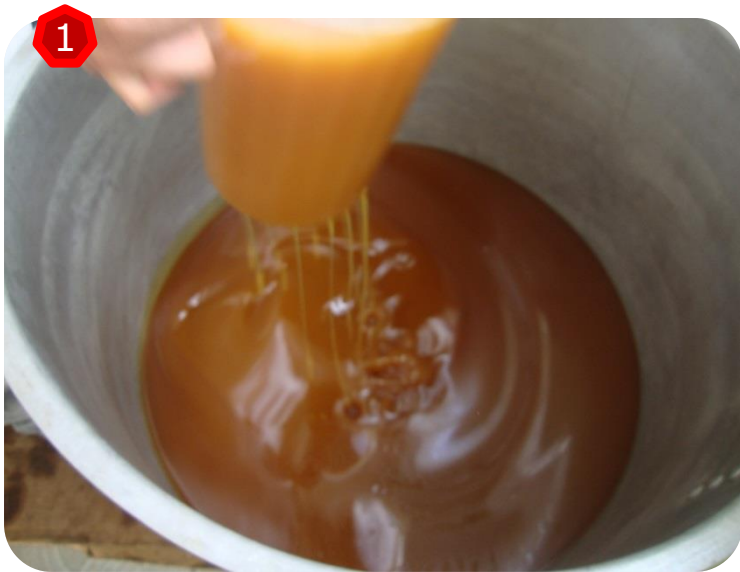


FLUJOGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DEL METÓXIDO DE SODIO



FLUJOGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE BODIESEL (B100)





1° SEPARACIÓN



24h



LAVADO



2° REPOSO

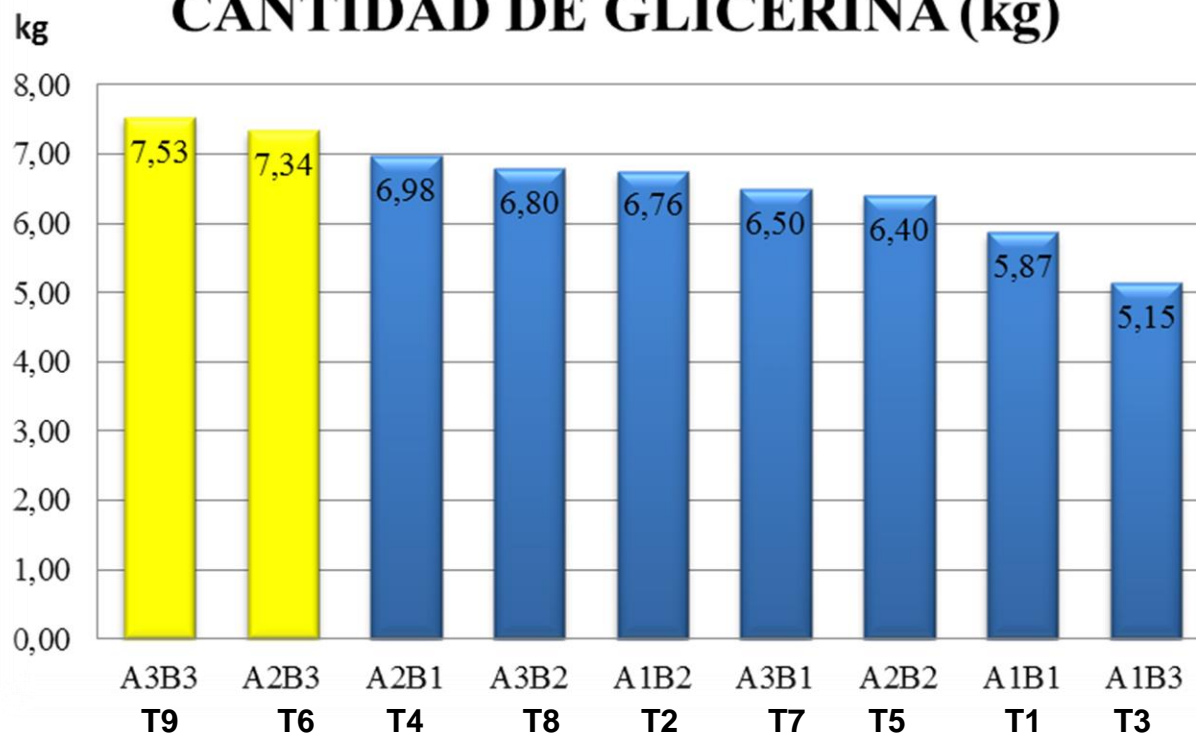


SECADO

RESULTADOS



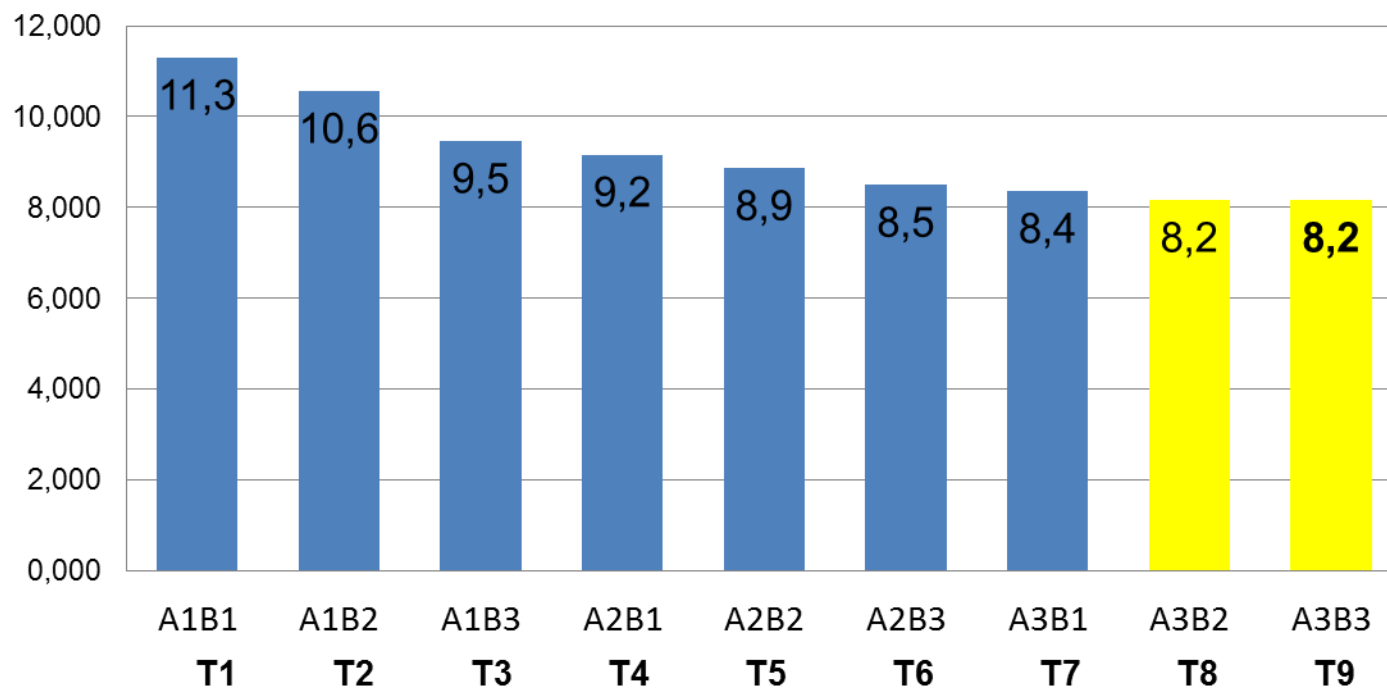
CANTIDAD DE GLICERINA (kg)



Más es mejor

bio
biodiesel a partir de
aceite vegetal usado

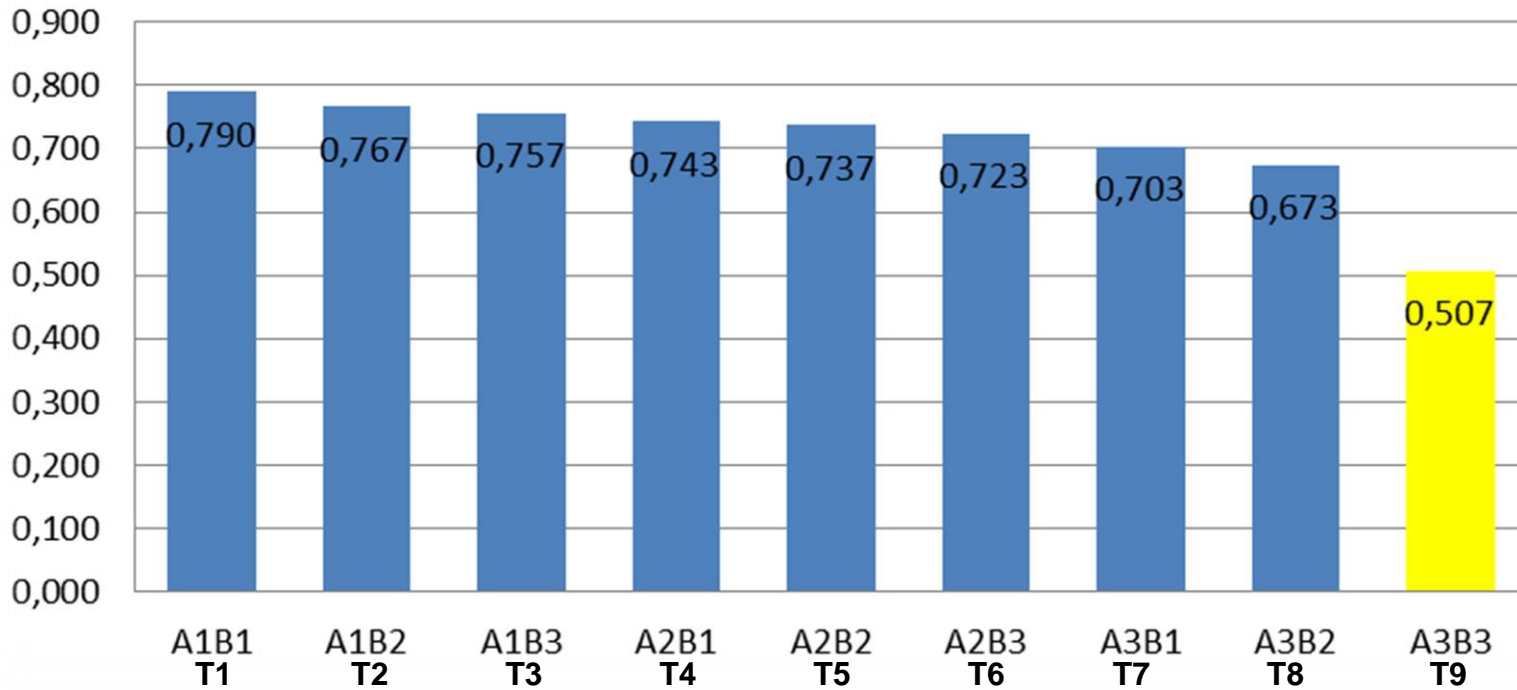
pH del metiléster



Menos es mejor

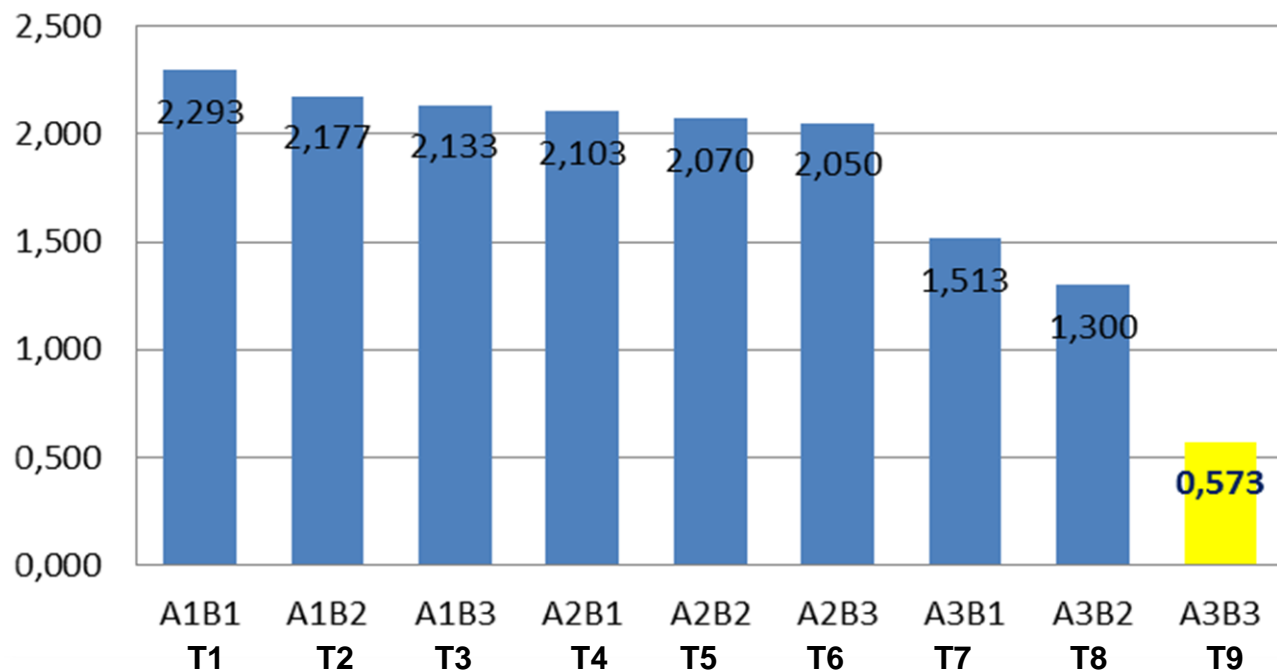
Cantidad de ácido acético en el lavado (g)

Ac. acético (g)



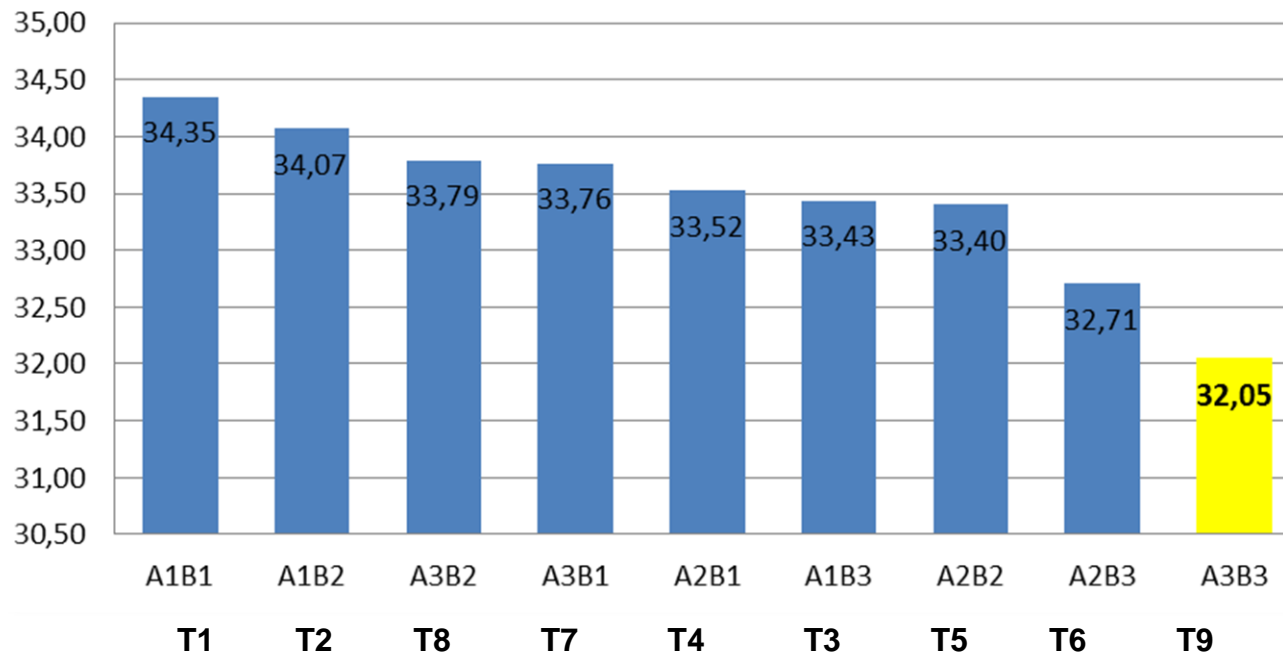
Menos es mejor

Cantidad impurezas en el lavado (kg)



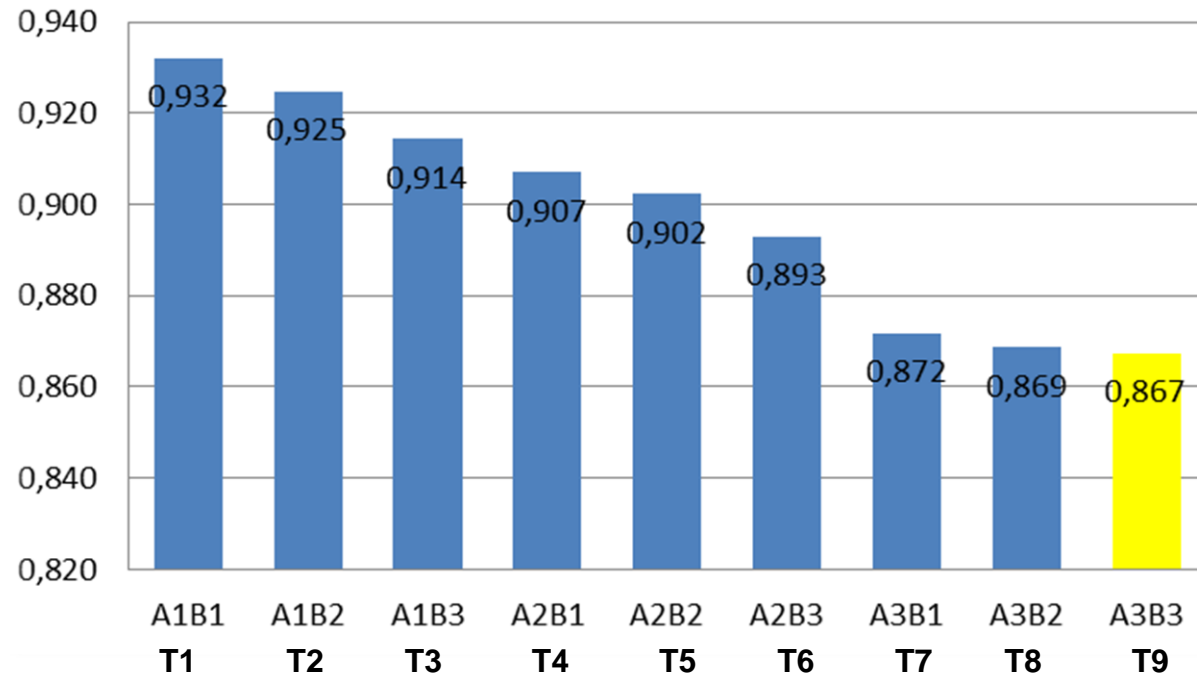
Menos es mejor

Cantidad de agua a la salida del lavado (kg)

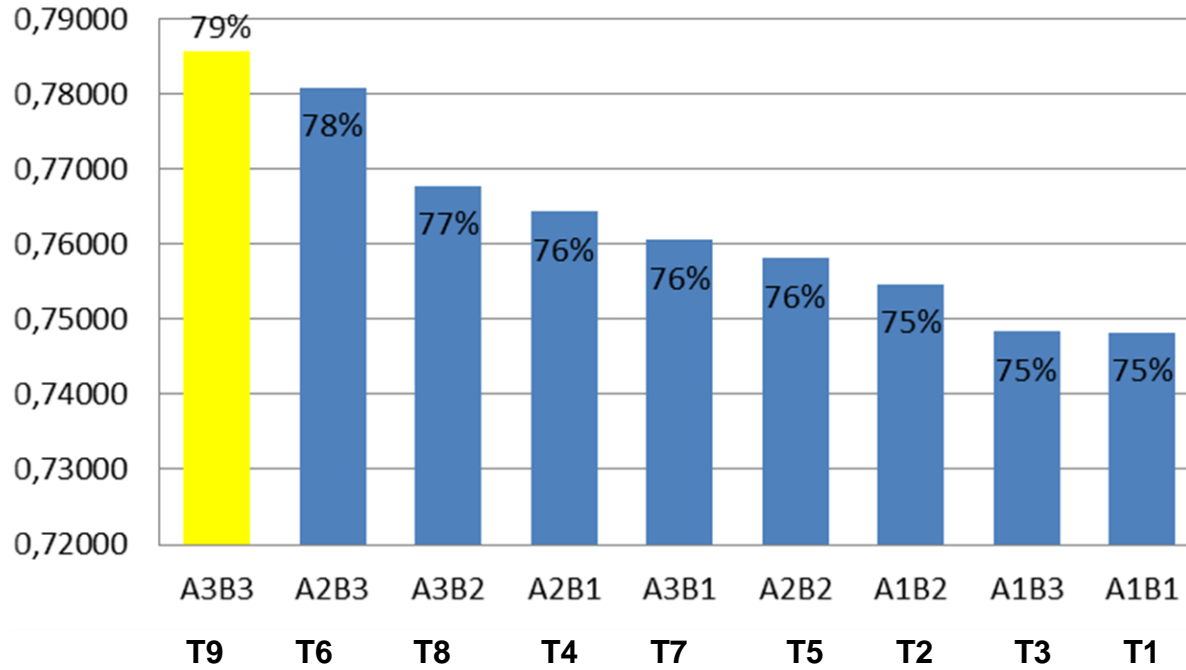


Menos es mejor

DENSIDAD DEL B100 (g/cm³)



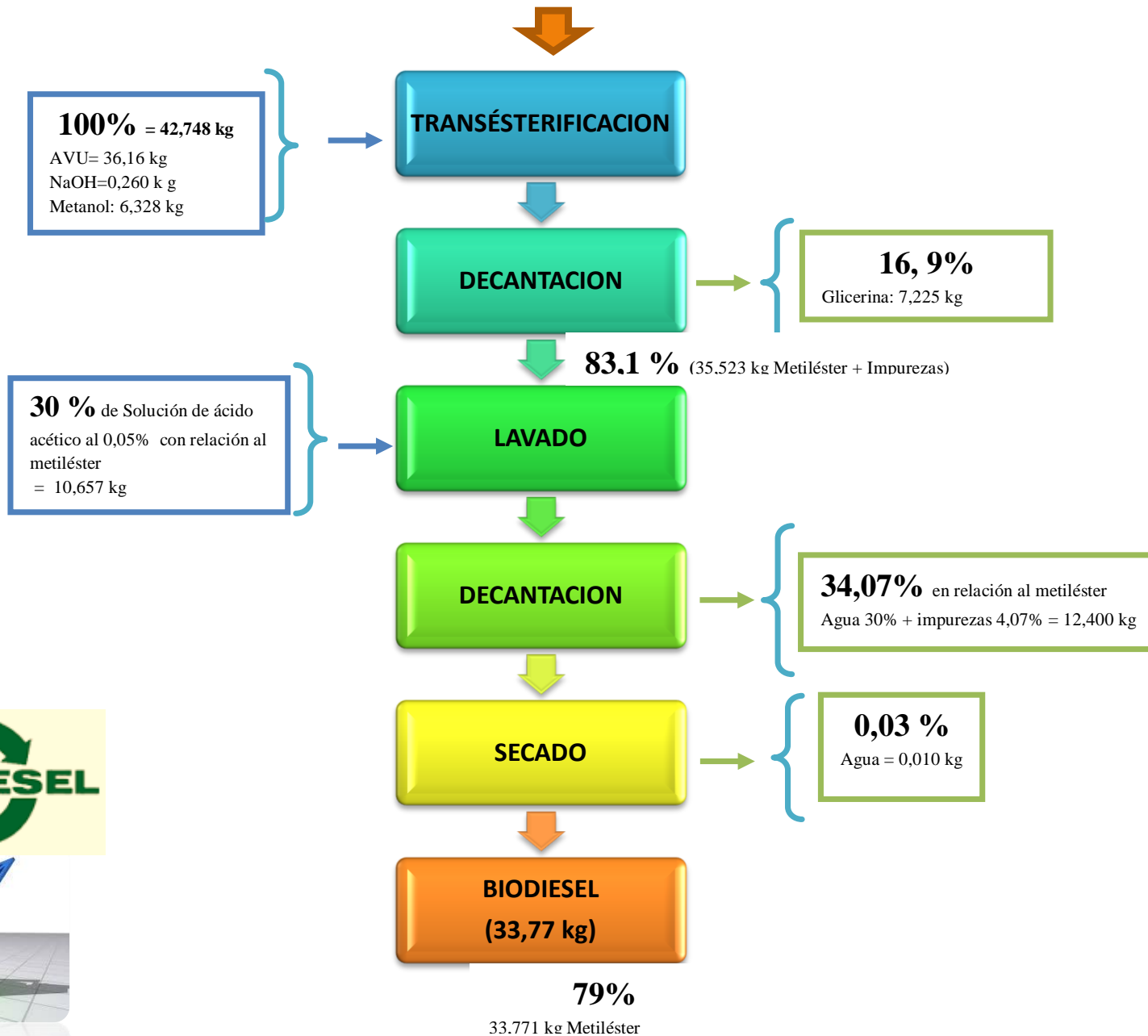
RENDIMIENTO DEL BIODIESEL (%)



BALANCE DE MATERIALES



ACEITE VEGETAL USADO



ANÁLISIS DE LABORATORIO

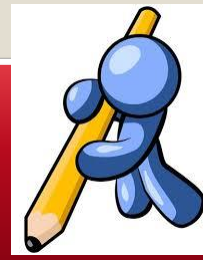
| PARÁMETRO | UNIDADES | MÉTODO | NTE INEN 2 482: 2009 | | RESULTADO |
|--|--------------|---------------------------|----------------------|------------------------------|-----------|
| Densidad API a 60°F | API | ASTMD287 | Mínimo --- --- | Reportar | 28,100 |
| Sedimento Básico y Agua (BSW) * | % V | ASTMD96 | Mínimo --- -- | Máximo 0,5 ASTM D 1796 | 0,01 |
| Viscosidad Cinemática a 40°C • ' | Cst | PNÉ/DPEC/P/A STM D 445 | Mínimo 3,5 | Máximo 5 ASTM D 445 | 4,97 |
| Carbón Conradson* | %P | A5TM D 189 | Mínimo --- - | Máximo 0,5 ASTM D 4530 | 0,145 |
| Corrosión a la lámina de Cobre * | U. Corrosión | ASTM D 130 | Mínimo --- - | Máximo 3 ASTM D 130 | 1A |
| índice de Cetano Calculado' | - | ASTM D 976 | Mínimo --- - | Máximo 47 ASTM D 613 | 45 |
| Calcio | mg/Kg | ASTM D 5056 | Mínimo --- - | Máximo 5 | < 1,800 |
| Magnesio | mg/Kg | ASTM D 5056 | Mínimo --- - | Máximo 5 | 4,99 |
| Glicerol total | % | Gravimétrico | Mínimo --- - | Máximo 0,25 | 0,04 |
| Glicerina libre | % | Gravimétrico | Mínimo --- - | Máximo 0,02 | 0,01 |
| Índice de acidez | mgKOH/g | UNE-EN 14104 | Mínimo --- - | Máximo 0,5 | 0,25 |

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costo por galón (T9) = \$ 1,866



CONCLUSIONES



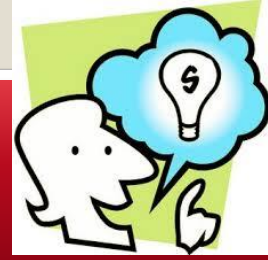
- ❖ Se acepta la hipótesis alternativa planteada.
- ❖ Los parámetros óptimos (**T9**) 300 rpm x 60 min.
- ❖ Los análisis físico-químicos contenidos en la NTE INEN 2 482: 2009, determinaron que **T9** puede ser utilizado en motores diésel.
- ❖ El balance de materiales determinó **T9** con el rendimiento más alto.
- ❖ A mayor contenido de humedad en la materia prima (aceite vegetal usado), la reacción de transesterificación se vuelve más inestable y da lugar a otros subproductos no deseados (mono y diglicéridos, jabón, emulsiones).

RECOMENDACIONES



- ✓ Hacer buen uso y empleo de las dosis exactas de cada componente químico.
- ✓ Este combustible puede usarse en mezclas con diésel comercial.
- ✓ Realizar pruebas preliminares de la materia prima (AVU).
- ✓ Se recomienda realizar investigaciones que permitan aprovechar el subproducto (Glicerina) de este proceso, a fin de dar un valor agregado representa alrededor del 16%.

RECOMENDACIONES



- ✓ Realizar estudios similares con otros tipos de grasas (animales y tipos de oleaginosas) para la producción de biodiesel B100.
- ✓ Se recomienda realizar estudios similares de transesterificación, con parámetros de revoluciones por minuto que bordeen un rango de 300 a 350 rpm, para determinar un punto más eficiente de reacción.
- ✓ Para el almacenamiento del B100, tener las mismas consideraciones para almacenamiento y transporte, como si se tratara de un combustible a base de petróleo.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN !!!