

Trabajo de Fin de Carrera:

“Estudio de pre–factibilidad del proceso de obtención de biodiesel a partir de la grasa de pollo recuperada de los residuos generados en su proceso de cocción”

Realizado por :

Andrés Felipe Guayara Pinzón

Directora :

Ing. Ana Rodríguez

Importancia del Tema

Producción de una energía alternativa eco amigable



- Fuente Renovable de energía
- Reducción de Gases de Efecto Invernadero
- Oportunidades de negocio variadas.

Estudio comparativo de la Transesterificación por catálisis heterogénea



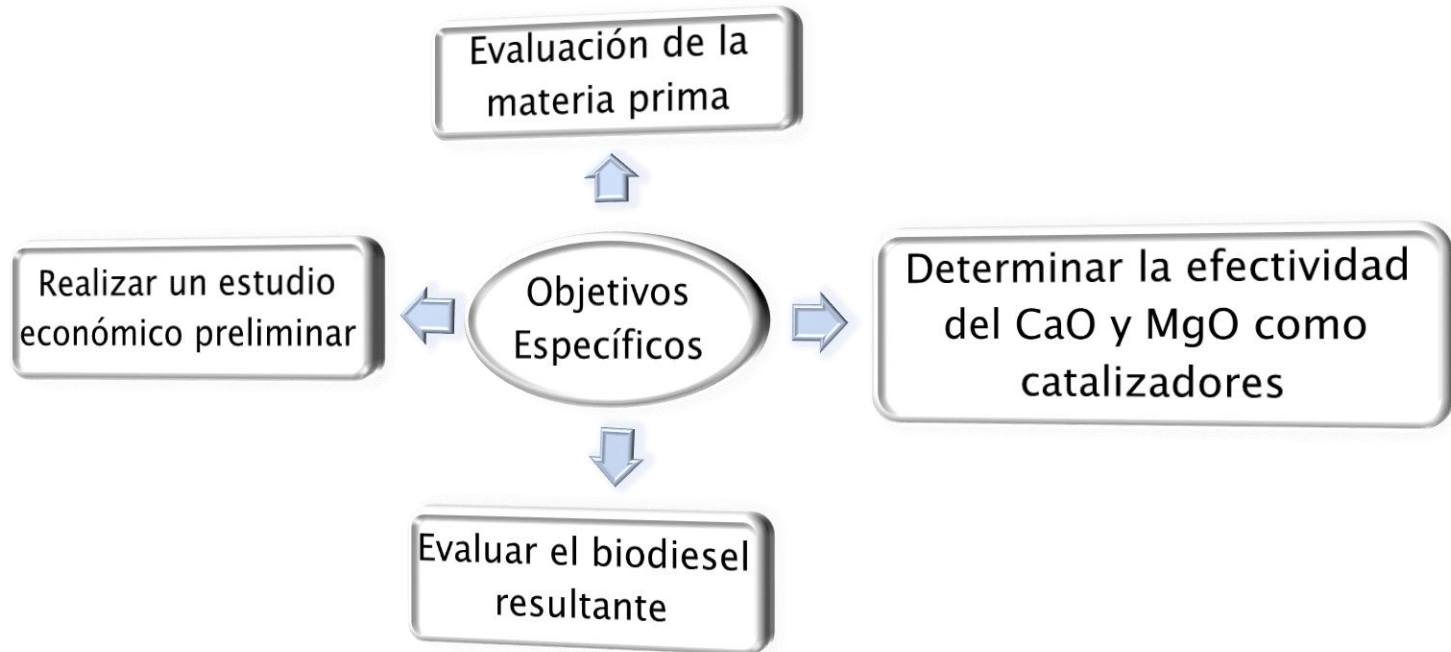
- Proceso más competitivo frente a la catálisis homogénea.
- Catalizadores de fácil accesibilidad



Objetivos de la Investigación

Objetivo General:

Estudiar la pre-factibilidad del proceso de obtención biodiesel a partir de la grasa de pollo recuperada de los residuos generados en su proceso de cocción.



METODOLOGÍA :DISEÑO EXPERIMENTAL

Variables de Estudio	Notación	Niveles	Nivel1	Nivel 2
Relación molar Alcohol-Aceite	RMAC	2	6 :1	12 :1
Porcentaje en peso del Catalizador	PPC	2	1	2
Tipo de Catalizador	TC	2	MgO	CaO

Variables Controladas			Variable de Respuesta: Rendimiento
Temperatura	60	oC	$n = \frac{V_{\text{biodiesel}} \times \rho_{\text{biodiesel}}}{M_{\text{grasa Inicial}}} \times 100$
Agitación	1200	rpm	
Tiempo de Reacción	180	min	

Fuente: Guayara,2016

Diseño Factorial

2^k

Tratamiento	PPC	TC	RMAC	Cantidad de Catalizador (g)	Volumen de Metanol (mL)
T1	2	CaO	6	3,20	71,62
T2	1	MgO	12	1,60	143,24
T3	2	MgO	6	3,20	71,62
T4	1	MgO	6	1,60	71,62
T5	1	CaO	12	1,60	143,24
T6	2	MgO	12	3,20	143,24
T7	1	CaO	6	1,60	71,62
T8	2	CaO	12	3,20	143,24
T9	2	CaO	6	3,20	71,62
T10	1	MgO	12	1,60	143,24
T11	2	MgO	6	3,20	71,62
T12	1	MgO	6	1,60	71,60
T13	1	CaO	12	1,60	143,24
T14	2	MgO	12	3,20	143,24
T15	1	CaO	6	1,60	71,62
T16	2	CaO	12	3,20	143,24

Fuente: Guayara,2016

METODOLOGÍA: CARACTERIZACIÓN DE LA GRASA RESIDUAL

INEN 40 Índice de Saponificación:

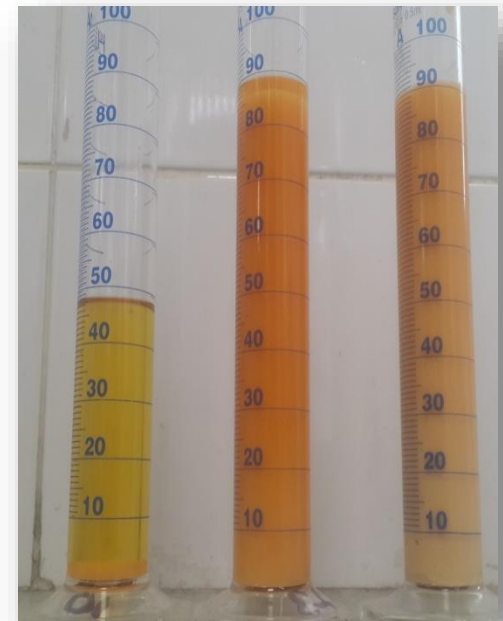
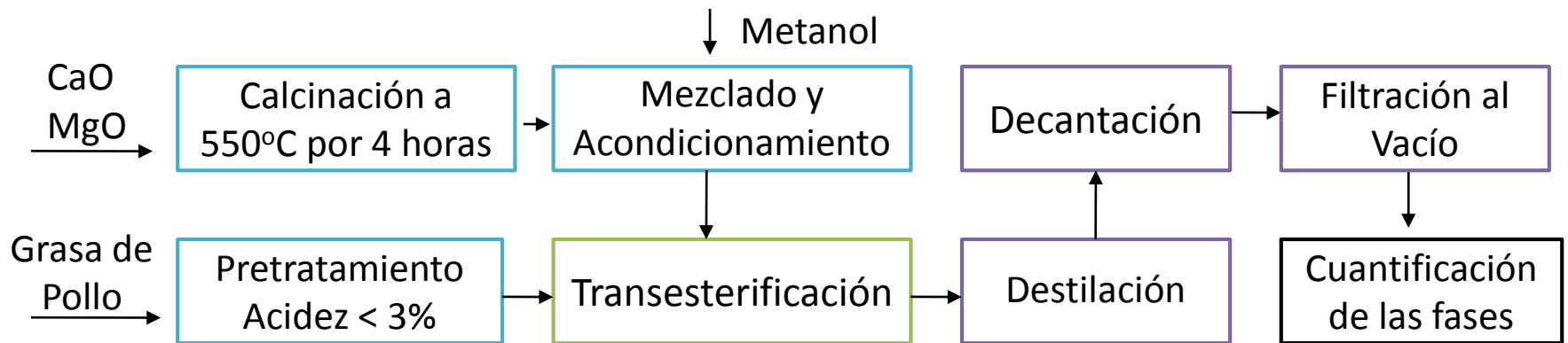
$$i = \frac{56,1 (V_1 - V_2) N}{m}$$

INEN 277 Índice de Peróxido:

$$I = \frac{vN}{m} \times 1000$$



ESQUEMA DEL PROCESO



Caracterización del biodiesel Resultante

Ensayo	Unidades Parámetro
Punto de Inflamación	°C
Contenido de Azufre	mg/Kg
Sedimentos Básicos y Agua	% V
Corrosión a la Lámina de Cobre	Unidad de Corrosión
Viscosidad Cinemática a 40°C *	mm ² /S
Densidad a 15°C *	Kg/m ³
Numero de Cetano	-

Formulas de corrección de la viscosidad y densidad

$$\rho_{15} = \rho_T + 0,723 * (T - 15)$$

$$v = \left(\frac{\mu}{\rho}\right) * 100$$



RESULTADOS: CARACTERIZACIÓN GRASA RESIDUAL

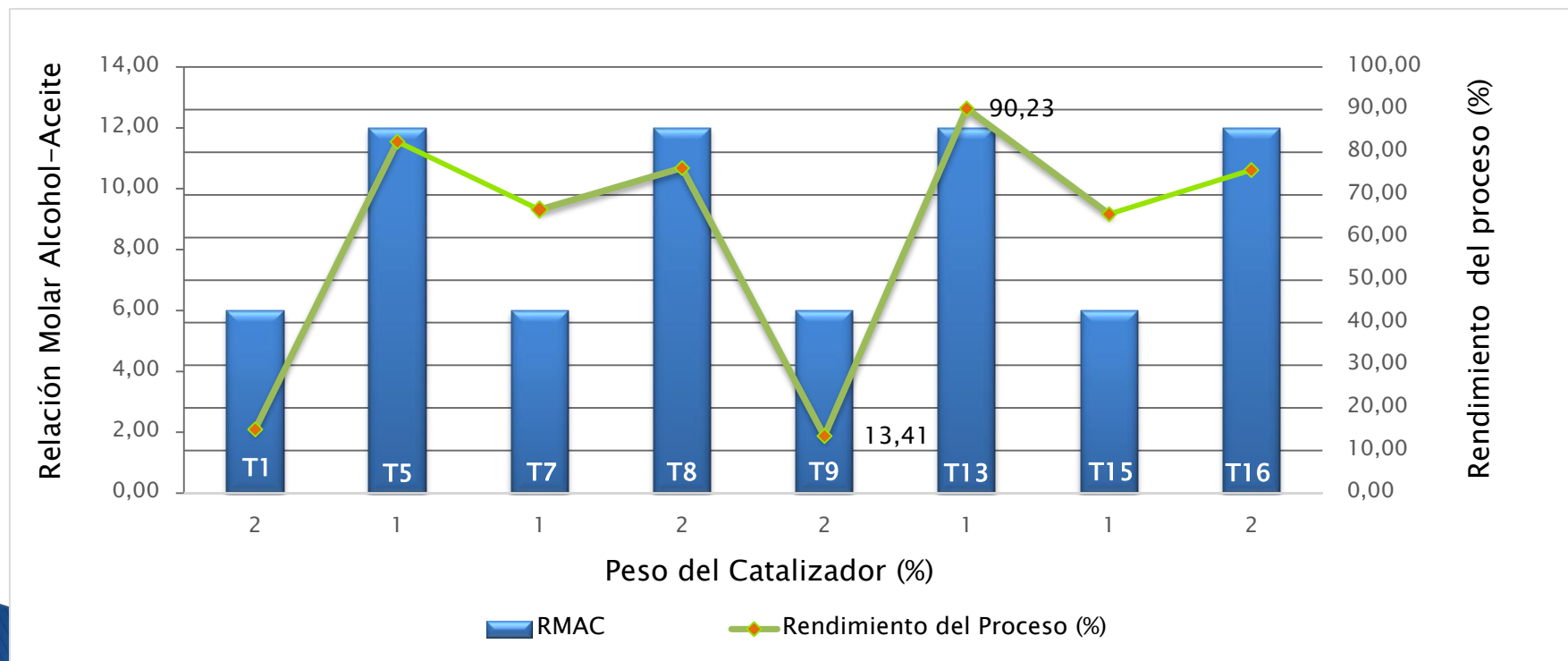
Parámetro	Unidades	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Índice de Saponificación	mg KOH/g muestra	309,74	0,60	0,19
Índice de Peróxido	meq O ₂ /Kg muestra	99,33	1,15	1,16

Screening General de Ácidos Grasos	
Parámetros	Resultados (%)
Ácido Grasos Saturados	31,94
Ácidos grasos mono insaturadas	5,20
Ácidos Grasos poli insaturados	13,68
Índice de acidez	0,1

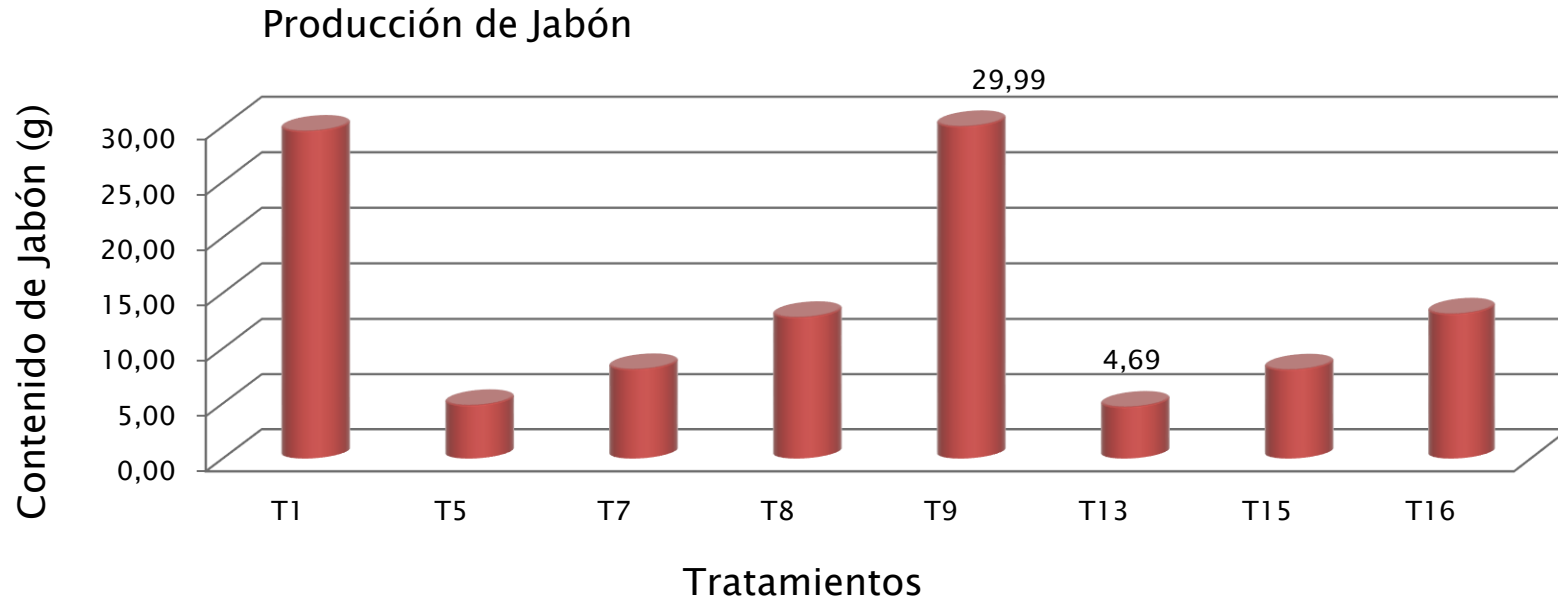


RENDIMIENTOS CON EL ÓXIDO DE CALCIO

Factor	Valor P	Nivel	Rendimiento de la Reacción (%)		
			Media	Límite Inferior	Limite Superior
RMAC	0,0074	6	40,09	22,91	57,27
		12	81,21	64,03	98,39
PPC	0,0218	1	76,18	59,00	96,36
		2	45,12	27,94	62,3



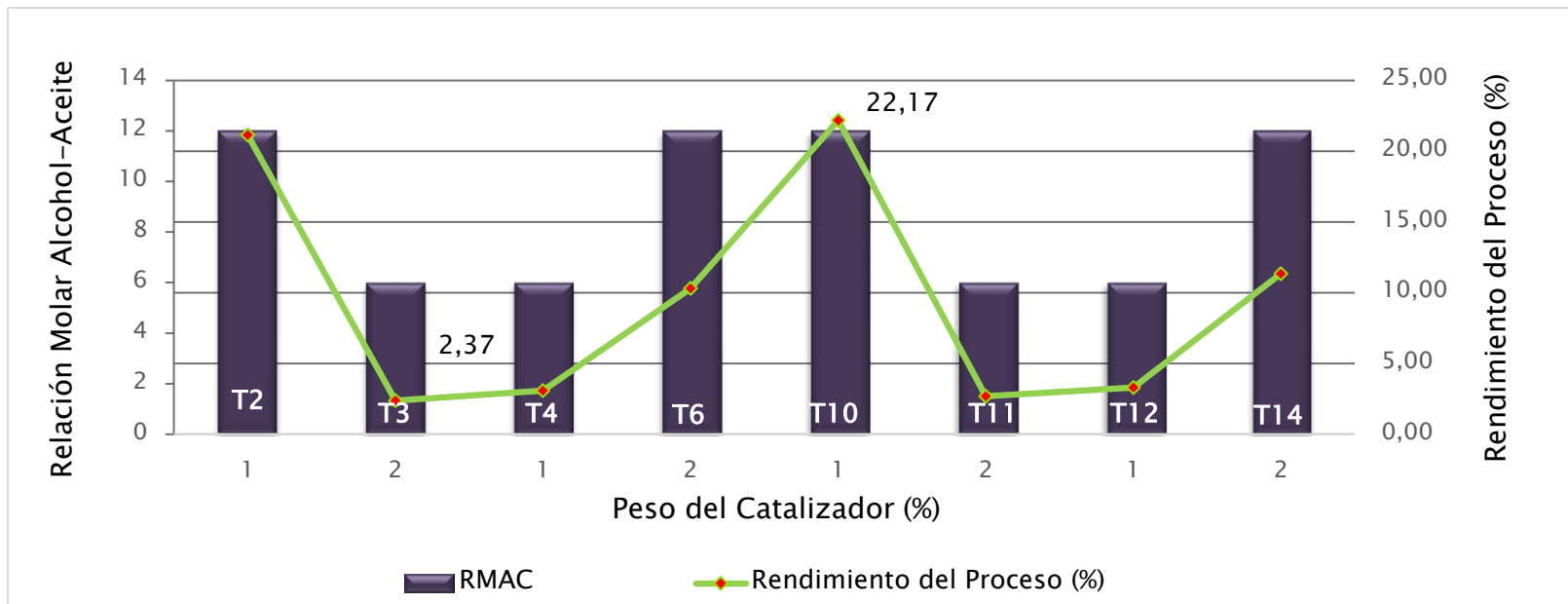
Subproductos del Proceso (CaO)



Tratamiento	Catalizador gastado en base húmeda (g)	Contenido jabón (g)	Glicerina recuperada (mL)	Metanol recuperado (mL)	Tasa de metanol recuperado (%)
T9	1,43	29,99	14,00	41,00	57,25
T13	0,80	4,69	38,00	85,00	59,34

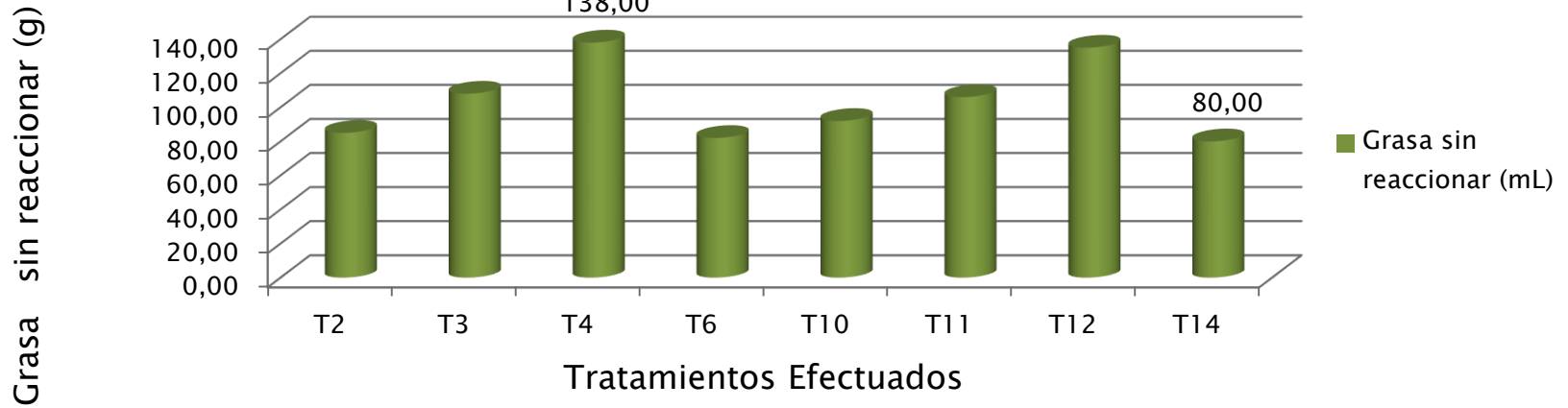
RENDIMIENTOS CON EL ÓXIDO DE MAGNESIO

Factor	Valor P	Nivel	Rendimiento de la Reacción (%)		
			Media	Límite Inferior	Limite Superior
RMAC	0,0021	6	2,86	0,00	7,03
		12	16,24	12,07	20,41
PPC	0,0542	1	12,43	8,25	16,60
		2	6,68	2,50	10,85



Subproductos del Proceso (MgO)

Grasas Residuales sin Reaccionar



CARACTERIZACION DEL BIODIESEL OBTENIDO

Parámetros	Unidad	Valor Obtenido	Requisitos Biodiesel Norma INEN 2482		Requisitos Diesel No.2 Norma INEN 1489	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Densidad a 15°C	Kg/m ³	825	860	890	-	-
Punto de Inflamación	°C	63	120	-	51	-
Corrosión lámina de cobre	-	1A	-	3	-	3
Temperatura de destilación al 90%recuperado	°C	337	-	360	-	360
Viscosidad Cinemática a40°C	mm ² /s	3,848	3,5	5	2,5	6,0
Índice de Cetano	-	48,3	49	-	45	-
Agua y sedimentos	%	<0,05	-	0,05	-	0,05
Contenido de azufre	%	0,023	-	-	-	0,7

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Establecimiento Base: Megamaxi-El Condado		
Producción Mensual de Grasa de Pollo Residual	90	L/mes
Material Graso no Aprovechable (30%)	27	L/mes
Grasa Aprovechable como Materia Prima	63	L/mes
Tasa de Conversión a Biodiesel	82,50	%
Tasa de Conversión a Glicerina	14,52	%
Densidad Promedio Grasa de Pollo Residual	0,869	Kg/L
Densidad Promedio del Biodiesel	0,825	Kg/L
Densidad Glicerina	1,26	Kg/L

Capacidad Productiva Cadena de Supermercados Supermaxi - Megamaxi en Quito		Unidades
Producción de Grasa de Pollo Residual	1260,00	L/mes
Producción de Biodiesel	1094,94	L/mes
Producción de Glicerina	126,18	L/mes
Producción Anual de Grasa de Pollo Residual	15120	L/año
Producción de Biodiesel	13139,28	L/año
Producción de Glicerina	1514,15	L/año



COSTOS ANUALES PROYECTADOS

Costos Variables	Concepto	Costo Anual (\$/año)
Materias Primas	Grasa de Pollo Residual	0,00
	Metanol	29394,67
	Oxido de Calcio	6570,00
Insumo	Energía Eléctrica y Agua	657.29
TOTAL COSTOS VARIABLES		36621,96

Costos Fijos	Concepto	Costo Anual (\$/año)
Fuerza de Trabajo	Operadores y Secretaria	19109,31
Instalaciones	Arriendo	8100,00
Depreciaciones Equipos	Convertidor de Biodiesel ECO125	1774,22
	Tanques Almacenamiento Grasa	314,93
	Tanques de Almacenamiento de Metanol	239,11
	Tanques Almacenamiento de Biodiesel	135,04
	Tanque de Almacenamiento de Glicerina	40,00
Depreciaciones Accesorios y Equipos de Oficina	Escritorio, Computadores, archivadores	237,00
TOTAL COSTOS FIJOS		29949,61

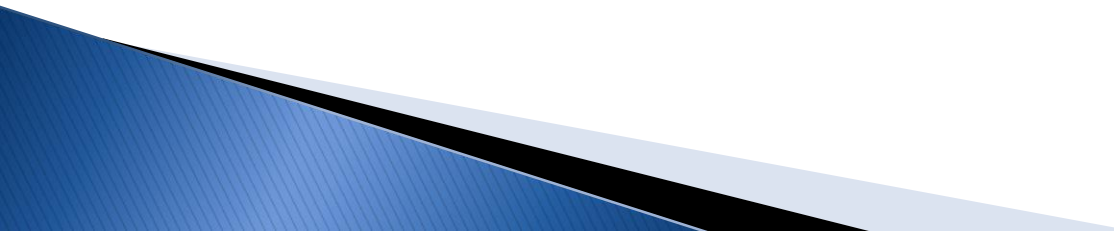
Costo Anual de Producción: \$66571,57 Costo Unitario: \$4,40/ L grasa

Valor Actual Neto

Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos (\$)	0,00	15878,24	15878,24	15878,24	15878,24	15878,24
Egresos (\$)	13701,55	63831,26	63831,26	63831,26	63831,26	63831,26
Diferencia Neta (\$)	-13701,55	-47953,01	-47953,01	-47953,01	-47953,01	-47953,01
Flujos Presente (\$)	-13701,55	-41698,27	-36259,37	-31529,88	-27417,29	-23841,12
VAN =-174447,49						

Gastos Actuales Proyectados para los Supermercado en Quito por el Procesamiento de la Grasa		
Total de establecimientos	20	Establecimientos
Grasa Promedio Entregada al Gestor	34200	Kg/mes
Grasa Promedio Anual Entrega al Gestor	410400	Kg/año
Costo Promedio Asociados a los Servicios del Gestor	16000	\$/mes
Costos Anuales Proyectados por el Servicio del Gestor	192000	\$/año

Conclusiones

- ▶ De acuerdo a los intervalos de confianza las mejores condiciones de reacción para ambos catalizadores fueron una RMAC 12:1 y un 1% de catalizador.
 - ▶ El óxido de calcio es un catalizador efectivo para el proceso de transesterificación permitiendo alcanzar conversiones mayores al 80%.
 - ▶ El óxido de magnesio debe descartarse como variable de estudio dado que el rendimiento no sobrepasó el 20% y considerando el criterio del análisis ANOVA.
 - ▶ El biodiesel obtenido cumple la totalidad de requerimientos del diesel No.2.
 - ▶ El valor actual neto indica que la ejecución del proyecto no es viable puesto que ocasionaría pérdidas a los inversores.
- 

Recomendaciones

- ▶ Realizar ensayos adicionales para la transesterificación con el óxido de calcio como catalizador seleccionando esta vez como variables de estudio la temperatura y la relación molar alcohol aceite.
- ▶ Realizar ensayos que permitan evaluar la incidencia de reutilizar el óxido de calcio respecto al rendimiento de la reacción.
- ▶ Enfocar el estudio de prefactibilidad al aprovechamiento de los residuos grasos recolectados en la trampa de grasa del Megamaxi-El Condado. El volumen disponible de estos residuos (34200 Kg/mes) es 31 veces mayor a la grasa de pollo analizada (1094,94 Kg/mes).

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Biocombustible

Biodiesel



"Energía limpia"