

SÍNTESIS ENZIMÁTICA DE BIOLUBRICANTES A PARTIR DE ACEITE DE HIGUERILLA

Ricardo Cosío-Cuadros^a, Mariana Antonieta Armendáriz-Ruiz^a, Gladys Páez-Hernández^b, Hugo Espinosa-Andrews^b, Jorge Alberto Rodríguez-González^a, Juan Carlos Mateos-Díaz^a

^aUnidad de Biotecnología Industrial, ^bUnidad de Tecnología Alimentaria, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Zapopan, C.P. 45019. jcmateos@ciatej.mx

Palabras clave: Lipasa, biolubricante, higuierilla.

Introducción. Dado que los lubricantes son base oleosa, los aceites vegetales son una alternativa sustentable para reemplazar a los lubricantes derivados del petróleo (1). Dichos aceites pueden usarse directamente como lubricantes naturales (biolubricantes). Un caso particular, es el del aceite de higuierilla (*Ricinus communis* L.), el cual contiene hasta un 90% de ácido ricinoleico (AR). El AR es un ácido graso cuyo grupo hidroxilo en el carbono 12 le confiere la capacidad de adherirse a metales. Sin embargo, por su alto contenido de triglicéridos (TG) y alto punto de fusión (5.5°C) el AR es un biolubricante con baja estabilidad oxidativa (2), lo cual limita su uso. En la última década se ha demostrado que cuando el AR se esterifica con alcoholes alifáticos el punto de fusión disminuye significativamente (e.g. metil y butil ricinoleato: -3.5 y -29.4 °C), permitiendo incrementar la estabilidad oxidativa del biolubricante, así como su aplicación (3). Los ésteres de AR se pueden sintetizar vía química o enzimática. Sin embargo, por la estructura compleja del AR hasta la fecha no ha sido reportada la síntesis enzimática del butil ricinoleato. Las lipasas (EC 3.1.1.3) son carboxil éster hidrolasas que tienen la capacidad de catalizar la hidrólisis de TG de cadena larga. En medios orgánicos las lipasas pueden catalizar la transesterificación de TG, así como la esterificación de los ácidos grasos (AG). Por lo tanto, en este trabajo se evaluó la capacidad de 9 lipasas comerciales en la síntesis del butil ricinoleato.

Metodología. La síntesis de butil ricinoleato se realizó en microtubos de 1.5 mL con 9 lipasas comerciales (50 g/L) a 40 °C por 72 h en dos sistemas de reacción. En el primer sistema se empleó isooctano como medio de reacción con AR 30 g/L y butanol 40 g/L. El segundo sistema fue libre de solvente con AR 30 g/L en butanol. La conversión se cuantificó por cromatografía de capa fina de alta resolución (fase móvil: 70/30; éter de petróleo/éter etílico; v/v). Las pruebas reológicas se determinaron en un reómetro AR1000 (TA Instrumentes). La viscosidad se estimó mediante una rampa de esfuerzos de 1 a 50 Pa cada 5°C en un intervalo de 25 a 65°C con un pre-corte de 1.0 Pa empleando una geometría cónica de 20 mm 0.5°, gap de truncación (29 µm)

Resultados. La conversión de las reacciones de esterificación de AR con los diferentes biocatalizadores se muestra en la **Figura 1A**. Todas las lipasas empleadas tuvieron la capacidad de sintetizar el butil ricinoleato en isooctano, con conversiones superiores al 90%, a excepción de CAL-B y ANL, donde se obtuvieron un 80 y 27%, respectivamente. Sin embargo, cuando los biocatalizadores fueron evaluados en condiciones libre de solvente sólo CAL-B y Lipozyme® fueron capaces de sintetizar el al 100% al butil ricinoleato. Este sistema resultó menos adecuado para la esterificación de AR con otras lipasas, obteniéndose con TLL, MJL y CRL una rendimiento del 64 y 10%, el resto de las lipasas no fueron capaces de realizar la síntesis en las condiciones evaluadas. Lo anterior posiblemente se deba

a una inactivación enzimática con solventes miscibles en agua, a diferencia de los hidrofóbicos, como el isooctano (4). Debido a los resultados obtenidos con Lipozyme® en ambos sistemas, se realizó la transesterificación de aceite de higuierilla en condiciones libres de solvente. Se obtuvo una conversión (72%, 72 h) similar a lo reportado anteriormente por nuestro grupo de trabajo en la síntesis de etil ricinoleato (80% de conversión) (5).

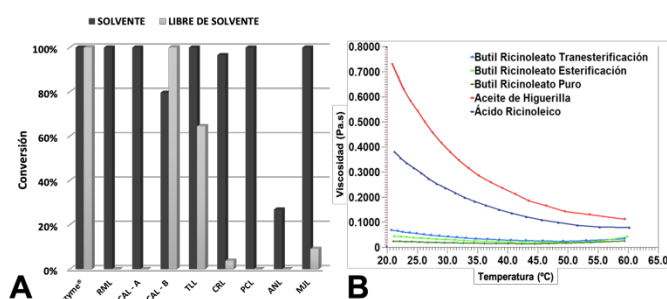


Fig. 1. Síntesis enzimática de butil ricinoleato. **A.** Conversión a las 72 h empleando Lipozyme®, RML (Immobead 150, Lipasa *R. miehei*); CAL-A (Lipasa *A. antarctica*); CAL-B (Lipasa *B. C. antarctica*); TLL (Lipasa *T. lanuginosus*); CRL (Lipasa *C. rugosa*); PCL (Lipasa *P. cepacia*); ANL (Lipasa *A. niger*) y MJL (Lipasa *M. javanicus*). **B.** Comparación del comportamiento de la viscosidad de biolubricantes de higuierilla.

El cambio en la viscosidad del AR, butil ricinoleato y el aceite de higuierilla transformado por Lipozyme® a diferentes temperaturas (25-65 °C) demostró que, el aceite de higuierilla, presenta un menor índice de viscosidad (IV), es decir, existe un mayor cambio en la viscosidad con respecto al cambio de temperatura (**Fig. 1B**). Del mismo modo se puede apreciar que conforme hay un aumento en la cantidad de butil ricinoleato en la mezcla, el IV aumenta. En consecuencia, de las muestras evaluadas, el butil ricinoleato puro (>99%) es el que tiene las mejores propiedades biolubricantes.

Conclusiones. Lipozyme® fue capaz de realizar la síntesis de butil ricinoleato por esterificación/transesterificación. Además, el bajo índice de viscosidad del producto de síntesis con AR demostró que el butil ricinoleato debe purificarse para su aplicación como biolubricante a nivel industrial.

Agradecimientos. Al CONACyT por la beca otorgada a Ricardo Cosío. Al proyecto CONACYT-SENER FSE-250014 por el financiamiento.

Bibliografía. 1. Panchal TM (2017). *Renew Sustain Energy Rev.* 70, 65–70. 2. Greco-Duarte J (2017). *Fuel* 202, 196–205. 3. Yao L (2010) *J Am Oil Chem Soc* 87, 937–945. 4. Kumar A (2016) *Biol. Proced.* 18:2. 5. Cosío-Cuadros XXXVIII Encuentro Nacional de la AMIDIQ, México, 9-12 de Mayo del 2017, BIO-319.