

**CARACTERIZACION Y ACCIONES PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL  
DE LOS RESIDUALES DEL LABORATORIO DEL CENTRO DE  
ESTUDIOS BIOTECNOLÓGICOS.**

**Ing. Yusleidys Cortés Martínez, Dr.C. Juana Zoila Junco Horta, Dr.C. Jesús D. Luís  
Orozco.**

*Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas,  
Cuba.*

## **Resumen**

Se realiza el estudio de la actividad que desarrolla el Centro de Estudios Biotecnológicos de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” con un enfoque ambiental para determinar los potenciales de riesgo que genera la actividad docente e investigativa del centro de estudio. El estudio se apoyó en la caracterización físico – química a partir de indicadores de contaminación, pH, Temperatura, Demanda Química de Oxígeno y el cuadro de Sólidos fundamentalmente. Los análisis fueron realizados según los métodos normalizados para análisis del agua potable y residual. Se realizó la caracterización estadística de los parámetros estudiados con el empleo del software estadístico (STATGRAPHICS 5.0, 2000). Se ensayaron alternativas experimentales como solución a los incumplimientos de lo establecido para el vertimiento de residuales, proponiendo la operación de neutralización para los residuales con valores extremos de pH, el diseño del reactor para la operación de mezclado con su respectivo análisis económico.

**Palabras claves:** *Contaminación, Residuales; Tratamiento.*

---

## **Introducción.**

La promoción de las políticas y estrategias ambientales tiene lugar a finales de la década de los ochenta con la aparición de herramientas de gestión ambiental, llamadas de «adscripción voluntaria», a partir de la cual no se podría trabajar en función de responder exclusivamente a lo estipulado en el marco regulatorio; era imprescindible manejar otras exigencias dirigidas a industrias, consumidores, usuarios y otros grupos sociales para impulsar cambios operacionales orientados de manera explícita a la mejora ambiental.

Ya en los años noventa se aumenta el enfoque a las cuestiones preventivas, los cambios se van dirigiendo, a la propia concepción de los procesos productivos.

Teniendo en cuenta que todos los procesos de la vida se caracterizan por los continuos cambios que en ellos se producen, no puede dejarse de tener en cuenta la ciencia y la tecnología. En la actualidad hablar sobre contaminación ambiental es muy común, pero se sabe realmente, que ésta implica cualquier cambio químico, físico o biológico respecto a un nivel base “natural” y en este sentido, (Yassí, Kjellstrom, Dekok y Guidotti, 2002) planteó que la contaminación se considera como una consecuencia del progreso, especialmente del

desarrollo industrial, afirmando entonces, que la contaminación es un cierto grado de impurificación del aire, agua o suelo, que pueda originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante períodos previsible de tiempo.

Diariamente se acumulan residuos producto de todas las actividades, en el hogar, en el comercio, en fábricas, talleres, actividades agrícolas y ganaderas. La cantidad de residuos es mayor en las zonas urbanas e industriales, que en las zonas rurales y si estos desechos no son tratados, contaminan el ambiente y por lo tanto afectan al entorno del ser vivo. El agua puede contaminarse de diferentes formas, aunque la más común en la actualidad es por desechos orgánicos. Sobre este particular (Hazra, Drozdov, González y Martínez, 2002) plantearon que los desechos industriales incluso en concentraciones muy pequeñas son extremadamente tóxicos y los nutrientes de algunas sustancias provocan un incremento del contenido de bacterias, lo que puede afectar la flora y la fauna, al consumir el oxígeno del agua cuando se descomponen.

(Gadea, E.y Guardino X, 2000) plantearon que dentro de los residuos, uno de los tipos que más atención requiere, no por su cantidad sino por los riesgos potenciales que encierran, son los residuos peligrosos. Los laboratorios de docencia y de investigación, hospitales, clínicas, centros sanitarios y empresas inciden en este tipo de generación de residuo. En estos centros productores suelen producirse varios tipos genéricos de residuos: urbanos (papel, cartón, vidrio no contaminado), peligrosos (sustancias químicas, materiales contaminados) biológicos, cancerígenos y radioactivos.

En la fase del diseño del protocolo experimental o ensayo, debe estudiarse, como primera condición, la minimización o reducción de los residuos a producir.

Para conseguir un correcto tratamiento de los residuales, es necesario observar aquellas normas que garanticen, en primer lugar, la seguridad de todos los implicados en la cadena (productores, manipuladores, transportistas, gestores y ejecutores de los tratamientos) y, en segundo lugar, el cumplimiento de los parámetros establecidos para su disposición final.(GTZ, 2004 y Martínez, 2005).

El Centro de Estudios Biotecnológicos de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” desarrolla actividades docentes e investigativas que generan residuos que se depositan al medio sin previo tratamiento, incidiendo estos en el cuerpo receptor de forma negativa, algunos residuos son considerados peligrosos por corrosividad por presentar  $\text{pH} \leq 2$  y  $\text{pH} \geq 12$

y con elevada Demanda Química de Oxígeno (DQO). Estos residuales por su composición afectan al medio ambiente y deterioran las tuberías. Así mismo se hace necesario realizar un estudio profundo de las actividades del laboratorio para poder caracterizar los residuos que se generan a partir de indicadores de contaminación pH, Temperatura, DQO y cuadro de Sólidos y recomendar acciones para su gestión ambiental.

La novedad e importancia práctica está en que se estudia por primera vez la incidencia ambiental de la actividad del laboratorio y se presentan los principales agentes contaminantes, sus efectos perjudiciales sobre el medio ambiente y alternativas de tratamiento.

## **Desarrollo**

### **1.1. Contaminación.**

La contaminación según lo planteado por (Serrano, Rubio, Tortosa, Abó, Menéndez, Prévex, y Bériz, 2006) es la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos que perjudique o resulte nocivo para los factores o componentes del medio.

Así la sustancia química biológica o radiológica, en cualquiera de sus estados, que al encontrarse por encima de sus concentraciones normales en cualquier elemento del medio ambiente el cual altera, cambia su composición o condición natural, se conoce con el nombre de contaminante, los cuales según su naturaleza se pueden clasificar en:

**Biológicos.** Incluyen aquellas formas de vida que pueden causar efectos adversos en el medio ambiente y la salud. Entre ellas las bacterias, virus y hongos.

**Químicos.** Se clasifican en dos clases fundamentales, los orgánicos (sustancias químicas que tienen una estructura basada en átomos de carbono como los hidrocarburos y alcoholes) e inorgánicos (no contienen o contienen pocos átomos de carbono, como son los halógenos, metales, ácidos y compuestos alcalinos corrosivos).

**Físicos.** Radiaciones, ruido, vibraciones, calor, sólidos.

Una causa importante de la contaminación del agua potable es el vertido de aguas residuales, (Trastoy y Orozco, 2007) porque los efluentes pueden influir en la concentración de los componentes químicos del agua, afectando sus niveles normales. Generalmente los de tipo industrial introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, actuando en contra de los organismos que en él se desarrollan y de la calidad del agua en general. Es aquí donde

puede hablarse propiamente de contaminación.

Sin embargo las sustancias que modifican factores físicos no necesariamente pueden ser tóxicas en sí mismas, pero pueden alterar las características físicas del agua y afectar a la biota acuática. Los sólidos en suspensión, la turbidez, el color, los agentes tensoactivos y la temperatura son parámetros importantes para caracterizar la contaminación física del agua.

Las instalaciones, procesos y actividades que provocan contaminación ambiental constituyen las fuentes de contaminación que (Alonso 2005 y Ferrer 2008) en las clasifican en:

**Fuentes puntuales.** Aquellas en que los contaminantes llegan al medio receptor desde un punto de descarga fijo y definido o ubicación geográfica particular, que se puede determinar de forma precisa, como pueden ser los sistemas de tratamiento de residuales, las industrias, escuelas, hospitales, edificios públicos, conductos y canales.

**Fuentes difusas.** Aquellas en que los contaminantes llegan a los medios receptores desde zonas amplias y extendidas, geográficamente disgregadas y de difícil identificación, como los escurrimientos agrícolas, mineros y urbanos, y la deposición atmosférica.

Así mismo la fundación (MAPFRE, 1994 y Castillo, 2004) plantea que según el origen se clasifican en:

**Fuentes naturales** (erupciones volcánicas, incendios forestales).

**Fuentes tecnológicas** (la actividad industrial de todo tipo, el transporte automotor y el consumo industrial y doméstico).

**Fuentes agrícolas** (áreas cultivadas a las que se aplican agroquímicos y estiércoles, el riego, campos de forraje, terrenos en labores de preparación, quema de cultivos).

**Fuentes pecuarias** (granjas avícolas, centros porcinos, vaquerías).

**Fuentes domésticas y municipales** (viviendas, centros comerciales y de recreo, edificios públicos).

(Díaz, y Ferrer, 2008) hicieron referencia a la necesidad de clasificar el agua y desde este punto de vista el tratamiento puede ser:

**Primario:** Se elimina un gran porcentaje de sólidos en suspensión y materia inorgánica.

**Secundario:** Se trata de reducir el contenido en materia orgánica acelerando los procesos biológicos naturales.

**Terciario:** Es necesaria cuando el agua va a ser reutilizada; elimina un 99% de los sólidos, elimina los contaminantes que perduran después de aplicar los tratamientos primario y

secundario, muy costoso.

## **1.2. Análisis y tratamiento de aguas residuales en los laboratorios.**

Recientemente se han realizado estudios de tratamientos de efluentes líquidos simulando procesos a escala de laboratorio (Navarro y Palladino, 2007), así mismo se han caracterizado desde el punto de vista químico y físico efluentes resultantes de procesos de producción (García, Almeida, Vilaseca y Laucericca, 2007), todo ello, corroborando la premisa de que para valorar la composición de las aguas residuales y la efectividad de diferentes tratamientos es necesario analizar ésta desde el punto de vista físico, químico y biológico, este último basado en la acción de los propios microorganismos, según lo expresado por (Martínez, Junco, Domínguez y Benítez, 2007) . Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en Sólidos Totales, Fijos y Volátiles, la demanda química de oxígeno (DQO), el pH y la conductividad, entre otros.

El método es aplicable a muestras que tengan DQO superiores a 50 mg/L. Para concentraciones más bajas, tales como muestras de aguas superficiales, se puede usar el método modificado para bajo nivel en un intervalo entre 5 y 50 mg O<sub>2</sub>/L.

Cuando la concentración de cloruro en la muestra es mayor de 2000 mg O<sub>2</sub>/L, se requiere el método modificado para las aguas salinas. Para muestras con DQO > 50 mg O<sub>2</sub>/L. usar 50 mL y para DQO 90 mg O<sub>2</sub>/L, usar una porción pequeña de muestra diluida a 50, 0 mL. (Anon, 1997; Standard Methods for Examination of Water and Waste water.1992).

El pH mide la acidez de una muestra, apoyado de un electrodo que consiste en una célula con un potencial controlado por la actividad del protón a cada lado de una membrana de vidrio muy fina (Moreno, Jay, Richards y Naughton, 2004)

Toda comunidad produce residuales líquidos y sólidos, (Díaz, 2008) y (Metcalf y Heddy, 2002), desde el punto de vista de las fuentes de su generación las aguas residuales pueden definirse como una mezcla de líquidos y sólidos de diversos tipos, procedentes de las viviendas, instituciones, comercios y establecimientos industriales.

El vertimiento indiscriminado de los residuales líquidos puede causar grandes trastornos a la naturaleza y la sociedad; problemas grandes de contaminación ambiental, desequilibrio ecológico, epidemias, y otras, este fenómeno se ha acentuado en los últimos años según (Santana, 2007) el tratamiento de dichos residuos es un factor prácticamente imprescindible en la sociedad actual. Los residuales pueden ser vertidos sin tratar, parcialmente tratados o

totalmente tratados. La alternativa de vertimiento depende de las características físico-químicas del residual, condiciones geográficas y ecológicas que rodean la comunidad, por lo tanto los tratamientos de aguas residuales deben cumplir los siguientes requisitos.

- Ser efectivos en la remoción de materia orgánica.
- Ser relativamente económico en lo referente a los costos de inversión.
- Ser energéticamente aceptable.

Al respecto (Clark, 1995, Clavero, 1996 y Jiménez, 2006) plantea que el adecuado tratamiento de los residuos de todo tipo y radiactivos generados en un laboratorio es necesaria por las siguientes razones:

- Permite la prevención de accidentes y disminuye las situaciones de riesgo.
- Mejora la imagen respecto al medio ambiente.
- Evita los costos de la no gestión (separar los daños causados).
- Evita los costos de posibles sanciones.

(Según Ayliffe, G. 1989 y British, S. 1980) en algunos casos se utilizan tratamientos aerobios y anaerobios, que son llamados tratamientos mixtos. Dentro de los tratamientos terciarios los más empleados son los de arrastre con vapor de agua o aire. Para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles, como disolventes clorados (tricloroetileno, clorobenceno, dicloroetileno) o contaminantes gaseosos (amoníaco), los procesos de membrana donde el agua residual pasa a través de una membrana porosa, mediante la adición de una fuerza impulsora, consiguiendo una separación en función del tamaño de las moléculas presentes y del tamaño de poro de la membrana.

- El intercambio iónico es otro de los métodos empleados, al hacer pasar el agua residual a través de una resina.
- El proceso de adsorción con carbón activo para eliminar compuestos orgánicos es otro de los métodos de tratamiento empleado. Se puede utilizar en forma granular (columnas de carbón activado granular) y en polvo.
- Los Procesos de oxidación sirven para eliminar o transformar materia orgánica y materia inorgánica oxidable.
- Procesos convencionales de oxidación. Se usan como oxidantes el ozono, el peróxido de hidrógeno, el permanganato de potasio, el hipoclorito de sodio, el cloro y el oxígeno.

- Otras operaciones las constituyen los procesos a alta temperatura y presión de oxidación con aire húmedo, la detoxificación solar con el empleo de la radiación UV solar, los procesos de reducción con el fin de reducir elementos metálicos en alto estado de oxidación, la precipitación química a partir de la utilización de reacciones químicas para la obtención de productos de muy baja solubilidad.

El agua pura según (Delmás, A. 2001; Travesa, A y Travis, 2006) tiene su mayor densidad a los 3,98 °C es menos densa al enfriarse o al calentarse, lo que la hace menos densa, tiene un calor específico inusualmente alto, importante en el regulamiento del clima global. Algunas sustancias, sin embargo, no se mezclan bien con el agua, ya que presenta alta tensión superficial proporcionando que las gotas sean estables.

Entre los métodos para la neutralización de aguas residuales se incluye la Homogenización, que consiste en mezclar las corrientes, algunas de las cuales son ácidas y otras alcalinas, el método de control de pH, consiste en la edificación de ácidos (o bases) para neutralizar las corrientes alcalinas o ácidas.

Teniendo en cuenta los factores que guían la selección del reactivo de neutralización como son:

- Costo de compra
- Capacidad de neutralización
- Velocidad de reacción
- Almacenamiento y vertido de los productos de la neutralización.

Algunas instrucciones para el tratamiento de agua residual fueron expuestas por (Espinoza y Martínez, 2005) las cuales se relacionan a continuación.

Los ácidos minerales: ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico pueden neutralizarse con desechos de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio u otras bases diluidas. La solución ácida debe diluirse hasta una concentración no mayor a 1mol/L, después de lo cual se añade la base lentamente y con agitación. El pH de final deberá estar cercano a 7.

Para la realización de las investigaciones tuvimos en cuenta el esquema de procedimientos de desactivación de residuales químicos propuesto por (Momplet y Estéban, 2005), el cual fue de mucha utilidad para el tratamiento de los residuales.

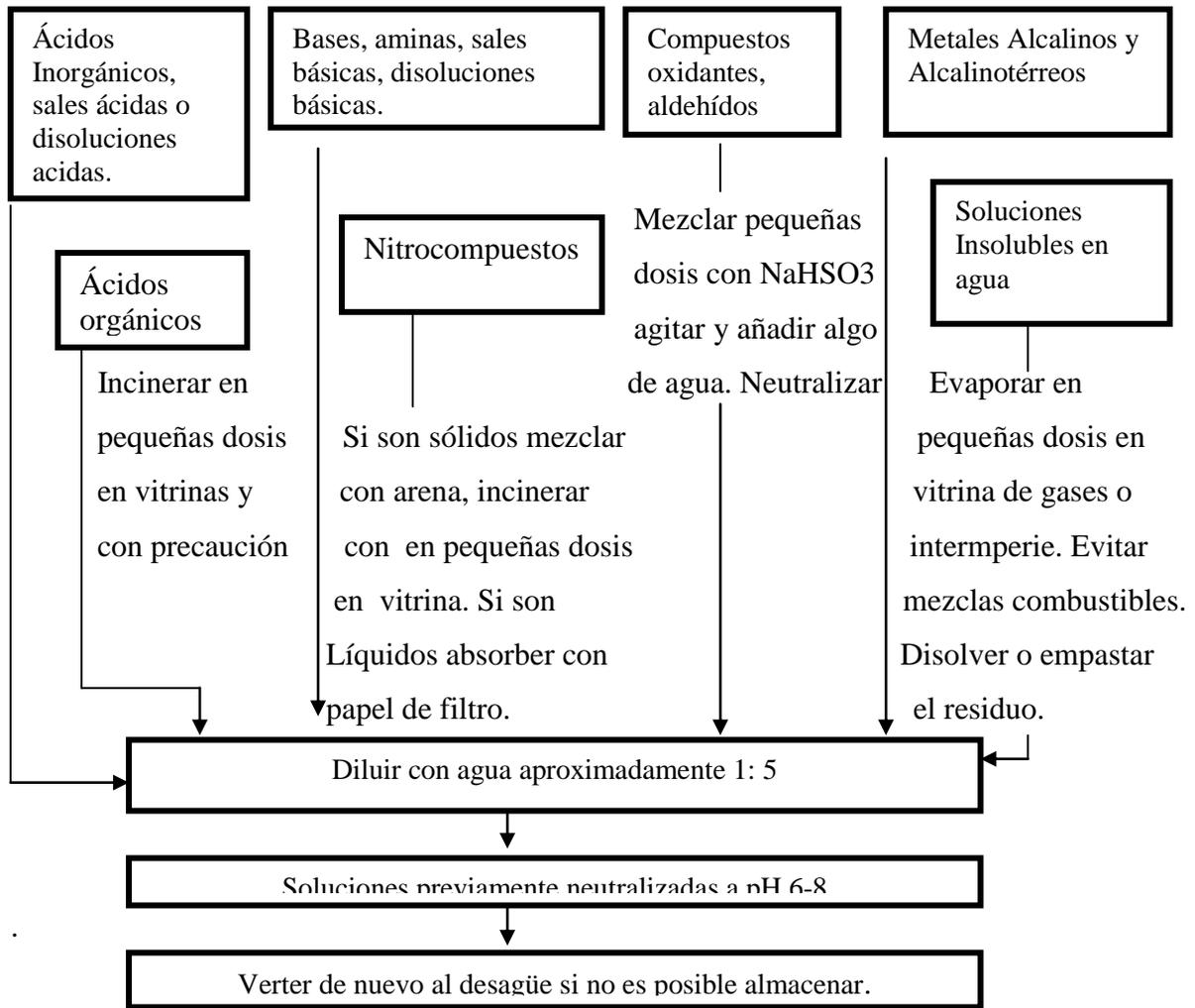


Figura 1.1 Desactivación de residuales químicos de laboratorios docentes.

### 1.3. Desarrollo experimental de la investigación.

Para la disposición de esos residuos se realizó un estudio de la actividad realizada en el laboratorio, contando con 8 residuales y partiendo de la materia prima empleada en la actividad, siguiendo su transformación y mezcla con otros productos y de aquí se extrae la relación de residuos generados teniendo en cuenta las propiedades fisicoquímicas.

Para el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el cumplimiento de las siguientes etapas:

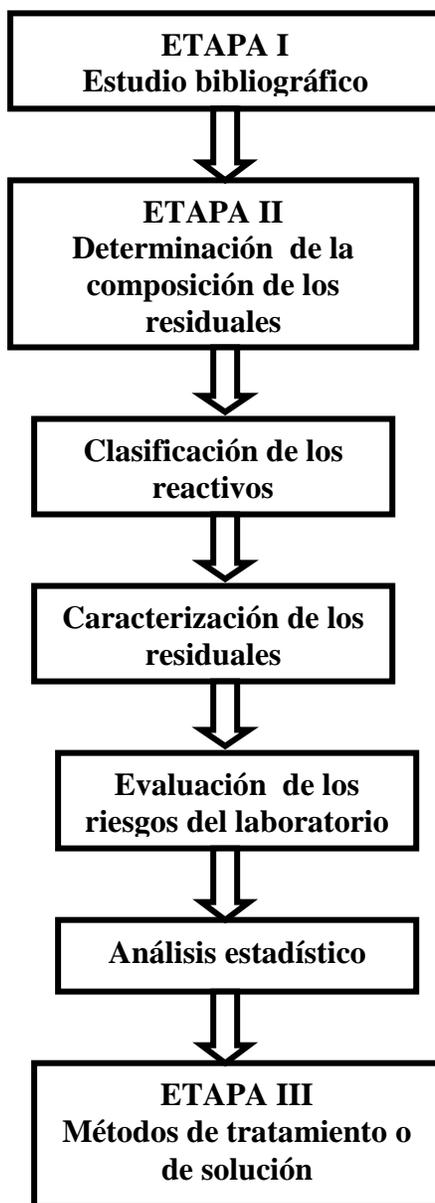


Figura 1.2 Pasos a seguir en la investigación.

Los experimentos se realizaron en los laboratorios de química de la Universidad de Matanzas y en el laboratorio del Centro de Estudios de Medio Ambiente de Matanzas (CEMAM). Para la caracterización de los residuales de los laboratorios se realizaron los análisis, en base a los (Standard Methods for the Examination of Water and Waste water, 1992 y Catalogo, 2005). Se hicieron tres tomas de muestra por práctica realizada y cada

muestra con 3 réplicas. Las muestras fueron tomadas de inmediato después de realizadas las prácticas y medido su volumen. En el caso de las determinaciones de oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno y la temperatura, la determinación se realizó inmediatamente después de tomada la muestra, se conservaron en recipientes de vidrio y polietileno a temperaturas por debajo de 5 °C.

### **Resultados y comportamiento de los parámetros estudiados:**

- Los residuales de las prácticas de laboratorio 3, 7 y 8 son clasificados como ácidos, los de las prácticas 1 y 5 como básico y los de las prácticas 2,4 y 6 son neutros, por lo que hay un predominio de residuales ácidos y neutros. El residual más ácido es el 3 con un valor de pH = 0,6 que lo hace potencialmente peligroso, ya que en este residual existe gran cantidad de fenol y ácido sulfúrico como reaccionantes. El residual más básico es también peligroso por corrosividad y resulta ser el residual 1 con un valor de pH =12. Como se aprecia, los valores de pH correspondientes no se ajustan con los intervalos establecidos por la (Norma Cubana NC XX, 1999), donde los límites máximos permisibles promedio para este parámetro son entre (6 – 9), ni con la (Norma Cubana TS 360, 2004) por lo que es necesario un tratamiento de neutralización para estos dos residuales que son los que producen mayores afectaciones en el vertimiento al cuerpo receptor.
- En el caso de la temperatura los residuales que mayor incidencia tienen son los de la práctica 3, debido a la gran cantidad de ácido sulfúrico y de fenol que presenta, que al reaccionar liberan energía al medio y en el caso del residual 1 y 2 que presenta en su composición ácido dinitro salicílico.
- El residual que mayor conductividad eléctrica presenta es el de la práctica 3, con una conductividad de 478.233 mS y el residual 2 es el que presenta menor conductividad
- El residual 3 es el que presenta mayor porcentaje de saturación de oxígeno, este análisis se realiza inmediatamente después de tomadas las muestras en un oxímetro mediante un electrodo.
- El residual 3 presenta elevados valores de sólidos totales y de sólidos volátiles, pero bajos valores de sólidos totales fijos.
- El residual 1 es que presenta elevados valores de dureza cálcica.
- El valor más bajo de DQO es el del residual 4 y el más alto es el del residual 5 y 6 donde su componente más predominante es el hipoclorito de sodio, ya que el cloro interfiere en el

resultado, aunque todos los residuales presentan una elevada DQO, fuera de los valores normados, según la norma (NC- TS 360, 2004) que plantea que los límites máximos permisibles promedio para los vertimientos de aguas residuales según la clasificación del cuerpo receptor tienen que ser  $< 90 \text{ mg/L}$ .

Des acuerdo a los valores extremos de pH de los residuales 1 y 3 se procedió a la mezclar ambos residuales para lograr la neutralización de dichas corrientes, sin embargo los primeros ensayos no resultaron positivos, se procedió entonces a efectuar la neutralización de cada residual por separado con la utilización de ácido clorhídrico e hidróxido de sodio respectivamente obteniendo en esta ocasión resultados positivos.

Se propone un tratamiento primario de neutralización, utilizando el método de control de pH que permite la adición de ácidos (o bases) para neutralizar las corrientes alcalinas o ácidas, reacción instantánea para el residual más básico y para el residual más ácido, con el objetivo de minimizar las afectaciones que estos puedan provocar, ya que sucesivamente estos residuales irán hacia la laguna de oxidación donde recibirán un tratamiento secundario.

El tratamiento se realiza en un tanque con agitación, el cual se utiliza en tratamientos de aguas y es quizás la operación más universal de todas.

### **Residual 1**

Presenta un  $\text{pH} = 12$ , por lo que se considera básico y se propone una neutralización de aguas residuales alcalinas utilizando ácido clorhídrico al  $1 \text{ mol /L}$ , aunque en principio cualquier ácido fuerte puede ser usado para la neutralización, la reacción es esencialmente instantánea. Este método se le realiza a las tres muestras tomadas del residual.

Teniendo en cuenta lo planteado por (Momplet y Estéban, 2005) se proponen los siguiente pasos para realizar el tratamiento. El cual se realiza a nivel de laboratorio en un recipiente de 1L y se repite el procedimiento a nivel de banco en uno de 5 L para cada una de las muestras.

### **Equipos:**

- Agitador de placa de acero inoxidable, acorde con las características del fluido de marca MR25 y unidad de medida r.p.m. según (Rosabal, 2006)

- pH metro

Utensilios: Vaso de precipitado de 1 L , de 5 L y bureta de 50 mL.

Reactivos: Ácido clorhídrico

**Procedimiento:**

Se toma un volumen representativo y se añade a un vaso de precipitados.

Se realiza una dilución 1:5 de una parte representativa de la muestra según (Momplet y Estéban, 2005).

Se neutraliza la muestra básica con ácido clorhídrico al 1 mol /L, utilizando bureta de 50 mL

Se mide el pH constantemente hasta que se alcance el pH neutro.

La neutralización se realiza con agitación constante hasta obtener el pH deseado.

**Residual 3**

Presenta un pH = 0,6, por lo que se considera sumamente ácido y se propone una neutralización con hidróxido de sodio al 22 %. Este método se le realiza a las tres muestras tomadas del residual.

Teniendo en cuenta lo planteado por (Momplet y Estéban, 2005) se proponen los siguientes pasos para realizar el tratamiento. El cual se realiza a nivel de laboratorio en un recipiente de 1 L y se repite el procedimiento a nivel de banco en uno de 5 L para cada una de las muestras.

**Equipos:**

- Agitador de placa de acero inoxidable, acorde con las características del fluido de marca MR25 y unidad de medida r.p.m según (Rosabal, 2006)

- pH metro MV 88

Utensilios: Vaso de precipitado de 1 L , de 5 L y bureta de 50 mL

Reactivos: Sosa al 22 %

**Procedimiento:**

1- Se toma un volumen representativo de la muestra y se añade a un vaso de precipitado.

2-Se realiza una dilución 1:5 de una parte representativa de la muestra.

3-Se neutraliza la muestra ácida con hidróxido de sodio (NaOH) al 22 %, utilizando bureta.

4-Se mide el pH constantemente hasta que se alcance el pH neutro.

5- La neutralización se realiza con agitación constante hasta obtener el pH deseado.

En el tratamiento de estos dos residuales se utilizó ácido clorhídrico e hidróxido de sodio como agentes neutralizantes, donde se recomienda la dilución 1:5 para el tratamiento por neutralización y posteriormente 1:10. Comprobándose posteriormente que la Demanda Química de Oxígeno disminuyó considerablemente hasta un valor final de 577, 11 mg/L para

el residual 1 y para el residual 3 un valor final de 340 mg/L.

Se propone un diseño preliminar para el tratamiento de los residuales 1 y 3 teniendo en cuenta los criterios de escalado propuesto por (Lee, 1992; Lee, 1991; Trambouze, P. 1979 y Trambouze, 1990) estando en presencia de un proceso discontinuo, batch. A partir de los resultados obtenidos a nivel de laboratorio se proyecta realizar un diseño de la operación a escala mayor partiendo de un recipiente de 1 L y haciendo los cálculos de escalado hasta un recipiente de 5 L y conservando la similitud geométrica para el tanque a planta piloto. Se selecciona el agitador a utilizar, teniendo en cuenta las características técnicas del agitador según (Rosabal, 2006) y se calcula la potencia del mismo.

Para realizar el diseño del tanque con agitación propuesto para el tratamiento de los residuales 1 y 3 se aplican los criterios de escalados (1) y (2) planteados por (González, 2002), en el cual se tiene que cumplir con el criterio semejanza geométrica que se expone a continuación.

Criterio de semejanza geométrica (1)

$$\frac{H_1}{D_1} = \frac{H_2}{D_2}$$

$$H_1 = \frac{D_1 H_2}{D_2}$$

Siendo  $D_1$ ,  $H_1$  y  $D_2$ ,  $H_2$  el diámetro y la altura del tanque a escala de laboratorio y a escala piloto, respectivamente.

Criterio igual potencia por unidad de volumen (2)

$$N_1 = N_2 \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^{2/3}$$

Siendo  $N_1$ ,  $D_1$  y  $N_2$ ,  $D_2$  las revoluciones por minuto y el diámetro del impelente para los agitadores utilizados.

### **Tratamiento para el residual 7**

Este residual es un medio de cultivo y se considera un gel de agar. Debido a sus propiedades físico-químicas se decidió tratar para después realizarle los análisis posibles. El tratamiento de autoclave se realizó teniendo en cuenta lo expuesto en la literatura por (Torres y Morales, 2006) donde se plantea que el único modo que existe de lograr su disolución momentánea es mediante tratamiento térmico y su disolución puede apreciarse cuando al agitar no se adhiere ninguna partícula de agar a las paredes internas del recipiente y la solución viscosa resbala. En

el laboratorio existe una producción de vitro-plantas, por lo que se desechan semanalmente de este medio de cultivo en el laboratorio aproximadamente 2L.

### **Procedimiento:**

- Se propone autoclaviar el residual por un tiempo mínimo de 10 minutos ya que este tiempo es suficiente para la cocción de la muestra y se disuelva.
- Inmediatamente después de autoclaviada la muestra a una temperatura de 75 C ° se hace necesario diluir la muestra como mínimo 1:8, por cada 30 mL de muestra (Para esto se realizaron varias pruebas de dilución partiendo de 1:1 para definir a que dilución la muestra no retomaba su estado total de solidificación original al enfriarse).
- Verter por el desagüe.

### **Tratamiento para el residual 8**

Este residual producto a sus propiedades físico-químicas se decidió tratar para después realizarle los análisis posibles. De este residual se desechan aproximadamente 2 L de muestra cada 15 días. Este residual se encuentra contaminado por mohos, bacterias y levaduras, por lo que se hace obligatorio descontaminarlo en autoclave por un tiempo de 45 minutos, además de que es el único modo que existe de lograr la disolución momentánea de los geles de agar, puede apreciarse cuando al agitar no se adhiere partícula alguna de agar a las paredes internas del recipiente y la solución viscosa resbala.

- Se realizaron varias pruebas después de retirada la muestra de la autoclave, para ver su disolución en agua y la cantidad necesaria para que la muestra no vuelva a tomar sus propiedades originales, partiendo de la dilución 1:1 y quedando demostrado una dilución 1:8 inmediatamente que se retire de la autoclave por cada 30 mL de muestra .
- Verter al desagüe el material tratado.

### **Conclusiones**

Con esta investigación se logra estudiar por primera vez en la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos las características de los residuales que genera el laboratorio del Centro de Estudios biotecnológicos a partir de indicadores de contaminación cuyos parámetros superan los valores normados y se analizan alternativas a aplicar antes de su disposición al entorno, ya que estos residuales si no son tratados causarían daños a la base material y al medio ambiente. Los estudios efectuados a los residuales 1 y 3 muestran que los valores de pH

se encuentran fuera de lo normado para su vertimiento presentando el residual 1 un valor de pH = 0,6 y el residual 3 un pH = 12. La aplicación de la neutralización como alternativa de tratamiento a través de la operación de mezclado evidencia la factibilidad de lograr el cumplimiento de la norma con relación a este parámetro, así como el diseño de la instalación consistente en un reactor (tanque con agitación) obteniéndose un volumen igual 170 L de 0,60 m de diámetro y agitador de paleta (placa), de diámetro del impelente 0,198 m y 108 r.p.m y material acero inoxidable para la neutralización de los residuales.

### Bibliografía

1. Alonso, I. 2005. Residuos. [en línea] Disponible en: <http://www.conama.com.cl> consultado: [Enero/2007]
2. Anon.1997. Demanda química de Oxígeno. Método de reflujo abierto. Rev. Temas ambientales. Instituto de Ideología, Meteorología y Estudios ambientales, IDEAM. Colombia. Consultado: Febrero/2007
3. Ayliffe, G. 1989. Hazardous substances fact sheet: Clutaraldehyde. CAS N0 111- 30-8, Filadelfia.
4. British, S. 1980. Specification for safety requirements for laboratory. Londres. (BS 4402).
5. Castillo, L. (2004). Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del Medio Ambiente en instituciones.
6. Catalogo: Biochemical & Reagents en: [sigma.aldrich.com/safc](http://sigma.aldrich.com/safc).año 2005.Editrial P.O.Box 14508, St. Lowis, MOG 3178 USA. Consultado: Junio 2007
7. Clark, RP 1995.De acuerdo a los **efectos** que las mismas pueden causar las sustancias químicas [Disponible en:] [www.atenas.inf.cu/Centros/ WebUMA/Regulatoria/seguridadbiologica.htm](http://www.atenas.inf.cu/Centros/ WebUMA/Regulatoria/seguridadbiologica.htm). [Consultado en: mayo 2007]
8. Clavero, JM. 1996. La Gestión de Residuos peligrosos en el Laboratorio Universitario. La Gestión Compartida Universidad de Oviedo. BOE nº 160 de 5/ 7/97
9. Delmás, A. 2001. Propiedades del agua como disolvente [en línea] [Disponible en] [http://www.monografias.com/el\\_agua\\_como\\_disolvente/residuos-de-laboratorio.shtml](http://www.monografias.com/el_agua_como_disolvente/residuos-de-laboratorio.shtml). [Consultado abril 2007]

10. Díaz, R 2008. Tratamiento Físico – químico de residuales líquidos. Editorial ISPJAE  
Pág. 294 Ciudad Habana
11. Drozdov, S G.(2002) et al [Determinando si los residuos químicos son residuos peligrosos o no peligrosos](http://www2.udec.cl/sqrt/reglamento/reglresiduos.html_toc431695714)[http://www2.udec.cl/sqrt/reglamento/reglresiduos.html -  
\\_toc431695714](http://www2.udec.cl/sqrt/reglamento/reglresiduos.html_toc431695714)
12. Espinosa,(2005).Monografias.com.[en línea] [disponible en] <http://www.monografias.com/trabajos/contamagua/contamagua.shtml>. [Consultado en enero 2007]
13. Ferrer, J. (2008). Tratamientos de Aguas. Tratamientos físico – químicos. T- 2. Universidad Politécnica de Valencia. España.
14. Gadea, E.; Guardino X. (2000).Normas básicas para la recogida selectiva de los residuos tóxicos y peligrosos generados en los laboratorios. Barcelona, España
15. García, L; Almeida, M; Vilaseca, Fy Laucerica, J.L (2007). Residuales de la producción de Policosanol. Caracterización físico-química e influencia en la contaminación potencial del agua. VII Taller Internacional Ecología y Desarrollo. Universidad de Matanzas. Cuba. [CD-ROOM]
16. Gonzales,R.(2002). Elaboración de adsorbentes a partir de lodos de EDARS urbanos para la remoción de contaminantes orgánicos. CEMAN-Universidad de Matanzas, Cuba. Girona España.
17. GTZ ( 2004). Guía para la gestión de sustancias químicas, Bonn. V.16
18. Hazra, S. K. 2002. Sisal plant regeneration via organogenesis. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 70:235-240. Health Association, AWWA, WPCP, New York, 1992.
19. Jay,M; Richards, H.; Naughton. K. (2004). Current costs of process equipment. Rev. Chemical.
20. Jiménez, MA.(2006).\* Facultad de Ciencias Médicas de Granma, Manzanillo, Cuba. [en línea]
21. Lee, J. M. (1992). "Biochemical Engineering", Prentice Hall, N.J., U.S.A.
22. Lee, J. M., (1991) "Biochemical Engineering", Prentice Hall, Englewood Cliffs
23. MAPFRE Fundación 1994. Manual de Contaminación Ambiental, Ed. Mapfre, S.A., Madrid.

24. Martínez Ochoa Yamilé; Junco Juana Zoila; Domínguez, F J. Benítez, A2007. Alternativas de eliminación biológica de fósforo en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales. 2007. VII Taller Internacional Ecología y Desarrollo. Universidad de Matanzas. Cuba. [CD-ROOM]
25. Martínez, C.(2002). Microbiología general Instituto superior de Ciencia Agropecuarias de La Habana p 25 -80
26. Martínez, J. et al. (2005). Guía para la gestión integral de residuos peligrosos, Montevideo.Uruguay
27. Metcalf y Heddy. (2002). Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización, 3.a ed., Mac Graw Gill Interamericana de España.
28. Momplet y Estéban. (2005). Seguridad en el Laboratorio químico. Tratamiento de Residuales de Laboratorio. Panreac
29. Moreno, J; Buitrón G. (2004). Event-driven control for treating oxidants in aerobic sequencing batch bioreactors. 9th Symposium Computer Applications in Biotechnology, 28-31/Marzo. Francia.
30. Navarro, A y Palladino. L. (2007). Tratamiento de un Efluente Líquido mediante un Lecho Fluidizado de Partículas. Influencia de las Distintas Variables. VII Taller Internacional Ecología y Desarrollo. CIUM 2007. Universidad de Matanzas. Cuba. . [CD-ROOM].
31. Norma Cubana NC ts 360: 2004. Obligatoria para el Vertimiento de Aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. Especificaciones.
32. Norma Cubana NC XX: 1999. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.
33. Oficina Nacional de Normalización.2002. NC/ ISO 14001, 14004, 14010, 14011 Y 14012, La Habana.
34. Rosabal, J. 2006. Hidrodinámica y Separaciones mecánicas Tomo II. Ediciones ENPES. La Habana, Cuba.
35. Santana, D. (2007). Estudio del uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. VII Taller Internacional Ecología y Desarrollo. Universidad de Matanzas. Cuba. [CD-ROOM]

36. Serrano, J. Rubio, T. Tortosa, BI. Abó, M. Menéndez, C. Prevés, L. Bérriez, R. (2006). Rev. Protección ambiental y producción más limpia 1ª y 2ª edc. Vol.16, p.4. Editorial Academia. Agencia de Medio Ambiente.
37. SIGMA (2004-2005) Biochemical. Ed. sigma.aldrich.coorporetion.St. Louis, USA.
38. Software STATGRAPHICS 5.0, (2000).
39. Standard Methods for the Examination of Water and Waste water,( 1992).3th ed. Public
40. Terry, C. C. (2006). Rev. Protección Ambiental y Beneficios de la Producción más Limpia.
41. Torres, I.M; Morales, M.M.. Micropropagación por organogénesis in vitro de Agave tequilana. WEBER VARIEDAD AZUL. 2006. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México.
42. Trambouze (1979). Filosofía del escalado. Chem. Eng. Septiembre
43. Trambouze. P. (1990). Reactor scale – up methodology. Chem. Eng. Prog.
44. Trastoy y Orozco, J.D (2007). Estudio preliminar de la calidad del agua de una comunidad rural y su repercusión en la salud de los pobladores. VII Taller Internacional Ecología y Desarrollo. Universidad de Matanzas. Cuba. [CD-ROOM].
45. Travesa, A.(2006). Gestión de los residuos Especiales de laboratorio. Universidad Autónoma de Barcelona. Oficina de seguridad de higiene ambiental. Barcelona España.
46. Travis, (2006). Contaminación, Causa y Efectos, Ediciones Gernika, México.
47. Yassí, Kjellstrom, Dekok y Guidotti (2002). Salud Ambiental Básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México D.F.