

Recuperación del alcohol residual, generado en un laboratorio universitario

Sosa Olivier, J. A.^{1*}, Laines Canepa, J. R.¹, Robles Sánchez, D. I.¹, García Álvarez, L. I.¹,
Torres Cardoza, A. G.¹, Ávila Lázaro, I.¹

Fecha de recepción: 8 de octubre de 2016– Fecha de aprobación: 24 de noviembre de 2016

RESUMEN

El manejo y la disposición inadecuada de los residuos peligrosos pueden provocar riesgos a la salud y al ambiente. En La División Académica de Ciencias Biológica (DACBiol), desde 2009 se realizan programas de manejo de residuos peligrosos generados en laboratorios. En 2014, se adecuó un almacén temporal de residuos peligrosos, en el cual se ingresan residuos corrosivos, tóxicos e inflamables, de este último grupo, se encuentran mezclas de agua con alcohol. La Norma Oficial Mexicana 052, menciona que las mezclas de agua y alcohol en más del 24 %, se consideran un residuo peligroso. Por lo que el objetivo del presente trabajo es la recuperación del alcohol residual, generado en los laboratorios de docencia, investigación y servicios, de la DACBiol. La recuperación del alcohol residual, se llevó a cabo usando el método de destilación simple a escala en laboratorio. El proceso consistió en realizar destilación por lotes de 1 L, en una primera etapa a 86 °C, durante 175 min en promedio, recuperando 373±35 ml. Para aumentar la calidad del alcohol recuperado, se realizó una segunda destilación a lo ya recuperado, a 78.5 °C, durante 57 min, recuperando 308±35 ml. La aplicación de este proceso en el manejo integral de residuos, coadyuvará a la minimización de residuos peligrosos, que generan las instituciones de educación, en diversos niveles, así como aumentar la valorización de estos residuos, por su potencial calorífico, como lo dicta la ley general para la prevención y gestión integral de residuos.

Palabras clave: destilación, residuo peligroso, valorización.

Recovery of residual alcohol generated in a university laboratory

ABSTRACT

The inadequate management and disposal of hazardous waste can provoke risks to health and the environment. In the Academic Division of Biological Sciences (DACBiol) since 2009 was implemented management program hazardous waste generated in laboratories. In 2014, a temporary warehouse of hazardous waste was adapted, they are entered corrosive, toxic and flammable waste, the latter group, exist mixtures of water with alcohol. The Mexican Official Standard 052, mentions that mixtures of water and alcohol in more than 24 %, They are considered a hazardous waste. So, the aim of this work is the recovery of alcohol residual, generated in the laboratories of teaching, research and services, of the DACBiol. The residual alcohol recovery, it was carried out using simple distillation method in laboratory scale. The process consisted of making distillation batch of 1 L, in a first step at 86 °C, for 175 min on average, with a recovering 373±35 ml. To increase the quality of recovered alcohol, a second distillation to already recovered was made, to 78.5 °C for 57 min, recovering 308±35 ml, respect to initial. The application of this process in the integrated waste management, contributes to the minimization of hazardous waste, generated in to educational institutions, at various levels and to increase the recovery of such waste, for its calorific potential, to dictated by the general law for comprehensive prevention and waste management.

Keys word: distillation, hazardous waste, recovery.

¹División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km. 0.5 Carr. Villahermosa-Cárdenas, entronque Bosques de Saloya. CP. 86128. Correo electrónico: ing-jaso@hotmail.es. Este artículo de investigación es parte de Ingeniería–Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Ing. R.A., Vol. 20, No. 2, 2016.

GENERALIDADES

Los residuos peligrosos (RP) son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan algún agente infeccioso que les confieran peligrosidad (SEMARNAT, 2015a). Estos son generados por una amplia gama de actividades industriales, agrícolas, de servicios, comerciales, domésticas e inclusive educativas. Según datos reportados por el INECC (2012), la generación de RP a nivel nacional, en el periodo 2004 - 2011, fue de 1'920,408 toneladas. En Tabasco la generación RP se estima en 140,430.38 t, durante el periodo 2004 -2015 (SEMARNAT, 2015b). Es importante mencionar que el manejo integral de residuos se enfoca en la prevención, minimización, reúso, reciclaje, recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final, lo que es común que el sector industrial y de servicios, puesto que se lleven a cabo acciones tendientes a reducir riesgos y prevenir impactos negativos al ambiente. Acevedo (2012) menciona que, en el sector educativo, investigación y laboratorio es uno de los temas menos estudiados. Pocas veces se considera importante atender el manejo de los residuos, sobre todo los generados en los laboratorios, donde se encuentran sustancias peligrosas.

Las instituciones de education superior (IES)

La Corporación Universitaria Lasallista reportan una generación de 37,786 kg/año, de los cuales 265 kg correspondían a residuos químicos, identificados como peligrosos, los cuales son almacenados y posteriormente manejados por una empresa prestadora del servicio de recolección (Bravo *et al.*, 2015). En la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, reportan la generación de 117 tipos de residuos líquidos y 132 sólidos, en laboratorios de docencia, sin embargo, el manejo de estos residuos,

son su vertido en los drenajes de los mismos laboratorios, según lo reportado por Velázquez (2007). En la Universidad Veracruzana se realizó un diagnóstico de generación de RP, determinando 6 fuentes de generación y un total de 80 tipos de residuos, sin embargo, carece de datos concretos en cuanto a cantidades y tipos de RP, de las seis fuentes de generación, solo tres cuentan con almacenes temporales de RP, dos para sustancias químicas y uno para biológicos infecciosos, todos los residuos son manejados finalmente por una empresa particular contratada por la institución (Universidad Veracruzana, 2011). La División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol), de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), desde 2009 realiza programas de acopio y almacenamiento de RP generados en los laboratorios de docencia, investigación y servicios. En 2014, se adecuó un almacén temporal de RP, en cumplimiento con el artículo 82 y 83 del reglamento de la LGPGIR. El almacén cuenta con código de colores, donde se identifican los tipos de residuos que se manejan, Azul - Corrosivos (ácidos, bases y sales), Blanco - Tóxicos (metales y reactivos caducos) y Amarillo - Inflamables (HC's, formol, benceno, tolueno, xileno, acetona y mezclas de alcohol con agua), como se muestra en la Figura 1.

Para el primer semestre de 2016, se generaron 878.56 kg de RP, 396.86 kg inflamables (45 %), 247.90 kg corrosivos (28 %) y 233.80 kg tóxicos (26 %). Dentro de los inflamables, el alcohol residual representa el 7 % del total (64.73 kg), los cuales la NOM-052-SEMARNAT-2005, los cataloga como peligrosos, cuando poseen una proporción mayor al 24%. El alcohol residual es se genera comúnmente en actividades de limpieza y esterilización, de materiales y muestras.



Figura 1. Código de colores empleado en el almacén temporal de RP de la DACBiol

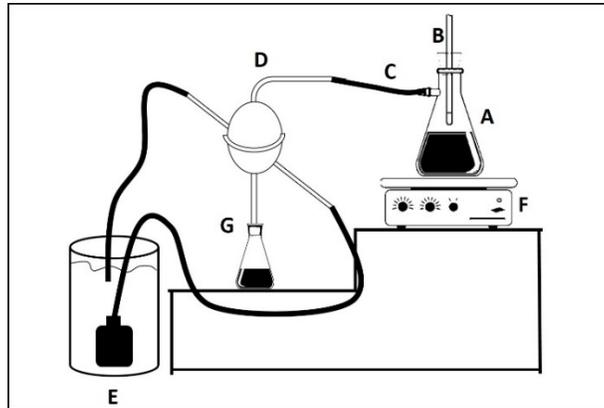


Figura 2. Sistema del proceso de recuperación de alcohol residual.

¿Reducción de volumen o disminución de su peligrosidad?

La LGPGIR define el término de tratamiento como los procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad. Dentro de los tratamientos térmicos se llevan a cabo el proceso de destilación, el cual se divide en fraccionada, por arrastre de vapor y destilación simple, esta última busca que la mezcla líquida se separe de sus impurezas menos volátiles mediante la evaporación y condensación, aprovechando los diferentes puntos de ebullición de las sustancias. Para recuperar el alcohol de la mezcla con agua, se utilizó el proceso de destilación simple en un sistema acoplado de manera rústica, como se observa en la Figura 2.

Se trabajó por lotes de 1 litro de alcohol residual, colocado en un matraz kitazato de 1 L (Figura 2, A). El matraz contaba con un termómetro de mercurio de 110 °C acoplado en la tapa de goma, en la parte superior (Figura 2, B). En la salida lateral del recipiente, se acopló una manguera de látex (Figura 2, C) que, a su vez, estaba conectada en el otro extremo a un condensador rústico de cobre (Figura 2, D). Este

condensador es conectado a una bomba de agua para recircular el refrigerante a contra flujo (Figura 2, E). El matraz kitazato fue colocado sobre una parrilla eléctrica (Figura 2, F), alcanzando 78.5 °C, temperatura que se utilizó como base para determinar la temperatura óptima de destilación. A la salida del condensador se colocó un matraz Erlenmeyer para recuperar el alcohol condensado (Figura 2, G). Para determinar la cantidad de alcohol recuperado, respecto al lote procesado, se media en una probeta de 1 L. Se inició con una temperatura de 78.5 °C, durante 1 hora. No se observó cambio alguno en el proceso, por lo que se aumentó gradualmente la temperatura, hasta alcanzar 86 °C, en este punto, se logró la recuperación de alcohol promedio de 373±35.63 ml (37.3 %), en un tiempo promedio de 2.75 h. En la Figura 3, se muestra el sistema utilizado.

Al término de una primera etapa de destilación, se observó que el alcohol recuperado, presentaba una coloración, muy similar a la mezcla inicial, por lo que se decidió realizar una segunda etapa (re-destilación), en la Figura 4, se muestran la diferencia de coloración en los volúmenes recuperados en la primera destilación.



Figura 3. Sistema rústico de destilación de alcohol utilizado.



Figura 4. Volúmenes de alcohol recuperados en la primera destilación simple.



Figura 5. Comparación de etapas de destilación.

Tabla 1. Valores registrados durante el proceso de destilación y re-destilación simple de alcohol residual

Parámetros	D1	D2	D3	D4	D5	Media	Temp.
Volumen recuperado (ml)	350	360	350	370	435	373±35.63	86 °C
Tiempo (h)	3.46	2.52	3.22	3.06	1.50	2.75±0.78	
Volumen recuperado (ml) re-destilación	275	285	300	315	365	308±35.28	78.5 °C
Tiempo (h)	1.04	1.02	1.00	0.57	0.40	0.81±0.29	

*Nota: D1-5, representa la cantidad de repeticiones realizadas.

En la re-distilación (Figura 5), se obtuvieron valores de recuperación del 308 ± 35 ml de alcohol (30.80 %), a una temperatura de 78.5 °C durante un tiempo de 0.81 h (Tabla 1 y Figura 6).

En la Figura 5, se muestra (de izquierda a derecha) la mezcla de alcohol residual, el primer volumen recuperado, con una coloración visible, similar a la mezcla inicial, y por último el alcohol recuperado en el re destilado, sin una tonalidad como las dos mezclas anteriores. Se realizaron pruebas de combustión del alcohol recuperado, utilizando mecheros de Bunsen. Se utilizaron 30 ml de alcohol recuperado y se comparó con la misma cantidad de alcohol etílico no residual, considerando el tiempo de combustión. En la Figura 6 se muestran la prueba de inflamabilidad.

El tiempo de combustión de los mecheros que contenían alcohol destilado fue de 1.10 h, ligeramente menor a los mecheros con alcohol etílico no residual, de 1.20 h.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La destilación simple del alcohol residual es posible en dos etapas, recuperando finalmente un 30.80 %, en un tiempo total de 3.56 h. Se demostró que la posibilidad de aprovechamiento del alcohol residual es posible, como insumo en lámparas de alcohol, que siguen siendo utilizadas en algunas prácticas de laboratorio. La recuperación de más de un 30 %, permite que las mezclas de alcohol y agua, consideradas como RP, dejen de serlo, minimizando en un 7 %, la generación de este tipo de residuo.



Figura 6. Prueba de inflamabilidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo 2012. Plan de manejo de residuos peligrosos campaña orden y aseo. Corporación Universitaria Lasallista. Plan de manejo de residuos peligrosos campaña orden y aseo. [en línea]. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/608/1/trabajo_de_grado_julian.pdf

Bravo Varela, L. M., & Medina Cano, E. C. (2015). Mapeo de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de la Corporación Universitaria Lasallista (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista). [en línea] http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1097/1/Mapeo_residuos_peligrosos_laboratorios_Lasallista.pdf

Delgado, O. B. (2012). Propuesta de un plan de manejo para los residuos generados en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. *Ciencia Nicolaita*, (54), 71-81.

Instituto Nacional De Ecología Y Cambio Climático. 2012. Diagnostico básico para la gestión integral de residuos. Procuraduría de Protección Ambiental. 2014. Control de Residuos Peligrosos [en línea]. www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1370/1/.../control_de_residuos_peligrosos.html08/06/2016

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Norma Oficial Mexicana 052, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015a. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas [en línea]. <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/materiales-y-actividades-riesgosas/residuos-peligrosos03/08/2016>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015b. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Universidad Veracruzana. 2011. Diagnóstico de generación, manejo y disposición de residuos peligrosos en la Universidad Veracruzana, región Xalapa [en línea]. www.uv.mx/cosustenta/files/2013/07/Diag-Residuos-peligrosos-Xalapa08/06/2016.

Este documento debe citarse como: Sosa Olivier, J. A., Laines Canepa, J. R., Sánchez Robles, D. I., García Álvarez, L. I., Torres Cardoza, A. G., Ávila Lázaro, I. (2016). **Recuperación del alcohol residual, generado en un laboratorio universitario**. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 20-2, pp. 108-114.