

# Sistema de colecta y almacenamiento de frutos de *Acrocomia aculeata* y aprovechamiento del aceite de la pulpa con miras a su utilización como materia prima para la obtención de biodiesel



## PRODUCCIÓN DE BIODIESEL POR ESTERIFICACIÓN Y TRANSESTERIFICACIÓN SIMULTÁNEA DE ACEITE DE PULPA DE COCO (*Acrocomia aculeata*) UTILIZANDO METANOL Y ETANOL EN CONDICIONES DE FLUIDO SUPERCRÍTICO

PAOLA G. JIMÉNEZ; ADRIAN R. CABALLERO; RENATO D. SANTACRUZ; OSVALDO D. ASTIGARRAGA; MARIO A. SMIDT; MARIA L. CORREA; JUAN D. RIVALDI, EDELIRA VELÁZQUEZ

Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo – Paraguay  
E-mail: danielrivaldi@gmail.com



### INTRODUCCIÓN

La búsqueda de fuentes alternativas de energía y procesos sustentables con miras a la reducción de la polución ambiental, ha estimulado el mercado global de biocombustibles, como el biodiésel. Se denomina biodiésel a las mezclas de metil y/o etil ésteres de ácidos grasos obtenidos a través de la transesterificación de triglicéridos contenidos en aceites vegetales, aceites microbianos y grasa animal. La transesterificación puede ser conducida por varios procesos, incluyendo: catálisis básica, catálisis ácida, catálisis enzimática y proceso no catalítico, a través de la utilización de fluidos en condiciones supercríticas. Este último método presenta la ventaja de que tolera materias primas con alto contenido de ácidos grasos libres y agua, pudiendo utilizarse casi cualquier tipo de aceite (Bernal et al., 2012).

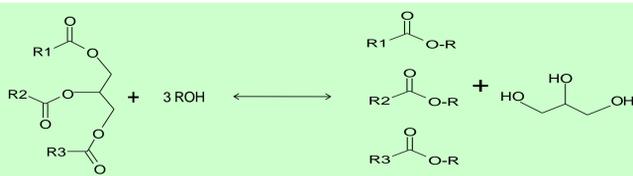
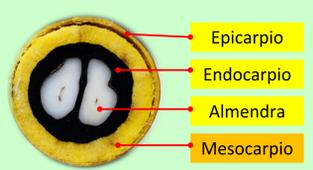


Figura 1. Reacción general de transesterificación



La pulpa o mesocarpo del fruto de la *Acrocomia aculeata*, contiene un alto contenido de aceite crudo ( $\approx 28\%$ ), que si bien es menor al porcentaje encontrado en la almendra es más apropiado para la producción de biodiésel (Hernández & Mieres, 2005). Este trabajo tuvo por objetivo determinar la influencia de la temperatura y tiempo de reacción sobre el contenido de ésteres en procesos de esterificación y transesterificación simultánea de aceite de pulpa de coco, utilizando alcohol (etanol o metanol) como agente acilante en condiciones supercríticas.



### MATERIAL Y MÉTODOS

#### Materias primas

- Aceite de pulpa de coco (Acidez: 77mgNaOH/g)
- Etanol (96% v/v)
- Metanol (99,5%, p/p)

#### Condición Pre-experimental

Agente acilante	Aceite Alcohol	Agitación (rpm)	Temperatura (°C)	Presión (bar)	Tiempo (min)
Etanol	1:40	200	265	70	20
Metanol	1:40	200	265	96	20

Mezcla reaccional:	200 mL	Mezcla reaccional:	200 mL
Masa de aceite:	30 g	Masa de aceite:	41 g
Volumen de etanol:	176 mL	Volumen de metanol:	160 mL

Fluido Supercrítico – Reactor Parr  
Temperatura > 250 °C  
Presión > 50 bar



Tabla 1. Planeamiento Experimental. Niveles de las variables independientes para reacciones de transesterificación bajo condiciones de agitación de 200 rpm.

Solvente	Variables independientes	Niveles	
		Bajo	Alto
Etanol (96%, v/v)	Temperatura (°C)	285	315
	Tiempo (min.)	20	50
Metanol (99,5%, p/p)	Temperatura (°C)	270	290
	Tiempo (min.)	15	25

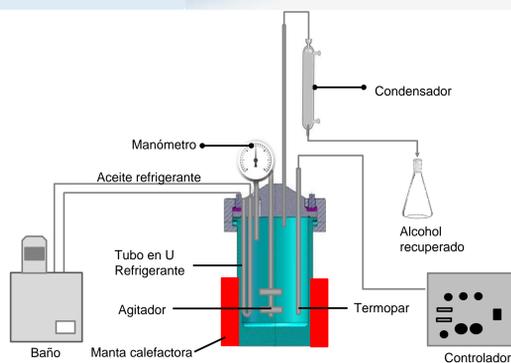


Figura 2. Representación esquemática de reactor para esterificación y transesterificación simultánea de aceite de pulpa de coco.

### RESULTADOS

#### Determinación de la acidez como indicador de la conversión de ácidos grasos en ésteres

De modo a cuantificar la cantidad inicial de ácidos grasos libres presentes en el aceite tratado, se realizaron pruebas de acidez mediante el método AOAC 935.57

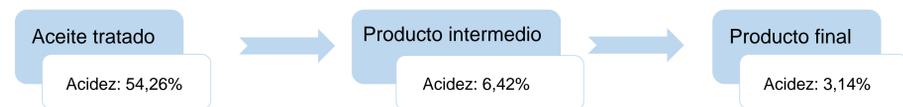


Tabla 2. Resultados de las observaciones pre-experimentales.

Agente acilante	Aceite Alcohol	Tiempo (min.)	Temperatura (°C)	Ésteres (% m/m)
Etanol	1:40	20	265	92,1
Metanol	1:40	20	265	93,4

Tabla 3. Resultados de las observaciones experimentales con el mayor contenido de ésteres

Agente acilante	Aceite Alcohol	Tiempo (min.)	Temperatura (°C)	Presión (bar)	Ésteres (% m/m)
Etanol	1:40	50	315	113	91,7
Metanol	1:40	25	270	102	93,5

Tabla 4. Resultados de la caracterización del producto obtenido en la fase experimental

Ensayo	Unidad	Especificación INTN		Resultados	
		Min.	Max.	Etanol	Metanol
Densidad a 15°C	g/cm <sup>3</sup>	0,85	0,93	0,8839	0,8812
Viscosidad a 40 °C	cST	3	6	5,46	4,60
Humedad	ppm	-	500	635,1	801,9
Acidez	mg KOH/g	-	0,5	9,73	1,37
Glicerol libre	% (m/m)	-	0,02	0,004	0,001
Contenido de ésteres	% (m/m)	96,5	-	91,7	93,5

#### Etanol

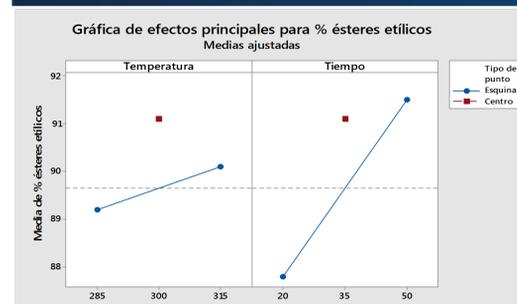


Figura 4. Efectos principales para esterificación y transesterificación simultánea con etanol

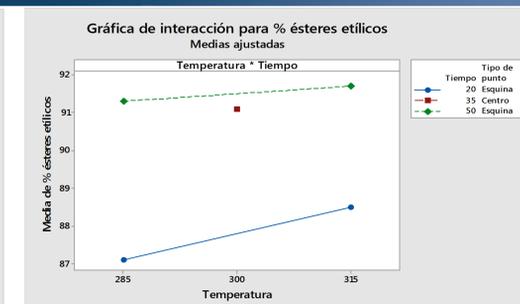


Figura 5. Efectos de interacción temperatura vs tiempo para esterificación y transesterificación simultánea con etanol

#### Metanol

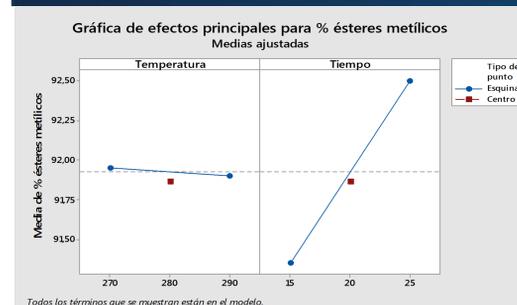


Figura 6. Efectos principales para esterificación y transesterificación simultánea con metanol

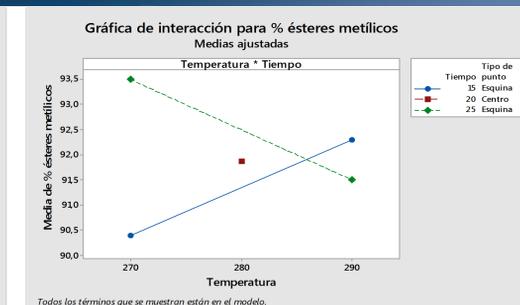


Figura 7. Efectos de interacción temperatura vs tiempo para esterificación y transesterificación simultánea con metanol

### CONCLUSIÓN

La conversión de aceite de pulpa de coco (*Acrocomia aculeata*) en biodiesel por el método de fluidos supercríticos permitió obtener concentraciones en ésteres de 91,7% y 93,5%, utilizando etanol y metanol, respectivamente. Este método se presenta como una alternativa promisor para la conversión de aceites con alta acidez y contenido en agua. Se observó que la variable tiempo influye de forma significativa en el contenido de ésteres. Utilizando metanol, altas conversiones en ésteres requieren mayor temperatura y menor tiempo de reacción. Para la misma respuesta, empleando, etanol se requieren temperaturas elevadas y mayores tiempos de reacción. Nuevos estudios están en fase de desarrollo con miras a la optimización de las condiciones de síntesis que maximicen el contenido de ésteres en el biodiesel.

#### Agradecimientos

CONACYT  
Programa PROCIENCIA  
Fondo para la Excelencia e Investigación – FONACIDE

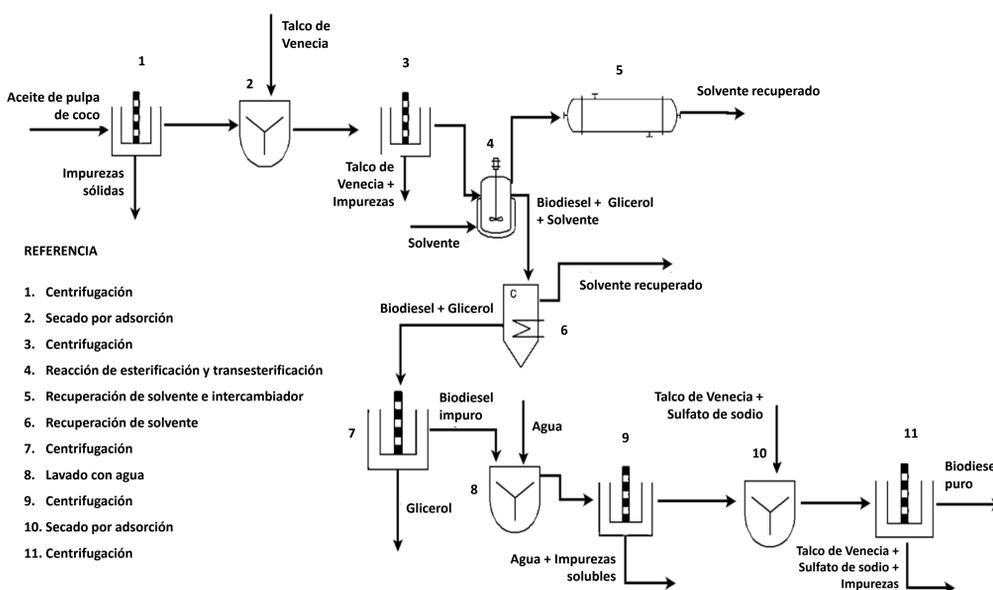


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de esterificación y transesterificación simultánea de aceite de pulpa de coco (*Acrocomia aculeata*)