

INGENIERÍA QUÍMICA



Departamento de Ingeniería Química
Universidad de Almería

¿ QUÉ ES LA INGENIERÍA QUÍMICA?

Rama de la ingeniería que estudia el **diseño**, **la construcción** y **la operación** de equipos e instalaciones utilizados en procesos químicos.

Aplica conocimientos de **química**, **matemáticas**, **física**, **biología** y **economía** al desarrollo de nuevos productos y procesos.



Proceso Químico

Materias primas (petróleo, minerales, madera, productos naturales, microorganismos, etc.)



OPERACIONES DE ACONDICIONAMIENTO:

Calentamiento, Molienda, Mezcla



REACCIONES QUIMICAS



OPERACIONES DE SEPARACION Y ACONDICIONAMIENTO

Filtración, Centrifugación, Destilación, Extracción, Secado, Pasteurización y Esterilización, Ultrafiltración, Ósmosis inversa, Evaporación



Productos (gasolinas, metales, fertilizantes, papel, fármacos, alimentos, etc.)

Salidas profesionales de los Ingenieros Químicos

- Industria química (papeleras, petrolquímica, abonos, metal, ...)
- Industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica,
- Medio ambiente y energía
- Laboratorios de análisis, ensayos, control de calidad
- Administración pública (medio ambiente, educación, ...)
- Oficinas técnicas, consultorías.

Realizando tareas de: diseño,
control de operaciones,
administración, dirección,
Investigación (I+D+i),



Diferencias entre un Químico y un Ingeniero Químico

Químico: estudia la composición, estructura y propiedades de la materia y los cambios que ésta experimenta en las reacciones químicas.

Ingeniero Químico: aplica todo esto a escala industrial. Por ejemplo, hace posible que esas reacciones químicas se puedan realizar a escala industrial. Aspectos científicos (química), técnicos y económicos (ingeniería).

Ejemplo: puede ser posible sintetizar un producto en el laboratorio pero su producción industrial puede ser inviable técnica y económicamente.



Porcentajes de Colocación



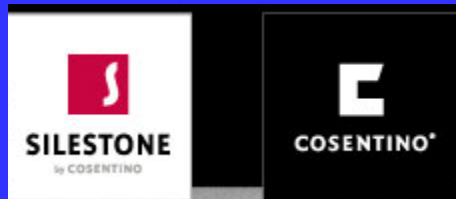
El **91%** encuentra trabajo antes de los seis meses de finalizados los estudios.

PRINCIPALES PUESTOS	%
Directivos y asesores en empresas	70
Investigadores (centros de Investigación y Universidades)	15
Secundaria	10
Analista en control de calidad	5

Todos los % han sido calculados con información de nuestros egresados.

Encuesta realizada por el Vicedecanato de IQ en Abril de 2009

Empresas donde trabajan los titulados de la UAL



ALMERAYA RENOVABLE
DE ENERGIAS S.A.



DESALADORA EN CARBONERAS.

INGENIERÍA QUÍMICA EN LA UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

**Grado en Ingeniería
Química Industrial**
240 ECTS, 4 AÑOS

**Master en Ingeniería
Química**
60 ECTS, 1 AÑO

**Doctorado en
Ingeniería Química**

**Atribuciones
profesionales**



Grado en Ingeniería Química Industrial

Formación Básica	60
Obligatorias de Rama	60
Especialidad TE: Química Industrial	72
Intensificación Química industrial	6
Formación Transversal en Tecnología Específica Electricidad	6
Formación Complementaria de otra TE (Mecánica o Electrónica Industrial)	6
Prácticas en Empresa	12
Trabajo Fin de Grado	12
Representación Estudiantil	6
	240

MODULO 1	FORMACIÓN BÁSICA					
MATERIAS	MATEMATICAS	FÍSICA	INFORMÁTICA	EMPRESA	QUÍMICA	EXPRESIÓN GRÁFICA
MÓDULO 2	FORMACIÓN ESPECÍFICA DE RAMA					
MATERIAS	ING. TÉRMICA	MAQUINAS Y MECANISMOS	MECÁNICA DEL SÓLIDO	MECÁNICA DE FLUIDOS	PROYECTOS	
	CIENCIA E ING. DE MATERIALES	TECNOLOGIA MECÁNICA	AUTOMÁTICA	ELECTRÓNICA FUNDAMENTAL	INGENIERÍA ELÉCTRICA	
MÓDULO 3	ESPECIALIDAD: QUÍMICA INDUSTRIAL					
MATERIAS	FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA	OPERACIONES BÁSICAS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA	INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA	QUÍMICA INDUSTRIAL		
	INGENIERÍA DE PROCESOS QUÍMICOS Y BIOTECNOLÓGICOS	SIMULACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS	CONTROL E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS	EXPERIMENTACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA		
MÓDULO 4	INTENSIFICACIÓN QUÍMICA INDUSTRIAL					
MATERIAS	ANÁLISIS QUÍMICO					
MODULO 5	FORMACIÓN TRANSVERSAL EN TECNOLOGÍA ESPECÍFICA ELECTRICIDAD					
MATERIAS	INSTALACIONES ELÉCTRICAS					
MÓDULO 6	PRÁCTICAS EN EMPRESA					
MÓDULO 7	TRABAJO FIN DE GRADO					

Departamento de Ingeniería Química



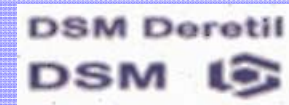
20 profesores doctores

10 becarios

3 técnicos



Relaciones con empresas



Institutional



Academic



Departamento de Ingeniería Química

◆ DOCENCIA

- Grado en Ingeniería Química Industrial
- Grado en Ciencias Químicas
- Grado en Ciencias Ambientales
- Grado en Agronomía
- Grado en Ingeniería mecánica
- Grado en Ingeniería electrónica industrial
- Master en Ingeniería Química (futuro próximo)



Departamento de Ingeniería Química

◆ Grupos investigación

Grupo de Biotecnología de Microalgas Marinas

Grupo de Ingeniería de Bioprocesos y Tecnología del agua

◆ Líneas de investigación

Biotecnología de microalgas: PUFAs, Biodiésel, Pigmentos, Acuicultura, reducción de CO₂

Tecnología enzimática de lípidos: lípidos estructurados, DHA, EPA, Biodiésel

Cultivo in vitro de esponjas marinas: moléculas bioactivas

Cultivo de hongos filamentosos: estatinas

Cultivo de células animales: proteínas humanas, anticuerpos

Cultivo de células de insecto: bioinsecticidas

Depuración de aguas residuales mediante fotocatalisis solar: aguas para riego



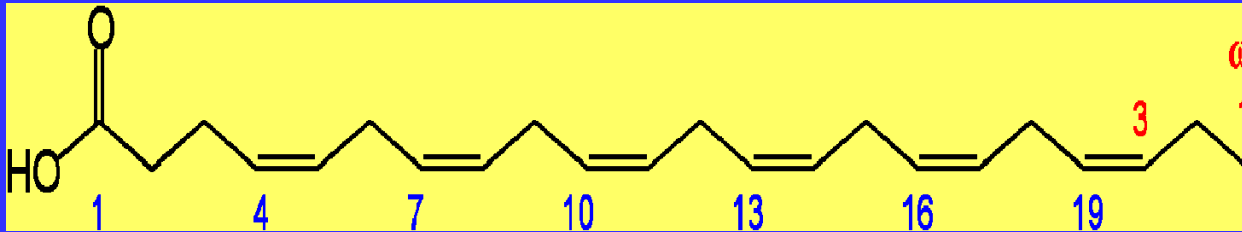


LINEA INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA ENZIMÁTICA DE LÍPIDOS

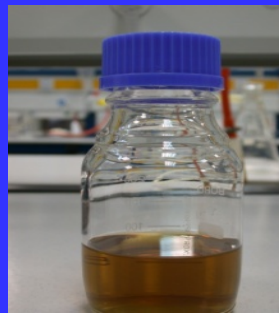
Departamento de Ingeniería Química
Universidad de Almería
Alfonso Robles Medina

Productos obtenidos en nuestro laboratorio

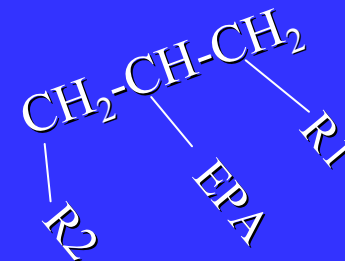
DHA



Biodiesel



Lípidos estructurados ricos en ácidos grasos ω-3



PRODUCCIÓN DE DHA

ÁCIDO DOCOSO
HEXAENOICO
(22:6n3, DHA)

- Parte esencial de la pared celular, del cerebro, de la retina y del sistema nervioso central.
- Durante la gestación y en los tres primeros años de vida los requerimientos de DHA para el cerebro y la retina son críticos.
 - Suplemento para embarazadas
 - Fabricación de leches maternizadas**
- Antitumoral y antioxidante celular



Composición en ácidos grasos de las leches humana y de vaca

A. grasos	Leche humana	Leche de vaca
8:0 (caprílico)	0,20	1,50
10:0 (cáprico)	1,10	2,00
12:0 (láurico)	5,20	3,00
14:0 (mirístico)	6,40	11,00
16:0 (palmitico)	20,80	30,00
16:1 n7 (palmitoleico)	2,70	2,00
18:0 (esteárico)	7,20	12,00
18:1 n9/n7 (oleico)	36,30	23,00
18:2 n6 (linoleico)	12,60	2,00
18:3 n3	1,00	0,50
20:4 n6 (ARA)	0,50	0,30
20:5 n3 (EPA)	0,00	0,00
22:4 n6	0,10	0,00
22:5 n3	0,20	0,00
22:6 n3 (DHA)	0,30	0,00

Triglicéridos más abundantes:

OPO, leche humana, POP leche de vaca

OBTENCIÓN DE DHA

- SAPONIFICACIÓN DE ACEITES RICOS EN DHA PARA OBTENER ÁCIDOS GRASOS LIBRES



- ESTERIFICACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS LIBRES CON ALCOHOL LÁURICO CATALIZADA POR LA LIPASA DE *Rhizopus delemar*, ACIL-ESPECÍFICA

Lipasa acil-específica



Ácidos grasos

Alcohol láurico

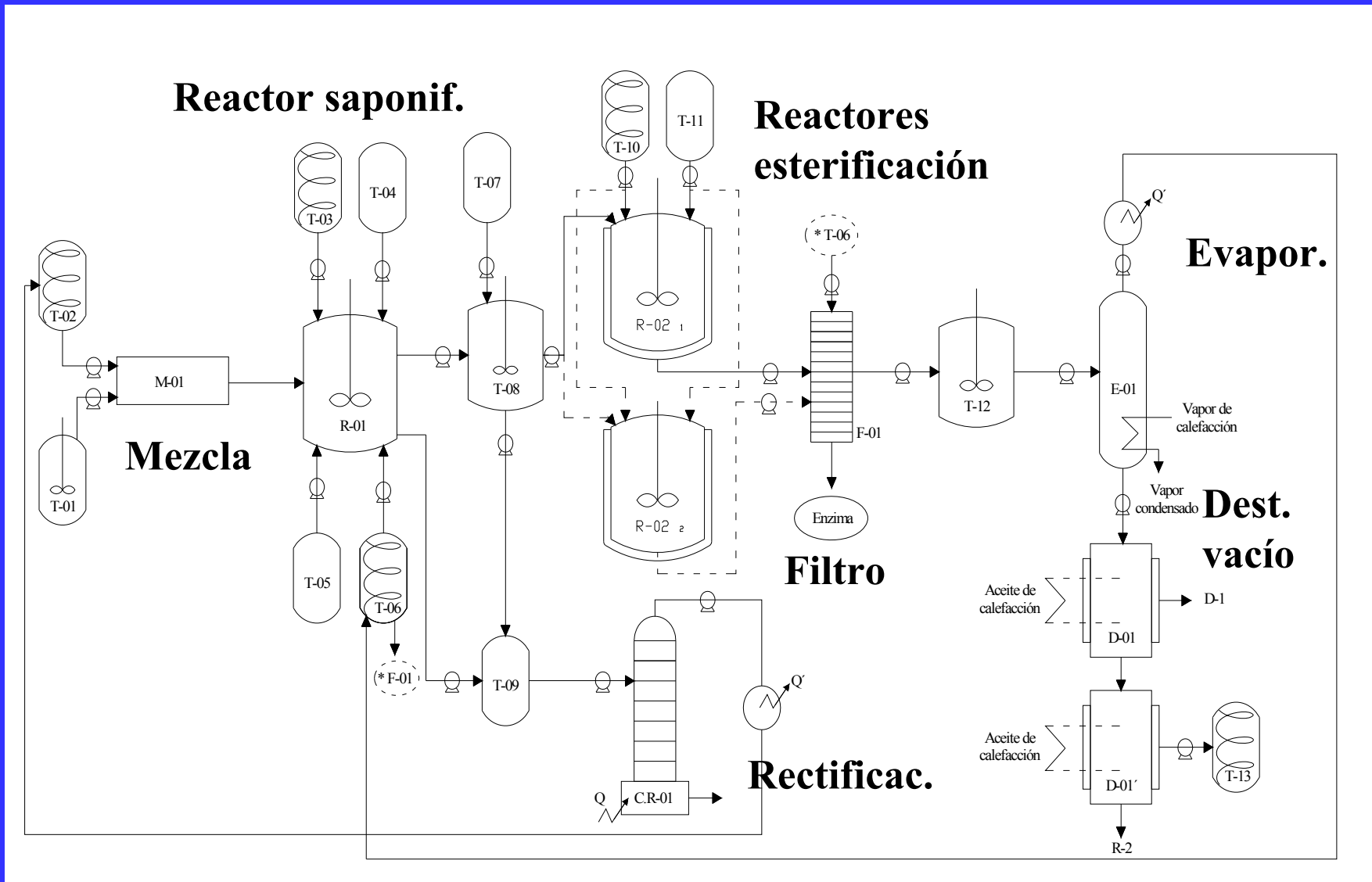
Éster láurico



- PURIFICACIÓN DEL DHA

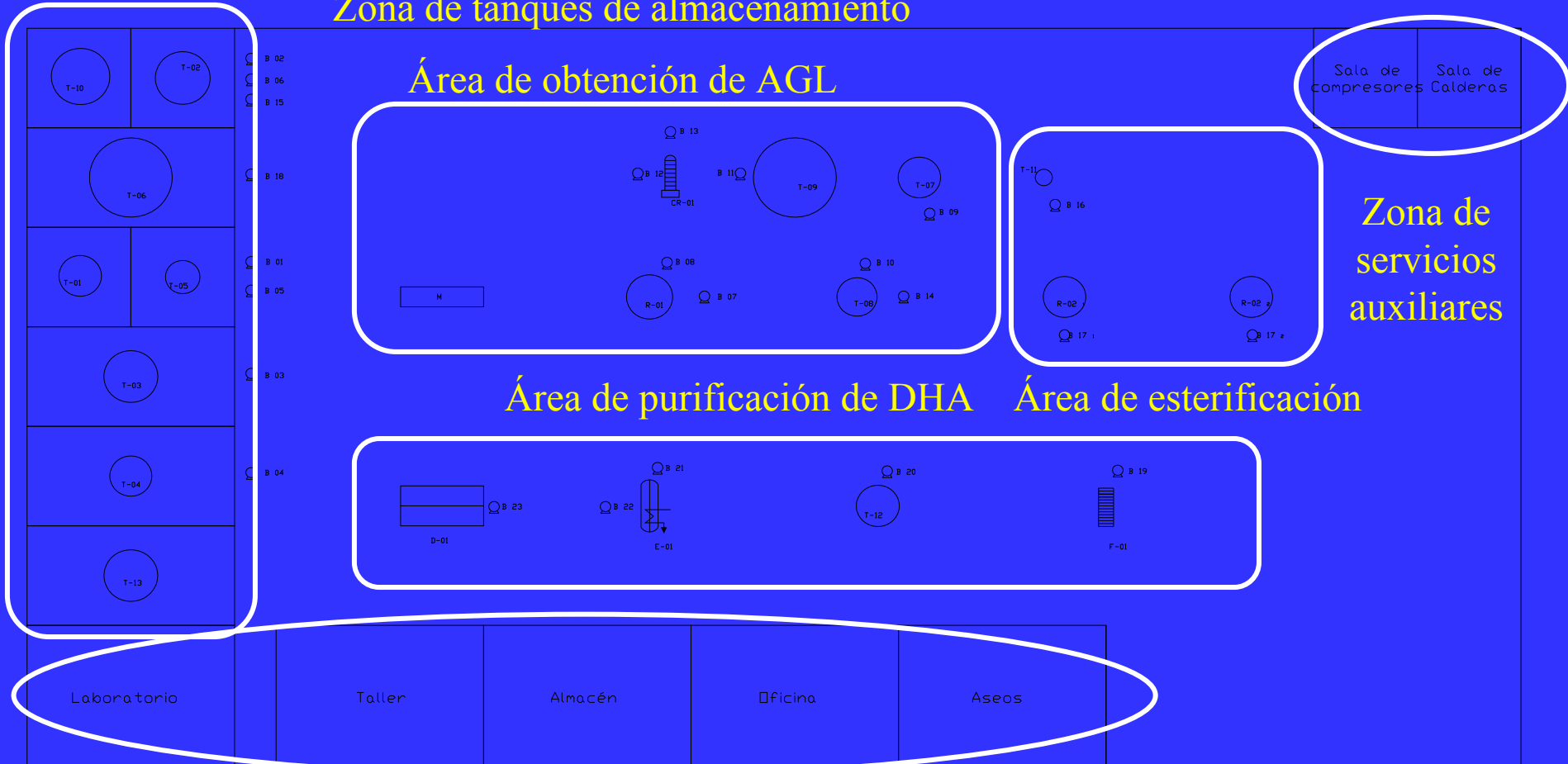
Separación ácidos grasos libres-ésteres
Destilación a vacío

Diagrama de flujo: planta de producción de un concentrado de DHA



Planta de producción de un concentrado de DHA: distribución en planta

Zona de tanques de almacenamiento



Zona de servicios generales

Planta de producción de un concentrado de DHA: Análisis económico

CAPITAL INMOVILIZADO, €

COSTE DE EQUIPOS PRINCIPALES	1.379.008
CAPITAL FÍSICO	4.688.628
TOTAL	6.798.511 €

COSTES DIRECTOS DE PRODUCCIÓN €/AÑO

MATERIAS PRIMAS	5.159.296
SERVICIOS	85.662
PERSONAL	520.000
MANTENIMIENTO	169.963
TOTAL	5.934.920 €/año

OTROS

COSTES INDIRECTOS	422.528 €/año
CAPITAL CIRCULANTE	1.282.582 €

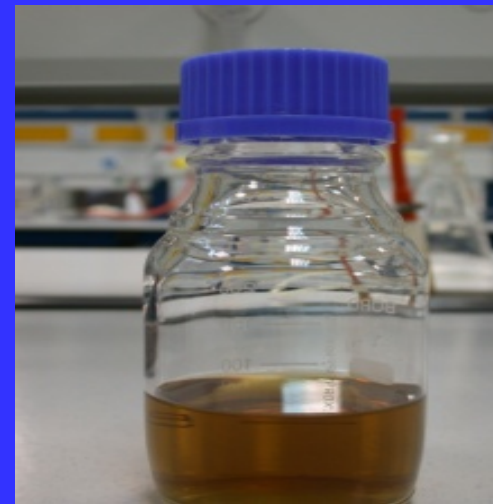
COSTES: COMERCIALIZACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, ADMINISTRACIÓN, IMPUESTOS

VIABILIDAD ECONÓMICA

PRECIO DE VENTA	85 €/kg
VENTAS	10.115.000 €/año
FINANCIACIÓN	
1/3 CI	Aportación propia
0,10 CI	Subvención
Resto CI	Préstamo largo plazo
CC	Préstamo corto plazo
BENEFICIO NETO PRIMER AÑO	1.527.544 €
VAN	19.819.195 €
TIR	0,5

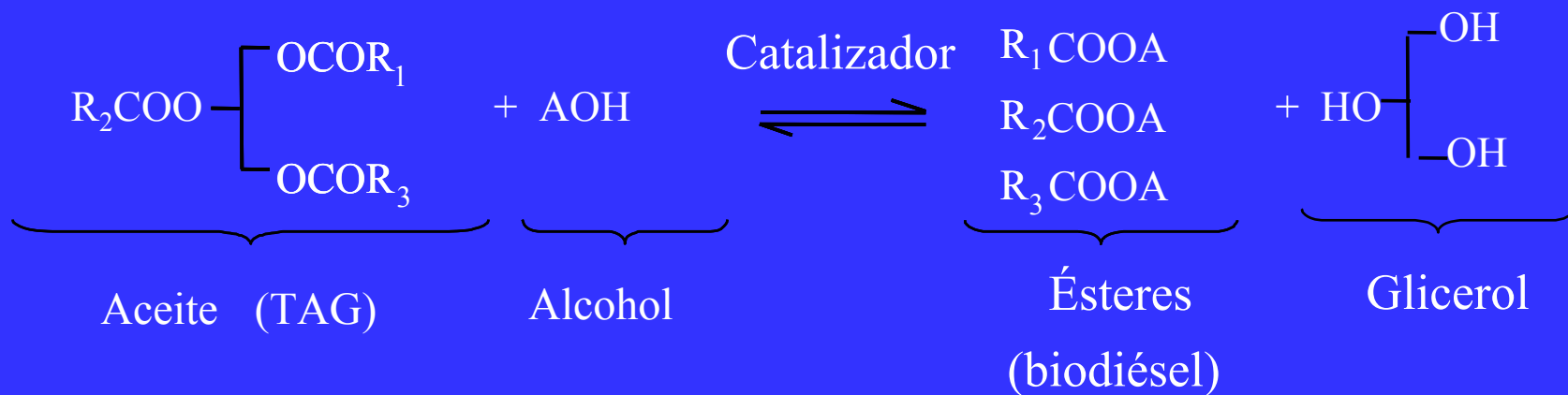
BIODIESEL

Combustible elaborado a partir de aceites vegetales o grasas animales, apto como sustituyente parcial o total del gasoil en motores diesel, sin que resulten necesarias conversiones, ajustes o regulaciones especiales del motor.



PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL

Ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga
derivados de lípidos naturales



CATALIZADORES: KOH, NaOH
H₂SO₄
Lipasas



Comparación de la tecnología enzimática frente a la tecnología tradicional empleada en la producción de biodiésel.

Características	Proceso enzimático	Proceso alcalino
Consumo energético	Bajo, temperatura entre 30 y 40°C	Medio, temperatura entre 60 y 70°C
Tipo de aceite	Variados, incluso aceites residuales de alta acidez, transforman los ácidos grasos en biodiésel	Sólo aceites sin acidez; los ácidos grasos libres forman jabones
Recuperación de la glicerina	Fácil con una pureza elevada (no lleva álcalis ni ácidos). Uso para fines más nobles.	Su purificación es más compleja; se obtiene con una pureza baja.
Recuperación del catalizador	Fácil o no necesaria si se opera en un reactor con la enzima inmovilizada	Difícil o no rentable. Se neutraliza con ácido tras la catálisis.
Impacto ambiental	Bajo, no se generan efluentes residuales	Medio, se generan efluentes alcalinos o disoluciones salinas
Costes del catalizador	Altos. Podrían reducirse por economía de escala.	Bajos

Optimización de la producción de biodiésel por vía enzimática

- ◆ Evitar o disminuir la desactivación de las lipasas por el metanol y el etanol
 - ◆ Agregar el alcohol por etapas
 - ◆ Utilizar un disolvente
 - ◆ Adición de agua
 - ◆ Emplear otros alcoholes
 - ◆ Buscar lipasas más resistentes al alcohol o más baratas, por ejemplo **lipasas intracelulares**.
 - ◆ **Rendimiento en biodiésel: 98-99%**

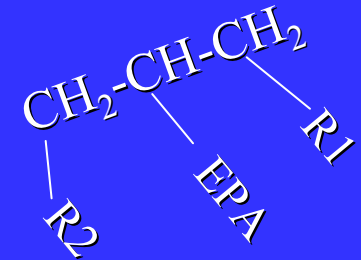
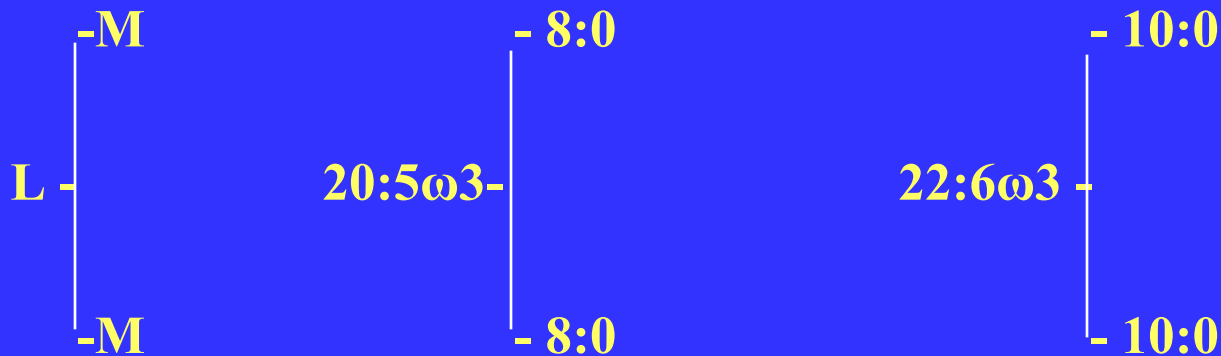


Proceso de producción de Biodiésel



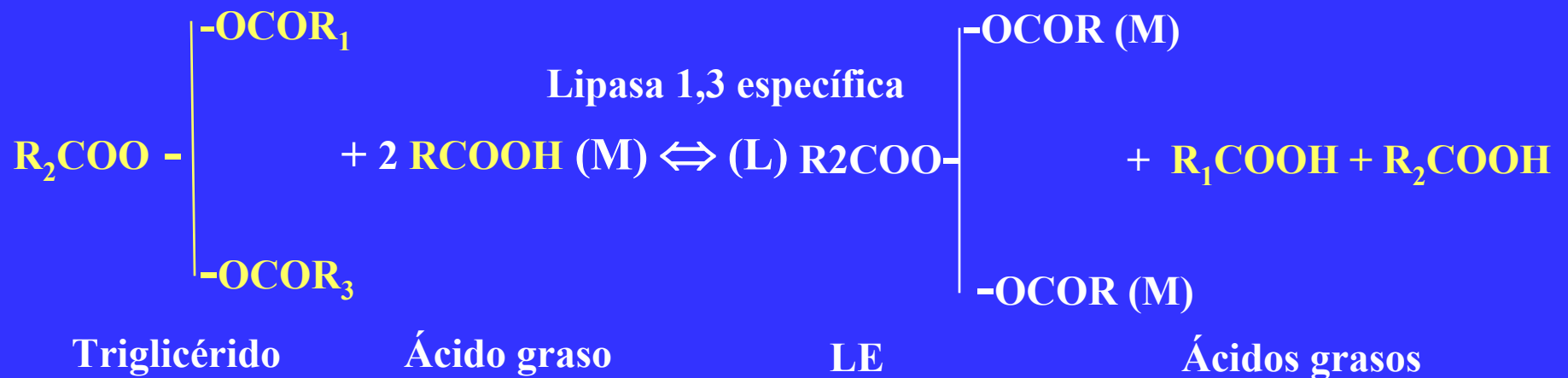
¿QUÉ SON LOS LÍPIDOS ESTRUCTURADOS?

- LE de estructura MLM: TG que contienen AGM en las posiciones 1 y 3 de la glicerina y AGL funcionales en la posición 2



- **Distribución MLM:** facilita su absorción debido a la especificidad 1, 3 de la lipasa pancreática.
 - AGM: aporte energético rápido
 - Los 2-MG con el AGL aportan AG funcionales para el tratamiento de determinadas enfermedades o carencias
- **Acidos grasos poliinsaturados (PUFAs):**
 - EPA (20:5n3): tratamiento y prevención de enfermedades cardiovasculares.
 - DHA (22:6n3): desarrollo del sistema nervioso

SÍNTESIS DE LÍPIDOS ESTRUCTURADOS: ACIDOLISIS DE TG CATALIZADA CON LIPASAS 1,3 ESPECÍFICAS



Perfil de ácidos grasos (% moles) de los aceites utilizados

Ácido graso	Trioleína	Aceite de hígado de bacalao	Aceite de atún
14:0	-	4,7	4,8
16:0	4,3	13,1	20,8
16:1n7	-	9,4	7,0
18:0	3,9	2,8	5,7
18:1n9	78,8	20,8	15,9
18:1n7	0,6	6,2	3,0
18:2n6	12,1	1,3	1,9
18:4n3	0,3	1,5	1,1
20:1n9	0,2	11,4	3,0
20:5n3 (EPA)	0,7	8,6	7,3
22:1n9	-	8,2	2,0
22:6n3 (DHA)	-	9,2	20,1

Triglicéridos ricos en PUFAs: aceites de microalgas *Isochrysis galbana*, *Phaeodactylum tricornutum* y *Porphyridium cruentum*.

Acidos grasos	Aceite	<i>I. galbana</i>	<i>P. tricornutum</i>	<i>P. cruentum</i>
14:0	4,2	10,1	5,9	1,3
16:0	10,6	20,3	16,7	24,1
16:1n-7	7,8	21,4	19,0	2,2
16:2n-4	-	-	7,4	0,4
16:3n-4	-	-	6,4	0,5
16:4n-1	-	-	1,9	0,3
18:0	2,6	0,7	-	0,9
18:1n-9	17,0	1,4	-	1,6
18:1n-7	4,6	3,6	-	1,1
18:2n-6	1,5	0,9	2,4	5,5
18:3n-3	0,8	1,2	0,2	1,0
18:4n-3 (SA)	2,4	6,4	-	0,6
20:1n-9	10,8	0,2	-	-
20:4n-6 (AA)	0,5	0,7	3,6	20,3
20:4n-3	-	-	0,3	-
20:5n-3 (EPA)	9,4	22,6	31,9	21,7
22:1n-11	8,3	0,1	-	-
22:4n-6	0,5	1,3	-	-
22:5n-3	1,2	0,2	-	-
22:6n-3 (DHA)	11,0	8,4	0,8	0,4
24:0	-	0,1	1,5	-

REACTORES: TIPO TANQUE AGITADO

Variables a estudiar

Lipasa

Temperatura

Intensidad de agitación

Disolvente: si-no, tipo,
cantidad

Relación aceite/ácidos
grasos

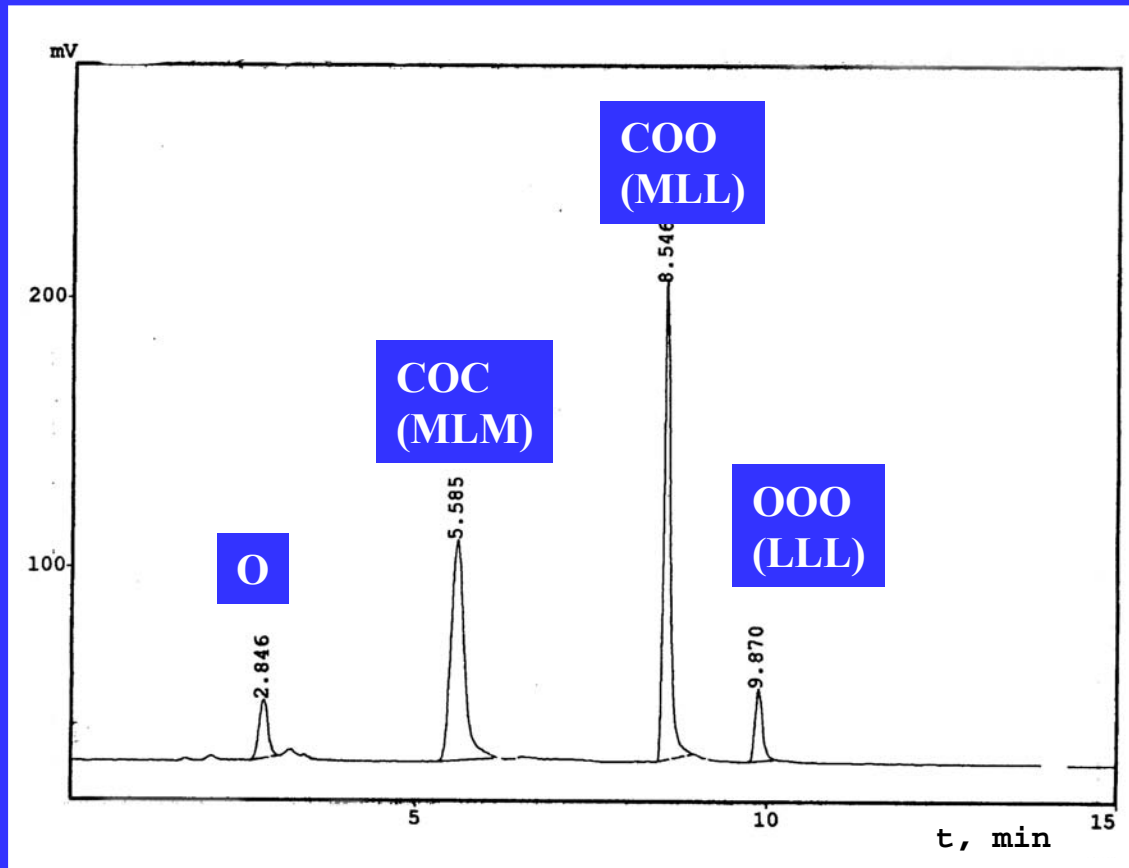
Relación lipasa/aceite

Tiempo de reacción



Reactores encamisados

ACIDOLISIS DE TRIOLEINA CON ÁCIDO CAPRÍLICO



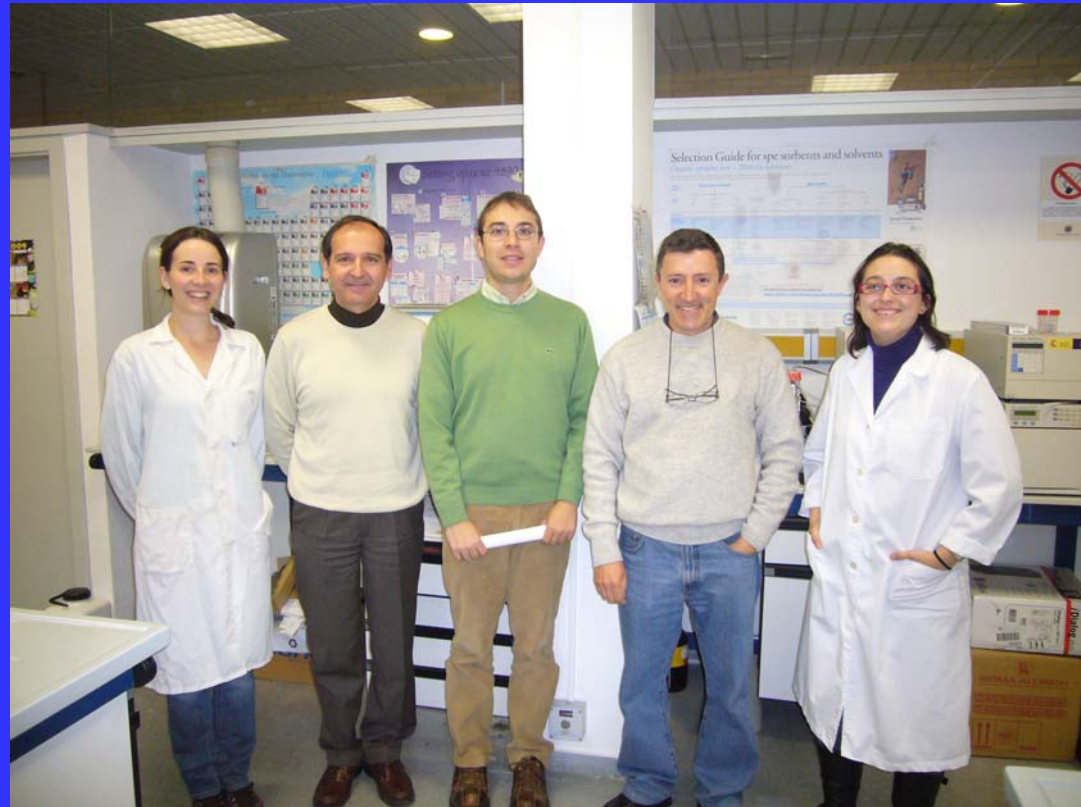
Cromatograma HPLC-C₁₈ de los TG en la acidolisis de TO (OOO ó LLL) con ácido caprílico (C ó M)

Análisis posicional de los triacilglicéridos estructurados obtenidos por acidolisis de aceite de atún y ácido caprílico catalizada por lipasa de *Rhizopus delemar*.

Ácido graso	TG estructurado	Posición 2	Posiciones 1 y 3
8:0	45,2	12,8	61,4
14:0	3,8	8,2	1,6
16:0	12,4	22,0	7,6
16:1n7	4,3	7,5	2,7
18:0	2,0	1,5	2,3
18:1n9	7,2	8,8	6,4
20:1n9	1,2	1,4	1,1
20:4n6	1,2	2,1	0,8
20:5n3	4,7	7,8	3,2
22:6n3	16,2	24,9	11,9
PUFAs	23,9	37,4	17,3

**Investigadores
grupo Tecnología
enzimática de lípidos
del Dpto. de
Ingeniería Química
de la Universidad de
Almería:**

**María José Jiménez,
Luis Esteban,
Pedro A. González,
Alfonso Robles,
Estrella Hita,
Lorena Martín.**



Gracias por vuestra atención