

Índice

Introducción	1
1. Antecedentes generales	1
2. Motivación	2
3. Objetivos	2
Antecedentes bibliográficos	3
1. Naturaleza del biodiesel	4
2. Características del biodiesel	4
3. Ventajas del biodiesel	5
4. Desventajas del biodiesel	7
Selección de la materia base	8
1. Demanda de biocombustibles	9
2. Estudio de la oferta de materia base	10
2.1. Sector agrícola	10
2.2. Sector pecuario	15
2.3. Aceite usado	16
3. Proyecciones	17
3.1. Selección de los cultivos como materia base	17
3.2. Volúmenes de producción	18
3.3. Elementos para el diseño de planta	20
Procesos de fabricación del biodiesel	22
1. Descripción química del biodiesel	23
2. Procesos químicos para la producción de biodiesel	24
2.1. Transesterificación con catalizador básico de un aceite con metanol	25
2.2. Esterificación con catalizador ácido de un aceite con metanol	31
2.3. Conversión del aceite en ácidos grasos, y luego en metil ésteres por catálisis ácida	32
2.4. Procesos en desarrollo	33
3. Procesos industriales para la producción de biodiesel	35
3.1. Proceso discontinuo	35
3.2. Proceso continuo	37
3.3. Sistemas de esterificación	38
3.4. Proceso Combinado Esterificación-Transesterificación	39
4. Preparación de la materia base	39
4.1. Extracción del aceite	40
4.2. Refinamiento del aceite	40
5. Proceso de post reacción	41
5.1. Separación del glicerol y del éster	41
5.2. Lavado del éster	42
5.3. Agua y sedimentos	43
5.4. Otros tratamientos	43
6. Tratamiento de los otros productos y flujos	44
6.1. Manejo del metanol	44
6.2. Glicerol	44
6.3. Aguas residuales	46
7. Estimación de calidad	46
7.1. Factores del proceso de producción	46
7.2. Sistemas de control de la calidad	47

Ingeniería conceptual de la planta	49
1. Introducción y parámetros generales de diseño	50
1.1. Metodología general del diseño	50
1.2. Volumen a producir	50
1.3. Tecnología elegida	51
1.4. Descomposición del proceso	51
2. Descripción del proceso	52
2.1. Extracción del aceite a partir de semillas	52
2.2. Fabricación de biodiesel a partir de aceite	57
3. Diagramas de flujos	60
4. Balances de masa del proceso Biodiesel	61
4.1. Datos básicos	61
4.2. Metodología del cálculo de los flujos máxicos	62
5. Listado y descripción de los equipos de la planta	64
5.1. Definición de la simbología	65
5.2. Propuesta de equipos	65
5.3. Descripción de los equipos de proceso	66
5.4. Stripper glicerina-metanol	69
5.5. Columna de rectificación del metanol	71
5.6. Intercambiadores de calor	74
5.7. Bombas y movimiento de fluidos	81
5.8. Estanques	86
6. Layout de la planta	89
Estimación de costos y resultados	90
1. Descripción y cálculo de la inversión inicial	91
1.1. Inicio del proyecto	91
1.2. Obras civiles	92
1.3. Costo de los equipos principales	93
1.4. Costo de bombas y cañerías	95
1.5. Método de Chilton: costo de estanques y otros equipos	96
1.6. Costos adicionales	98
1.7. Inversión estimada	99
2. Precio del biodiesel	100
2.1. Elementos de costos fijos	100
2.2. Elementos de costos variables	101
2.3. Estimación del costo unitario del biodiesel producido	103
Discusión de los resultados principales	105
1. Diseño de la planta	106
1.1. Principales consumos	106
1.2. Inversión calculada y ofertas de empresas	107
2. Importancia del costo de aceite	108
3. Diesel y biodiesel	109
3.1. Comparación directa de precios	109
3.2. Precio de la mezcla	109
Conclusión	111
Bibliografía	113

Anexos

ANEXO 1: Cálculo del balance de masa	122
ANEXO 2: Descripción de los flujos – balance de masa	122
ANEXO 3: Descripción de estanques	125
ANEXO 4: Descripción de los equipos principales	126
ANEXO 5: Descripción de los economizadores de calor	127
ANEXO 6: Descripción de los calentadores	128
ANEXO 7: Descripción de los enfriadores	130
ANEXO 8: Descripción de los equipos de bombeo	131
ANEXO 9: Otros equipos	133
ANEXO 10: Cálculo del stripper y de la columna	133
ANEXO 11: Cálculo del stripper	141
ANEXO 12: Detalles de la columna de rectificación	141
ANEXO 13: Calculo de los decantadores	144
ANEXO 14: Datos utilizados en los cálculos	144