

Propuestas para mejorar el manejo de sustancias peligrosas en los Laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo

Proposals for improving the handling of hazardous substances in laboratories at the Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Carabobo University

Cristina De Sousa, Mariangel Blanco, Francys Travieso, Angelina Correia & María Cristina Colmenares

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad proponer el manejo adecuado de sustancias peligrosas en los laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Carabobo, de acuerdo a la norma ambiental vigente. El tipo de investigación que se implementó fue documental y de campo. El tiempo de recolección de datos fue de cuatro meses y las herramientas utilizadas para la recolección de los mismos fueron la entrevista, la aplicación de encuesta y el muestreo; se trabajó con una muestra de 54 estudiantes y un técnico y un profesor para cada laboratorio. Se caracterizaron los efluentes una vez tomadas las muestras y también luego de la aplicación de los tratamientos fisicoquímicos (oxidación química para remover la DBO y la DQO) según el parámetro en estudio. Luego de la recolección de datos y el análisis de los resultados se determinó que los laboratorios no están tomando en cuenta un plan de manejo de las sustancias peligrosas que se deben manipular de acuerdo a lo establecido por la normativa legal vigente (Decreto 2635) y que algunos de los efluentes no cumple con los límites máximos permisibles para las descarga a redes cloacales según el Decreto 883. Finalmente se propone mejorar el plan de manejo de sustancias peligrosas mediante el acondicionamiento del depósito de desechos, la elaboración de hojas de seguridad y etiquetas para todos los reactivos, la señalización adecuada dentro de las instalaciones, la incineración de los desechos almacenados en el depósito destinado para ello y el reúso del formol y etanol.

Palabras clave: plan de manejo, sustancia peligrosa, caracterización, desechos, tratamiento.

INTRDUCCIÓN

El empleo de sustancias químicas en los laboratorios de docencia e investigación, así como la fabricación de productos a nivel industrial, ha crecido, ya que la población mundial ha aumentado, y por ende las necesidades de los individuos. Por esta

SUMMARY

The aim of this study was to propose ways to ensure the correct handling of hazardous substances in laboratories at the Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Carabobo University. Both documentary and field data were collected. The survey was completed in four months and consisted of interviews, questionnaires and sampling. A total of 54 students, and one technician and one professor for each laboratory were surveyed. Samples were taken of all effluents and these were characterized before and after physiochemical treatments were implemented (chemical oxidation to remove BDO and CDO) when applicable. The laboratories surveyed did not follow pre-set procedures for the handling of hazardous substances, which should be manipulated according to the provisions of the current legislation (Decree No. 2635). In addition, the concentrations of some of the effluents were higher than the maximum permitted limits for discharge into the sewage system according to Decree No 883. The handling of hazardous substances could be greatly improved by: refurbishing the waste reservoir, drawing up safety data sheets, labelling chemical substances, the use of adequate signage within the facilities, incinerating waste materials stored in the designated warehouse and the reuse of formaldehyde and ethanol.

Key Words: handling plan, hazardous substances, characterization, waste materials, treatment.

razón, es fundamental que las actividades en las cuales se emplean estas sustancias se realicen generando el menor impacto ambiental posible. Dichas sustancias se clasifican en no peligrosas y peligrosas, siendo estas últimas definidas como “sustancias líquidas, sólidas o gaseosas que presentan características explosivas, inflamables, reactivas, corrosivas, combustibles,

radiactivas, biológicas perjudiciales, en cantidades o concentraciones tales que representa un riesgo para la salud y el ambiente” (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos, 2001). Para manipular estas sustancias, así como los desechos peligrosos es necesario implementar un plan de manejo que constituye un conjunto de operaciones dirigidas a darle a las sustancias, materiales y desechos peligrosos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente (Decreto 2635, 1998). Con la puesta en marcha de las actividades que implica este plan se logra que la manipulación de las sustancias y los desechos de naturaleza peligrosa se realice de la manera adecuada, permitiendo así que las personas que estén en contacto con las mismas disminuyan el riesgo al manipularlas.

En la actualidad existen altos niveles de contaminación lo que ha generado un gran impacto en la sociedad e inquietudes a nivel mundial, ya que gran parte de esta contaminación es provocada por un manejo inadecuado de los desechos peligrosos, los cuales generan problemas a corto, mediano y largo plazo (Montano, 2006). Venezuela en búsqueda de su desarrollo no solo se ha enfocado en el ámbito jurídico y administrativo, sino también en el ambiental con el desarrollo de organizaciones que tienen como fin la protección del medio ambiente con el buen aprovechamiento de sus recursos naturales (López & Urbina, 2011). Una de las normativas vigentes más relevantes es el Decreto para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos (Decreto 2635, Gaceta Oficial extraordinaria número 5245) que contempla como debe ser el tratamiento para los diferentes tipos de desechos peligrosos. Existe también la Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos, (Ley 55, Gaceta Oficial número 5554), que tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud de las personas y el ambiente. También es importante destacar la caracterización de los efluentes para así conocer si se encuentran dentro de las especificaciones que establecen la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia (Decreto 3219, Gaceta oficial extraordinaria número 5305) y las Normas para la Clasificación y

el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos (Decreto 883, Gaceta oficial extraordinaria número 5021).

La Universidad de Carabobo ubicada en el Municipio Naguanagua del estado Carabobo, inicia sus actividades en el año 1958. Actualmente entre las diversas Facultades que hacen vida en la Universidad, encontramos la Facultad de Ciencias y Tecnología (FACYT), donde funciona el Departamento de Biología, el cual tiene diez años de haberse fundado. Los desechos generados por los laboratorios de dicho Departamento es importante estudiarlos ya que estos pueden ser contaminantes, afectando la salud de las personas que allí laboran y estudian, y producir un mayor impacto en el ambiente. Cabe destacar los laboratorios que forman parte del Departamento de Biología de la FACYT y la disposición final de sus desechos, lo cual se indica a continuación: Los laboratorios de Microbiología y Genética, disponen en la Autoclave. Bioquímica y Biotecnología, llevan sus desechos al Depósito, y los laboratorios restantes: Biodiversidad Animal, Diversidad-Fisiología Vegetal, Ecología Terrestre, Biodiversidad, Fisiología Animal y Ecología Marina, desechan al drenaje. Sin embargo, cabe señalar que los laboratorios de Biodiversidad y Fisiología Animal, solo usan Formol y Etanol para preservar las especies de estudio usadas en sus prácticas, y el de Ecología Marina, utiliza materiales sólidos no peligrosos.

Esta investigación se realiza con la finalidad de plantear la mejor propuesta para tratar los materiales y/o desechos peligrosos de los laboratorios de Biología, de modo que cumplan con lo que establecen las leyes en materia ambiental, para así no dar un uso equivocado a estos desechos, y evitar la contaminación de cuerpos de agua, aire y suelos. Además, se disminuye el riesgo de exposición a este tipo de sustancias, evitándose la posibilidad de contaminación, de cualquier persona que se encuentre en el entorno. Por otro lado, es importante que toda gestión que implique generación o uso de sustancias peligrosas, se realice bajo las condiciones que establecen las leyes, de lo contrario por incurrir en una falta, se pudiera aplicar una sanción pertinente según la gravedad del caso; por lo tanto debido a los motivos expuestos, el alcance de esta investigación es la implementación del plan de manejo de las sustancias peligrosas en los laboratorio del Dpto. de Biología de la FACYT-UC.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación según la estrategia es de tipo documental y de campo (Zorrilla, 1993), y de acuerdo al nivel de profundidad es proyectiva (Hurtado, 2008). Dicho trabajo se realizó en las siguientes etapas:

1.- Diagnóstico de las condiciones de los laboratorios del Departamento de Biología de la FACYT con relación al manejo de sustancias peligrosas

Esta fase consistió en visitas a cada uno de los laboratorios que forman parte del Departamento de Biología, recolectándose información mediante entrevistas a los técnicos de cada laboratorio; y así conocer las prácticas que se realizan, las sustancias que emplean y sus características (concentración y cantidad), los tipos de desechos que se generan, su almacenamiento, manejo y disposición final. Además, se realizó un recorrido por el depósito de desechos, y se pudo establecer las condiciones de infraestructura del mismo. Adicionalmente, se aplicó una encuesta a técnicos, profesores y alumnos, de modo de conocer si tenían noción del nivel de peligrosidad de las sustancias que manipulan, cómo manejarlas, y el impacto que estas causan en el ambiente. El cuestionario aplicado constó de 15 preguntas con respuestas dicotómicas a los técnicos y profesores, y 8 preguntas a los estudiantes, con 5 posibilidades de respuesta, tomando en cuenta la frecuencia con que realizaban la acción propuesta. Actualmente los laboratorios de la FACYT de Biología tienen un total de doscientos cuarenta y ocho (248) estudiantes, siendo este valor la población (Tamayo & Tamayo, 1997), debemos tomar en cuenta que hay doce (12) profesores y doce (12) técnicos. La muestra fue de 54 personas y se calculó mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot P \cdot Q \cdot Z^2}{P \cdot Q \cdot Z^2 + E^2 \cdot (N + 1)} \quad \text{Ec-1}$$

Dónde: n: tamaño de la muestra, N: tamaño de la población, P: variabilidad positiva (0,50), Q: variabilidad negativa (0,50), Z: nivel de confianza (1,64) y E: precisión o error (0,1) (Cadenas, 1974).

2.- Identificación de las sustancias que se utilizan en cada una de las prácticas en todos los laboratorios

según los niveles de riesgo de acuerdo a la normativa vigente con la finalidad de seleccionar cuales son las sustancias con las que se va a trabajar según el nivel de peligrosidad

Con las visitas a los laboratorios se conoció las sustancias que se utilizan en cada una de sus prácticas, y así realizar una revisión bibliográfica con el apoyo del Anexo C del Decreto 2635, donde se establecen las sustancias peligrosas, tal como lo indica el artículo 5 del mismo. Teniendo conocimiento de cada una de las sustancias en estudio, se procedió a clasificarlas en no peligrosas y peligrosas, y finalmente se establecieron las propiedades fisicoquímicas, el número CAS (Chemical Abstract Service / Servicio de Resúmenes Químicos) y el rombo de seguridad para cada una, así como también se indica el rombo según la ONU con su respectiva clase, tal como lo señala la Norma COVENIN 3060:02.

3.- Caracterización de las sustancias peligrosas para determinar si se encuentran dentro del rango de las especificaciones de la normativa ambiental por medio de la caracterización de los vertidos en las diferentes prácticas

Con las entrevistas a los técnicos de cada laboratorio se conoció la disposición final de los desechos que en estos se producen, seleccionando así los laboratorios de Diversidad y Fisiología Vegetal, Ecología Terrestre y Biodiversidad Animal, cuyos desechos son descartados en el desagüe. Según la naturaleza de los reactivos usados en las prácticas, se estableció los parámetros que se iban a determinar para cada laboratorio, como Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Cloruros, Sulfatos y Nitrógeno Total. Se tomaron muestras en cada una de las prácticas siguiendo lo establecido en la Norma COVENIN 2709:02, Aguas residuales, industriales. Guía para técnicas de muestreo.

En el caso del Laboratorio Diversidad y Fisiología Vegetal, de la muestra recolectada al final de cada práctica (siete prácticas en total), se tomó una parte para realizar el análisis de DBO y la restante era depositada en un recipiente de plástico y refrigerada, de modo que al finalizar todas las prácticas se realizara los análisis restantes a esta mezcla. Los parámetros fueron determinados en el Centro de Investigación Microbiológicas Aplicadas de la Universidad de

Carabobo (CIMA-UC). Como el análisis de la DBO se debe realizar a las 24 horas siguientes a la toma de la muestra, y el resto de los parámetros se les realizó a la mezcla total; se determinó el DBO promedio (tomando en cuenta las siete muestras tomadas).

La fórmula empleada para la determinación del DBO promedio es:

$$DBO_{prom} = \frac{\sum_{i=1}^{i=7} Vol_{mi} \cdot DBO_{mi}}{Vol_{tot}} \quad (Ec-2)$$

Dónde: DBO (ppm), Vol: volumen (L), mi: muestra i, tot: total

En la ecuación 2, se conocen los que provienen de la caracterización de las muestras individuales, pero se desconoce el volumen total y el de cada muestra, por lo que el volumen recolectado se obtuvo a través de la fórmula del paralelepípedo, ya que el fregadero en el cual se recolectó la muestra posee esta forma geométrica. Se tomaron las dimensiones de largo (39 cm) y ancho (35 cm) del fregadero, y el día de la toma de la muestra, se midió con una cinta métrica la altura a la cual se encontraba el líquido. En consecuencia la ecuación a aplicar es la siguiente:

$$Vol_{mi} = l \cdot a \cdot h \quad (Ec-3)$$

Dónde: l: largo del fregadero (m), a: ancho del fregadero (m) y h: altura del líquido (m).

Debido a que se cuenta con todas las variables necesarias para la determinación del volumen de cada muestra, el cálculo para la primera práctica titulada Nutrición Mineral resultó 7,51L y al sumar los siete volúmenes de las prácticas restantes se obtiene un volumen total de 49,2 L; y finalmente un valor del DBO promedio de 279,01 ppm.

Para los laboratorios de Biodiversidad Animal y Ecología Terrestre, se tomó una sola muestra en cada uno, ya que sólo en una práctica los desechos generados eran descartados en el desagüe; los análisis realizados fueron: DQO, DBO y cloruros para el primero y DBO y DQO para el segundo. Una vez obtenidos los resultados de los parámetros estudiados, se compararon con lo que establece el Decreto 883, "Normas para las Clasificación y

el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos". Finalmente se estableció cuales parámetros excedían el máximo establecido por el Decreto.

4.- *Proponer alternativas de recuperación de los materiales peligrosos, según la normativa ambiental vigente, a fin de seleccionar la que reduce el impacto que estos generan: Para el cumplimiento de este objetivo se procedió a dividir los desechos en tres grupos*

El primero que son todos aquellos desechos que se encuentran almacenado en un depósito destinado para ello, el segundo los que son vertidos en el desagüe y el ultimo aquellos que se utilizan para la preservación de la flora y fauna, y son desechados cuando el volumen no es el requerido.

PRIMER GRUPO: Se realizó la inspección al depósito de desechos observándose las condiciones en las que éste se encontraba, para determinar si cumplía con lo que establece el Decreto 2635 en el capítulo II, artículo 40. Luego se procedió a realizar un inventario de las sustancias que se encuentran almacenadas, tomando en cuenta el etiquetado y envasado según lo establecido en el capítulo II, artículo 17 del mencionado Decreto. Una vez identificadas las sustancias y establecidas las condiciones de almacenamiento, se seleccionó la incineración como operación de manejo de desechos líquidos peligrosos (Castel, 2012). Hay ciertas mezclas como cloroformo-fenol, tolueno-agua que pueden ser separadas mediante un proceso de destilación gracias a sus diferencias entre sus puntos de ebullición (Montenegro, 2003). Para los ácidos y bases se puede realizar una neutralización para que estos pierdan su carácter de peligrosidad. Cabe destacar que en el Decreto 2635, se señala la ubicación y las condiciones de operación de los incineradores para los desechos peligrosos que contienen sustancias orgánicas no halogenadas y halogenadas con más de 1% de halógenos presentes en el Anexo C del mencionado Decreto.

SEGUNDO GRUPO: Una vez identificados los parámetros que excedían lo establecido en el Decreto 883, sección V, artículo 15, se determinó la relación DBO/DQO para seleccionar el tratamiento a aplicar. Dicha relación indica que si el DBO/DQO se encuentra entre 01, a 0,6 el tratamiento es fisicoquímico o

combinar fisicoquímico con biológico y si es mayor a 0,6 el tratamiento es biológico (Tchobanoglous *et al.*, 2003). Para el laboratorio de Biodiversidad Animal la relación fue de 0,12 mientras que para el de Fisiología y Diversidad Vegetal fue de 0,55; por lo que el tratamiento para ambos laboratorios es fisicoquímico, el cual consistió en la oxidación química. Se prepararon las muestras para la aplicación de los tratamientos, para lo cual éstas se filtraron y se llevaron a un pH neutro (mediante la adición de hidróxido de sodio). Para el laboratorio de Biodiversidad Animal se trabajó con dos (2) muestras de 250mL cada una y tres (3) para el laboratorio de Diversidad y Fisiología Vegetal, igualmente de 250mL para cada muestra.

a) Oxidación química (disminución del DQO): Para el laboratorio de Biodiversidad Animal el parámetro fisicoquímico a estudiar es el DQO. La relación de ppm de peróxido de hidrógeno y los ppm de DQO es de 2,2:1 (Sainz, 2005), por lo que se procedió a determinar la cantidad y concentración de peróxido de hidrógeno a agregar para reducir aproximadamente 720 ppm de DQO, ya que el resultado de la caracterización de la muestra fue de 1420 ppm y el límite permisible es de 700 ppm. En una muestra de 250 mL se agregaron 10 gotas de peróxido de hidrógeno al 30% v/v. Como no se conoce ninguna información de una relación entre los ppm de hipoclorito de sodio y los ppm de DQO, pero se sabe que éste igualmente sirve para oxidar la materia orgánica y es un oxidante menos fuerte con respecto al peróxido de hidrógeno (Tchobanoglous, 2003), se trabajó con mayores cantidades de hipoclorito de sodio (100 mL) a un mismo volumen de muestra, de modo de poder evidenciar el mayor poder oxidante del peróxido de hidrogeno con respecto al hipoclorito de sodio. La oxidación química se realizó con la finalidad de disminuir la materia orgánica no biodegradable (MONB), disminuyendo a su vez el DQO, tomando en cuenta la siguiente ecuación:

$$DQO = DBO + MONB(ppm) \quad (Ec-4)$$

b) Oxidación química (disminución del DBO): Para las tres muestras restantes el parámetro de interés fue la DBO. El tratamiento más recomendable para la disminución de este parámetro es la adición de peróxido de hidrógeno (Tchobanoglous *et al.*, 2003), pero no se dispone de una relación ppm

de peróxido de hidrógeno y ppm de DBO; por lo cual se determinó la cantidad de este oxidante para disminuir aproximadamente 2020 ppm de DBO.

Para conocer la cantidad de ppm a disminuir primeramente se caracterizó una muestra de 250 mL de la muestra total, cuyo resultado fue 3640 ppm. A otra muestra se añadió 50 mL de hipoclorito de sodio (volumen proveniente de los cálculos realizados), y a la última 10 mL de peróxido de hidrógeno, con la finalidad de oxidar la materia orgánica biodegradable, disminuyendo así el parámetro en estudio; no se pudo variar la cantidad de peróxido de hidrógeno a utilizar ya que la cantidad de muestra total no era suficiente para realizar dichas variaciones. Se agregó mayor cantidad de peróxido de hidrógeno con relación al estudio del DQO, ya que no se disponía de una relación entre la cantidad de reactivo a agregar y la DBO, además la cantidad a disminuir era cuatro veces más que en el caso de la DQO. Finalmente, una vez aplicado los tratamientos se realizó nuevamente la caracterización para ver qué tan eficiente fue la aplicación de los mismos.

TERCER GRUPO: Para los laboratorios de investigación se tomaron muestras de las sustancias patrones que allí se utilizan (etanol 70% v/v y formol 4%v/v), con las cuales se realizó la curva de calibración correspondiente a cada una, mediante el uso de un refractómetro marca ABBE. También se tomaron muestras utilizadas para la preservación de la flora y la fauna que se almacena, con el fin de determinar el índice de refracción y conocer así la concentración de cada una. Una vez conocida la concentración de la sustancia problema (muestra a analizar) se puede determinar el volumen de la sustancia patrón a añadir mediante la ecuación 5 y así llevar la concentración de la sustancia problema a la requerida.

$$V_{pat} = \frac{C_{prob} \cdot V_{prob}}{C_{pat}} \quad (Ec-5)$$

Dónde: V_{pat} : volumen del patrón (mL), V_{prob} : volumen de la sustancia problema (mL), C_{pat} : concentración del patrón (%v/v) C_{prob} : concentración de la sustancia problema (%v/v).

5.- Diseñar un plan para el manejo de las sustancias peligrosas en los laboratorios con la finalidad de cumplir con lo que establecen las leyes a nivel ambiental

Según lo establecido en el Decreto 2635, capítulo II, artículo 29 y las actividades que se realizan en los laboratorios de Biología de la FACYT, las actividades a considerar para el plan de manejo de los desechos peligrosos son:

- a) Almacenamiento temporal: Depósito temporal de los desechos peligrosos bajo condiciones controladas y ambientalmente seguras, sin que se contemple ninguna forma de tratamiento ni transformación inducida de los desechos almacenados. Ningún desecho peligroso puede permanecer más de cinco (5) años en un almacén de carácter temporal. Los desechos con riegos de clase 4 ó 5 no pueden permanecer en condiciones de almacenamiento temporal durante más de un año sin haber sido tratados o tomado las medidas necesarias de manera que se haya minimizado el riesgo ambiental y peligro a la salud (Decreto 2635, 1998). En el almacenamiento temporal está contemplado la identificación y recolección de las sustancias peligrosas.
- b) Transporte: Traslado de los desechos en vehículos destinados a este fin, desde los lugares de almacenamiento/generación hasta el sitio donde serán dispuestos, con o sin tratamiento (Betancourt y Pichis, 2004).
- c) Tratamiento: Operaciones realizadas con la finalidad de reducir o anular algunas de las características peligrosas del desecho a fin de facilitar su manejo (Decreto 2635, 1998).
- d) Disposición final: Operación que permite mantener minimizadas las posibilidades de migración de los componentes de un desecho peligroso al ambiente en forma permanente de conformidad con las normas establecidas (Decreto 2635, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presenta los resultados y análisis de cada uno de los procedimientos realizados en las diferentes etapas de la investigación.

1.- Diagnóstico de las condiciones en los laboratorios con relación al manejo de las sustancias, para conocer cuáles se están tratando de maneras adecuadas y cuáles no

Una vez analizados los resultados de las encuestas aplicadas a los profesores, técnicos y estudiantes, se obtienen las siguientes conclusiones:

- a) Algunas veces los estudiantes manejan sustancias peligrosas.
- b) Se pudo observar que los estudiantes indicaron que siempre tienen acceso a las hojas de seguridad de las sustancias que manipulan en el laboratorio, siendo esto una discrepancia a lo que opinan los técnicos y profesores, ya que estos indican que no existen dichas hojas. Esto puede deberse al hecho de que los estudiantes no conocen qué es una hoja de seguridad, o que no disponen de hojas de seguridad para todas las sustancias que emplean.
- c) Adicionalmente se observa que se ha implementado un plan de manejo de las sustancias peligrosas, que actualmente se lleva a cabo en la mayoría de los laboratorios, y consiste en envasar las sustancias y llevarlas a un depósito de desechos.
- d) De igual forma, se puede acotar que en la mayoría de los laboratorios, tanto los estudiantes como el personal técnico y docente, tienen conciencia del impacto ambiental que generan estas sustancias.
- e) Así mismo, se tiene que el lugar de trabajo es considerado un ambiente seguro.

2.- Identificación de las sustancias que se utilizan en cada una de las prácticas en todos los laboratorios según los niveles de riesgo de acuerdo a la normativa vigente con la finalidad de seleccionar cuales son las sustancias con las que se va a trabajar según el nivel de peligrosidad

En esta fase de la investigación se clasificaron todas las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas de acuerdo al nivel de peligrosidad y clase, según lo establecido en el Decreto 2635, tal como lo muestran las Tablas I y II de algunas sustancias; de igual forma dichas sustancias se caracterizaron según sus propiedades fisicoquímicas, el número CAS y su rombo de seguridad, tal como se observa en las Tablas III y IV, de algunas sustancias tanto orgánicas como inorgánicas utilizadas en los laboratorios del Departamento de Biología.

3.- Caracterización de las sustancias peligrosas para determinar si se encuentran dentro del rango de las especificaciones de la normativa ambiental por medio de la caracterización de los vertidos en las diferentes prácticas

En esta etapa se procedió a recolectar las muestras de los laboratorios cuyos vertidos eran descartados directamente al desagüe, siguiendo

Tabla I. Nivel de Peligrosidad y Clase de algunas de las Sustancias Químicas Orgánicas de los Laboratorios del Departamento de Biología según el Decreto 2635.

Sustancia	Nivel de peligrosidad	Nº de Código de las Naciones Unidas	Clase
Acetato de cobre	Peligroso	H4.2	4
Acetato de plomo	Muy peligroso	H6.1	6
Acetato de potasio	Poco peligroso	H10	9
Fenol	Demasiado peligroso	H6.1	6
Fenol-cloroformo	Muy peligrosos	H6.1	6
Orcinol	Peligroso	H6.1	6

Tabla II. Nivel de Peligrosidad y Clase de algunas de las Sustancias Químicas Inorgánicas de los Laboratorios del Departamento de Biología según el Decreto 2635

Sustancia	Nivel de peligrosidad	Nº de Código de las Naciones Unidas	Clase
Ácido clorhídrico	Muy peligroso	H8	8
Ácido fosfórico	Peligroso	H8	8
Ácido nítrico	Muy peligroso	H8	8
Ácido sulfúrico	Muy peligroso	H8	8
Nitrógeno líquido	Muy peligroso	H2	2
Yodo	Muy peligroso	H8	8

lo establecido por la Norma COVENIN 2709:02. Dichas muestras fueron analizadas en el CIMA-UC. Una vez obtenidos los resultados, se llevó a cabo una comparación con lo establecido en el Capítulo III, Sección 5 del Decreto 883, donde se establecen los límites máximos permisibles de los parámetros fisicoquímicos de los efluentes descargados a las redes cloacales.

En el Laboratorio de Ecología Terrestre los parámetros que se determinaron fueron DBO y DQO (Tabla V), los cuales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles. La Tabla VI, muestra los valores de DBO obtenidos en las siete prácticas del Laboratorio de Diversidad y Fisiología Vegetal, observándose que en tres prácticas éste excedió el límite establecido; el estudio de los demás parámetros se realizó de la muestra global, por lo que fue necesario el cálculo del DBO promedio, debido a que los demás parámetros se determinaron a la mezcla de las siete prácticas. De manera general, en los laboratorios de Diversidad-Fisiología Vegetal y Biodiversidad Animal, algunos de los parámetros fisicoquímicos determinados se encuentran fuera de las especificaciones que indica el Decreto 883, es por ello que de acuerdo a la naturaleza de las sustancias

se plantearon una serie de alternativas de modo que ayuden a la disminución de dichos parámetros, eligiendo la más pertinente según la factibilidad que estas presentan.

4.- Alternativas de recuperación de los materiales peligrosos, según la normativa ambiental vigente a fin de seleccionar la que reduce el impacto que estos generan

A continuación se presenta la aplicación de la oxidación química a los vertidos de los laboratorios de Diversidad-Fisiología Vegetal y Biodiversidad Animal, donde los parámetros de DBO y DQO determinados a través de la caracterización, superaron el límite estipulado en la normativa ambiental correspondiente. Por otra parte, para los laboratorios de Biodiversidad y Fisiología Animal, que emplean Formol y Etanol para la preservación de la flora y fauna, se plantea la alternativa del reúso de dichas sustancias; para lo cual se dispone de una curva de calibración de Índice de Refracción Vs Concentración para ambos compuestos, y así conocer la concentración de los mismos una vez que el animal o la planta haya absorbido una parte de formol o etanol (según sea el caso), disminuyendo la concentración

Tabla III. Características de algunas de las Sustancias Químicas Orgánicas utilizadas en los Laboratorios del Departamento de Biología.

Sustancia	Fórmula	Numero CAS	Pto. de ebullición (°C)	Solubilidad en agua a 20°C	Rombo de seguridad	Rombo de la ONU / Clase
Acetato de cobre	$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	6046-93-1	Se descompone	72g/L		 Clase 4
Acetato de plomo	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	1335-32-6	100 (se descompone)	410g/L		 Clase 4
Acetato de potasio	KCH_3COO	127-09-3	No aplica	256g/100mL		 Clase 4

Tabla IV. Características de algunas de las Sustancias Químicas Inorgánicas utilizadas en los Laboratorios del Departamento de Biología.

Sustancia	Fórmula	Numero CAS	Pto. de ebullición (°C)	Solubilidad en agua a 20°C	Rombo de seguridad	Rombo de la ONU / Clase
Ácido clorhídrico	HCl	7647-01-0	50	Si		 Clase 8
Ácido fosfórico	H_3PO_4	7664-38-2	158	Miscible		 Clase 8
Ácido nítrico	HNO_3	7697-37-2	86	Si		 Clase 8

de la solución patrón, con este último parámetro y conociendo el volumen de la muestra, se determina qué volumen de formol o etanol es necesario agregar de la solución patrón para llegar a la concentración requerida.

En la Tabla VII, se puede observar que el tratamiento más influyente para la disminución de la DBO es con peróxido de hidrógeno, ya que el

valor obtenido fue de 1620 ppm teniendo en cuenta que el valor de la muestra inicial es de 3640 ppm, esto se debe a que éste es un oxidante más fuerte con respecto al hipoclorito de sodio (Brown *et al.*, 2004). Es importante evitar el exceso de peróxido de hidrógeno, ya que las altas concentraciones de radicales $\text{OH}\cdot$ origina reacciones competitivas que producen efectos inhibidores en la degradación de los compuestos. Cuando el peróxido de hidrógeno

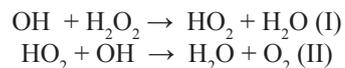
Tabla V. Resultados de la caracterización de los efluentes de los Laboratorios Ecología Terrestre y Biodiversidad Animal.

Laboratorio	Parámetros	Valores obtenidos (ppm)	Límites máximos (ppm), según Decreto 883
Ecología Terrestre (1 practica)	DBO	87,41	350
	DQO	170	700
Biodiversidad Animal (1 practica)	DBO	181,5	350
	DQO	1420	700
	Cloruros	5,5	300

Tabla VI. Resultados de la caracterización de los efluentes del Laboratorio de Diversidad y Fisiología Vegetal.

Práctica	Parámetro	Valores obtenidos (ppm)	Límites máximos (ppm), según Decreto 883
Nutrición Mineral		85	
Nutrición Mineral II		148,5	
Fotosíntesis I		445,8	
Fotosíntesis II	DBO	228,7	350
Fotosíntesis III y IV		350,5	
Fotosíntesis V		293,7	
Fotosíntesis VI		374,5	
	DBO mezcla	3640	350
	DBO promedio	279,01	350
Todas (muestra global)	DQO	52,3	700
	Cloruros	8,4	300
	Nitrógeno total	18,8	40
	Sulfatos	84	400

esta en exceso, captura los radicales hidroxilos, tal como se muestra en las reacciones:



formando un radical menos reactivo, el HO_2 ; se verifica que en las reacciones (I y II) hay consumo del radical hidroxilo, lo que conduce a una disminución del poder oxidativo del proceso; por tal razón debe tenerse en cuenta la necesidad de determinar correctamente las dosis óptimas aplicadas de reactivo para que no se presenten efectos negativos en la eficiencia de degradación de los contaminantes (Rodríguez *et al.*, 2008). La Tabla VIII, muestra los volúmenes de peróxido de

hidrogeno a utilizar para cada una de las prácticas en el Laboratorio de Diversidad y Fisiología Vegetal que estaban fuera del límite de DBO permitido por la normativa.

En la Tabla VII, también se observa que el tratamiento más eficaz para disminuir la DQO es la adición del peróxido de hidrógeno, pero es importante mencionar que ambos tratamientos disminuyeron la DQO de forma que el valor estuviera dentro de lo establecido en el Decreto 883. Se seleccionó como tratamiento a aplicar la adición de peróxido de hidrógeno ya que es menos cantidad de reactivo y mucho más eficiente que el hipoclorito de sodio, puesto que este permite oxidar materia orgánica biodegradable y no biodegradable. La cantidad sugerida para adicionar a

Tabla VII. Resultados de la caracterización a los efluentes de los Laboratorios de Diversidad y Fisiología Vegetal y Biodiversidad Animal después de haber aplicado el tratamiento de oxidación.

Laboratorio	Parámetro	Hipoclorito de Sodio (NaClO)	Peróxido de Hidrógeno (H ₂ O ₂)
Diversidad-Fisiología Vegetal	DBO (ppm)	2320	1620
Biodiversidad Animal	DQO (ppm)	636	394

Tabla VIII. Cantidad de Peróxido de Hidrógeno a utilizar por practica en el Laboratorio de Diversidad y Fisiología Vegetal

Practica	Cantidad de reactivo (mL)
Fotosíntesis I	34,0
Fotosíntesis III y IV	0,1
Fotosíntesis VI	3,3

Tabla IX. Valores del Índice de Refracción, Concentración y Volúmenes a agregar para las muestras de Formol y Etanol de los Laboratorios de Biodiversidad y Fisiología Animal.

	Laboratorio	Índice de refracción	Concentración (%V/V)	Volumen (mL)
Para las muestras de Formol	Biodiversidad	1,3375	1,95	24,4
	Biodiversidad Animal	1,3390	2,56	32,0
Para las muestras de Etanol	Biodiversidad	1,3605	1,95	1,4
	Biodiversidad Animal	1,3530	2,56	1,8

un muestra de 800 mL (volumen real de la muestra) es de 3mL de peróxido de hidrógeno.

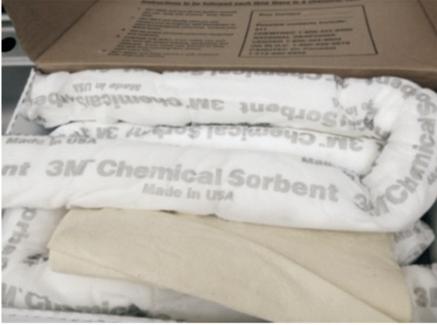
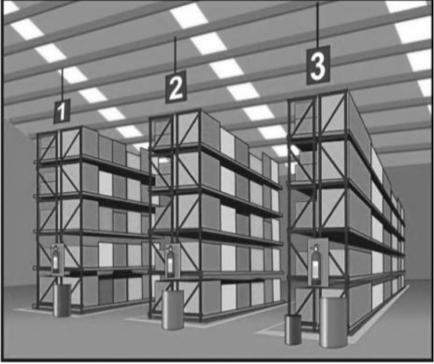
En la Tabla IX, se muestran los índices de refracción, la concentración y los volúmenes a agregar de las soluciones patrones a las muestras analizadas de formol y etanol de modo que éstas vuelvan a tener la misma concentración del patrón. A través de la ecuación 5, se obtiene el volumen a agregar de la sustancia para que la solución mantenga su concentración original. Para el laboratorio de Biodiversidad, para un índice de refracción de formol de 1,3375, empleando la curva de calibración pertinente, la concentración que le corresponde es 1,95%v/v. Se conoce que la concentración de la solución patrón es 4%v/v. El cálculo del volumen es el siguiente:

$$V_c = \frac{\left(1,95\% \frac{v}{v}\right) 50mL}{4\% \frac{v}{v}} = 24,38 mL \sim 24,4 mL$$

De igual forma se procede para determinar los volúmenes de las otras tres muestras restantes.

5.- *Diseñar un plan para el manejo de las sustancias peligrosas en los laboratorios con la finalidad de cumplir con lo que establecen las leyes a nivel ambiental*

A continuación se presentan las propuestas para el mejoramiento del manejo de las sustancias peligrosas de los laboratorios del Dpto. de Biología de la FACYT-UC.

Propuestas para Mejorar el Manejo de Sustancias Peligrosas en los Laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Carabobo	
Almacenamiento Temporal	
Situación actual	
<p>Depósito de desechos</p> 	<p>Descripción: El Departamento de Biología cuenta con un depósito de desechos, donde se almacenan las sustancias generadas en los distintos laboratorios. Consta de tres estantes de aluminio y un extractor de aire. Algunos de los estantes se encuentran oxidados y los recipientes de almacenamiento no son los adecuados. Ciertos desechos se encuentran derramados en el piso de granito. No posee ventilación, ni la señalización adecuada con respecto a la ubicación de los desechos. Existen también algunas cajas que se encuentran sin identificación.</p>
Propuesta	
<p>Kit para derrames químico</p>  <p>Depósito ideal de desechos</p> 	<p>Descripción: Los estantes deben ser de un material resistente de acuerdo a la característica de peligrosidad de los desechos. El piso debe ser de concreto armado, no resbaladizo y con un recubrimiento de una pintura epóxica. Debe tener: a) Ventilación natural, por lo que se recomienda la instalación de ventanas pequeñas además de dos extractores adicionales. b) La correcta señalización de los estantes, de acuerdo a la incompatibilidad de los desechos. c) Un kit anti derrame de acuerdo a como se almacenan (uno para reactivos químicos y otro para hidrocarburos). d) alarma contra incendio. e) Un extintor de y de un formato de registro de la entrada y salida de desechos en el depósito. Los envases deben estar debidamente identificados y los desechos estar almacenados de acuerdo a la incompatibilidad química.</p>

Propuestas para Mejorar el Manejo de Sustancias Peligrosas en los Laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Carabobo	
Transporte Interno	
Situación actual	
<p>Recipientes para el transporte</p> 	<p>Descripción: El transporte interno es realizado por cada técnico del laboratorio, empleando la bata, guantes de látex y tapa boca. Si la cantidad de desechos a transportar es pequeña se hace en unas cestas de plástico, en caso contrario se utilizan unos carros metálicos. Los frascos de desechos en algunos casos son de plásticos o vidrio, identificados únicamente con el nombre del desecho y en algunos casos la concentración de los mismos. No están todas las hojas de seguridad de las sustancias que se manipulan en los laboratorios, por lo que el personal no se encuentra bien informado de las sustancias que manipulan. Las tapas no son las adecuadas, muchas de las cuales se encuentran oxidadas. En las instalaciones de la Facultad no existe ninguna señalización indicando las vías de escape en caso de emergencia, ni la ruta utilizada al momento de transportar los desechos al depósito.</p>
Propuesta	
<p>Correcta vestimenta de las personas al transportar los desechos</p> 	<p>Descripción: En cuanto al transporte y señalización se observa el incumplimiento con el Decreto 2635. Los técnicos deben tener la vestimenta adecuada: botas, guantes de seguridad, lentes antiempañante, mascarilla y bata. El carro debe tener barandas a los lados y envases cerrados para evitar el derrame del desecho. Los envases de almacenamiento deben ser un material resistente de acuerdo a las características y cantidad del desecho a almacenar; estos deben tener una etiqueta donde indique: nombre del desecho, nombre del generador, fecha de envasados, cantidad contenida y símbolo de peligrosidad (etiqueta según la normativa). El área debe estar delimitada con la señalización de peligro en los lugares de acceso y de forma visible, según Norma COVENIN 187:92. Se debe disponer de la hoja de seguridad, según Norma COVENIN 3059:02, de cada una de las sustancias que se manipulan en los distintos laboratorios para saber la adecuada manipulación de los mismos y evitar así un accidente laboral y en caso de suceder saber cómo actuar, de acuerdo a las Normas COVENIN 2226:90, 2670:01 y 3402:98.</p>
<p>Correcta forma de transportar los desechos</p>  <p>Recipiente Infecciosos o Riesgo Biológico Recipiente Químicos</p>	

Propuestas para Mejorar el Manejo de Sustancias Peligrosas en los Laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Carabobo	
Tratamiento	
Situación actual	
<p style="text-align: center;">Desagüe</p>  <p style="text-align: center;">Depósito de desecho</p> 	<p>Descripción: Algunos laboratorios utilizan el autoclave para la eliminación de las bacterias de sus desechos biológicos, para ser tratados como un desecho común y descartados en la basura. Los desechos biológicos en la autoclave deben permanecer un tiempo de 30 minutos a una temperatura de 121°C, y una presión de 15 lbf/pulg², de modo de poder garantizar que los mismos pierdan sus características de peligrosidad. Otros laboratorios envasan sus desechos y los llevan al depósito destinado para ellos. Y el resto los descartan directamente al desagüe sin tratamiento previo.</p>
Propuesta	
<p style="text-align: center;">Aplicación de tratamientos</p> 	<p>Descripción: Según las caracterizaciones algunos parámetros están por encima de lo establecido en el Decreto 883, para la disminución de la DQO se debe realizar la oxidación química empleando peróxido de hidrógeno como agente oxidante. Para la disminución de la DBO se aplica el mismo tratamiento utilizando el mismo reactivo. Para los laboratorios que usan formaldehído y etanol deben emplear las curvas de calibración para el reúso de estas sustancias.</p>

Propuestas para Mejorar el Manejo de Sustancias Peligrosas en los Laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Carabobo	
Disposición Final	
Situación actual	
<p style="text-align: center;">Desagüe</p>  <p style="text-align: center;">Depósito de desecho</p> 	<p>Descripción: Actualmente existen tres tipos de disposición final dentro de los laboratorios de Biología. Un primer grupo vierte sus desechos directamente en el desagüe, un segundo grupo envasa los desechos y los lleva al depósito destinado para los mismos y un último grupo también desecha el reactivo en el desagüe una vez que este ya no cubre en totalidad el animal o planta que estén almacenando (esto se realiza en un periodo largo de tiempo)</p>
Propuesta	
<p style="text-align: center;">Incineración de desechos líquidos</p> 	<p>Descripción: De acuerdo a lo observado se consideró que para el primer grupo de laboratorios, previamente se debe aplicar el tratamiento sugerido antes de descartar los desechos por el desagüe, para el segundo grupo se deben incinerar todos los reactivos que tengan un tiempo mayor 5 años en el depósito destinado para los mismos, y por último para el tercer grupo se recomienda el reuso de los reactivos mediante el uso de las curvas de calibración de los mismos.</p>

Propuestas para Mejorar el Manejo de Sustancias Peligrosas en los Laboratorios del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Carabobo	
Normativas dentro de los Laboratorios	
Situación actual	
Etiquetado de los recipientes	
Descripción: Actualmente las personas que laboran dentro de los laboratorios solo utilizan la bata y algunos guantes de látex. Algunos reactivos se encuentran identificados con la etiqueta de fábrica y otros solo tienen el nombre. No existe un registro de entrada y salida de los reactivos así como tampoco su respectiva hoja de seguridad. No hay señalización correspondiente acerca de los riesgos de la manipulación de los reactivos ni de los instrumentos a utilizar en casos de emergencia (ducha lava ojos y de cuerpo completo)	
Propuesta	
Señalización	
Descripción: Se recomienda la implementación de un plan de manejo de las sustancias, en cuanto a la vestimenta, señalización (según Norma COVENIN 187:92), hojas de seguridad (según Norma COVENIN 3059:02), etiquetado de los envases; así como los equipos de protección en caso de un accidente (según Normas COVENIN 2226:90, 2670:01 y 3402:98). También se recomienda el uso de registro de formatos de entrada y salida de reactivos de manera de llevar un mejor control de los mismos. El personal Docente y Técnico debe ser adiestrado según la Norma COVENIN 3061:02.	

Finalmente, se puede concluir que la oxidación química con peróxido de hidrógeno fue el tratamiento fisicoquímico escogido para la disminución de la DBO y la DQO. Por otra parte, se debe incinerar los desechos que se encuentran en el depósito; y la implementación de los diferentes tratamientos es factible, ya que es de fácil ejecución y no requiere de un personal ajeno al Dpto. de Biología de la FACYT-UC.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaramos que no existieron conflicto de intereses durante la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a todo el personal del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo por su valiosa colaboración en la realización del presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- Betancourt L. & Pichis L. (2006). *Plan de Manejo de Desechos Sólidos en la Gestión Ambiental Empresarial*. [On-line] Consultado en: <http://www.monografias.com/trabajos19/manejo-desechos-solidos/manejo-desechos.shtml>
- Brown T., Lemay E., Bursten B. & Burdge J. (2004). *Química la Ciencia Central*. 9na edición. Prentice Hall. México.
- Cadena M. (1974). *Estadística Básica*. [On-line] Consultado en: <http://www.monografias.com/trabajo15/estadistica.shtml>.
- Castel E. (2012). *Sistemas de Tratamiento Térmico: La Incineración*. 2da edición. Ediciones Díaz de Santos. México.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela 5.554 Extraordinario. Ley 55 (2001). "Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos". Caracas, Venezuela.

- Gaceta Oficial de la República de Venezuela 5.245 Extraordinario. Decreto 2635 (1998). “*Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos*”. Caracas, Venezuela.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela 5.305 Extraordinario (1999). Decreto 3219. “*Normas para la Clasificación y el Control de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia*”, Caracas, Venezuela.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela 5.021 Extraordinario. Decreto 883. “*Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos*”. Caracas, Venezuela.
- Hurtado J. (2008). *Metodología de la Investigación, una comprensión Holística*. Quiron - Sypal. Caracas, Venezuela.
- López M. & Urbina E. (2011). *Diseñar el Plan de Acción para el Manejo de las Sustancias Peligrosas en las Áreas Clínicas de Imagenología y Endodoncia de la Facultad de Odontología*. Tesis de Grado, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Montano M. (2006). *Manejo de los Residuos Biológicos Infecciosos Sólidos, Generados por Alumnos de la UABC y Dentistas ubicados en la Zona Centro de la Ciudad de Mexicali*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, México.
- Montenegro A. (2003). *Notas para la Historia de la Destilación*. Tébar. Madrid, España.
- Norma Venezolana COVENIN 187 (1992). “*Colores, Símbolos y Dimensiones para Señales de Seguridad*”. 1era revisión. Editorial FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 2226 (1990). “*Guía para la Elaboración de Planes para el Control de Emergencias*”. Editorial FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 2670 (2001). “*Materiales Peligrosos. Guía de Respuesta a Emergencia*”. 3era revisión. Editorial FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 2709 (2002). “*Aguas Naturales, Industriales y Residuales. Guía para las Técnicas de Muestreo*”. 1era revisión. Editorial FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 3059 (2002). “*Materiales Peligrosos. Hoja de Datos de Seguridad de los Materiales (HDSM)*”. 1era revisión. Editorial FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 3060 (2002). “*Materiales Peligrosos. Clasificación, Símbolos y Dimensiones de Señales de Identificación*”. 1era revisión. Editorial FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 3061 (2002). “*Materiales Peligrosos. Guía para el Adiestramiento de Personas que Manejan, Almacenan y/o Transportan Materiales Peligrosos*”. 1era revisión. Editorial FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 3402 (1998). “*Materiales Peligrosos. Directrices para la Atención de Incidentes y Emergencias*”. Editorial FONDONORMA. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez T., Botelho D. & Cleto E. (2008). *Tratamiento de Efluentes Industriales de Naturaleza Recalcitrante Usando Ozono, Peróxido de Hidrogeno y Luz Ultravioleta*. Universidad Militar de Nueva Granada, Colombia.
- Sainz J. (2005). *Tecnología para la Sostenibilidad. Procesos y Operaciones Unitarias en Depuración de Aguas Residuales*. EOI. Madrid, España.
- Tamayo T. & Tamayo M. (1997). *Estadística*. Reverte. México.
- Tchobanoglous G., Burton F., Trillo J. & Trillo I. (2003). *Ingeniería de las Aguas Residuales. Tratamiento y Reúso*. 4ta edición. McGraw Hill. España.
- Zorrilla A. (1993). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. McGraw Hill. España.

Recibido el 26/06/2014
 Aceptado el 06/11/2014