

Recuperación de aceite quemado comestible para producción de barras de jabón

Reclamation of burned edible oil for the production of soap bars

Mónica Pérez Castañeda,^{a *} Juan Antonio Ramírez Lechuga,^{a **}
Asahid Macip González,^{a ***} Isi Samantha Pérez Martínez^{a ****}

^aIngeniería Industrial, Universidad del Valle de Puebla, Puebla, México

Recibido: 13/9/2016; revisado: 02/12/2016; aceptado: 07/02/2017

M. Pérez Castañeda, J. A. Ramírez Lechuga, A. Macip González y I. S. Pérez Martínez "Recuperación de aceite quemado comestible para producción de barras de jabón," *Jou.Cie.Ing.*, vol. 9, no. 1, pp. 13-17, agosto de 2017.

Resumen

Se plantea en este estudio el diseño de la logística para la recuperación del desecho aceite comestible quemado generado en las instalaciones de la Universidad del Valle de Puebla y el diseño del proceso de producción para la transformación del residuo en barras de jabón. Se utiliza el diseño de recuperación a partir de la metodología de logística inversa, además se diseña el proceso de re producción realizando un ajuste en el proceso de producción en frío, utilizando como materia prima el aceite de cocina recuperado. Se obtiene como producto en esta primera etapa, barras de jabón cuyas características medibles en este estudio incluyen un pH de 10.

Palabras Claves: Aceite, jabón, logística inversa, reciclaje, proceso.

Abstract

This study outlines the design of logistics for the waste reclamation of burned edible oil generated in the facilities of the Universidad del Valle de Puebla, and the design of the production process transforming the waste into soap bars. The reclamation design is based on the methodology of reverse logistics, as well the process of re-production is designed using an adjustment in the production cold process, recuperated edible oil is used as raw material. Soap bars are obtained as part of this first stage, whose measurable characteristics in this study includes a pH of 10.

Keywords: Oil, soap, reverse logistics, recycling process.

1. Introducción

En la actualidad, la contaminación nos está enfrentando a una problemática que no solo está afectando al ser humano, sino a todos los ecosistemas.

De la cantidad total de agua que se encuentra disponible en el planeta solo el 0.62 % del vital líquido se encuentra en lagos de agua fresca, ríos y mantos freáticos [1].

El residuo aceite usado de cocina, es aquel aceite utilizado en procesos de freído que ha perdido sus

* 1674@uvp.edu.mx

** juan-antonio.rmrz@hotmail.com

*** asahidmacip@gmail.com

**** smnth_21@hotmail.com

características principales para el consumo humano, este al no disponerse de forma adecuada va directamente al desagüe ocasionando problemas como contaminación del agua, deterioro de las tuberías de desagüe, incremento de los costos de tratamiento, y eliminación de la productividad de la tierra cuando son arrojados al suelo [2].

Como resultado de los conceptos anteriores se denota la importancia de la disposición del aceite usado para evitar su contacto con el agua, ya que esto puede desencadenar problemas ecológicos como los mencionados anteriormente.

En este contexto se han realizado diferentes estudios para evaluar la factibilidad del uso del aceite usado como materia prima para la manufactura de jabón, de acuerdo a la investigación realizada por A. Girgis (2004) concluye que puede utilizarse, previo purificación y blanqueamiento, el aceite de desecho para la manufactura de jabón [3].

En el mismo contexto se realizó la comparación de los grados de acidez, índice de acidez e índice de saponificación entre aceites usados y nuevos concluyendo que a pesar de las diferencias obtenidas entre ellos, los aceites usados pueden utilizarse para el ajuste de la reacción de saponificación [4].

En la Universidad del Valle de Puebla se cuenta con instalaciones (cafeterías, laboratorios de gastronomía) que producen residuos de aceite usado, que si bien al momento de la investigación, este residuo se dispone en contenedores en algunos laboratorios de gastronomía y en las cafeterías, aun no se ha desarrollado la conciencia ambiental para la recuperación y transformación del mismo, por lo que el objetivo es desarrollar una estrategia de recuperación basada en la metodología de la logística inversa y el desarrollo del proceso de producción del residuo de acuerdo a las estadísticas de generación de materia prima para la obtención de barras de jabón con un pH neutro a partir del residuo recolectado.

2. Estado del arte

Se han desarrollado numerosas investigaciones respecto al uso de aceites usados de cocina para la reutilización en productos tales como alimento para animales, jabón, biodiesel pintura, barnices.

En el ámbito internacional en España se desarrolló el proyecto “fábrica de jabón” el cual automatiza el proceso de producción casera del aceite usado de cocina, de la misma forma, en Japón la comunidad de Kawasaki recolecta el aceite usado generado en la comunidad y

lo transforma en jabón en una fábrica administrada por la misma comunidad.

En México existen diferentes empresas dedicadas a la recuperación de aceite usado de cocina para la producción de diferentes productos, un ejemplo de estas es la empresa Biofuels de México que a través de una estrategia logística y con el apoyo del sector productivo, recolecta el aceite usado para la transformación y producción de biodiesel, de la misma forma en el ámbito gubernamental el gobierno del estado de Chiapas en el 2009 desarrolló un proyecto de recolección y aprovechamiento de aceites usados para la obtención de biodiesel utilizado en el transporte público de Tapachula y Tuxtla Gutiérrez [5].

Por otra parte Oliveira (2014) realiza un estudio para identificar el sistema de logística inversa implementado en Sao Paulo, Brazil para la disposición de los residuos producidos por el aceite de cocina a través de redes de recolección orquestadas por asociaciones civiles y organizaciones no gubernamentales para la producción de biodiesel y jabón, en las cuales la comunidad obtiene como retorno barras de jabón [6].

3. Logística Inversa

Un proceso de logística inversa consiste en la planificación, control y retorno de la mercancía desde el punto de consumo al origen con el objetivo de recuperar el producto en términos de rechazo del cliente, para la reutilización de envases, materiales, remanufactura de productos rechazados, manejo de residuos y/o desechos por reciclar o peligrosos o como último caso, su destrucción [7-9].

Esta tendencia surge a partir de la introducción de un nuevo paradigma dentro de la empresa en el cual el producto no termina su ciclo de vida con la entrega al cliente, sino que debido a la conciencia ambiental y responsabilidad social de la empresa esta gestiona los recursos para su recuperación [9].

La logística inversa sigue diferentes flujos de acuerdo a las características y/o funciones del producto a recuperar que incluye:

- Reutilización o reventa: Recuperar el producto para someterlo a limpieza y mantenimiento que permitan darle un nuevo uso.
- Reparación: Reemplazar componentes defectuosos del producto que alarguen su vida útil.
- Restauración: Someter al producto a la adecuación de nuevas tecnologías.
- Refabricación / canibalización: Remanufactura del producto recuperado o la descomposición del

producto para recuperar componentes útiles para la manufactura de uno nuevo.

- **Reciclaje.** Recuperación de un producto de desecho para obtener materia prima para la producción de uno nuevo.
- **Vertedero o incineración.** Consiste en la recuperación del producto para su destrucción controlada [9].

De la misma forma, las redes logísticas pueden diferir de acuerdo a la función del producto recuperado, sin embargo los pasos para la red de recuperación son recurrentes e incluyen, la recolección, inspección/separación, reproceso, disposición, re distribución, tal como se describen a continuación:

- **Recolección.** Incluye las actividades de recuperación del producto para moverlo a un tratamiento posterior.
- **Inspección / separación.** Determina que productos son factibles de re utilizar debido a las características del proceso al que va a ser sometido.
- **Reproceso.** Transformación del producto usado en un producto usable.
- **Disposición.** Actividades para el desecho de productos que no pueden ser reutilizados.
- **Redistribución o reutilización.** Distribución de los productos remanufacturados a un mercado potencial [10].

4. Logística inversa para recuperación de aceite usado de cocina

4.1. Diagnóstico

En las instalaciones de la Universidad los puntos de generación del residuo son los laboratorios de gastronomía y cafeterías institucionales, el proceso actual de recolección del aceite usado consiste en la disposición en garrafas contenedoras y desecho del residuo en contenedores de basura.

Con el objetivo de cuantificar la cantidad de aceite generado en las instalaciones, se realiza la medición de cantidad de aceite quemado, los puntos seleccionados fueron la cafetería “la café”, los laboratorios de gastronomía 2, 3, 4, 5,7 y la cafetería de la universidad, los laboratorios seleccionados disponen de instalaciones y contenedores diseñados para la recuperación del residuo.

A lo largo de un mes se realizó la recolección de los datos para obtener la cantidad aceite producido por ese lapso de tiempo y estimar posteriormente la producción, los resultados se muestran en la tabla 1.

Punto de recolección	Aceite quemado producido semanalmente (L)	Aceite quemado producido mensualmente (L)
Laboratorios de gastronomía	10	40
Cafetería	25	100

Tabla 1: Generación de residuo mensual en instalaciones de la Universidad.

De lo anterior se observa que se generan de forma mensual en los periodos de clases regulares un promedio de 140 litros de aceite quemado de cocina.

4.2. Recolección del residuo

Recolección de garrafas contenedores: La recolección del residuo se propone se lleve a cabo semanalmente, este se encontrará almacenado en garrafas debidamente etiquetadas con capacidad de 20 litros, los cuales facilitan la manipulación hasta el almacén, no se necesita de tomar medidas precautorias especiales para la manipulación o la transportación del aceite ya que no se considera residuo peligros [11], únicamente se inspecciona que las garrafas estén correctamente cerradas para que no haya ninguna fuga.

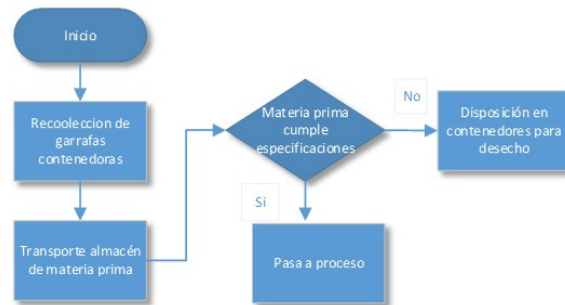


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de recolección.

4.3. Inspección

Se realiza una inspección visual del aceite para observar características como coloración y cantidad de partículas suspendidas. Si el producto tiene una coloración oscura debe disponerse en los contenedores

especiales para su desecho controlado, lo anterior de ilustra en la figura 1.

4.4. Reproceso

Una vez separada la materia prima que no es factible de reuso se procede al proceso de producción de las barras de jabón. Se calcula la producción a obtener de acuerdo a la cantidad de materia prima recolectada. La cantidad de aceite quemado utilizado es proporcional a la cantidad de jabón obtenido, por lo tanto: Producción diaria de 7 kg siendo 5 días de la semana como periodo de producción.

$$\text{Prod. mensual} = \left(\frac{7\text{kg}}{1\text{d}}\right) \left(\frac{5\text{d}}{1\text{sem}}\right) \left(\frac{4\text{sem}}{1\text{mes}}\right) = 140 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} (1)$$

El proceso de producción seleccionado consiste en el ajuste de producción de jabón sin caldera o proceso de producción en frío [12].

4.5. Descripción del proceso de producción

- Filtrado: Se debe filtrar el aceite quemado para evitar que el residuo contenga partículas que puedan contaminar el producto terminado.
- Preparación de solución de NaOH (hidróxido de sodio): Disolver hidróxido de sodio (150 gramos) con 290 ml de agua destilada.
- Mezclado: Se agrega la solución de NaOH con un litro de aceite quemado.
- Obtención de pasta: Después de 20 minutos de agitación se forma una pasta de color amarillento-dorado, se sigue agitando hasta que se presenta una cantidad considerable de ésta.
- Moldeado: Se les agrega el colorante y la esencia, después se vacía el estearato producido a moldes que soporten temperaturas superiores a los 50°C.
- Secado: Los moldes con ya el jabón fusionado se deja secar por 1 mes para que se terminen de formar sus propiedades.
- Medición de pH: Una vez concluido el proceso de secado, se realiza la medición de pH, con la finalidad de verificar que se obtenga una medición neutra.
- Envasado y embalaje: Se envuelve el jabón en su empaque, se etiqueta el empaque con una codificación que está compuesta por el número de mes de producción y el número de lote, además contendrá la fecha de empaque y la fecha para su uso.
- Almacén de PT: Se traslada el producto terminado al almacén de producto terminado para su uso.

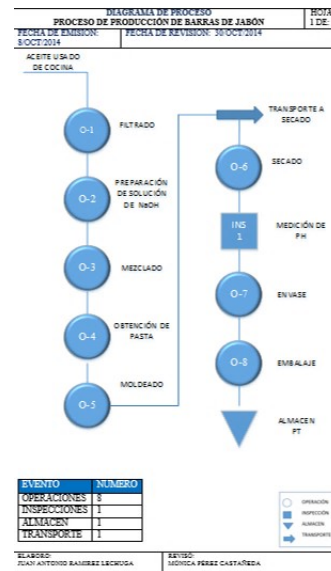


Figura 2. Diagrama de operaciones del proceso de producción.

El proceso de producción de las barras de jabón se ilustra en el diagrama de operaciones de la figura 2.

4.6. Redistribución

Una vez pasadas las 4 semanas de reposo del producto terminado, el producto es factible para su distribución y utilización para limpieza en uso domestico.

5. Pruebas

Un jabón de uso doméstico para poder ser utilizado debe cumplir con algunas características químicas [13], entre las cuales se encuentra tener un pH entre 7 a 11 [14]. Se realizan las mediciones de pH al producto obteniendo los resultados indicados en la tabla 2.

Fecha de realización	Material de ejecución (L)	pH (L)
08/oct/2014	Papel pH	14
22/oct/2014	Papel pH	11
29/oct/2014	Papel pH	10

Tabla 2: Pruebas de pH.

Con los resultados de la tabla anterior se observa la disminución del pH del jabón obtenido, lo que sugiere la mejora de las propiedades del jabón, haciendo hasta este punto factible la utilización del mismo. En la figura

3 se muestra el producto obtenido con el proceso de producción seleccionado.



Figura 3. Barras de jabón obtenidas en este trabajo.

Basado en estos resultados se observa que la aplicación de la logística inversa en la recuperación del residuo es factible ya que se logra la obtención de un producto terminado.

6. Conclusiones

Se obtiene el diseño de una estrategia logística de recuperación de aceite usado de cocina en las instalaciones de la Universidad del Valle de Puebla a través del uso de la metodología de logística inversa. Se obtiene el proceso de producción y un producto con características de pH 10, con lo que se demuestra que la recuperación para la producción del producto desarrollado es factible bajo las condiciones antes descritas.

Con la cantidad de aceite recolectado se podría obtener una producción de 140 kilos mensuales de producto, tomando en cuenta que la producción se realiza de forma manual y contando con personal asignado a esa tarea.

La presente investigación se encuentra en proceso de consolidación, ya que es necesaria la realización de las pruebas al producto tales como jabón anhidro (base seca), humedad, alcalinidad libre expresada como NaOH, cloruros expresados como NaCl y silicatos, además del estudio costo beneficio de la implementación del sistema.

Como trabajo futuro producto de esta investigación consiste en el diseño y puesta en marcha de un prototipo para la elaboración casera del producto, así como el

desarrollo del modelo de optimización para el diseño de la red a partir de la minimización de variables como el costo de la inversión y de operación (RNM) con el objetivo de replicar el modelo a gran escala.

Referencias

- [1] J. A. Díaz and J. E. G. Pantoja, *Ingeniería ambiental*. México: Alfaomega, 2011.
- [2] O. Espinoza, "Gestión ambiental de aceites comestibles." Online, Septiembre 2004. http://www.ipes.org/backup_eyresis/public_html/index.php?option=com_content&view=article&id=357&Itemid=49.
- [3] A. Y. Girgis, "A. y. girgis," *Grasas y Aceites International Journal of Fats and Oils*, vol. 55, no. 3, 2004.
- [4] P. Albarracín, F. Garay, V. Di Bacco, M. González, M. Tereschuk, S. Chauvet, and H. Genta, "Estudios de caracterización de aceites usados en frituras para ser utilizados en la obtención de jabón," *Revista de ciencias exactas e ingeniería*, vol. 1, no. 32, 2010.
- [5] E. A. Caballero Moreno, "Concyteg." Online, Septiembre 2012. http://concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/85_2_CABALLERO_MORENO_ET_AL.pdf.
- [6] R. B. de Oliveira, M. S. Ruiz, M. L. G. D. da Silva, A. Struffaldi, and E. Bocatto, "Environmental sustainability and reverse logistics: An analysis of the recycling networks of cooking oil waste in sao paulo, brazil," in *Proceedings of PICMET '14 Conference: Portland International Center for Management of Engineering and Technology; Infrastructure and Service Integration*, pp. 2756–2763, 2014.
- [7] J. P. A. Callaba, *Logística Inversa*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.
- [8] A. I. B. Boubeta, *Distribución logística y comercial. La logística en la empresa*. España: Ideas propias, 2007.
- [9] D. Cabeza, *Logística Inversa en la gestión de la cadena de suministro*. España: Marge Books, 2012.
- [10] M. Fleischmann, "Repub. publications from erasmus university, rotterdam." Online, Octubre 2000. https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepub.eur.nl%2Fpub%2F1044%2FEPS-2000-002-LIS%2BFLEISCHMANN.pdf&ei=zKmyVL_UAoKlyQTf8IH4DQ&usq=AFQjCNE6hJ4Gp_2JalQpmeGqsWir9owOXg.
- [11] Dirección General de Normas, México, *NOM-052-SEMARNAT-2005*, 2013.
- [12] H. A. W. Simmons, "The handbook of soap manufacture." Online, Junio 2007. http://www.curezone.com/upload/Members/ChazTheMeatHe/Books/Economics/Handbook_Of_Making_Soap.pdf.
- [13] D. general de normas, *NMX-Q-010-CNCP-2013, Jabón de lavandería en barras - especificaciones y métodos de ensayo*. México, 2014.
- [14] Dirección General de Normas, México, *NMX-Q-002-SCFI-2007, Productor de aseo - detergentes domésticos en polvo para uso general – especificaciones y métodos de prueba*, 2007.