

**Omnia** Año 25, No. 1 (enero-abril, 2019) pp. 52 - 64  
Universidad del Zulia. ISSN: 1315-8856  
Depósito legal pp 199502ZU2628

## **Evaluación de un plan para el manejo de residuos y desechos generados en un laboratorio farmacéutico**

*Cristina Uzcátegui\**, *Dalia Plata\*\** y *Xiomara Arrieta\*\*\**

### **Resumen**

La industria farmacéutica genera grandes cantidades de residuos y desechos, y regularmente no llevan un seguimiento por parte de las empresas generadoras; la legislación ambiental venezolana establece parámetros que deben cumplirse para que la disposición de los mismos se realice de manera de evitar impactos a la salud y al ambiente. El objetivo de esta investigación fue evaluar un plan para el manejo de residuos y desechos generados en un laboratorio farmacéutico. La metodología fue aplicada, de campo, tipo proyectiva. Se desarrolló en varias etapas, iniciándose con un diagnóstico, que permitió determinar la cantidad y tipo de residuos sólidos generados y la disposición de los desechos de solventes orgánicos generados en el área de control de calidad; luego se desarrolló y propuso un plan de manejo de residuos y desechos para el laboratorio farmacéutico; por último se seleccionó un área para implementar y evaluar el plan, obteniendo resultados favorables, demostrando el interés de cambio por parte del personal a realizar actividades que mitiguen el impacto ambiental negativo.

**Palabras clave:** Manejo de residuos y desechos sólidos, industria farmacéutica, manejo de desechos de solventes orgánicos.

\* Lic. en Química. MSc. en Ciencias del Ambiente. Profesora Asistente de la Escuela de Bioanálisis, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. E-mail: [uzcategui.cristina@gmail.com](mailto:uzcategui.cristina@gmail.com)

\*\* Socióloga, MSc. en Administración Ambiental; Doctora en Ciencias, Mención; Postdoctorado en Cs. Humanas y Gerencia de Organizaciones. Coordinadora del subprograma formación de talento humano, Redieluz, VAC, Universidad del Zulia. Investigadora PEII Nivel C. E-mail: [daliaisbelia@gmail.com](mailto:daliaisbelia@gmail.com)

\*\*\* Lic. en Educación, mención Cs. Matemáticas; MSc. en Matemática Aplicada, MSc. en Ciencias Aplicadas Área Física; Dra. en Cs Humanas; Postdoctorado en Cs. Humanas. Profesora Titular de la Universidad del Zulia. Investigadora PEII Nivel C. E-mail: [xarrieta2410@yahoo.com](mailto:xarrieta2410@yahoo.com)

*Evaluation of a plan for the handling of waste and dregs generated in a pharmaceutical laboratory*

**Abstract**

Pharmaceutical industry generates large amounts of waste and waste, and they are not regularly followed up by the generators; Venezuelan environmental legislation establishes parameters that must be met so that the disposition of them is done in order to avoid impacts on health and the environment. The objective of this research was to evaluate a plan for the management of waste and waste generated in a pharmaceutical laboratory. The methodology was applied, field, projective type. It was developed in several stages, starting with a diagnosis, which allowed to determine the amount and type of solid waste generated and the disposition of organic solvent waste generated in the quality control area; then a waste and waste management plan for the pharmaceutical laboratory was developed and proposed; finally, an area was selected to implement and evaluate the plan, obtaining favorable results, demonstrating the interest of change on the part of the personnel to carry out activities that mitigate the negative environmental impact.

**Keywords:** Waste solid handling, pharmaceuticals industry, disposal of organic solvents waste.

**Introducción**

Durante el desarrollo y producción de fármacos se produce un número elevado de residuos y desechos en cada fase del proceso; desde medicamentos no aptos para la comercialización, material de envasado como plástico, cartón y vidrio, desechos biológicos y químicos, entre otros (Trecco et al., 2011; García y Martínez, 2004). De acuerdo con Ramos (2006), es necesario conocer la caracterización y los procesos de tratamiento para hacer mínimos los residuos y desechos de la producción de medicamentos, así como determinar el impacto que éstos pudieran causar al ambiente. La reducción de residuos en el origen es una de las alternativas menos costosas para la solución de problemas ambientales, generando rentabilidad y bajos niveles de inversión.

Además, la reutilización y el reciclaje permiten reducir los volúmenes de residuos a ser dispuesto, siendo capaz de transformarse en un insumo más dentro del mismo proceso productivo, o en otro proceso y obtener un retorno económico (Arroyave y Garcés, 2006).

Según Acuña y Valera (2008), Venezuela carece de indicadores propios de generación de residuos y desechos sólidos, motivado a la falta de sistematización y control en la recolección de los mismos; por lo que en las industrias se debe contar con controles estrictos de calidad que permitan establecer métodos adecuados para el manejo, clasificación y disposición final de éstos.

En consecuencia, la industria farmacéutica tiene importantes retos con relación a la generación de residuos y desechos derivados de sus actividades; la aplicación de medidas adecuadas para la prevención en la generación de los mismos, gestión eficaz y buenas prácticas ambientales, conllevaría a grandes beneficios para las empresas (García y Martínez, 2004).

Esta investigación tuvo por objetivo general evaluar un plan para el manejo de residuos y desechos de un laboratorio farmacéutico, adoptando un sistema integrado donde en cada etapa de sus procesos se implementen estrategias que permitan el acatamiento de la legislación ambiental y la preservación del capital natural del planeta.

## **Metodología**

Para los efectos del presente trabajo, la investigación es aplicada, de campo, tipo proyectiva, por cuanto, luego de estudiar la situación inicial del fenómeno, se propone y aplica un plan para el manejo de residuos y desechos generados en un laboratorio farmacéutico, extrayendo datos e informaciones directamente de la realidad, planteando estrategias de sensibilización, actualización, formación y difusión, para dar viabilidad a la creación de un sistema de gestión ambiental (Hernández et al., 2014).

## **Parte Experimental**

### **Diagnóstico inicial**

Se realizó una inspección a la planta del laboratorio farmacéutico para conocer la situación actual sobre el manejo de los residuos sólidos y desechos de solventes orgánicos. Se aplicaron dos encuestas iniciales a) encuesta inicial de residuos sólidos (**IRS**) y b) encuesta inicial de desechos de solventes orgánicos (**IDSO**) y dos encuestas finales a) encuesta final de residuos sólidos (**FRS**) y b) encuesta final de desechos de solventes orgánicos (**FDSO**). Los datos obtenidos se analizaron con respecto a la Ley de Residuos y Desechos Sólidos (2004), la Ley de Gestión Integral de la Basura (2010) y el Decreto 2216 (1992).

### **Composición y cuantificación de los residuos y desechos sólidos**

Se caracterizaron los residuos y desechos generados en la planta, para esto se clasificó de acuerdo al tipo de material, y se pesó durante un mes la cantidad de residuos y desechos generados por tipo, en todas las áreas de la planta. Se utilizó una balanza digital portátil (0.001 Kg a 40 Kg).

### **Generación de desechos de solventes orgánicos**

Para determinar la cantidad de desechos de solventes orgánicos generados en el departamento de control de calidad, se revisaron los inventarios de reactivos líquidos de los últimos 5 meses y se obtuvo un promedio de las cantidades de solvente orgánico que se consume mensualmente; mediante la encuesta **IDSO**, se determinó el conocimiento del personal que labora en el área de control de calidad acerca del uso, manejo y disposición final de estos desechos. Se analizó la disposición de los desechos de solventes de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2635 (1998).

### **Elaboración del plan de manejo de residuos**

Basado en la legislación ambiental venezolana y al diagnóstico obtenido, se formuló el plan de manejo de residuos sólidos para el laboratorio farmacéutico, así como el plan de manejo de

desechos de solventes orgánicos para el laboratorio de control de calidad.

El plan de manejo de residuos sólidos se realizó con base a la Ley de Gestión Integral de la Basura (2010) y el Decreto 2216 (1992), que permitieron establecer pautas sobre el almacenamiento, recolección, transferencia, reciclaje, reutilización y disposición final.

Para el plan de manejo de desechos de solventes orgánicos se aplicó la Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos (2001), así como el Decreto 2635 (1998), para establecer las pautas sobre análisis de riesgo, identificación, almacenamiento transitorio, disposición final.

### **Implementación del plan de manejo de residuos y desechos**

Se seleccionaron las áreas de control de calidad y empaque para la implementación del plan de manejo de residuos y desechos elaborado. Se dictaron talleres de educación ambiental para crear conciencia sobre la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos, así como el manejo adecuado de los desechos de solventes orgánicos.

### **Análisis de resultados - diagnóstico**

#### **Descripción general de la planta**

El laboratorio farmacéutico caso de estudio, pertenece al sector químico-farmacéutico y está conformado por la fabricación de los siguientes productos: a) sólidos orales: cápsulas y comprimidos, b) jarabes, suspensiones, lociones tópicas y c) semisólidos: cremas, ungüentos. Estos se producen en diferentes unidades productivas, además cuenta con un almacén para las materias primas, un área de empaque, laboratorios de control de calidad (Físico-químico y Microbiología), áreas de oficina y áreas de mantenimiento. Para esta investigación sólo se evaluó el área de planta de producción, el cual cuenta con una superficie de 7336,45 m<sup>2</sup>, sin tomar en cuenta el área de mantenimiento y almacén.

Las actividades ambientales que se han realizado en el laboratorio han sido pocas, no se cuenta con una política ambiental ni procedimientos para el manejo de los residuos y desechos generados, es por ello que existía la preocupación por establecer lineamientos en materia ambiental y que toda área productiva cumpla los requisitos establecidos en las diferentes normativas.

Esta situación coincide con la investigación realizada por (Weber et al., 2014), quienes expresan que los desechos de fármacos se han detectado principalmente en las aguas superficiales y efluentes sanitarios, pero también en aguas subterráneas, abonos, suelos y otras matrices medioambientales. Más de 600 sustancias farmacéuticas activas fueron constatadas en el ambiente que pertenecen a distintos grupos terapéuticos: antibióticos, analgésicos, beta-bloqueadores, medios de contraste de rayos X y estrógenos sintéticos. Esta investigación se aplica en países desarrollados y gracias a la campaña de monitorización ha sido desplegada a países en vías de desarrollo; permitiendo a la población estar informada del impacto que generan los desechos de fármacos al entorno medioambiental.

### Descripción de las actividades realizadas para la recolección de los residuos

En el recorrido por los diferentes espacios se observó, en el área de empaque y en el laboratorio físico-químico de control de calidad, que se cuenta con recipientes para separar los residuos, a pesar de que no están identificados mediante el código de colores, se encuentran rotulados para su clasificación. Sin embargo, a pesar de realizar esta separación, estos residuos son mezclados al momento de su recolección.

El residuo es generado en cada área, donde se cuenta en algunos casos con recipientes para almacenarlos en bolsas de polietileno de alta densidad; en otros casos la recolección se hace directamente en bolsas de plástico; al final de la jornada diaria estas son retiradas manualmente a la esclusa de almacén, al siguiente día el personal las retira hacia un espacio abierto ubicado en la parte externa de la planta hasta el momento que el aseo urbano se encarga de su recolección. Las cajas de cartón son desarmadas y agrupadas, en ocasiones son vendidas a una empresa.

### Tasa de generación de residuos sólidos del área de planta del laboratorio farmacéutico

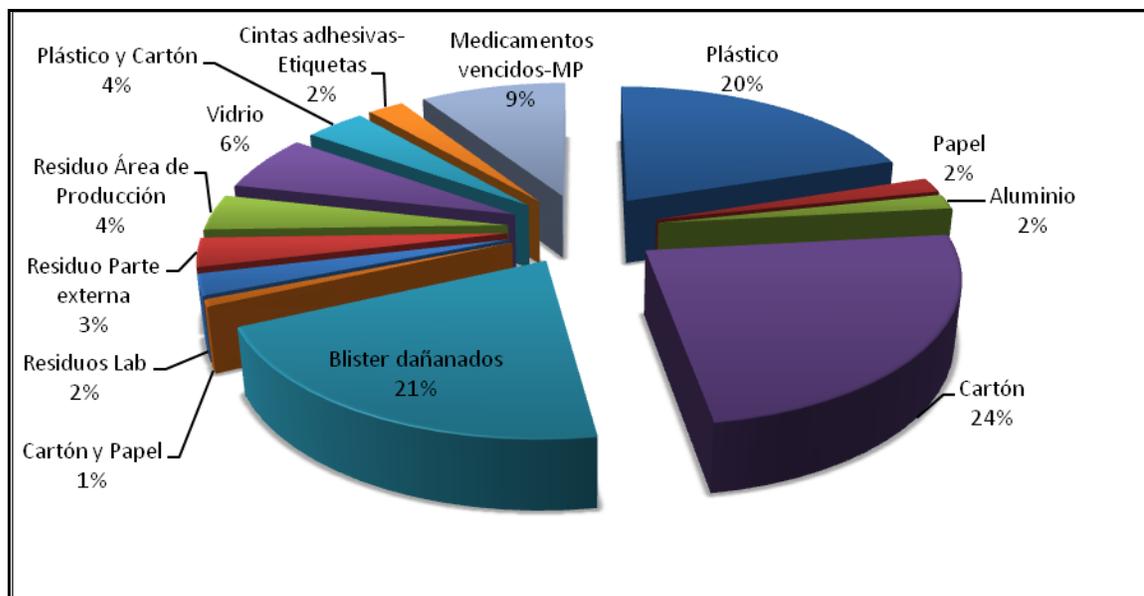
Se realizó una medición diaria durante 21 días del peso de los residuos generados en la planta farmacéutica, esta pesada se hizo en la esclusa de almacén, en las mañanas, antes de que los residuos fueron trasladados a la disposición transitoria a cielo abierto. A continuación, en la tabla 1 se presenta el total de kilogramos de residuos generado según el tipo.

**Tabla 1. Peso de los residuos generados**

• Tipos de residuos	• Total (Kg)
• Plástico	• 372,145
• Papel	• 31,095
• Aluminio	• 31,085
• Cartón	• 452,248
• Blísteres dañados	• 385,948
• Cartón y Papel	• 14,060
• Residuos Laboratorio	• 43,585
• Residuo Parte externa	• 60,473
• Residuo Área de Producción	• 75,240
• Vidrio	• 117,715
• Plástico y Cartón	• 70,270
• Cintas adhesivas-Etiquetas	• 41,870
• Medicamentos vencidos-MP	• 170,625
• <b>Total</b>	• <b>1866,359</b>

Fuente: Elaboración propia (2018).

Para mayor comprensión de estos resultados, se puede observar en el gráfico 1 la distribución de los desechos generados en la planta, así como la proporción por material.

**Gráfico 1. Distribución porcentual de los residuos por tipo de material**

Fuente: Elaboración propia (2018).

De acuerdo al gráfico 1, el mayor porcentaje de residuos está conformado por cartón con un 24%, seguido por blíster dañados (aluminio y PVC) con un 21% y plástico con un 20%.

Se aplicó la encuesta **IRS** al personal de planta para recabar información acerca del manejo de residuos y desechos sólidos, utilizando el método de *Escala Likert*, y aplicando a los resultados una distribución de frecuencia y cálculo porcentual para luego hacer el análisis correspondiente de acuerdo a un juicio de valor establecido. Mediante esta encuesta se determinó que el personal no recibe suficiente información y entrenamiento acerca del manejo adecuado de los residuos sólidos, por consecuencia, no aplican las técnicas apropiadas para esto, aun cuando se cuente con los implementos necesarios para hacerlo, sin embargo, toda la población se encuentra interesada en realizar un manejo adecuado de los residuos y desechos sólidos en la planta.

### **Diagnóstico del manejo de desechos de solventes orgánicos en el laboratorio de control de calidad**

#### **Descripción general**

En este laboratorio se genera diariamente una cantidad considerable de desechos de solventes orgánicos e inorgánicos, los cuales no son dispuestos de manera adecuada y en la mayoría de los casos son vertidos directamente al desagüe sin previo tratamiento. Algunos desechos son almacenados en botellas de vidrio ámbar, éstas ya se encuentran al tope de su capacidad y presentan una rotulación mal implementada, donde en ciertos casos no se logra apreciar el nombre del contenido, estas se encuentran ubicadas en el mesón del área de lavado de material.

Se aplicó la encuesta **IDSO** a los analistas del laboratorio de control de calidad, para recabar información acerca del manejo de desechos de solventes orgánicos, de igual forma que en la encuesta **IRS**, utilizando el método de *Escala Likert*, y aplicando a los resultados una distribución de frecuencia y cálculo porcentual para luego hacer el análisis correspondiente de acuerdo a un juicio de valor establecido.

Para las proposiciones relacionadas con el uso adecuado de las normas de seguridad y disposición de los desechos de solventes orgánicos, se observó que se encuentran en la modalidad **no adecuado** del criterio de decisión. En cuanto al conocimiento sobre el tema, la encuesta permitió determinar que se encuentra dentro de la modalidad **no adecuado**, esto refleja que es necesario que exista por parte de la empresa, mayor formación sobre el tema y la facilidad de contar en el laboratorio con todos los materiales necesarios para realizar una buena disposición de los desechos peligrosos, para de esta forma evitar que los mismos sean descartados por el desagüe, y descargados a la red de aguas negras de la ciudad.

### **Propuesta para el plan de manejo de residuos sólidos y desechos de solventes orgánicos**

Se establece una política ambiental adecuada a las necesidades de la empresa, y un plan de acción que permita solventar los incumplimientos legales en el área ambiental y contribuir al inicio de una gestión ambiental exitosa.

Los lineamientos que se establecen como marco para el establecimiento de los objetivos, metas de calidad y ambiente son:

- Prevenir, eliminar y minimizar los impactos ambientales derivados de las actividades desarrolladas.
- Mantener una correcta gestión y segregación de los residuos generados.
- Fomentar prácticas de minimización, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales.
- Promover la conservación del capital natural del planeta mediante la reducción del consumo energético y del agua potable.
- Formar, sensibilizar e informar a todo el personal de la empresa, con el fin de mejorar la calidad y servicio y el buen comportamiento ambiental.

Adicionalmente, se sugiere a la empresa generadora de este tipo de desechos, mantener los cuidados y normas sanitarias para evitar la contaminación en los niveles freáticos, es decir, los cuerpos de agua subterráneos.

### **Programa de manejo, almacenamiento y disposición de los residuos sólidos en el laboratorio farmacéutico**

La gestión integral de residuos abarca todas las actividades relacionadas con estos; implica la planeación de todos los pasos, desde la generación de residuos hasta la disposición final, donde se incluyen los aspectos de segregación, recolección, aprovechamiento, almacenamiento y transporte, todo con la intención que cada vez sea menor la cantidad de residuos a disponer.

## Áreas generadoras

Es responsabilidad del generador la separación en la fuente de los residuos, deben utilizarse recipientes que faciliten su identificación para posterior separación, acopio, aprovechamiento (reciclaje, recuperación o reutilización), o disposición final adecuada. La separación garantiza la calidad de los residuos aprovechables y facilita su clasificación por lo que, los recipientes que los contienen deben estar claramente diferenciados.

## Clasificación y separación

Es necesario coordinar la adquisición de contenedores para ser ubicados en sitios definidos de almacenamiento temporal, teniendo en cuenta la cantidad generada, el tipo de residuo y el espacio disponible para su ubicación. Los recipientes deberán ser plásticos, de tamaño apropiado, presentarán el color correspondiente de acuerdo a la clase de residuo que se depositará en ellos, rotulados con el tipo de residuo en un lugar visible, con caracteres legibles.

## Recolección y almacenamiento

Siguiendo los lineamientos del Decreto 2216 (1992), los procedimientos de recolección deben ser realizados en forma segura, evitando al máximo el derrame de los residuos y no deben ocasionar que la separación previamente hecha se pierda, para esto se debe tomar en cuenta lo siguiente: empacar los residuos de manera que se evite el contacto de éstos con el entorno y con las personas encargadas de este procedimiento; los recipientes a utilizar en la fuente de generación deben ser colocados en los sitios establecidos; la infraestructura en las áreas de recolección y acopio, debe estar debidamente señalizada y se tomará en cuenta sistemas de evacuación y de transporte interno; una vez separados los residuos, en sus respectivos recipientes, estos deben ser almacenados de acuerdo a su factibilidad real de aprovechamiento y su compatibilidad, lo que facilitará su recolección y transporte.

La Ley de residuos y desechos sólidos (2004), establece que los recipientes destinados al almacenamiento deberán poseer las siguientes características: ser reusables o no, estar adecuadamente ubicados y cubiertos, estar contruidos con materiales impermeables y con la resistencia necesaria para el uso al que están destinados, tener adecuada capacidad para almacenar el volumen de residuos y desechos sólidos generados, tomando en cuenta la frecuencia de la recolección, se recomienda que no excedan una cantidad superior a 40 kilogramos.

## Disposición de los residuos

Los residuos deben ser separados y dispuestos en los diferentes contenedores (*estación con recipientes de colores*), que se encuentran ubicados en las distintas áreas de la empresa, en espacios de fácil acceso y de manera tal que no sean obstáculos para el libre tránsito; la permanencia de los mismos no debe exceder las 48 horas. El tipo de contenedor dependerá de los residuos generados.

**Almacenamiento temporal primario:** El área de esclusa de almacén se utilizará como almacenamiento temporal, se ubicarán contenedores para todo tipo de residuos y desechos, ya que es en este punto donde confluyen los residuos de toda la planta. Estos deberán ser retirados.

- hasta el almacenamiento temporal secundario, todas las mañanas al comenzar la jornada laboral. Los contenedores serán de mayor tamaño (200 litros) y se encontrará señalizada el área.

- **Almacenamiento temporal secundario:** se encontrará ubicado en la parte externa de la planta, los contenedores serán de capacidad suficiente para almacenar los residuos (500 Kg de capacidad) por un tiempo aproximado de un mes, tiempo necesario para contactar a las empresas encargadas para su recolección. Los desechos comunes y orgánicos, se almacenarán en un contenedor diferente, los cuales serán retirados semanalmente por la empresa de aseo urbano.

### **Transporte interno**

El transporte de los residuos hasta el sitio de almacenamiento temporal primario, se realizará en el momento de menor movimiento del personal, finalizando la jornada laboral. Se podrán transportar manualmente las bolsas plásticas que contienen residuos hasta un límite de 50 litros, si es mayor debe contarse con ayuda de carros de recolección. El transporte manual no debe representar esfuerzo físico excesivo ni riesgo de accidentes para el personal encargado.

### **Valor agregado de los residuos reciclables**

Con las actividades de reciclaje que prestan ciertas empresas, se podrían generar ingresos al laboratorio farmacéutico que puedan ser utilizados para beneficios de los trabajadores y así motivarlos en el ámbito ambiental.

### **Programa de manejo, almacenamiento y disposición de desechos peligrosos de solventes orgánicos generados en el departamento de control de calidad**

El manejo de solventes orgánicos es rutinario en la industria farmacéutica, por lo que se hace necesario conocer y cumplir las normas y procedimientos involucrados desde el momento de la entrada de estos hasta su descarte; así como desarrollar conciencia sobre la prevención de accidentes, identificación de riesgos y daños ambientales que estos puedan generar.

### **Clasificación de desechos peligrosos**

Los desechos de solventes orgánicos generados en el laboratorio de control de calidad, serán clasificados de acuerdo a su peligrosidad, reactividad, composición física y química.

Los desechos químicos del laboratorio son considerados como peligrosos, por los que deben ser clasificados y envasados de forma adecuada.

En la tabla 2, se muestra la clasificación de los solventes orgánicos, sus especificaciones y algunos ejemplos de estos compuestos.

**Tabla 2. Clasificación de los desechos orgánicos peligrosos**

• Grupo de Desecho	• Especificaciones	• Ejemplos
• Solventes Orgánicos no halogenados	Solventes orgánicos no halogenados, independientes o mezclados.	• Alcoholes, éter, acetonitrilo, hexano, acetona, formaldehído, tolueno, residuos de análisis cromatográficos, entre otros.
• Solventes Orgánicos halogenados	• Solventes orgánicos con compuestos halogenados (flúor, cloro, bromo, yodo), independientes o mezclados entre ellos o con no halogenados.	• Cloroformo, tetracloruro de carbono, diclometano, cloruro de etilendiamina, cloruro de metilo, etc.

Fuente: Merck. Catálogo de reactivos y productos químicos (2014).

### Envasado de los desechos peligrosos

Utilizar envases de alta resistencia, de tal manera que no sufra decoloración o deformación en su uso normal. Cada residuo generado, se etiquetará de acuerdo a la característica de peligrosidad que presente (o el de mayor proporción, en caso de mezclas de residuos). Estos envases deben tener una capacidad de 1 a 4 litros, fabricados de material termoplástico, como: el polietileno, cloruro de polivinilo (PVC) y el polipropileno; su elección dependerá de las características fisicoquímicas de los residuos y se tomará en cuenta la posible incompatibilidad entre el envase y el residuo. El llenado de los envases será hasta el 80% de su capacidad como máximo, con el propósito de evitar fugas y derrames del residuo.

### Etiquetado de los contenedores

Es necesario identificar todos los contenedores adecuadamente, las etiquetas a utilizar deben contener: el área generadora y departamento, categoría (desechos orgánicos halogenados, desechos orgánicos no halogenados, desechos ácidos, desechos básicos), composición del residuo, fecha, cantidad aproximada, número de envase y observaciones; en la esquina inferior derecha se colocarán los pictogramas de peligrosidad adecuados para el tipo de desecho.

### Bitácora de generación

Cada departamento llevará el control de la cantidad de residuos generados por medio de una bitácora, en la cual deberán registrarse los siguientes datos: área generadora del residuo, fecha, nombre del residuo, características de peligrosidad, cantidad desechada y firma del responsable.

## Almacenamiento transitorio

Se debe contar con un almacén temporal hasta el momento en que la empresa especializada en el manejo de residuos peligrosos realice su traslado. Los contenedores se colocarán en un sitio bien ventilado, sin obstaculizar el paso, alejados de cualquier fuente de calor, teniendo en cuenta la reactividad de los desechos al momento de su almacenamiento para evitar posibles reacciones peligrosas, y procurar que el tiempo de acumulación de estos no sea mayor a 90 días.

## Evaluación del Plan Propuesto

### Evaluación del plan de manejo de residuos sólidos

Los contenedores existentes se pintaron de acuerdo con el código de colores; se dictó una charla al personal de la empresa para explicar el proceso de segregación de los residuos y generar conciencia acerca de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar), y minimizar los desechos generados.

Se aplicó la encuesta final **FRS** para evaluar el comportamiento del personal luego de aplicar el plan de manejo de residuos sólidos, arrojando que todas las proposiciones se encuentran por encima del 50% en las categorías *siempre y la mayoría de las veces sí*, encontrándose en la modalidad **adecuado**, por lo que se observa un cambio al compararlo con la encuesta realizada en la etapa de diagnóstico (encuesta **IRS**), que se encontró en la modalidad **no adecuado**.

Dada la gran cantidad de residuos que se produce en los procesos de manufactura del laboratorio farmacéutico, se realizó un estudio para obtener un estimado de las ganancias por las ventas de los materiales reciclables a empresas o instituciones dedicadas a esta actividad; para esta investigación se consultó a una de ellas, específicamente a Procarpel C.A., la cual ofrece la compra de estos materiales incluyendo el servicio de recolección de los mismo en las instalaciones de la planta. Se obtuvo como resultado que las ganancias al mes, podrían ser hasta varias veces al salario mínimo nacional, solamente con la venta de plástico y papel/cartón.

Tomando en cuenta los resultados, convendría extender el programa de manejo de residuos a todas las áreas de la empresa; los ingresos anuales por este concepto estarían por encima de los 20 millones de bolívares, que podrían ser utilizados en beneficios sociales a los empleados. A esto se le puede sumar la venta de otros materiales como el vidrio y aluminio, e incluir el papel que se descarta en el edificio administrativo, que no fue considerado en esta investigación.

### Evaluación del plan de manejo de desechos de solventes orgánicos

Se implementó el plan de manejo de desechos de solventes orgánicos en el laboratorio de control de calidad, comenzando por ubicar los recipientes ya existentes en un área más adecuada y cambiando las etiquetas por las propuestas. Para los nuevos residuos generados se aprovecharon los envases plásticos vacíos de reactivos químicos usados.

Se extendió el almacenamiento no sólo a los solventes orgánicos, sino de todos los desechos químicos, como bases, ácidos, desechos de plomo, arsénico, entre otros.

Para el área de almacenamiento transitorio de los desechos químicos, se seleccionó un área ubicada cerca de la salida de emergencia, donde se encontraba un mesón desocupado y es más fácil el acceso al momento de realizar la retirada de los desechos.

Al aplicar la encuesta final **FDSO** se obtuvo un 100% en la modalidad **adecuado**, demostrando que se están realizando cambios con el plan de manejo y que se está evitando agregar los desechos químicos por el desagüe. De manera que, los resultados obtenidos demuestran que el plan propuesto es factible de aplicar, y que puede extenderse a todas las áreas del laboratorio farmacéutico.

### **Conclusiones**

El diagnóstico inicial realizado en el laboratorio farmacéutico en estudio, permitió evidenciar el escaso tratamiento ambiental desarrollado en la organización; con los resultados obtenidos se dio inicio a un plan de manejo de residuos y desechos sólidos y de solventes orgánicos, para dar viabilidad a la creación de un sistema de gestión ambiental.

La propuesta y aplicación del plan de manejo en el área seleccionada permitió una adecuada disposición de los residuos y desechos generados, y la aceptación por parte de todo el personal del laboratorio en realizar actividades con el objetivo de evitar, reducir y gestionar estos tipos de materiales no deseados, para mitigar el impacto ambiental negativo; de igual manera se refleja que es posible obtener un valor agregado de los residuos sólidos generados en el área de planta del laboratorio, en cuanto a la venta de materiales como cartón, plástico, vidrio y papel.

### **Referencias bibliográficas**

- Acuña, Silvia y Valera, Vladimir (2008). “**Indicadores de generación de residuos y desechos sólidos en Venezuela**”. Memorias arbitradas del I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Castellón, España, 23-24.
- Arroyave, Joan y Garcés, Luis (2006). “**Tecnologías ambientalmente sostenibles**”. Revista Producción + Limpia, Vol. 1, No. 2, 78-86.
- Decreto 2216 (1992). “**Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos**”. República de Venezuela, Gaceta Oficial Extraordinaria No. 4.418 del 23 de abril de 1992.
- Decreto 2635 (1998). “**Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos**” República de Venezuela, Gaceta Oficial Extraordinaria No. 5.245 del 3 de agosto de 1998.
- García, Roberto y Martínez, Carlos (2004). “**Residuos en la industria farmacéutica**”. Revista Ingeniería Química, No. 409, 154-158.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar (2014). **Metodología de la investigación**. Sexta edición. McGraw-Hill. Interamericana Editores, S.A.

- Ley de gestión integral de la basura (2010). **República Bolivariana de Venezuela, Gaceta Oficial No. 6.017**. Extraordinario del 30 de diciembre de 2010.
- Ley de residuos y desechos sólidos (2004). **República Bolivariana de Venezuela, Gaceta Oficial No. 38.068**. Extraordinario del 18 de noviembre de 2004.
- Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos (2001). **República Bolivariana de Venezuela, Gaceta Oficial No. 5.554**. Extraordinario del 13 de noviembre de 2001.
- Merck (2014). **Catálogo de reactivos y productos químicos**.
- Ramos, Caridad (2006). “**Los residuos en la industria farmacéutica**”. Revista Ciencias Biológicas, Vol. 37, No. 1, 25-31.
- Trecco, Cecilia; Castello, Vanesa; Kedikian, Romina; Sobrero, Cecilia; Sisti, Ada y Oviedo, Sergio (2011). “**La gestión eficaz de los residuos en el entorno de las buenas prácticas de la industria farmacéutica**”. Revista Producción + Limpia, Vol. 6, No. 2, 32-46.
- Weber, Frank-Andreas; Beek, Tim aus der; Bergmann, Axel; Carius, Alexander; Grüttner, Gregor; Hickmann, Silke; Ebert, Ina; Hein, Arne; Küster, Anette; Rose, Johanna; Koch-Jugl, Juliane y Stolzenberg, Hans-Christian (2014). **Fármacos en el medio ambiente – la perspectiva global. Incidencia, efectos y acción cooperativa potencial bajo el SAICM**. German Environment Agency. Dessau-Roßlau Alemania. Extraído el 15 de marzo de 2017.  
De:  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/farmacos\\_en\\_el\\_medio\\_ambiente.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/farmacos_en_el_medio_ambiente.pdf).