

Fluido de corte biodegradable a base de aceite de piñón (*Jatropha curcas*)

Biodegradable cutting fluid based on pinion oil (*Jatropha curcas*)

Yoandrys Morales-Tamayo¹, Bryan Carrasco-Viteri², Yusimit Zamora-Hernández³,
Joao Barzaga-Quesada⁴, Marioxy Morales-Torres⁵

RESUMEN

Los fluidos de corte de base natural representan una buena alternativa como referencia para reemplazar a los fluidos de corte derivados del petróleo debido a varios factores como la degradación natural, buenas propiedades lubricantes y bajos costos de producción. Con el fin de determinar sus condiciones físicas y de biodegradabilidad se desarrollaron pruebas para predecir cuánto tiempo demora su degradación en el medio ambiente. Se realizó un estudio de las propiedades químicas-físicas y de biodegradabilidad de un fluido de corte obtenido del aceite de piñón (*Jatropha Curcas*) para su posterior utilización en el proceso de mecanizado. El porcentaje de degradación se analiza evaluando las mediciones de la relación DBO/DQO tomadas en diferentes momentos. El fluido de corte propuesto muestra propiedades físico-químicas favorables para ser utilizado en las operaciones de mecanizado. Las pruebas realizadas mostraron que el fluido es altamente biodegradable teniendo en cuenta la relación DBO/DQO, con un valor del 64,8% a los 21 días.

Palabras clave: Biodegradabilidad, Fluido natural, *Jatropha Curcas*.

ABSTRACT

Natural-based cutting fluids represent a good alternative as a reference to replace petroleum-based cutting fluids due to several factors such as biodegradability, good lubricating properties and low production costs. In order to determine their physical and biodegradability conditions, tests were developed to predict how long it will delay their degradation in the environment. A study of the chemical-physical and biodegradability properties of a cutting fluid obtained from pine nut oil (*Jatropha Curcas*) is carried out for later use in the machining process. The percentage of degradation is analyzed by evaluating the measurements of the BOD / COD ratio taken at different times. The proposed cutting fluid shows favorable physicochemical properties to be used in machining operations. The tests carried out showed that the fluid is highly biodegradable considering the BOD / COD ratio, with a value of 64.8% at 21 days

Keywords: Biodegradability, Natural fluid, *Jatropha Curcas*.

Fecha de recepción: Agosto 23, 2020.

Fecha de aceptación: Octubre 7, 2020.

Introducción

Los aceites vegetales revelan un gran potencial y son productos muy atractivos para reemplazar los aceites de origen mineral para su uso en la producción de lubricantes, referido principalmente a que son químicamente similares a los hidrocarburos de cadena larga con mejoras específicas tales como: no son tóxicos, son económicos y no influyen negativamente al medio ambiente (Heikal, Elmelawy, Khalil, & Elbasuny, 2017).

Son varios los fluidos que se emplean en el maquinado de metales en todas sus diversas operaciones, las fuentes fundamentales son los aceites minerales, aceites vegetales y los aceites del tipo sintéticos. Los aceites con estructura natural tienen un alto porcentaje de bio-degradación y ofrecen buenos resultados en relación a su

comportamiento físico-tribológico como lubricante. Los aceites de tipo vegetal se utilizan en numerosas aplicaciones como ejemplo: aceites para motor, fluidos hidráulicos, biocombustibles, fluidos de corte, etc. (Talib & Rahim, 2016) (Pandey et al., 2012).

El impacto en la calidad del mecanizado es preocupación de los investigadores cuando se refiere a la utilización de fluidos de corte durante el mecanizado sostenible, la causa fundamental es que estos aumentan el coste de producción, favorecen los problemas ambientales e influyen negativamente la salud humana. En la actualidad existen muchas investigaciones relacionadas con el rendimiento de los fluidos de corte durante el mecanizado de materiales (Hegab, Kishawy, & Darras, 2019).

¹ Ing. Mecánico. Universidad de Holguín, Cuba. PhD, Universidad Politécnica de Madrid, España. Coordinador de Investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. E-mail: yoandrys.morales@utc.edu.ec

² Ing. Electromecánico. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. Instituto Nacional de Estadística, Ecuador. E-mail: bryancarrasco@gmail.com

³ Ing. Mecánico. Universidad de Holguín, Cuba, MSc Universidad de Holguín, Cuba. Profesor Investigador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. E-mail: yza-morah@uteq.edu.ec

⁴ Ing. Mecánico. Universidad de Holguín, Cuba, MSc Universidad de Granma, Cuba. Profesor Investigador, Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. E-mail: joao.barzaga5406@utc.edu.ec

⁵ Lic. Biología. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela. MSc. Universidad de Los Andes. Profesor Investigador, Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. E-mail: marioxy.morales@utc.edu.ec

Como citar: Morales-Tamayo, Y., Carrasco-Viteri, B., Zamora-Hernández, Y., Barzaga-Quesada, J., & Morales-Torres, M. (2021). Fluido de corte biodegradable a base de aceite de piñón (*Jatropha curcas*). *Ecuadorian Science Journal*, 5(1), 7-10. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.1.77>

Las nuevas tendencias en las tecnologías para mejorar el rendimiento del mecanizado y contribuir con un medio ambiente sostenible, son las siguientes: mecanizado en seco, mínima cantidad de lubricación (MQL), la utilización de nuevas fórmulas amigables y la tecnología criogénica (Shokrani, Al-Samarrai, & Newman, 2019).

En la actualidad, la utilización de lubricantes ecológicos va en aumento debido fundamentalmente a las sus ventajas técnicas y ambientales. Los aceites vegetales en algunas aplicaciones se desempeñan con mejores propiedades lubricantes que algunos aceites derivados del petróleo. Los aceites vegetales, aunque costosos, se desempeñaron mejor que los aceites sintéticos o minerales. (Choudhury & Muaz, 2018).

El uso de materias primas alternativas como el aceite de *jatropha curcas* para producir nuevas taladrinas con base vegetal se ha estudiado en los últimos años, con el objetivo de detener la creciente demanda de materiales sostenibles que sean menos tóxicos y seguros para los ecosistemas, renovables y que ofrezcan una alternativa viable a los productos nocivos a base de petróleo.

El objetivo de este trabajo de investigación es obtener las propiedades físico-químicas y de biodegradabilidad de un fluido de corte elaborado con base de aceite de *Jatropha Curcas* para su posterior utilización en el proceso de corte de materiales.

Metodología

Materiales.

Para la extracción del aceite se cosecharon 140 kg de semillas, posteriormente se trituraron en una maquina con ese fin (figura 1). Una prensa hidráulica fue utilizada para garantizar la extracción de 5 lt de aceite. Se elaboro un filtro mediante algodón y papel para extraer las partículas residuales propias de la semilla. Con el objetivo de mantener los niveles de acides y de conservar el aceite se agregó 1% de antioxidante TBHQ (terbutil hidroquinona)



Figura 1. Máquina trituradora de semilla de piñón.

Fuente: Autores

Biodegradabilidad

El CEC L-33-T-82, establecido por el Consejo Europeo de Coordinación (CEC) es uno de los primeros métodos propuestos para

evaluar la biodegradabilidad de los aceites y combustibles lubricantes.

El método utiliza un fluido estándar de biodegradabilidad conocida, donde, tanto el estándar como la muestra se inoculan con microorganismos. El progreso de la reacción va acompañado de un rayo infrarrojo durante un período de 28 días. Éste es el proceso que más se utiliza y es muy conocido por la mayoría de las compañías productoras de biolubricantes. En su actualización en el CEC L-33-A-94 conceptualiza que una muestra biodegradable, por definición, debería consumirse en un 80% en un plazo de 21 días.

Otro método que se utiliza para controlar las reacciones es la cuantificación del dióxido de carbono liberado de la descomposición, ya que por lo general se forma dióxido de carbono (CO₂) y agua al final del proceso de la biodegradación.

Este punto de vista fue adoptado por la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) con el método ASTM D5864-11 [12] (Método de prueba estándar para determinar la biodegradación aeróbica de los lubricantes y sus componentes), que simula un ambiente acuoso y natural de biodegradación y cuantifica la producción de CO₂.

La ASTM expresa que una muestra es totalmente biodegradable si el 60% de esta se convierte completamente en CO₂ durante un período de 28 días [3,13,14]. Con este mismo concepto de monitoreo, existieron otros métodos con diferentes formas de análisis de CO₂ y criterios diferentes para juzgar la biodegradabilidad.

Otro método que se sustenta en la producción de CO₂, es el propuesto por Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Y consiste en que la muestra debe evidenciar en un período de 28 días, un consumo mayor o igual al 60% de la muestra inicial.

Otro método desarrollado es el respirómetro Bartha, en este método el CO₂ producido es capturado por una solución de KOH. El resultado de este método es un gráfico que expresa la cantidad de CO₂ producido en función del tiempo de análisis [3,16].

Resultados y Discusión

La emulsión en estudio desarrollada en la investigación alcanzó un punto de inflamación superior al obtenido de igual base por Gajrani y otros investigadores en el 2017 (Gajrani, Ram, & Ravi Sankar, 2017), los valores se pueden observar en la Tabla I. El valor obtenido es de 320 C° y menor densidad relativa (0,94 g/ml) por lo que sugiere que posee mejor capacidad de lubricación para las altas temperaturas que se producen durante el mecanizado. Al igual manera posee un mejor resultado que el fluido investigado por Ruggiero y otros en el 2016 (Ruggiero, D'Amato, Merola, Valášek, & Müller, 2016) en su investigación con valores de 263 C° y 0,9169 g/ml.

Tabla I. Propiedades físicas del fluido de corte (emulsión)

Perdida por Calentamiento	Densidad relativa	Punto de inflamación	Viscosidad (61 mPa s, 50 rpm, 19,5 C°)
0.04 %	0,93 g/ml	345 C°	58,9 mPa s

Fuente: Autores

La descomposición química o transformación de cualquier sustancia por microorganismos como bacterias, enzimas, hongos, etc. se conoce como biodegradación. La capacidad de una sustancia o

materia para biodegradarse se conoce como biodegradabilidad (Gajrani et al., 2017).

El objetivo principal de los estudios de biodegradación es medir la biodegradabilidad final. En general, las pruebas de biodegradabilidad de aceite o fluido de corte se realizan en un ambiente libre con grandes cantidades de oxígeno y agua. Las pruebas de demanda biológica de oxígeno (DBO) miden solo la porción biodegradable de la materia orgánica en el fluido de corte, mientras que las pruebas de demanda química de oxígeno (DQO) miden la demanda de oxígeno tanto para las sustancias biodegradables como para las sustancias no biodegradables y oxidables.

La demanda química de oxígeno (DQO) se utiliza para medir el grado de contaminación, este método pretende medir principalmente la concentración de materia orgánica. En la figura 2 se muestra el comportamiento del DQO del fluido de corte estudiado. Se observa un alto valor de este indicador.

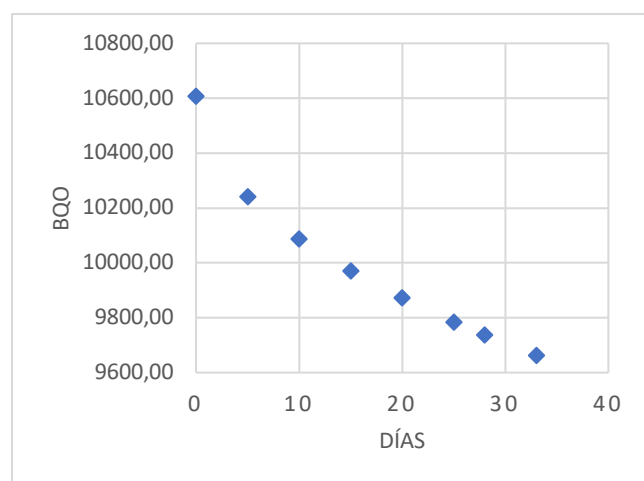


Figura 2. Comportamiento del DQO (mg/l) del fluido de corte
Fuente: Autores

Otros de los indicativos es demanda biológica de oxígeno (DBO), consiste en determinar la cantidad de oxígeno necesaria para que los microorganismos aerobios presentes oxiden la materia biodegradable de la muestra, es decir se utiliza para medir el grado de contaminación. En la figura 3 se muestra el comportamiento de la DBO analizada en el fluido de corte.

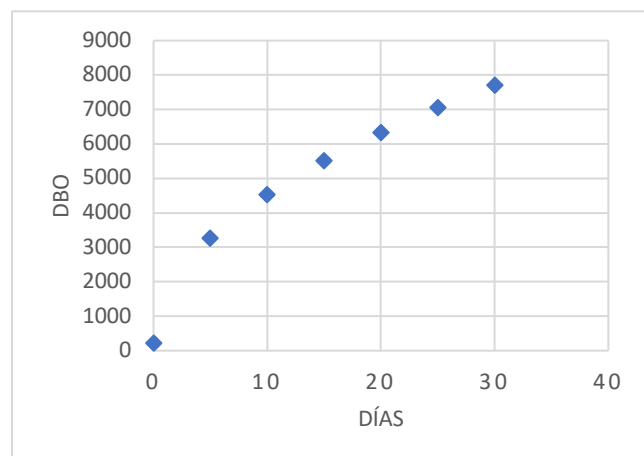


Figura 3. Comportamiento del DBO (mg/l) del fluido de corte
Fuente: Autores

La biodegradación se evalúa utilizando las mediciones de la relación DBO/DQO tomadas en diferentes momentos. La relación DBO/DQO indica el porcentaje de degradación (%) de sustancias biodegradables (Figura. 4). Los resultados muestran que la biodegradabilidad de los fluidos de corte está determinada principalmente por la estructura química de la materia orgánica. Dentro de los cinco primeros días de la biodegradación, el fluido se degrada en un 31%. Según la OCDE, una muestra biodegradable debe mostrar en un período de 28 días una degradación mayor o igual al 60% de la muestra inicial, el fluido de corte estudiado alcanzó un valor de 64,8 % en 21 días.

La información de la degradación completa se determinó por el Método de los Mínimos Cuadrados garantizando una degradación casi total a los 45 días aproximadamente. Los fluidos de corte que contienen materia orgánica y que exhiben valores de DBO más altos se oxidan fácilmente por las bacterias naturales presentes en la atmósfera.

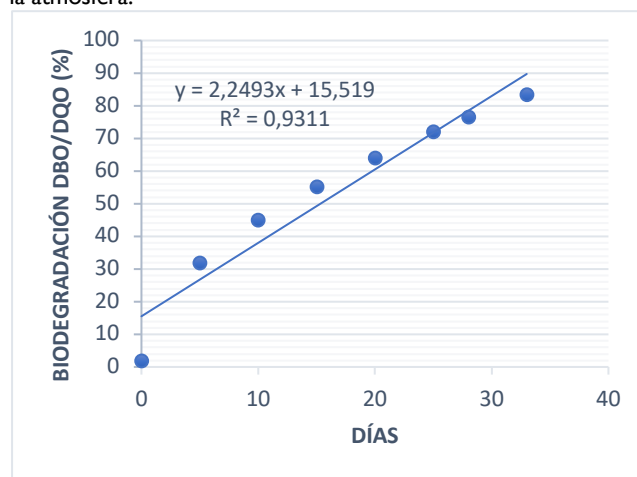


Figura 4. Biodegradabilidad (%) del fluido de corte en 30 días según modelo de regresión lineal
Fuente: Autores

Conclusiones

Los resultados experimentales muestran que el fluido de corte estudiado muestra propiedades físico-químicas (viscosidad, punto de inflamación, densidad) favorables para ser utilizado en las operaciones de mecanizado. Las pruebas de biodegradabilidad mostraron que el fluido de corte estudiado es altamente biodegradable teniendo en cuenta la relación DBO/DQO, con un valor del 64,8% a los 21 días.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi por el apoyo financiero y tecnológico además por todas las facilidades brindadas para el desarrollo del trabajo de investigación.

Referencias Bibliográficas

- Choudhury, S. K., & Muaz, M. (2018). Natural Oils as Green Lubricants in Machining Processes. In *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*: Elsevier.
- Gajrani, K. K., Ram, D., & Ravi Sankar, M. (2017). Biodegradation and hard machining performance comparison of eco-friendly cutting fluid and mineral oil using flood cooling and minimum quantity cutting fluid techniques. *Journal of Cleaner Production*, 165, 1420-1435. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.217>
- Hegab, H., Kishawy, H. A., & Darras, B. (2019). Sustainable Cooling and Lubrication Strategies in Machining Processes: A

- Comparative Study. *Procedia Manufacturing*, 33, 786-793. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.099>
- Heikal, E. K., Elmelawy, M. S., Khalil, S. A., & Elbasuny, N. M. (2017). Manufacturing of environment friendly biolubricants from vegetable oils. *Egyptian Journal of Petroleum*, 26(1), 53-59. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.03.003>
- Pandey, V. C., Singh, K., Singh, J. S., Kumar, A., Singh, B., & Singh, R. P. (2012). *Jatropha curcas*: A potential biofuel plant for sustainable environmental development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2870-2883. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.004>
- Ruggiero, A., D'Amato, R., Merola, M., Valášek, P., & Müller, M. (2016). On the Tribological Performance of Vegetal Lubricants: Experimental Investigation on *Jatropha Curcas* L. oil. *Procedia Engineering*, 149, 431-437. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.689>
- Shokrani, A., Al-Samarrai, I., & Newman, S. T. (2019). Hybrid cryogenic MQL for improving tool life in machining of Ti-6Al-4V titanium alloy. *Journal of Manufacturing Processes*, 43, 229-243. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.05.006>
- Talib, N., & Rahim, E. A. (2016). The Effect of Tribology Behavior on Machining Performances When Using Bio-based Lubricant as a Sustainable Metalworking Fluid. *Procedia CIRP*, 40, 504-508. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.116>