



Metodología para la segregación de residuos químicos generados en el laboratorio de bioquímica y nutrición animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid*

Luz D. Mejía S.** / Alba N. Ardila A.***

Methodology to segregate chemical waste generated in the biochemistry and animal feeding laboratory at Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Metodologia para a segregação de resíduos químicos gerados no laboratório de bioquímica e nutrição animal do Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

RESUMEN

Introducción. Acompañando las tendencias mundiales en busca de la sustentabilidad, en los últimos años las instituciones universitarias han realizado esfuerzos en el desarrollo de estrategias para la gestión de los residuos peligrosos generados en su interior con la intención de controlar y minimizar la contaminación ambiental desde este espacio. **Objetivos.** Diseñar e implementar estrategias educativas para la adecuada disposición y segregación de residuos químicos que minimice los efectos nocivos al medio ambiente y cumpla con la normativa. **Metodología.** En este artículo se da cuenta de una investigación cualitativa aplicada a la segregación y disposición de los residuos químicos producidos en el Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, la cual se desarrolló en

*Artículo derivado del proyecto de investigación "Metodología aplicada para el manejo, gestión y tratamiento de los residuos químicos generados en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal, del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid", realizado entre abril de 2010 y agosto de 2011, y financiado por el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. **Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, profesional universitaria Laboratorio de Química, integrante del Semillero de Investigación en Gestión Sostenible del Recurso Hídrico de la Facultad de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. ***Magíster en Ciencias Químicas, directora del Semillero de Investigación en Gestión Sostenible del Recurso Hídrico de la Facultad de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

Correspondencia: Luz D. Mejía, e-mail: ldmejia@elpoli.edu.co

Artículo recibido: 01/11/2011; Artículo aprobado: 15/05/2012

las 3 siguientes fases: i) diagnóstico de la problemática, ii) implementación seguimiento y evaluación de la metodología aplicada, iii) sensibilización y capacitación del personal del laboratorio y socialización ante la comunidad politécnica. **Resultados.** Los resultados han permitido caracterizar cualitativamente los residuos generados en las prácticas, etiquetar, almacenar y segregar cada uno de ellos, contando con la participación de la comunidad educativa que asiste al laboratorio, a través de procesos de educación en el aula y disposiciones legales sobre el tema. **Conclusiones.** El trabajo desarrollado ha contribuido a llevar a cabo la disposición y segregación adecuada de los residuos químicos producidos en el laboratorio por medio de la sensibilización y la educación ambiental, permitiendo el cumplimiento de la normativa establecida.

Palabras clave: segregación de residuos químicos, Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal, educación ambiental.

ABSTRACT

Introduction. Following the world trends concerning the search for sustainability, university institutions have assumed efforts in recent years to develop strategies to manage the dangerous solid waste they produce, aiming to control and minimize pollution within their spaces. **Objectives.** To design and implement educational strategies for the adequate disposal and segregation of chemical waste, thus minimizing harmful effects on the environment and meeting the regulations. **Methodology.** This paper registers a qualitative research work applied to the segregation and the disposal of chemical solid waste from the Biochemistry and Animal Feeding Laboratory at Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, developed with three phases: i) diagnose of the problem; ii) implementation, monitoring and evaluation of the methodology applied and iii), sensitization and training of the staff of the laboratory and socialization to the academic community. **Results.** The results have allowed a qualitative classification of the waste generated in the practices, labeling, storing and segregating each waste with the participation of the educational community that uses the laboratory, with educational processes in the classroom and following the legal conditions on the subject. **Conclusions.** The work developed has contributed to execute the disposal and the segregation of the chemical waste produced in the laboratory by means of the sensitization and the environmental education, thus allowing the fulfillment of the legal requisites.

Key words: chemical waste segregation, biochemistry and animal feeding laboratory, environmental education.

RESUMO

Introdução. Acompanhando as tendências mundiais em procura da sustentabilidade, nos últimos anos as instituições universitárias realizaram esforços no desenvolvimento de estratégias para a gestão dos resíduos perigosos gerados em seu interior com a intenção de controlar e minimizar a contaminação ambiental desde este espaço. **Objetivos.** Desenhar e implementar estratégias educativas para a adequada disposição e segregação de resíduos químicos que minimize os efeitos nocivos ao meio ambiente e cumpra com o regulamento. **Metodologia.** Neste artigo se dá conta de uma investigação qualitativa aplicada à segregação e disposição dos resíduos químicos produzidos no Laboratório de Bioquímica e Nutrição Animal do Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, a qual se desenvolveu nas 3 seguintes fases: i) diagnóstico da problemática, ii) implementação seguimento e avaliação da metodologia aplicada, iii) sensibilização e capacitação do pessoal do laboratório e socialização ante a comunidade politécnica. **Resultados.** Os resultados permitiram caracterizar qualitativamente os resíduos gerados nas práticas, etiquetar, armazenar e segregar cada um deles, contando com a participação da comunidade educativa que assiste ao laboratório, através de processos de educação no sala de aula e disposições legais sobre o tema. **Conclusões.** O trabalho desenvolvido contribuiu a levar a cabo a disposição e segregação adequada dos resíduos químicos produzidos no laboratório por meio da sensibilização e a educação ambiental, permitindo o cumprimento do regulamento estabelecido.

Palavras importantes: segregação de resíduos químicos, Laboratório de Bioquímica e Nutrição Animal, educação ambiental.

INTRODUCCIÓN

Antes de la década del 90 no se tenía conciencia sobre el impacto en el ambiente que producían los residuos químicos de los laboratorios y se les desechara con la basura común doméstica o simplemente se descartaban por los sumideros o cloacas. A lo sumo, ciertos contaminantes o solventes orgánicos se trataban de no eliminar por las alcantarillas, en caso que estos tuvieran algún componente plástico en su estructura. Esto se realizaba más que nada por la integridad del sumidero que por un problema ambiental, y se consideraba que los volúmenes con los que se trabajaba en los laboratorios no eran significativos como para ser de alguna forma segregados y tratados debidamente^{1,2}; paradójicamente recién en la década de los 90, los laboratorios de docencia e investigación de las instituciones universitarias son catalogados como uno de los mayores generadores de residuos químicos, y aunque el volumen producido por los mismos es relativamente más bajo en relación con el proveniente del sector industrial, se ha considerado como un problema de gran magnitud debido a que por su concentración y naturaleza química son altamente peligrosos y perjudiciales para los seres vivos y el medio ambiente³.

De acuerdo con lo anterior, en los últimos años diferentes instituciones universitarias han venido realizando esfuerzos por garantizar las condiciones ambientales y de seguridad adecuadas para el trabajo en los laboratorios, llevando a cabo estrategias para la gestión (manejo, control, minimización, eliminación y reducción) de los diferentes tipos de residuos peligrosos producidos en las mismas^{2,4,5}. Así, desde los años noventa en Estados Unidos y en Europa se comenzó con la implementación de sistemas de gestión de los residuos originados en las universidades, a raíz de las regulaciones regionales sobre residuos que surgen en esos años⁶. Igualmente, la gestión de los residuos en las universidades latinoamericanas es un asunto que también está comenzando a ser estudiado. Es así como, en busca de estrategias de sustentabilidad, las universidades brasileras, chilenas, argentinas, mexicanas, uruguayas y venezolanas vienen desarrollando poco a poco sus programas propios de gestión de residuos de los laboratorios. No obstante, estos sistemas de gestión básicamente contemplan el cambio en las costumbres de arrojarlos por las alcantarillas y con las basuras⁷.

En el caso particular de las universidades colombianas, algunas instituciones como la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad del Cauca han intentado implementar y desarrollar metodologías para la separación de residuos y posterior envío a otras empresas para su respectivo tratamiento². En las mismas instituciones no se analizan las condiciones desde el mismo momento de la producción del residuo hasta su entrega a la empresa gestora o no se realiza el tratamiento por parte del mismo generador del residuo. Es decir, no se contemplan en totalidad los siguientes aspectos: estudio de actividades que generan los residuos, clasificación de los residuos, mecánica de funcionamiento para la segregación, etiquetado, identificación, almacenamiento temporal de los residuos, normas de seguridad a observar por los manipuladores y componente de educación ambiental, entre otros.

Conocedores del inadecuado manejo que los usuarios del Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid les han dado a los residuos químicos, y conscientes de que su diagnóstico, caracterización, segregación y disposición correcta son responsabilidades del personal del mismo para el cuidado del ambiente y los seres vivos, se han desarrollado varias investigaciones orientadas a la aplicación de diferentes estrategias que permitan realizar una adecuada segregación de dichos residuos y de esta manera desarrollar planes de tratamiento fisicoquímicos posteriores. El propósito principal de la investigación es proponer y aplicar un esquema general para efectuar la segregación y disposición adecuada a los residuos químicos producidos en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal, de una forma ambientalmente más amigable, y promover la conciencia ambiental sobre la importancia del cuidado del entorno y, además, cumplir con la normativa colombiana para vertimientos, contenida en las Leyes 99 de 1993; 491 de 1999; y 1252 de 2008, y en los Decretos 1443 de 2004 y 3930 de 2010, entre otras.

MATERIALES Y MÉTODOS

La correcta caracterización, segregación, disposición y almacenamiento de los residuos químicos del laboratorio, se desarrolla en las siguientes tres fases:

Primera fase: diagnóstico de la problemática

En esta primera fase se realiza una serie de visitas al laboratorio para observar, registrar y analizar el proceso de disposición de los residuos, para lo cual se utilizan diferentes instrumentos, tales como observación directa con registro fotográfico, entrevistas a docentes y empleados del laboratorio, y encuestas a los auxiliares administrativos y estudiantes que frecuentan el mismo. Para las entrevistas, se consultó a todas las personas encargadas del laboratorio (3 docentes, 3 auxiliares administrativos y 2 empleados del laboratorio); además, se encuestó el total de estudiantes que asisten a los diferentes cursos ofrecidos en el laboratorio (39 estudiantes). Con el objetivo de evaluar el avance e impacto del presente estudio, cada uno de estos instrumentos se aplicó antes y después de implementar la metodología, para lo cual se entrevistó y encuestó a la misma población inicial. Tanto las entrevistas como las encuestas se formularon con preguntas abiertas y cerradas, las cuales se muestran en los anexos A y B.

Segunda fase: implementación, seguimiento y evaluación de la metodología aplicada

Identificación y clasificación de los tipos de residuos químicos generados: esta fase se ha implementado de acuerdo con la propuesta dada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, según las Normas NTP 276, 359 y 480⁸⁻¹⁰ y los anexos A, B y C del Decreto 474 I de 2005¹¹. Así se realizaron estudios y análisis detallados de los procedimientos de cada práctica de laboratorio, identificando los reactivos utilizados en cada una y los tipos de residuos que se podrían generar al combinarlos. De acuerdo con la naturaleza y composición química, estos se clasificaron en 14 grupos: disoluciones ácidas, disoluciones básicas, solventes orgánicos no halogenados, solventes orgánicos halogenados, sólidos especiales I (capilares, pipetas Pasteur, placas cromatográficas, jeringas), soluciones acuosas salinas, aceites, mercurio y su sales, sólidos orgánicos, sólidos inorgánicos, sólidos especiales II (papel de filtro, papel de cromatografía, papel adsorbente, empaques contaminados, tiras indicadoras, guantes y tapabocas), productos pastosos (compuestos por lodos de depuración, parafinas, resinas y grasas), soluciones orgánicas y residuos vegetales. Luego se procedió al diseño del material necesario para implementar las estrategias que permitieran hacer una segregación adecuada; para ello se cumplieron los siguientes pasos:

Establecimiento de códigos: a cada tipo de residuo se le asignó un número y un rombo con un color específico para este proyecto.

Elaboración de diagramas de flujo para la separación de residuos: en cada diagrama se especificaron los procedimientos u operaciones físicas o químicas realizadas en cada práctica de laboratorio y el tipo de residuo producido, el cual se indicó en el diagrama con su nombre dentro de un rombo del color correspondiente. Esto con el fin de, posteriormente, etiquetar con el mismo color los recipientes dispuestos para el almacenamiento de cada tipo de residuo, facilitando así su correcta disposición.

Diseño de etiquetas de seguridad: se diseñaron etiquetas de seguridad para rotular los envases destinados para el almacenamiento de cada tipo de residuo de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 14 del Real Decreto 833 de 1988¹².

Elaboración de fichas de seguridad: se elaboraron fichas de seguridad para cada tipo de residuo de acuerdo con el Anexo B de la norma NTC 4532¹³ y la norma NTC 4435¹⁴. En ellas se registró

información del residuo (nombre, clase del riesgo del residuo, las propiedades físicas y químicas, envasado, frases R y S, naturaleza del riesgo, elementos de protección, medidas de primeros auxilios y para combatir el fuego y los derrames).

Rotulado y disposición de recipientes para el almacenamiento de los residuos: se seleccionaron diferentes recipientes con características especiales de acuerdo con el tipo de residuo a almacenar en el mismo y se rotularon con la correspondiente etiqueta elaborada¹⁰. Cada recipiente se ubicó en un lugar estratégico (seguro y visible) del laboratorio para que los estudiantes y demás usuarios del laboratorio realicen una disposición adecuada de los residuos generados.

Elaboración formatos de control: cada formato de control contiene básicamente la siguiente información: nombre del tipo de residuo, color y código, naturaleza y composición química, cantidad de residuo generado (en volumen o masa de acuerdo con el estado físico del residuo) y periodicidad de producción. Esto se realizó con el fin de hacer una planificación más organizada para la posterior disposición, tratamiento y recuperación de los residuos producidos durante un periodo de tiempo específico.

Tercera fase: sensibilización, capacitación del personal del laboratorio y socialización ante la comunidad politécnica

La socialización y la capacitación tuvieron como base fundamental el material didáctico elaborado, destinado a docentes, personal de laboratorio, técnicos, estudiantes del Politécnico Jaime Isaza Cadavid de la sede principal, así como de Rionegro y Apartadó. La evaluación del impacto del estudio se lleva a cabo utilizando los instrumentos de observación y registro fotográfico, entrevistas y encuestas (a las mismas personas entrevistadas y encuestas en la fase inicial).

RESULTADOS

Primera fase: Diagnóstico de la problemática

En las visitas al laboratorio, se observó que no existe una segregación y disposición adecuada de los residuos químicos, pues estos se almacenan y se mezclan en un mismo recipiente sin importar la naturaleza y el grado de compatibilidad química entre ellos. Los contenedores de los residuos no están etiquetados correctamente y no se tienen fichas de seguridad de los mismos. Además, los residuos como guantes, pipetas Pasteur, papeles de filtro, indicadores y cromatográficos, tapabocas y vidrios, entre otros, son depositados en la caneca de basuras corrientes (figura 1).

La información brindada por los docentes y el personal del laboratorio muestra que las prácticas desarrolladas en el Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal generan semanalmente un volumen aproximado de residuos líquidos de 5 L, que contiene diferentes tipos de contaminantes orgánicos e inorgánicos que son mezclados y almacenados en un mismo recipiente sin importar su grado de compatibilidad, son filtrados y neutralizados únicamente y luego son dispuestos directamente por el sumidero. Los residuos químicos en el drenaje pasan a ser parte de las aguas residuales descargadas por el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, lo que trae como consecuencia la contaminación de suelos, sedimentos y diferentes fuentes de agua. El tipo de reactivos que se usan comúnmente son ácidos orgánicos e inorgánicos, bases, solventes halogenados y no halogenados, sales orgánicas e inorgánicas, aceites, mercurio y algunos óxidos, entre otros. No se aplica ninguna norma ambiental para la segregación de los residuos.

En las encuestas aplicadas a los estudiantes, el 100% manifiesta que no ha recibido capacitación en el manejo y disposición de residuos químicos, no obstante, el 87% de los encuestados considera que este aspecto es importante para evitar la contaminación del medio ambiente y cumplir con la normativa ambiental. Por otro lado, más del 94% de los encuestados no tienen conocimiento sobre alguna norma para el manejo de residuos químicos y no hacen una separación de los mismos durante las prácticas de laboratorio que realizan.



Figura 1. Disposición de residuos químicos antes de la implementación de la metodología

Fuente: el autor

Segunda fase: implementación, seguimiento y evaluación de la metodología aplicada

En la tabla I, se muestra el grupo, código y color asignado a cada tipo de residuo. Esta estrategia facilitó el nombramiento de los residuos y la elaboración de los diagramas de flujo para su posterior separación. Se elaboraron y se imprimieron los diagramas de flujo de separación de residuos para todas las prácticas de laboratorio existentes al año 2012. En la figura 2, se muestra como ejemplo, el diagrama de flujo de la Práctica Glucógeno (hígado) de Bioquímica. Como se puede observar, en el diagrama se indican los reactivos, el tipo de residuo generado al combinarlos y el rombo del color característico según el tipo de residuo, con el fin de que sean adicionados en el recipiente rotulado y destinado para almacenarlo para su posterior recuperación y/o tratamiento.

Tabla I. Grupo, código y color para cada tipo de residuo químico

Grupo	Código	Tipo de residuo
1	DA	Disoluciones ácidas
2	DB	Disoluciones básicas
3	SONH	Solventes orgánicos no halogenados
4	SOH	Solventes orgánicos halogenados
5	SEI	Sólidos especiales I
6	SEII	Sólidos especiales II
7	SOR	Sólidos orgánicos
8	SI	Sólidos inorgánicos
9	SO	Soluciones orgánicas
10	AC	Aceites
11	PP	Productos pastosos
12	V	Sólidos vegetales
13	MYSM	Mercurio y sales de Mercurio
14	SAS	Soluciones acuosas salinas

Fuente: el autor

También se diseñaron y elaboraron etiquetas para los 14 grupos; en la figura 3, se muestran, como ejemplo, las etiquetas de seguridad para los residuos generados en la práctica de laboratorio de Glucógeno. En cada etiqueta se indican los pictogramas del residuo químico y las principales frases R y S estandarizadas de acuerdo con los anexos III y IV del Real Decreto 363 de 1995¹⁵.

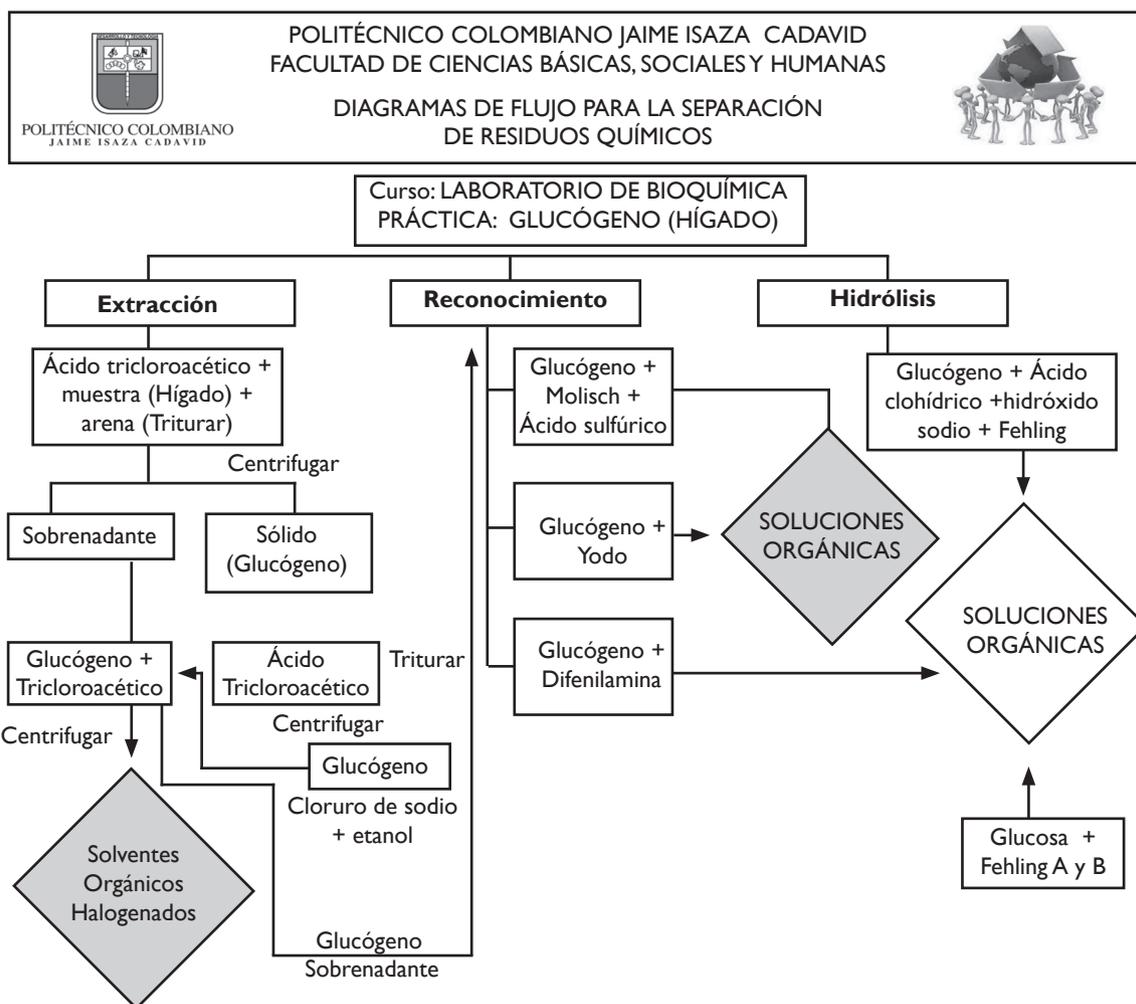


Figura 2. Diagrama de flujo de separación de los residuos generados en la práctica de laboratorio Glucógeno de Bioquímica

Fuente: el autor

Igualmente, se diseñaron 14 fichas de seguridad, en las que se relacionan las características físicas, las frases R y S, los elementos de protección a usar y los primeros auxilios en caso de accidente, las medidas para control de derrames y los pictogramas de seguridad.

Se dispusieron, además, 14 recipientes con las características requeridas y se rotularon para almacenar cada tipo de residuo. En la figura 4, se muestran los recipientes rotulados y destinados para el almacenamiento de cada tipo de residuos y la disposición correcta en la que se realiza la separación.

Finalmente, en el anexo C, se muestra el formato de control correspondiente a los residuos químicos generados durante la práctica de laboratorio de Glucógeno del curso de Bioquímica. Este formato ha sido de mucha ayuda para decidir el tipo de tratamiento fisicoquímico que se va a aplicar para el tratamiento o recuperación de los residuos. Los resultados de los tratamientos empleados se mostrarán en una publicación posterior a la presente.

RESIDUOS QUÍMICOS GRUPO 4: SOLVENTES ORGÁNICOS HALOGENADOS		RESIDUOS QUÍMICOS GRUPO 14: SOLUCIONES A CUOSAS INORGÁNICAS		RESIDUOS QUÍMICOS GRUPO 9: SOLUCIONES ORGÁNICAS	
	<p>Frasas R y S: R11 Fácilmente inflamable. R23/24 Tóxico por inhalación y en contacto con la piel. R36/38 Irrita los ojos y la piel. S2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S24/25 Evítese el contacto con los ojos y la piel. S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta)</p>		<p>Frasas R y S: R20/21/22 Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel. R34 Provoca quemaduras S2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S24 Evítese el contacto con la piel. S25 Evítese el contacto con los ojos.</p>		<p>Frasas R y S: R 2 0 / 2 1 / 2 2 Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel. R34 Provoca quemaduras S2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S24 Evítese el contacto con la piel. S25 Evítese el contacto con los ojos.</p>
	<p>Código de Identificación: Q7 / D13 / L5 / C40 / H6 / A 871-4 / B001</p>		<p>Código de Identificación: Q 16 / D9 / L14 / C 40 / C41 / H5 / H6 / A 871-7 / B 0019</p>		<p>Código de Identificación: Q 16 / D9 / L14 / C 40 / C41 / H5 / H6 / A 871-7 / B 0019</p>

Figura 3. Etiquetas de seguridad para los residuos químicos generados en la práctica de Glucógeno

Fuente: el autor



Figura 4. Recipientes rotulados y disposición adecuada de los residuos químicos

Fuente: el autor

Tercera fase: sensibilización, capacitación del personal del laboratorio y socialización ante la comunidad politécnica

Los docentes y técnicos del laboratorio manifiestan gran satisfacción por los resultados obtenidos con las estrategias implementadas para la segregación y almacenamiento adecuado de residuos químicos. Además, se mostraron comprometidos con el proceso, asistiendo a las capacitaciones y recibiendo las indicaciones y recomendaciones para el desarrollo de las prácticas de laboratorio de sus cursos. Por otro lado, las respuestas de los estudiantes en las entrevistas revelan una participación activa de los mismos, y un aprendizaje significativo y aplicativo sobre la segregación y almacenamiento de los residuos. Así, más del 94% de los estudiantes han recibido capacitación en el manejo y disposición adecuados de los residuos generados en las prácticas, y el 100% de los estudiantes encuestados afirman que separan adecuadamente los residuos que se generan en ellas y utilizan adecuadamente los diferentes recipientes dispuestos. Además, conocen y aplican la información que contienen los rótulos de los recipientes para la disposición de los residuos generados. La totalidad (según la encuesta) de los usuarios del laboratorio conocen y aplican conscientemente las estrategias de disposición de los residuos químicos derivados de cada práctica, tarea esta que es primordial del personal encargado de laboratorio; ellos lo implementan a través de los procesos de sensibilización y educación al comienzo de cada semestre académico. Los docentes demuestran el conocimiento adquirido sobre el tema en las diferentes prácticas y ratifican la importancia del trabajo de educación ambiental llevado a cabo con todos sus estudiantes en cada una de sus clases.

CONCLUSIONES

- Las actividades y estrategias implementadas en el Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid permitieron caracterizar cualitativamente los residuos generados en las prácticas, etiquetar, almacenar y segregar cada uno de ellos.
- Además se sensibilizó a cada una de las personas que forman parte del laboratorio en cuanto a la responsabilidad ambiental en la gestión de residuos. Los resultados y beneficios obtenidos fueron parte del compromiso de la comunidad educativa del laboratorio y de la institución en general.
- La experiencia adquirida con este proceso en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid puede hacerse extensiva a laboratorios tanto de otras universidades como de educación básica secundaria, a empresas y demás instituciones generadoras de residuos químicos peligrosos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Politécnico Jaime Isaza Cadavid, sede principal Medellín, por la financiación del Proyecto de Investigación y por el uso de sus instalaciones para la ejecución del mismo; al Semillero de Investigación en Gestión Sostenible del Recurso Hídrico de la Facultad de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas de la misma institución por el aporte en conocimiento y el préstamo de los equipos, y finalmente, a los estudiantes, docentes y personal del laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal por su colaboración en todo este proceso.

Anexo A. Entrevista técnica y profesional universitario del Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Objetivo: recolectar información respecto al manejo y gestión de los residuos químicos generados en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición animal

1. ¿Cuántas prácticas semanales se llevan a cabo en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal?
2. ¿Qué tipo de reactivos y qué cantidad se generan en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal?
3. ¿Existe en el laboratorio algún procedimiento para el manejo de los residuos? ¿Cuál? ¿Se aplica alguna norma? O ¿qué criterios se aplican?
4. Al momento de disponer los residuos ¿existen recipientes para cada tipo? ¿Están debidamente rotulados?
5. ¿Qué información debe contener el rótulo de cada recipiente? ¿Cómo se determina dicha información?
6. ¿Qué manejo y tratamiento reciben los residuos generados en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal y con qué periodicidad?
7. ¿Existe algún método que determine si los reactivos son aptos para verterlos en el sumidero?
8. ¿Existe algún procedimiento para recuperar los reactivos utilizados en las prácticas? ¿Cuál?
9. ¿Considera que es importante realizar estudios de investigación para determinar técnicas de manejo adecuado de residuos químicos generados en el laboratorio? ¿Por qué?
10. ¿Se ha brindado capacitación al personal que asiste al laboratorio (estudiantes, docentes y auxiliares administrativos) sobre el manejo adecuado de los residuos químicos generados en las diversas prácticas?
11. ¿La Institución tiene convenio con alguna entidad encargada de la disposición final de los residuos generados en el laboratorio?
12. ¿Qué destino tienen residuos como guantes, mascarillas, capilares, papel filtro y los residuos de la filtración?

Anexo B. Encuestas para estudiantes del Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Objetivo: recolectar información respecto al manejo y gestión de los residuos químicos generados en el laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal.

1. ¿Ha recibido capacitación en el manejo y disposición adecuado de los residuos químicos generados en las prácticas?
Sí ____ NO ____ . ¿Qué tipo de información?
2. ¿Se separan adecuadamente los residuos que se generan en las prácticas que usted realiza?
Sí ____ NO ____
3. ¿Considera que es importante tener un manejo y disposición adecuado de los residuos químicos generados en el laboratorio? Sí ____ NO ____ ¿Por qué?
4. ¿Utiliza diferentes recipientes para la disposición de los residuos generados?
Sí ____ NO ____ ¿Cuáles?

5. ¿Los recipientes usados están debidamente rotulados?
Sí ___ NO ___ ¿De qué manera?
6. ¿Conoce la información que debe contener el rótulo de los recipientes para la disposición de los residuos generados?
Sí ___ NO ___ ¿Cuál?
7. ¿Cree que todo el personal de la Institución y la comunidad aledaña a los laboratorios se beneficiaría con un plan de manejo de los residuos químicos generados en este laboratorio?
Sí ___ NO ___ ¿Por qué?
8. ¿Tiene conocimiento sobre alguna norma para el manejo de residuos químicos?
Sí ___ NO ___ ¿Cuál?
9. ¿Qué procedimientos de manejo de residuos químicos conoce en el laboratorio de bioquímica?
¿Sabe si la Institución tiene convenios con entidades de la disposición final de residuos generados en el laboratorio?

Anexo C. Formato de control de los residuos químicos generados durante la práctica de Glucógeno

Grupo	Código	Tipo de residuo	Composición	Volumen (mL)	Fecha					
					Desde			Hasta		
					Día	Mes	Año	Día	Mes	Año
14	DAS	Disoluciones acuosas salinas	Cloruro de sodio	250	25	08	2010	25	08	2010
7	SOR	Soluciones Orgánicas	Etanol	345	25	08	2010	25	08	2010
4	SOH	Solventes orgánicos halogenados	Ácido Tricloroacético	20	25	08	2010	25	08	2010

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERTINI, Liliana. Gestión de Residuos Generados en Laboratorios de Enseñanza de la Química de Entidades Universitarias [M.Sc. Tesis]. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de San Martín. (Abril, 2009). Consultado el 20 de abril de 2010].
2. MERA BENAVIDES, Adriana; et al. Alternativas de la segregación de residuos químicos generados en El laboratorio de ingeniería ambiental y sanitaria de la Universidad del Cauca. En: Revista Lasallista de Investigación. Enero – junio de 2007. Vol. 2 N° 1. [Consultado el 20 de abril de 2010].
3. OSIKA, Rosa; et al. Gestión y Manejo de Residuos Químicos en el Laboratorio: una manera de prevenir la contaminación del medio ambiente. [En línea]. Argentina: Comunicaciones científicas y Tecnológicas - Universidad del Nordeste, 2004. [Consultado el 20

- de noviembre de 2011]. Url disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2004/8-Exactas/E-071.pdf>.
4. RÚA, Alex F. Plan de Gestión para el Tratamiento de los Residuos Químicos Generados en la Sede de Investigación Universitaria (SIU) de la Universidad de Antioquia. [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2005.
 5. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN. Plan de gestión integral de residuos peligrosos. Universidad Nacional. Hazardous Waste Minimization Plan. [En línea]. Noviembre de 2007. [Consultado el 20 de diciembre de 2010]. Url disponible en: www.unalmed.edu.co/.../Plan_manejo_integral_residuos_peligrosos_...
 6. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. Manual de gestión de residuos peligrosos de la Universidad Complutense de Madrid (MGRP). Universidad Complutense. [En línea]. Marzo de 2007. [Consultado el 20 de diciembre de 2010]. Url disponible en: www.ucm.es/info/ucmp/cont/descargas/documento28113.pdf.
 7. UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA. Hazardous Waste Minimization Plan. [En línea]. [Consultado el 25 de mayo de 2010]. Url disponible en: www.ehs.ucsb.edu/units/hw/hwrsc/.../HazWaste_Minimization_Plan.pdf.
 8. CIENCIAS ZARAGOZA. eliminación de residuos de laboratorio - NTP 276. [En línea]. [Consultado el 22 de mayo de 2010]. Url disponible en: ciencias.unizar.es/aux/seguridadSalud/.../NTP-276-ElimResidLab.pdf
 9. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Seguridad en el laboratorio: gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades - NTP 359. [En línea]. [Consultado el 22 de mayo de 2010]. Url disponible en: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/.../ntp_359.pdf
 10. _____. La Gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación - NTP 480. . [En línea]. [Consultado el 25 de mayo de 2010]. Disponible en: www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/.../NTP/Ficheros/.../ntp_480.pdf
 11. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTES, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 4741 de 2005, modificado por el Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta la prevención y el manejo de residuos y desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. [En línea]. Bogotá: El Ministerio, 2005. [Consultado el 25 de mayo de 2010]. Url disponible en: www.cisproquim.org.co/.../decreto_4741_de_200.
 12. UNIVERSIDAD DE ALMERÍA. Real Decreto 833 de 1988. Artículo 14. Etiquetado de residuos tóxicos y peligrosos. [En línea]. [Consultado el 22 de mayo de 2010]. Url disponible en: www.ual.es/GruposInv/Prevencion/.../rd833.pdf.
 13. COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Transporte de Mercancías peligrosas. Tarjetas de Emergencia para Transporte de Materiales. Elaboración- (NTC 4532). [En línea]. [Consultado el 20 de junio de 2010]. Disponible en web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/.../NTC4532.pdf.
 14. _____. Transporte de Mercancías. Hojas de Seguridad para Materiales. Preparación - (NTC 4435). [En línea]. [Consultado el 20 de junio de 2010]. Url disponible en web.mintransporte.gov.co/.../NTC4435.pdf.
 15. GOBIERNO DE CANARIAS. Real Decreto 363/1995, de 10 de Marzo de 1995, por el que se aprueba el Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas. [En línea]. [Consultado el 20 de junio de 2010]. Url disponible en www.ecosmep.com/adr/.../RD_363_1995.pdf.