



INCORPORACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA POTABILIZACIÓN

Amante Beatriz ^{1,2}, Alonso Antonio ¹

¹ Universitat Politècnica de Catalunya

² INTEXTER(Instituto de Investigación Textil y Cooperación Industrial de Terrassa)

*Colom, 11, 08222 Terrassa (Barcelona-España). beatriz.amante@upc.edu, 937398686

Abstract:

En el marco de un Proyecto de cooperación en Burkina Faso (África), dónde existen problemas de potabilización de agua, se ha propuesto la utilización del residuo de generación aceite de Moringa Oleífera (M. Oleífera) para realizar el tratamiento del agua. En este caso, contamos con un agua de pH 7, acorde con la mayor eficacia en el tratamiento, según podremos ver en los datos presentados. Por otro lado y como hemos podido comprobar, la eficacia de la semilla de M. Oleífera aumenta con la extracción del aceite. Por tanto, nos planteamos la valorización de dicho aceite y utilización/revalorización de la torta residual, que es el residuo de la elaboración del aceite, para la potabilización. Por último, el residuo de la planta de potabilización se utilizará en el abonado de la Moringa Oleífera. Por tanto este proyecto, es un claro ejemplo de la economía circular.

El único inconveniente que se ha encontrado es la dificultad de compra y envío de prensas de extracción de aceite, por su alto coste y su elevado peso. Por tanto, se ha trabajado en el diseño de una pequeña prensa manual, económicamente sostenible.

Keywords: Prensa manual, potabilización, revalorización de residuos, economía circular



Introducción:

La M. Oleífera es un árbol “milagro” característico de las zonas tropicales del cual se puede utilizar todas las partes de las que está formado, desde la raíz hasta las flores pasando por la corteza, hojas, ramas, frutos y semillas. (Folkard, 1996)

Este árbol, denominado árbol milagro por muchos autores, se caracteriza por sus múltiples aplicaciones tanto tecnológicas, dietéticas e higiénico-sanitarias

Cabe destacar esta semilla por sus características nutricionales y por las aplicaciones tecnológicas de tratamiento de agua que se han detectado. Dicha semilla de M. Oleífera de la cual nosotros proponemos extrae aceite y con los residuos de la extracción (torta de moringa) que sigue siendo rica en proteínas y aplicable como coagulante natural, barato y eficaz en la depuración de aguas freáticas, aguas estancadas y aguas fecales.

Así existen autores que comparan el poder coagulante de la alum (coagulante más utilizado en la industria de depuración de aguas) y la torta de M. oleífera llegando a la conclusión de que la utilización de este último, además de tener un poder coagulante mayor, genera menos residuos y se puede volver a reutilizar como abono en el mundo agrícola sin necesidad de desactivación ni tratamiento, categorizándolo como un abono tipo (Amante, B et al, 2015) y con unas características óptimas de mineralización del suelo (Polo-corrales & Hernandez-ramos, 2016).

La torta de M. Oleífera, rica en proteínas (Ndabigengesere, Naraiah, & Talbot, 1995) tiene la capacidad de formar complejos coagulantes que según algunos autores pueden llegar a depurar aguas fecales debido a su gran poder de coagulación de éstas, capaces de hacer precipitar partículas diminutas y con ello purificar el agua de virus, protozoos y bacterias fecales, causantes de las infecciones digestivas más importantes a nivel mundial. (Gaikwad & Pardeshi, 2001)(Govardhan Singh, Negi, & Radha, 2013)

Teniendo en cuenta que durante la operación de prensado de la semilla de M. Oleífera también se obtiene aceite, éste puede usarse en multitud de sectores entre ellos el de la mecánica fina, alimentación, cosmética y salud, dando una nueva oportunidad de negocio para aquellas zonas desfavorecidas donde se da su cultivo.

En anteriores estudios, (Folkard, 1996) ha demostrado el enorme potencial del aceite de M. Oleífera como producto innovador y en gran crecimiento, que podría originar un ingreso extra a aquellas comunidades desfavorecidas de Burkina Faso, aumentando la renta disponible de sus pobladores de forma sustancial.

El aceite de M. Oleífera, se caracteriza por su gran poder antioxidante debido a su alto contenido en ácidos grasos insaturados de cadena larga, destacando el aceite de behénico difícil de encontrar de forma natural (Abdulkarim, Long, Lai, Muhammad, &



Ghazali, 2005) y tiene propiedades antioxidante cuyas aplicaciones tecnologías más importantes se dan en el sector alimentario y en el sector cosmético.

Diversas industrias punteras en cosméticas están haciendo estudios sobre las propiedades de este aceite tanto a nivel “anti age” como a nivel hidratante, incluso hay estudios que hablan del poder del aceite de M. Oleífera para curar enfermedades de la piel (Abdull Razis, Ibrahim, & Kntayya, 2014)

Así pues, este artículo pretende explicar la posibilidad de favorecer a la economía circular, al mismo tiempo que se potabilizan zonas con problemas de aguas salubres y donde entren en juego diversos factores como el cultivo del árbol de la moringa, la extracción de aceite de su semilla, la posterior utilización de la torta residual como coagulante para el tratamiento de agua de boca y la utilización de los fangos de depuración como abono para el crecimiento de plantaciones de M. Oleífera produciendo así el cierre de la cadena.

El mayor problema es encontrar una prensa eficiente y manual para realizar la extracción del aceite de la semilla de moringa en aquellas zonas desfavorecidas, carentes de electricidad y elementos químicos para la extracción.

Y es aquí, donde el estudio del presente artículo hace énfasis y presenta un diseño sencillo y reproducible, así como económicamente sostenible y de poco peso para su utilización en las zonas más desfavorecidas

Material y métodos

El material utilizado para la construcción piloto de la prensa sostenible es acero inoxidable AISI 314, en la cual se utiliza como eje extrusor, una broca comercial de 6mm accionada manualmente con una maneta de acero al carbono y encajado en una caja de rodamientos con 16 rodamientos lubricados con aceite M. Oleífera.

En la parte superior de la prensa existe una especie de tolva de acero inoxidable cuya función es la de almacenaje de las semillas de M. Oleífera previa a la molturación. (Ver Figura1).



Figura1. Imágenes de la prensa manual

La construcción de la prensa fue de forma manual, con soldadura de acero inoxidable de cordón y posterior limado con decapante para eliminar los posibles restos de ferricha en soldadura.

El lugar de construcción fue en Sant Andreu de la Barca en una empresa de calderería dedicada a la construcción y extrusión de hierro.

Para la construcción se dedicaron aproximadamente 4 h de servicio de un oficial de primera en calderería a tiempo parcial.

Teniendo en cuenta los siguientes precios unitarios de los diferentes materiales, la mano de obra y los consumibles utilizados en la construcción de la prensa se obtiene el siguiente valor del producto

Los precios unitarios fueron:

-Acero inoxidable 316L: 18 € el quilo, si el peso de la prensa fue de 6 kg con lo que el precio es de 108 €

-El precio unitario de un oficial de calderería es de 12 € brutos por las cuatro horas de trabajo haciendo un total de 48€.

-El precio de los consumibles es de 10 €

-El precio del husillo comercial de 60 mm de diámetro está en 60 €

Por tanto el precio total de la prensa fue de 226 €

La semilla utilizada es procedente de la empresa moringa.es. Con un porcentaje de humedad del 5%. La extracción del aceite de la semilla de moringa se realizó en frio y por métodos mecánicos. Simplemente se llenó la tolva de semillas de moringa y se procedió a la extrusión de éstas mediante el tornillo sin fin. Se realizó una fuerza equivalente a 30 kg a través de las manivelas manuales.



Actualmente la forma de extracción de aceite de una semilla puede ser mecánicamente, ejerciendo una presión de al menos 30 Bar de presión. La extracción mecánica puede ser en frío o en caliente pero ya necesitaríamos un aporte energético en la zona rural donde se estableciera la prensa (Amante–García, B. et all, 2017). Si es en frío la temperatura de extracción es del lugar de extracción (en nuestro experimento fue de 20 °C) y si es en caliente lo que se suele realizar es un calentamiento del eje de extrusión de la prensa entre los 80 y 100 ° C y alimentado la prensa con la semilla a una temperatura de 65 ° C. Pero habría que ver las pérdidas de propiedades del aceite, en función de sus usos posteriores.

Resultados

El rendimiento de la prensa fue defectuoso, se obtuvo un 2 gr de aceite de un total de 40 gr de semillas, originándose un emboque de la salida de la prensa que originó una obturación del sistema sin fin de extracción, bloqueo de eje extrusor originado un paro de la producción de aceite.

Si la proporción de aceite en la semilla es de aproximadamente de un 38 % (Oliveira, Silveira, Vasconcelos, Cavada, & Moreira, 1999) la eficiencia de recuperación del aceite en este caso fue de un 5 %.

El tiempo de prensado fue de 30 min para conseguir un 5% de aceite de 40 gr de semillas de M. Oleífera.

Se está trabajando en la colocación de una pieza en la parte delantera del tornillo sin fin para aumentar la eficiencia de la prensa.

Los planos de la prensa piloto son los siguientes (Figura2), donde se aprecia en el círculo azul los 7cm de hueco en el que se acumula y no tritura la moringa. La mejora es fácilmente realizable y esperamos un aumento sustancial de la eficiencia de la prensa.

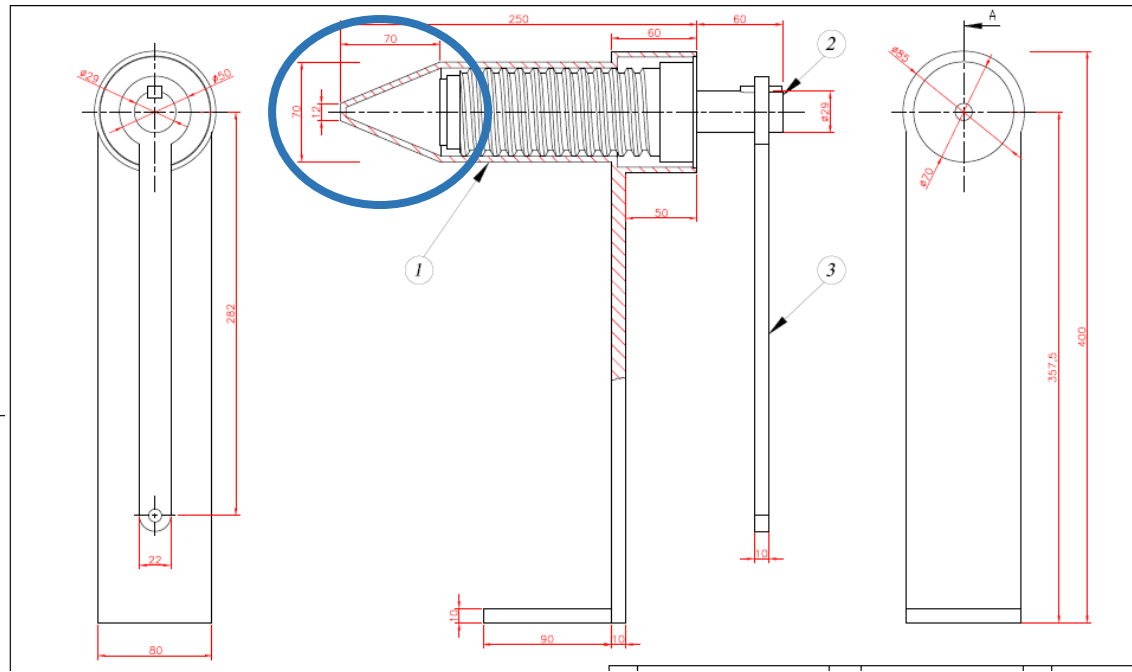


Figura2. Medidas de la prensa

La prensa está formada por tres piezas que son:

- La carcasa de la prensa (1)
- El eje de la prensa sinfín (2)
- Y la maneta de extrusión que es donde se realiza la fuerza de prensado (3)

Conclusiones:

En el mercado existen diferentes tipos de prensa que se clasifican en función del sistema de prensado, la fuerza necesaria de prensado, el tipo de semilla, la transmisión de la fuerza de prensado y la fuente de alimentación.

Así existen las siguientes prensas:

- Prensas mecánicas manuales
- Prensas mecánicas automáticas
- Prensas hidráulicas
- Prensas horizontales
- Prensas verticales.

Haciendo un estudio de todos estos tipos de prensas, se obtuvo que el precio medio de las mismas oscila entre los 500 y 3600 € siendo evidentemente las más baratas aquellas que son mediante accionamiento manual. EL mercado de las prensas es muy opaco y nos fue muy difícil obtener especificaciones de las mismas para poder solicitar transporte a través de contenedor, por desconocimiento de dimensionados o de pesos.



Debido a ello y a los precios obtenidos y de difícil reproducción en las ciudades destino de Burkina Faso, nos decidimos a realizar y mejorar la prensa actual presentada.

Teniendo en cuenta el resultado de la extracción de aceite, se puede llegar a la conclusión de que la prensa en su primera versión es bastante ineficaz, por ello se ha de seguir realizando estudios de adaptación de la misma al producto a prensar, cumpliendo con las premisas restrictivas estipuladas en el proyecto de fácil transporte, poco peso, accionamiento manual y bajo precio.

Como se ha mencionado anteriormente el acople de una pieza cónica en el extremo del tornillo sin fin, facilitará la extracción y aumentará la eficiencia de la misma. Esperando aumentar su eficiencia al máximo en futuras extracciones.

Bibliografía

- Amante, B.; Lopez-Grimau, V.; Smith, T. (2015). Valuation of oil extraction residue from Moringa Oleifera seeds for water purification in Burkina Faso. *Desalination and water treatment*. <http://dx.doi.org/10.1080/19443994.2015.1047408>
- Amante–García, B. López Grimau,V. Canals Casals,L. (2017). LCA of different energy sources for a water purification plant in Burkina Fasso. *Desalination and water treatment*
- Abdulkarim, S. M., Long, K., Lai, O. M., Muhammad, S. K. S., & Ghazali, H. M. (2005). Some physico-chemical properties of Moringa oleifera seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry*, 93(2), 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.023>
- Abdull Razis, A. F., Ibrahim, M. D., & Kntayya, S. B. (2014). Health benefits of Moringa oleifera. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention : APJCP*, 15(20), 8571–8576. <https://doi.org/10.7314/APJCP.2014.15.20.8571>
- Folkard, G. (1996). Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades. *Ariadne*, 8(3), 5–8.
- Gaikwad, R. W., & Pardeshi, U. K. (2001). Moringa Oleifera: A natural coagulant. *Chemical Engineering World*, 36(4), 52–53.
- Govardhan Singh, R. S., Negi, P. S., & Radha, C. (2013). Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of Moringa oleifera seed flour. *Journal of Functional Foods*, 5(4), 1883–1891. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.009>
- Ndabigengesere, A., Narasiah, K. S., & Talbot, B. G. (1995). Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using Moringa oleifera. *Water Research*, 29(2), 703–710. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(94\)00161-Y](https://doi.org/10.1016/0043-1354(94)00161-Y)
- Oliveira, J. T. A., Silveira, S. B., Vasconcelos, I. M., Cavada, B. S., & Moreira, R. A. (1999).



Compositional and nutritional attributes of seeds from the multiple purpose tree *Moringa oleifera* Lamarck. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(6), 815–820. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990501\)79:6<815::AID-JSFA290>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990501)79:6<815::AID-JSFA290>3.0.CO;2-P)

Polo-corrales, L., & Hernandez-ramos, E. J. (2016). Evaluation of coagulation sludge from raw water treated with *Moringa oleifera* for agricultural use, 2016, 14–21. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v36n2.56986.Chemical>