

# Evaluación del proceso de extracción de aceite de girasol como alternativa en la producción de lubricantes industriales

Daniel Arturo Ávila-Casas , Sofía Alejandra López-Martínez, Salazar Bernabé Rubén-Emiliano

Universidad La Salle México, Facultad de Ciencias Químicas. Ciudad de México, México.

daniel.avila@lasallistas .org.mx, slopezm2@lasallistas.org.mx,  
rubensalazar@lasallistas.org.mx

**Resumen.** En diversas industrias, como la alimentaria, cosmética, farmacéutica y otros sectores, los aceites de origen vegetal y animal desempeñan un papel fundamental debido a sus diversas aplicaciones. Sin embargo, la creciente preocupación por la problemática medioambiental derivada de la alta contaminación causada por la actividad humana ha llevado a una urgente necesidad de desarrollar nuevos productos sostenibles que aborden este desafío. En este contexto, esta investigación se centra en la creación y formulación de un lubricante mecánico innovador, cuya materia prima proviene de semillas de girasol. El propósito fundamental de este proyecto es ofrecer una alternativa competitiva y sostenible a los lubricantes mecánicos tradicionales derivados de combustibles fósiles que se encuentran actualmente en el mercado.

En línea con los objetivos del desarrollo sostenible, particularmente el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), el ODS 12 (Producción y consumo responsable) y el ODS 13 (Acción por el clima), el principal objetivo de este proyecto es transformar radicalmente la industria de los lubricantes mecánicos. El propósito es promover el uso de alternativas sostenibles que permitan reemplazar completamente el uso de combustibles fósiles, contribuyendo así a la preservación del medio ambiente y evitando una mayor contaminación de suelos y cuerpos de agua. El lubricante mecánico desarrollado a partir de semillas de girasol tiene como finalidad competir directamente con los lubricantes convencionales derivados de combustibles fósiles, brindando una opción más ecológica y respetuosa con el medio ambiente. El proyecto también tiene como objetivo reducir la contaminación de suelos y cuerpos de agua al eliminar el uso de productos derivados de combustibles fósiles, lo que asegura que las generaciones futuras disfruten de ecosistemas terrestres y acuáticos saludables y libres de contaminación.

**Palabras Clave:** Lubricante de origen vegetal, sustentabilidad, contaminación ambiental, semillas de girasol.

## 1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

Actualmente, la industria depende en gran medida de lubricantes derivados del petróleo, que son recursos no renovables y generan impactos ambientales significativos durante su extracción, producción, pero sobre todo en su desecho; el principal problema con el uso de los lubricantes minerales viene de la gran contaminación que estos ocasionan en los suelos, el agua, el aire e incluso en la salud; los lubricantes minerales son potencialmente peligrosos para el medio ambiente debido a la facilidad que tienen para dispersarse en áreas grandes y por la facilidad con la cual penetran los suelos. Estos aceites lubricantes contienen hidrocarburos los cuales provocan un cambio en las propiedades físico-químicas en el suelo que da como resultado un retraso en el

crecimiento de la flora microbiana y en la vegetación; de la misma manera el contacto de estos lubricantes en la superficie de los suelos forma una película sobre el suelo la cual reduce la capacidad que tiene el suelo para absorber agua. Todos estos factores contribuyen al deterioro fotosintético, lo cual se traduce en una degradación súbita de la calidad del suelo el cual aunado a lo ya comentado, corre el riesgo de ser contaminado e impregnado de metales pesados y compuestos orgánicos, los cuales son altamente tóxicos.

En cuanto al impacto en agua, el impacto es más grave, pues una poca cantidad de estos compuestos, puede contaminar cientos o incluso miles de litros de agua, estos aceites lubricantes no son miscibles en agua, por lo tanto estos quedan en la superficie a nivel freático, expandiéndose por una gran superficie, al quedarse en la superficie, tal como ocurre con los suelos, estos lubricantes forman una película en la superficie, la cual dificulta la correcta oxigenación del medio, causando que los seres vivos que habitan el área mueran por asfixia; y si esto no fuera suficiente, esto es solo el impacto de los componentes ligeros de estos lubricantes, sin embargo aquí no termina; pues los componentes más densos se desplazan hacia las profundidades del agua contaminando a su paso en agua en toda su extensión; Estos procesos de contaminación dan como resultado cambios en las características organolépticas del agua y dichos cambios no son compatibles con la vida de los seres que habitan el agua, además de que la ingestión de dichas aguas representa un gran riesgo a la salud de los seres humanos.

Y, por último, pero no menos importante, está la contaminación al aire, pues es sabido que el uso de estos lubricantes libera gases como el dióxido de carbono, óxido de azufre, óxido de nitrógeno, etc. Los cuales contribuyen fuertemente al efecto invernadero y al calentamiento global, además de representar un riesgo a la salud por posibles intoxicaciones al inhalarles, trayendo como enfermedades respiratorias o cardiovasculares.

Por lo tanto, al proponer un lubricante a base de semillas de girasol, se busca ofrecer una alternativa más sostenible y amigable con el medio ambiente, mitigando la medida de lo posible, los efectos mencionados anteriormente. Las semillas de girasol son una fuente renovable y abundante, lo que reduce la dependencia de los recursos fósiles promoviendo una alternativa más sostenible y renovable, lo que beneficia a alcanzar objetivos de desarrollo sostenible a nivel nacional.

El proyecto busca desarrollar un lubricante de uso industrial, lo que implica innovación en la formulación y producción de lubricantes. Además, al ser basado en semillas de girasol, se podría fomentar el desarrollo de una cadena de suministro local y promover la producción y consumo sostenibles en el sector industrial, en línea con el Objetivo 9 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU con la finalidad última de abandonar el uso de combustibles fósiles como materias primas.

Además, al utilizar semillas de girasol como materia prima, se pueden aplicar prácticas de producción más eficientes y sostenibles. Esto implica la implementación de procesos de extracción y refinamiento que minimicen el consumo de agua y energía, así como la generación de residuos y emisiones contaminantes. Estas prácticas promueven la transición hacia una producción más limpia y responsable, con ello impulsa a cumplir el objetivo 12 de producción y consumo responsable.

Por otro lado, empleando semillas de girasol como materia prima, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se mitiga el impacto climático asociado con la producción y uso de lubricantes derivados del petróleo, en sincronía con el objetivo 13, con la finalidad de preservar los ecosistemas y disminuir la contaminación del medio ambiente.

## 2 Objetivo

Demostrar que se puede encontrar una alternativa al uso de lubricantes industriales hechos con combustibles fósiles mediante la extracción de un aceite vegetal el cual tenga características fisicoquímicas similares o incluso superiores a los lubricantes convencionales.

## 3 Propuesta teórico-metodológica

Los procedimientos de extracción del aceite deben de estar enfocados en extraer el máximo contenido posible. El rendimiento de la extracción de aceite de girasol depende de varios factores, como la calidad y cantidad de la semilla de girasol utilizada, el tipo de equipo de extracción utilizado y el método de extracción utilizado. De forma general de las semillas de girasol se puede obtener alrededor de 40% de aceite y el 25% de proteína, con los métodos adecuados de extracción a nivel industrial. (Dahmane, M., Moussaoui, M., & Belhamel, M. (2016), págs. 795-802)

En primer lugar, se procede a la obtención del aceite de girasol mediante métodos químicos. Se toman 600 gramos de semillas de girasol secas y peladas, las cuales son trituradas en una cápsula de porcelana hasta obtener una consistencia pastosa. A continuación, se agrega la pasta resultante en un vaso precipitado, seguido de la adición de hexano y acetato de etilo en una proporción 1:1 respecto al 20% de masa que se agregó de semillas; la solución es mezclada durante 10 minutos utilizando un agitador en un parilla a 80°C. Posteriormente, se realiza la filtración al vacío con el fin de separar el aceite, junto con los solventes, de la pasta de semillas. Una vez completada la etapa de extracción, se procede al proceso de destilación empleando un rotavapor. Este paso tiene como objetivo separar los solventes previamente agregados del aceite obtenido.

Una vez obtenido el aceite, se procede a adicionar aditivos con el fin de conferir propiedades específicas al lubricante según su uso. En el caso de los lubricantes industriales, es necesario que tengan una densidad elevada para mejorar el rendimiento de lubricación, para lograr esto, se propone elevar la densidad del lubricante mediante la adición del 10% en masa al aceite extraído. Además, se emplea ácido cítrico como antioxidante de las superficies en contacto con el lubricante. Estos aditivos contribuirán a mejorar el desempeño y la eficacia del lubricante en aplicaciones industriales.

Para finalizar el estudio, se evaluó la densidad del lubricante a distintas temperaturas, con el objetivo de analizar el alcance del lubricante elaborado en comparación con los productos disponibles en el mercado. Además, se realizó un análisis de la composición mediante espectrometría de infrarrojo para obtener información detallada sobre los componentes presentes en el lubricante. Estos estudios complementarios proporcionan una caracterización exhaustiva del lubricante y respaldan su potencial aplicación en diversas industrias.

## 4 Discusión de resultados

Una propiedad de interés en la formulación de lubricantes es la densidad, la cual desempeña un papel fundamental al contribuir significativamente al mejorar el rendimiento de la lubricación y la protección de las superficies de contacto, por consiguiente, se adiciono glicerina como espesante, incrementando la densidad un 5.23% (Tabla 1).

El incremento de la densidad en un fluido, como en el caso del aceite de girasol, previene la formación de espacios vacíos o burbujas de aire, lo cual puede en dado caso puede resultar en una lubricación deficiente y un mayor desgaste de las partes móviles. Asimismo, proporciona estabilidad térmica y resistencia a altas temperaturas al lubricante, lo cual resulta particularmente relevante en aplicaciones donde se generan fricción y calor; como se observa en la figura 1, el lubricante vegetal de semillas de girasol se sometió a diferentes temperaturas y se estudiaron sus cambios de densidad; se demostró que se mantuvo una densidad estable por un tiempo prolongado en un entorno con aumento de temperatura, además se destaca que se mantuvo elevada en comparación con el lubricante comercial. Estos hallazgos respaldan la utilidad del aceite de girasol como una opción prometedora para mejorar las propiedades lubricantes en diversas aplicaciones industriales.

Se caracterizó el lubricante obtenido por espectroscopia de infrarrojo, es una técnica utilizada para identificar los enlaces químicos presentes en una muestra, cada señal del espectro infrarrojo corresponde a una vibración específica de los enlaces químicos presentes en la molécula, como se aprecia en la figura 2, en la banda de  $1743\text{ cm}^{-1}$  se puede observar la presencia de grupos carbonilo, como los presentes en los ácidos carboxílicos, este tipo de compuesto químico en un lubricante de aceite vegetal puede actuar como aditivo neutralizando los compuestos ácidos formados durante la oxidación y protege las superficies de los materiales contra la corrosión. Las bandas características en las regiones de  $3008.17\text{ cm}^{-1}$ ,  $2858\text{ cm}^{-1}$  y  $2922\text{ cm}^{-1}$ , corresponden a enlaces de carbono e hidrógeno. Los alca-nos son los componentes responsables de proporcionar las propiedades de lubricación y viscosidad requeridas en los lubricantes.

## 5 Conclusiones y perspectivas futuras

La elección del método extractivo dependerá de las propiedades del aceite que se desea obtener, así como del tipo de materia prima que se está utilizando

Comprender la importancia de la densidad y cómo se relaciona con su equipo es importante para la confiabilidad de los motores. Las pruebas realizadas al lubricante de aceite de girasol mostraron que cumplía con los requisitos de densidad y de sobre llevar el calor, características necesarias para su uso como lubricante mecánico.

En general, el proyecto demostró que la extracción de aceite de girasol es un proceso viable para la producción de lubricantes mecánicos y que el aceite de girasol tiene propiedades adecuadas para su uso en este tipo de aplicaciones. Este enfoque tiene el potencial de ser una alternativa más sostenible y eco-nómica a los lubricantes convencionales basados en petróleo, lo que puede tener beneficios ambientales y económicos a largo plazo.

Los estudios puestos en prueba fueron para determinar el alcance del lubricante, sin embargo, estas pruebas solo se pueden emplear para caracterizar el lubricante, se debe realizar pruebas posteriores que demuestren la eficacia del lubricante.

## 6 Agradecimientos

Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a la Dra. Adriana Rico Benítez por su invaluable apoyo y asesoría durante todo el desarrollo de este proyecto. Además, extendemos nuestra gratitud al personal de los laboratorios por su generosidad al prestarnos sus instalaciones y el equipo necesario. Su colaboración desinteresada hizo posible llevar a cabo nuestras

investigaciones de manera eficiente y precisa. Estamos profundamente agradecidos por su contribución a nuestro proyecto.

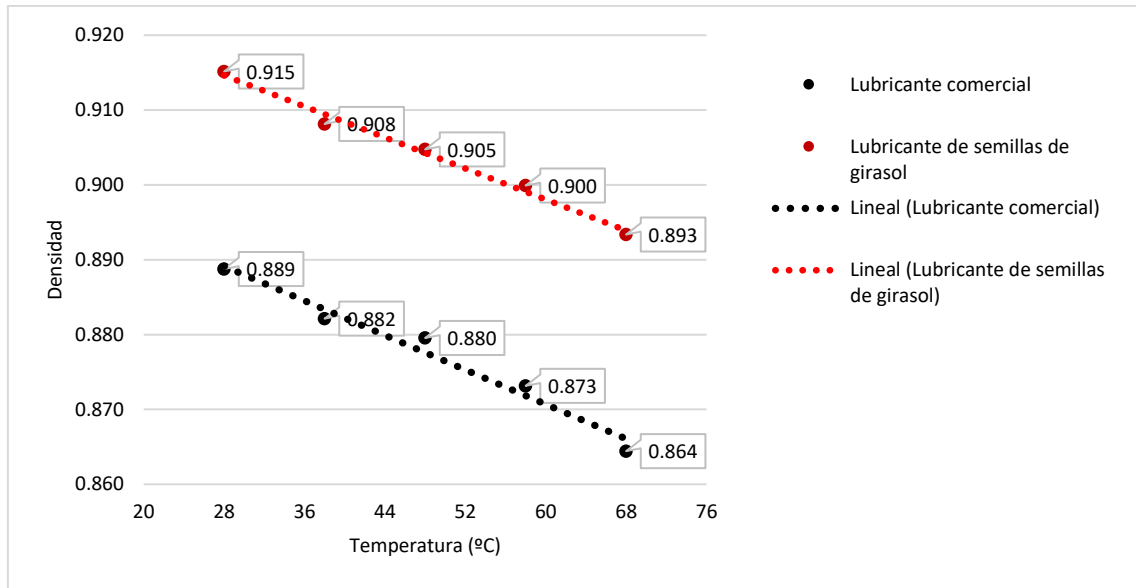
## 7 Referencias

1. Adhvaryu, A., Erhan, S., & Pérez, J. (2004). Tribological studies of thermally and chemically modified vegetable oils for use as environmentally friendly lubricants. *Wear*, 257(3-4), 359–367. Doi: 10.1016/j.wear.2004.01.005
2. Arbain, N. H., & Salimon, J. (2010). Synthesis and Characterization of Ester Trimethylolpropane Based Jatropha Curcas Oil as Biolubrificant Base Stocks. *Journal of Science and Technology*.
3. Arroyo Fabars, J. M., Velázquez, M. D., & Lafargue Pérez, F. (2015). Formulación de grasas lubricantes utilizando como medio dispersante aceite de jatropha curcas I. *Tecnología Química*, 35(1), 73-80.
4. Bailey’s industrial oil & fat products.: Vol. Volumen 2 (Quinta). (2017). John Wiley & Sons Inc.
5. Chemical Synthesis and Pollution Control Key Laboratory of Sichuan Province, Institute of Applied Chemistry, College of Chemistry and Chemical Engineering, China West Normal University, & Qiwen, Y. Q. (2021). Extraction and separation of unsaturated fatty acids from sunflower oil. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 680, 1-5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/680/1/012063>
6. Dahmane, M., Moussaoui, M., & Belhamel, M. (2016). Experimental investigation of sunflower oil extraction using screw press: Effect of process parameters and performance assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 795-802.
7. Figueroa, A. (2021, 17 agosto). Cuál es el panorama del mercado de aceites vegetales en México. *NotiPress*. <https://notipress.mx/negocios/panorama-mercado-aceites-vegetales-mexico-8177>
8. García-Toll, A. E., Muñoz-Cabrera, M. A., Díaz-Concepción, A., Gámez-Hernández, B., Penabad-Sanz, L., & Tamayo-Mendoza, J. E. (2019). Evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes. *Ingeniería Mecánica*, 22(3), 121-126.
9. Lafargue Pérez, F., Salazar Ávila, O., Díaz Velázquez, M., Leiva Aguilar, I., & Sánchez Echavarría, J. (2015). Oxidación del aceite vegetal de *Jatropha curcas* L con ácido perfoómico. *Tecnología Química*, 35(3), 354-361.
10. Madanhire, I., Mbohwa, C. (2016). Synthetic Lubricants and the Environment. In: *Mitigating Environmental Impact of Petroleum Lubricants*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31358-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31358-0_5)

**Tabla 1.** Descripción de los componentes del lubricante vegetal

| Soluciones        | Masa   | Volumen | Porcentaje | Densidad antes de aditivos | Densidad después de aditivos | Porcentaje de incremento de densidad |
|-------------------|--------|---------|------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
|                   | gr     | ml      | %          | gr/ml                      | gr/ml                        | %                                    |
| Aceite de girasol | 52.908 | 59      | 90.84      |                            |                              |                                      |
| Glicerina         | 7.434  | 5.9     | 9.08       | 0.896                      | 0.944                        | 5.23                                 |
| Ácido cítrico     | 0.087  | 0.052   | 0.08       |                            |                              |                                      |

Los aditivos son cualquier compuesto que no sea el aceite, en este caso son la glicerina y el ácido cítrico, se adiciono de manera extra al aceite para las aplicaciones de lubricante.



**Figura 1.** Densidad: Lubricante vegetal y Lubricante sintético. Fuente. Elaboración propia.