

REVALORIZACIÓN DE UN RESIDUO PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: ACEITES OBTENIDOS DE LA BORRA DE CAFÉ PARA APLICACIÓN EN LUBRICANTES Y PLASTIFICANTES EN POLICLORURO DE VINILO

Adriana Bautista Hernández
Lilia Berenice Orozco Solorio
Felipe Caballero Briones





**ADDING VALUE TO A RESIDUE FOR A CLEANER PRODUCTION: SPENT
COFFEE GROUND OILS TO BE APPLIED AS LUBRICANTS AND PLASTICIZERS
IN POLYVINYL CHLORIDE**

**REVALORIZACIÓN DE UN RESIDUO PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA:
ACEITES OBTENIDOS DE LA BORRA DE CAFÉ PARA APLICACIÓN EN
LUBRICANTES Y PLASTIFICANTES EN POLICLORURO DE VINILO**

Adriana Bautista Hernández^{1,*}, Lilia Berenice Orozco Solorio², Felipe Caballero-Briones³

¹ Universidad Tecnológica de Altamira, Blvd. de los Ríos Km. 3+100, Puerto Industrial, C.P. 89603, Altamira, Tamaulipas, México.

² Mexichem Compuestos SA de CV, Km. 4.5 Autopista Altamira s/n, Nuevo Puerto Industrial, C.P. 89603, Altamira, Tamaulipas, México.

³ Instituto Politécnico Nacional, Materiales para Energía, Salud y Medioambiente (GESMAT), CICATA Altamira, Km 14.5 Carretera Tampico-Puerto Industrial Altamira, C.P. 89603, Altamira, Tamaulipas, México.

*E-mail: ana100600@outlook.es

ABSTRACT

Coffee is one of the most popular drinks in the world having as its main characteristic its aroma, flavor and stimulating properties due to its high caffeine content. Globally, it is the second most commercialized product, only behind oil, and in recent years an annual production of more than 9 million tons has been obtained, the United States being the country with the largest import and Brazil the main producer and exporter of the coffee. Due to its high consumption, tons of solid coffee waste, known as borra, is produced in restaurants, cafes and consumers, which create a problem for the environment.

Keywords: coffee grounds, extraction, lubricants, oils.

Fecha de aceptación: Junio 18, 2020.

RESUMEN

El café es una de las bebidas más populares en el mundo teniendo como característica principal su aroma, sabor y propiedades estimulantes por su alto contenido en cafeína. A nivel mundial es el segundo producto más comercializado, sólo por detrás del petróleo y en los últimos años se ha obtenido una producción anual mayor a los 9 millones de toneladas, siendo Estados Unidos el país con la mayor importación y Brasil el principal productor y exportador del café. Por su alto consumo se producen toneladas de residuos sólidos de café, conocidos como borra, en restaurantes, cafeterías y consumidores, lo que genera un problema para el medio ambiente.

Palabras clave: aceites, borra de café, extracción, lubricantes.

INTRODUCCIÓN

La borra de café (Figura 1) es el residuo que se obtiene después de realizarse un proceso de extracción al café molido y al año se producen 6 millones de toneladas de borra de café en todo el mundo [1-2].



Figura 1. Borra de café.

Una pequeña parte se utiliza para hacer composta, cultivar hongos, producir bioenergía, también

como fuente de material antioxidante y polisacáridos, y como absorbente para eliminar colorantes en aguas residuales, pero ninguno de estos usos se ha implementado a una escala industrial, con lo que el resto se utiliza directamente como abono, aunque su acidez natural lo hace a veces perjudicial para algunos cultivos. El aprovechamiento de la borra de café en productos de valor agregado, o la obtención de subproductos que se incluyan en cadenas de valor industriales sería un paso la producción más limpia y una economía sustentable.

Los granos de café gastados tienen antioxidantes, lípidos, proteínas, carbohidratos y un porcentaje del 11 al 20% en peso de aceite [3]. Este aceite extraído de la borra de café tiene una composición ácida, teniendo 43.7% de ácido linoleico, 35.7% de ácido palmítico y 9.4% de ácido oleico. El

ácido linoleico sirve para producir resinas alquídicas, humectantes para pigmentos, jabones blandos y aglomerantes de tinta de imprenta.

Para la fabricación de cosméticos y productos del cuidado personal se utiliza el ácido palmítico. Por otra parte, el ácido oleico se aplica en la limpieza de metales, en la industria textil, en cosméticos, jabones, vitaminas y lubricantes especiales.

Para recuperar los aceites de una matriz como la borra, existen varios métodos.

Extracción Soxhlet

Este es el método que se emplea en los laboratorios para analizar la cantidad de materia grasa en una muestra seca. Requiere de un solvente orgánico como hexano o éter, que recircula sobre la muestra al ser calentado por encima de su punto de ebullición, usándose el instrumento de la Figura 2.

Aunque se usa a nivel laboratorio, para gran escala tiene la desventaja de requerir largo tiempo de extracción y usar una gran cantidad de solvente.

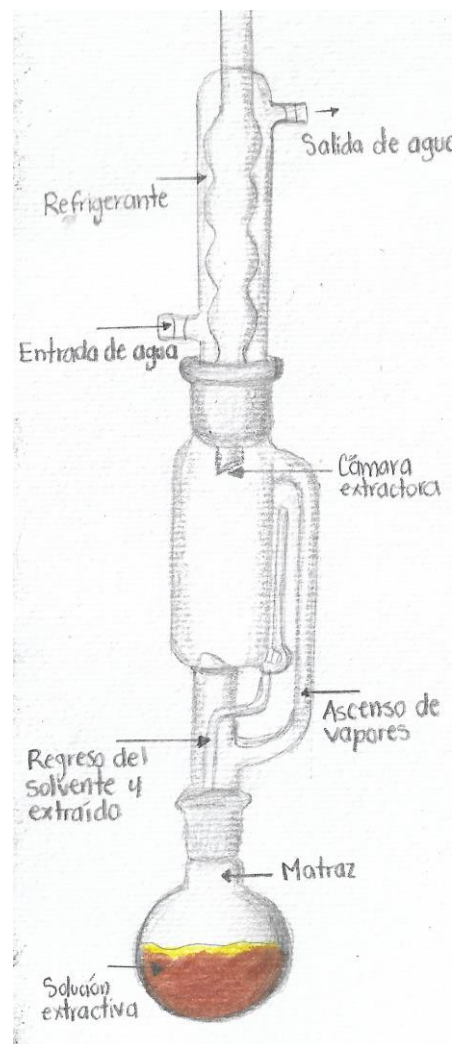


Figura 2. Extractor Soxhlet.

Extracción por prensado en frío o en caliente

Este tipo de extracción se da al comprimir la materia prima ya sea por temperaturas muy bajas o muy altas, teniendo más ventaja el prensado en frío ya que conserva más los ácidos grasos. Se utiliza para extraer aceites valiosos como el aceite de oliva.

Extracción por solventes

Son experimentos de extracción en un lote a escala de planta piloto, tiene un parecido al método de extracción Soxhlet. se utiliza para extraer analitos de muestras sólidas y semisólidas con un solvente líquido, es ideal para extraer aceite en cantidades grandes para la utilización en la industria, asimismo pueden ser calentadas para operación a las temperaturas deseadas.

Extracción con CO₂ supercrítico

Utiliza CO₂ en estado con propiedades intermedias entre líquido y gas que se logran; es un potente disolvente en condiciones de presión y temperatura superiores a su punto crítico como se muestra en la Figura 3. En este método, el solvente se recircula y se recupera, por lo que se considera como un proceso intensivo y sustentable y al terminar la extracción, el CO₂ se elimina y no deja restos en el soluto. Sin embargo, el método es caro de implementar por lo que se utiliza para productos especiales como aceites esenciales u otros productos de alto valor.

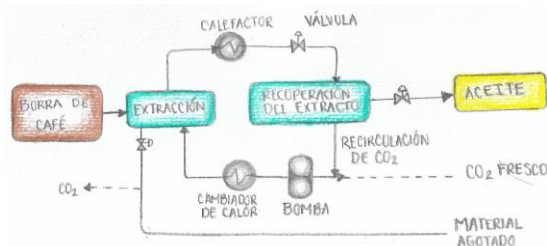


Figura 3. Extracción con CO₂ supercrítico.

PVC, poli (cloruro de vinilo)

El policloruro de vinilo (PVC) es el producto de la unión de una molécula de etileno con una de cloro (Figura 4), ocurriendo un proceso de polimerización donde el cloro ataca el doble enlace del etileno, añadiéndose a uno de los carbonos. El PVC es uno de los polímeros más utilizados en el mundo. Gracias al PVC se han creado productos que van desde tuberías para el transporte de fluidos, revestimientos como acabados decorativos, envases para proteger, almacenar y transportar alimentos, material de uso médico. La resina virgen es un polvo blanco, opaco y amorfo. Es ligero, inodoro, insípido, inocuo, además de ser clasificado como un material aislante térmico, eléctrico y acústico, no se degrada ni disuelve en agua y es reciclable. Por sí mismo, el polímero es difícil de procesar, por lo que requiere aditivos como plastificantes, lubricantes internos y externos, retardantes de flama, estabilizantes.

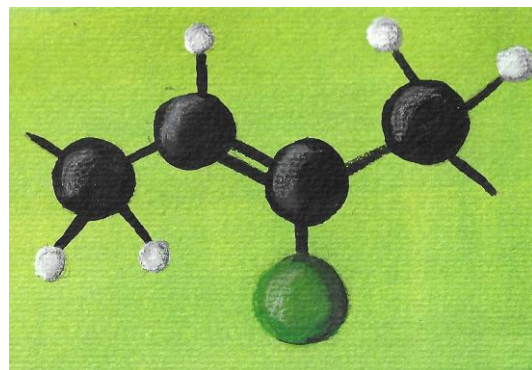


Figura 4. Estructura del PVC.

Un plastificante es una sustancia que ayuda a aumentar la flexibilidad, manejabilidad y a reducir la viscosidad de un polímero (Figura 5). Suelen ser poliésteres o adipatos que se pueden obtener a partir de ácidos carboxílicos como los encontrados en la borra de café. Por otra parte, los lubricantes evitan la fricción entre el polímero y los objetos con los que tiene contacto, sin cambiar sus propiedades o características, llamándose así lubricante externo ya que mejora la fluidez entre las cadenas que constituyen el polímero, permitiendo un mejor procesamiento, llamándose lubricante interno.

Un lubricante externo debe ser una molécula que tenga una parte polar y una no polar; un lubricante interno debe ser una molécula completamente polar para el caso de polímeros polares como el policloruro de vinilo o completamente no-polar para polímeros apolares como el polietileno. Los ácidos grasos que contiene de la borra del café son de ambos tipos.



Figura 5. *Funcionamiento de lubricantes y plastificantes.*

Algunos de los lubricantes que se utilizan para el PVC son ácidos carboxílicos, amidas, alcoholes, ésteres, hidrocarburos y sales carboxílicas y las

moléculas más utilizadas como plastificantes son poliésteres o adipatos de diferente peso molecular como DOP (di-octil ftalato), DINP (di-isononil-ftalato), DOTP (Di-octil tereftalato), DUP (Di undecil ftalato), DIDP (Di-isodecil ftalato), TOTM (Tri octil trimelitato) y DOA (Di octil adipato) [4].

De este modo, dada su composición se espera que los aceites extraídos del café sean compatibles para usarse como lubricantes o plastificantes para el procesamiento de PVC, para aplicarse en productos de uso médico o alimentario, aunque las moléculas extraídas deben primero cumplir las normas que restringen el uso de ciertos aditivos para estas aplicaciones, como los ftalatos.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN GESMAT Y SUS DESARROLLOS

El Grupo de Materiales y Tecnologías para Energía, Salud y Medio Ambiente (GESMAT) de la Línea de Ingeniería y Desarrollo Sustentable en el CICATA Altamira del Instituto Politécnico Nacional, tenemos un área de investigación para el aprovechamiento de la borra de café para diversas aplicaciones como supercapacitores, adsorbentes de contaminantes, obtención de celulosa para filtros, entre otras, en colaboración con la Universidad Tecnológica de Altamira.

Una de las aplicaciones que se proponen en nuestro grupo, es utilizar los aceites extraídos de la borra de café como lubricantes y/o plastificantes para la industria de los polímeros, en especial del PVC o policloruro de vinilo, buscando proponer una alternativa sustentable que reemplace el uso de lubricantes ftálicos que están prohibidos por varias regulaciones en productos de grado alimenticio o médico.

El proyecto requiere de la optimización del proceso de extracción de aceites, del análisis de su composición y del estudio de su posible compatibilidad como lubricante o como plastificante en resinas de PVC producida por una industria del Corredor Industrial de Altamira, Tamaulipas.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto SIP-IPN 20201575 por el financiamiento de este trabajo.

REFERENCIAS

[1] El Auténtico Café. 2020. Datos de Consumo de Café en el Mundo y España, <https://elautenticocafe.es/datos-de-consumo-de-cafe-en-el-mundo/>. Consultado: Jun. 1, 2020.

[2] Muangrat, R., Pongsirikul, I. (2019) Recovery of spent coffee grounds oil using supercritical CO₂: Extraction optimization and physicochemical properties of oil, *CyTA-Journal of Food*, 17:1, 334-346, DOI: 10.1080/19476337.2019.1580771

[3] Al-Hamamre Z, Foerster S, Hartmann F, Kroger M, Kaltschmitt M, Oil extracted from spent coffee ground as a renewable source for fatty acid methyl ester manufacturing. *ELSEVIER*, Volume 96, June pp.70–76, 2012.

[4] Orozco, B. PVC modificado con óxido de grafeno para la fabricación de membranas para filtrado de aguas, Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN, Unidad Altamira, 2020.