

1-1-2016

## **Remoción de garrapaticidas y antiparasitarios generados en vertimientos de establecimientos veterinarios a través de fotooxidación en muestras de agua sintética**

Laura Natalia Sánchez Quintero  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Juan Pablo Merchán Ballesteros  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)

---

### **Citación recomendada**

Sánchez Quintero, L. N., & Merchán Ballesteros, J. P. (2016). Remoción de garrapaticidas y antiparasitarios generados en vertimientos de establecimientos veterinarios a través de fotooxidación en muestras de agua sintética. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/5](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/5)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

Remoción de garrapaticidas y antiparasitarios generados en vertimientos de establecimientos veterinarios a través de fotooxidación en muestras de agua sintética.

Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero Ambiental y Sanitario.

Laura Natalia Sánchez Quintero. Código: 41111139

Juan Pablo Merchán Ballesteros. Código: 411111084

Directora:

Doctora En Ingeniería Civil Rosalina González Forero

Universidad De La Salle

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Bogotá, Colombia

2016

## **Agradecimientos**

A Dios, por permitirnos y guiarnos para avanzar en nuestros sueños profesionales.

A la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia de la Universidad de la Salle, por brindar su apoyo económico en la realización del macro-proyecto titulado “Aplicación de técnicas de oxidación química para la gestión ambiental en el manejo de vertimientos de interés sanitario generados en clínicas y prácticas académicas veterinarias”.

A la Ingeniera Rosalina González Forero PhD. por su presencia, y apoyo con los conocimientos para el desarrollo del proyecto.

Al Semillero de Investigación en Zona Crítica por ampliar nuestras habilidades aplicativas de la Ingeniería Ambiental y Sanitaria en problemáticas actuales.

A los laboratorios de la Universidad de la Salle, de la sede candelaria por su amabilidad y la oportunidad de poder trabajar en sus instalaciones con comodidad y seguridad.

A la facultad de Ingeniería y al programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, sus directivos, profesores y secretarías ya que con su colaboración y aportes se pudo llevar a cabo esta investigación.

A nuestros familiares y amigos por su confianza y apoyo.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	7
1. Objetivos .....	8
1.1. Objetivo General.....	8
1.2. Objetivos Específicos .....	8
2. Antecedentes .....	9
3. Marco Teórico.....	12
3.1. Oxidación Química:.....	12
3.2. Fotooxidación: .....	12
3.3. Fotooxidación homogénea (UV/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ):.....	13
3.4. Peróxido de Hidrógeno (50%):.....	15
3.5. Fotoreactor de tipo Batch: .....	16
3.6. Lámpara UV: .....	17
3.7. Balastro electrónico: .....	18
3.8. Amitraz: .....	18
3.9. Propoxur: .....	20
3.10. Triclorfon: .....	22
4. Metodología .....	24
4.1. Revisión Bibliográfica .....	24
4.2. Encuestas .....	29
4.3. Acondicionamiento Del Reactor .....	30
4.4. Propoxur .....	33
4.5. Amitraz .....	37

4.6. Triclorfon.....	40
4.7. Ensayos En El Laboratorio (Corridas).....	43
4.8. Sistema Híbrido .....	45
5. Resultados y Análisis.....	50
5.1. Resultados y Análisis Propoxur.....	50
5.2. Resultados y Análisis Amitraz .....	51
5.3. Resultados y Análisis Triclorfon .....	53
6. Conclusiones .....	62
7. Recomendaciones .....	64
8. Bibliografía .....	65
9. Anexos .....	72
Anexo 1: Formato de encuestas realizadas en las localidades de la ciudad de Bogotá. ....	72
Anexo 2: Procedimiento para la determinación de DQO. Método 8000 .....	74
Anexo 3: Procedimiento para la determinación de COT. Método 10129.....	79
Anexo 4 Ficha de seguridad Amitraz.....	83
Anexo 5 Ficha de seguridad Propoxur.....	85
Anexo 6 Ficha de seguridad Triclorfon .....	86
Anexo 7: Libro de campo para el Propoxur.....	88
Anexo 8: Libro de campo para el Amitraz.....	91
Anexo 9: Libro de campo para el Triclorfon .....	94
Anexo 10: Anexo fotográfico .....	97

## Lista de Tablas

Tabla 1. ....	23
Tabla 2. ....	25
Tabla 3. ....	31
Tabla 4. ....	32
Tabla 5. ....	46
Tabla 6. ....	46
Tabla 7. ....	51
Tabla 8. ....	54
Tabla 9. ....	60

## Lista de Figuras

Figura 1. Corte longitudinal del reactor. Fuente: (Cubillos Alarcón & Moncada Fuentes, 2006)	17
Figura 2. Etapas del balastro electrónico. Fuente (UDLA, 2014) .....	18
Figura 3. Estructura química del Amitraz. Fuente: (Parasitipedia, 2015) .....	19
Figura 4. Estructura química del Propoxur (Parasitipedia, 2015).....	20
Figura 5. Estructura química del Triclorfon. Fuente: (Parasitipedia, 2015) .....	22
Figura 6. Frecuencia relativa de los Antiparasitarios internos y externos de uso en los establecimientos veterinarios. Fuente: (Wilches Fonseca, 2015) .....	30
Figura 7. Reactor de fotooxidación. Fuente: Autores. ....	33
Figura 8. Baño del perro con Propoxur. Fuente: Autores .....	35
Figura 9. Baño al perro con Triclorfon. Fuente: Autores .....	42

Figura 10. Procedimiento de la puesta en marcha del reactor fotocatalítico para el Propoxur y Amitraz. Fuente: Autores.....	44
Figura 11. Procedimiento de la puesta en marcha del reactor fotocatalítico para el Triclorfon. Fuente: Autores.....	45
Figura 12. Panel solar y batería. Fuente: Autores.....	47
Figura 13. Reactor de fotooxidación conectado al sistema híbrido. Fuente: Autores.....	47
Figura 14. Procedimiento de la puesta en marcha del reactor fotocatalítico con el sistema híbrido para el Triclorfon. Fuente: Autores.....	48
Figura 15. Voltímetro con la carga de la batería, después de 4 días de carga con radiación solar directa. Fuente: Autores.....	49
Figura 16. Corrida con Propoxur. El reactor fotooxidativo no está adecuado para compuestos que generen espuma. Fuente: Autores.....	50
Figura 17. Gráfica del volumen de peróxido de hidrógeno vs el porcentaje de eficiencia de remoción. Fuente: Autores.....	55
Figura 18. Gráfica de la relación del COT con DQO. Fuente: Autores.....	59

## Introducción

Los establecimientos veterinarios diseminados en la ciudad de Bogotá emplean una variedad de productos para el aseo y cuidado de los animales domésticos. Estos productos se vierten al alcantarillado generando posibles problemas de salubridad por presencia de sustancias de interés sanitario altamente tóxicas que quedan presentes en los vertimientos como garrapaticidas, antiparasitarios y plaguicidas; llegando a ocasionar impactos negativos al medio ambiente como la afectación a la flora y fauna nativa de los cuerpos de agua receptores, convirtiéndose en un problema de residuos peligrosos difíciles de tratar por métodos convencionales por la naturaleza química del material.

Adicionalmente, este proyecto hace parte de un macro-proyecto de investigación que involucra a 13 personas titulado “Aplicación de técnicas de Oxidación Química para la Gestión Ambiental en el Manejo de Vertimientos de Interés Sanitario generados en Clínicas y Prácticas Académicas Veterinarias” a cargo de los docentes Rosalina González Forero PhD, Javier Mauricio González Díaz Msc y Beatriz Elena Ortiz Gutiérrez Msc., el cual tiene como objetivo ampliar el marco de la gestión ambiental en clínicas y prácticas académicas veterinarias, con el manejo adecuado de vertimientos orgánicos de interés sanitario generados en las mismas mediante el uso de la oxidación química (Universidad de la Salle, 2015). A partir de lo anterior se decidió emplear la técnica de fotooxidación química para reducir la presencia de compuestos como el Propoxur, Amitraz y Triclorfon (plaguicida, garrapaticida y antiparasitario, respectivamente); de tal manera que se proponga una alternativa de tratamiento avanzado para minimizar o eliminar la concentración de dichos compuestos en las aguas residuales de la ciudad. Complementario a la técnica de fotooxidación se utilizó un sistema híbrido construido especialmente para el reactor que funcionaba con la luz eléctrica y luz solar para minimizar los



consumos energéticos. Los ensayos de laboratorio consistieron en recircular una muestra de agua sintética por el reactor durante 10 horas agregando peróxido de hidrógeno como oxidante cada 2 horas, permitiendo el contacto de la muestra con la luz UV durante ese periodo de tiempo.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo General**

Determinar la eficiencia de remoción de Amitraz, Propoxur y Triclorfon utilizados en establecimientos veterinarios de Bogotá a través de la técnica de fotooxidación en muestras de agua sintética.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Acondicionar el fotoreactor existente en la Universidad de La Salle y realizar pruebas hidráulicas con el fin de ser utilizado en la remoción del Amitraz, Propoxur y Triclorfon.
- Aplicar las condiciones de operación seleccionadas mediante revisión de literatura para realizar las pruebas de fotooxidación con el Amitraz, Propoxur y Triclorfon.
- Investigar la eficiencia de remoción del Amitraz, Propoxur y Triclorfon través de la fotooxidación en términos de la demanda química de oxígeno DQO y carbono orgánico total COT.

## 2. Antecedentes

La universidad de Castilla-La Mancha (España) desarrolló un tratamiento para la remoción de productos farmacéuticos utilizando la fotooxidación con los oxidantes persulfato de sodio y peróxido de hidrógeno llegando a un 99% de remoción en términos de COT, concluyendo que la fotooxidación es un método eficaz para el tratamiento de contaminantes farmacéuticos (Monteagudo, Durán, González, & Expósito, 2015). Para el presente estudio se emplea el peróxido de hidrógeno el cual oxida contaminantes orgánicos, a partir de la generación de especies radicales altamente reactivas (Deng, y otros, April 2015).

En las tesis de pregrado de la Universidad de la Salle se encontraron investigaciones relevantes correspondientes al tratamiento fotooxidativo y fotocatalítico a nivel de laboratorio:

Para la remoción de cianuros, se identificaron los inconvenientes que presentan los tratamientos convencionales en efluentes contaminados, por lo cual se investigaron Tecnologías Avanzadas de Oxidación que han sido probadas con compuestos orgánicos tóxicos y/o de difícil degradabilidad y han obtenido resultados exitosos, en dicha tesis se usa un reactor fotoquímico dotado de una lámpara ultravioleta germicida y se evaluó la efectividad de la fotocatalisis tanto homogénea como heterogénea obteniendo eficiencias del 99% y 20.75% respectivamente en la destrucción de muestras de cianuros (Barrios Cicery & Gil Donato, 2005).

Para los tensoactivos aniónicos, se utilizó un sistema fotocatalítico para la degradación de estos compuestos asegurando la oxidación de compuestos orgánicos e inorgánicos tóxicos hasta compuestos inocuos con eficiencias de 90% con un tiempo máximo de 120 minutos para un valor no superior a 500 mg SAAM/L (Cubillos Alarcón & Moncada Fuentes, 2006).

Con los líquidos fijadores para radiología, fotografía y artes gráficas, se ayudó a identificar el problema de tratamiento y disposición final de residuos peligrosos industriales obteniendo una remoción en términos de DBO de 96.8% y una remoción de DBO de 61.2%, lo cual corresponde casi en su totalidad a la fracción no biodegradable de la muestra estudiada (Ardila Robles & Zarate Polanco, 2009).

En la degradación de colorantes usados en la industria textil se evalúa una técnica que involucra la generación y uso de especies transitorias poderosas principalmente el radical hidroxilo generados mediante el uso de energía radiante, utilizando dióxido de titanio como catalizador obteniendo un porcentaje de eficiencia de 18.07% (Olarte Socha & Pulido Báez, 2010).

Por otra parte, la investigación se apoyó en las tesis de Mónica Calixto y Miguel Wilches de la Universidad de la Salle, para la realización y análisis de encuestas efectuadas en las clínicas veterinarias de la ciudad de Bogotá, donde se obtienen gráficos estadísticos que determinan los productos comerciales utilizados con mayor frecuencia y sus componentes activos, logrando identificar que el Amitraz es el producto de mayor uso comercial en los establecimientos veterinarios de la ciudad. En este orden de ideas Bogotá como capital del país, tendrá que asumir el reto de adoptar lineamientos de política pública para el uso y manejo de las sustancias generadoras de vertimientos peligrosos en clínicas y establecimientos veterinarios, lo que traerá beneficios en materia de salud ambiental para los habitantes de Bogotá.

Dentro de las investigaciones revisadas (tesis de pregrado y artículos científicos) se encontraron los efectos que causan los productos utilizados en los establecimientos veterinarios a

la salud tanto humana como animal. Sin embargo no se encontró alguna investigación que empleara la fotooxidación para la remoción de los compuestos activos de dichos productos, los cuales poseen un alto grado de toxicidad y son de difícil remoción por tratamientos convencionales.

Algunos de estos productos contienen compuestos organofosforados (OPC) que son una clase de insecticida importante, y son utilizados con el fin de controlar las plagas de insectos. En los sistemas de producción de la piscicultura, donde los peces se mantienen a densidades altas y diversas patologías, como las epizootias causadas por ectoparásitos, son tratados con OPC. Estos agentes quimioterapéuticos constituyen en realidad uno de los principales problemas ambientales derivados de la piscicultura intensiva donde el Triclorfon es un garrapaticida para animales domésticos y también es usado como insecticida en otros países con fines de agricultura. En donde los ecosistemas tropicales están actualmente amenazados por las actividades humanas, impactando directamente sobre las especies de peces tropicales, aumentando la tensión de oxígeno, reduciendo la capacidad para sobrevivir a condiciones de hipoxia (deficiencia de oxígeno) prolongadas, además de deteriorar la frecuencia cardíaca (J. Montovani, 2009).

Un estudio realizado en Noruega donde se realizaron pruebas de supervivencia con cangrejos, langostas y mejillones azules existentes en los depósitos de agua de mar que fluye fueron sometidas a concentraciones de Neguvon de 10, 1, 0,5 y 0,1 ppm; donde *Homarus Gammarus* fue la especie más susceptible, dando como resultado la muerte de los animales dentro de 24 h en niveles Neguvon de 0,5 ppm y superior (Egidius & Møster., 2007).

En otro estudio se examinaron los efectos de exposición al Amitraz oral de concentraciones de 20, 50 y 80 mg/Kg de peso corporal en 5 días en ratas de 30 y 60 días de edad; las ratas tratadas con la dosis más alta (80 mg/Kg) mostró afectaciones en la parte del cerebro encargada de la

actividad motora, indicadores alusivos a la neurotoxicidad inducida por agentes químicos (Del Pino, y otros, 2013).

### **3. Marco Teórico**

#### **3.1. Oxidación Química:**

Es una técnica en la cual se emplean oxidantes como el permanganato, peróxido de hidrógeno y persulfato para oxidar contaminantes orgánicos de manera eficiente en un periodo de tiempo relativamente corto (Lemaire J. B., 2013).

En este estudio se empleará el peróxido de hidrógeno el cual, a través de la generación de especies radicales altamente reactivas, incluyendo los radicales hidroxilos puede reaccionar y oxidar la mayoría de los contaminantes orgánicos más recalcitrantes (Deng, y otros, April 2015)

#### **3.2. Fotooxidación:**

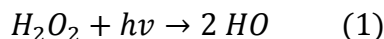
Los métodos fotocatalíticos y/o fotooxidativos para la degradación de contaminantes del agua se basan en proporcionar energía a los compuestos químicos en forma de radiación, que es absorbida por las moléculas para alcanzar estados excitados en el tiempo necesario para experimentar reacciones. La energía radiante es absorbida por las moléculas en forma de unidades cuantizadas denominadas fotones, los cuales han de contener la energía requerida para excitar electrones específicos y formar radicales libres, dando lugar a una serie de reacciones en cadena. Estos radicales libres pueden formarse por transferencia originándose el radical superóxido ( $O_2^-$ ), o hacia otros reactivos químicos como el ozono o el peróxido de hidrógeno, en cuyo caso se producen radicales hidroxilos (OH). Los métodos basados en la luz utilizan

normalmente radiación ultravioleta (UV) debido a la mayor energía de sus fotones (P.C Fung, Q. Huang, S.M Tsui, & C.S Poon, 1999).

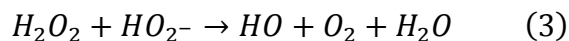
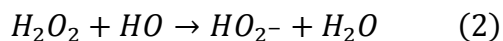
La fotooxidación se divide en dos, la homogénea (se va a utilizar en dicho proyecto) y la heterogénea; la diferencia está en que en la primera tanto el oxidante como el catalizador (si se utiliza) se presentan en disolución, pero en la segunda, el catalizador no se encuentra en fase acuosa y el proceso se basa en la absorción directa o indirecta de energía (P.C Fung, Q. Huang, S.M Tsui, & C.S Poon, 1999)

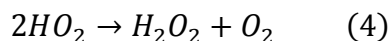
### **3.3. Fotooxidación homogénea (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>):**

Este proceso implica la formación de radicales hidroxilos por fotólisis del peróxido de hidrógeno y consiguientes reacciones de propagación. El mecanismo más comúnmente aceptado para la fotólisis del peróxido de hidrógeno es la ruptura del enlace O-O por la acción de la radiación UV para formar dos radicales hidroxilos. El clivaje de la molécula de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por fotones con energía superior a la de la unión O-O (213 kJ/mol, correspondiente a luz de longitud de onda menor que 280nm) tiene un rendimiento cuántico casi unitario ( $\phi_{HO} = 0.98$  a 254 nm) y por estequiometria produce 2HO. por cada molécula de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- (P.C Fung, Q. Huang, S.M Tsui, & C.S Poon, 1999).



A continuación, el radical HO puede atacar al peróxido de hidrógeno dando lugar a la siguiente secuencia:





Al mismo tiempo, cuando compuestos orgánicos están presentes en medio, se inician las reacciones de oxidación de éstos con los diferentes radicales formados. Las reacciones (2) y (4) consumen HO y disminuyen la probabilidad de oxidación.

La influencia de la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en estos tratamientos ha sido estudiada, encontrándose en casi todos los casos, la velocidad de degradación del producto a eliminar, aumenta con el aumento de la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hasta llegar a un valor óptimo para el cual la degradación del residuo es máxima. En exceso de peróxido y con altas concentraciones de HO<sup>-</sup> tiene lugar reacciones competitivas que producen un efecto inhibitorio para la degradación. Se debe determinar en cada caso la cantidad óptima de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Como la intensidad de la radiación UV decae exponencialmente hacia el seno de la solución, es necesario establecer condiciones de flujo turbulento para renovar continuamente la solución en las cercanías de la fuente luminosa. El proceso fotoquímico es más eficiente en medio alcalino, ya que la base conjugada del peróxido de hidrógeno (HO<sub>2</sub><sup>-</sup>) tiene una absorptividad mayor ( $\epsilon_{254} = 240 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ) (P.C Fung, Q. Huang, S.M Tsui, & C.S Poon, 1999).

Ventajas del sistema UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:

- Es comercialmente muy accesible.
- Es térmicamente estable y puede almacenarse en el sitio de trabajo.
- Posee solubilidad infinita con el agua, no existe problemas de transferencia de masa asociado con gases, como en el caso del O<sub>3</sub>.
- Es fuente efectiva de HO<sup>-</sup>.

- La inversión de capital es mínima y la operación es muy simple.

El método UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> es uno de los PAOs (Tecnologías de Oxidación Avanzada) más antiguos y ha sido usado con éxito en la remoción de contaminantes presentes en aguas y efluentes industriales, incluyendo organoclorados alifáticos, aromáticos, fenoles (clorados y sustitutos) y plaguicidas (P.C Fung, Q. Huang, S.M Tsui, & C.S Poon, 1999).

#### **3.4. Peróxido de Hidrógeno (50%):**

El peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno (Olarte Socha & Pulido Báez, 2010) lo que facilita la formación de radicales hidroxilo y aumentando sus propiedades oxidativas de la materia orgánica presente en los compuestos a trabajar, con estructuras químicas de organofosforado, amidina y carbamato; haciendo que los radicales libres reaccionen rápidamente con otras sustancias, mientras que se forman nuevos radicales y llevando a cabo una reacción en cadena permitiendo la reducción total o parcial del compuesto.

También es uno de los productos más versátiles y seguros desde el punto de vista ecológico que existe en la actualidad, ya que no es perjudicial para el medio ambiente y al descomponerse libera oxígeno y agua sin dejar ningún residuo tóxico (Sydney, 2000).

Sus características físicas son: líquido transparente de olor característico, gravedad específica a 20°C de 1.20, presión de vapor (mmHg a 30°C) de 18, la solubilidad en agua a 20°C es completa, el punto de descomposición es de 120°C, punto de congelación es de -51,2°C, punto de ebullición a 760 mmHg es de 114°C (Proquimsa)



### **3.5. Fotoreactor de tipo Batch:**

El reactor fotoquímico, consiste en una cámara cilíndrica de longitud determinada, cerrada por los extremos, la cual está dotada de una entrada y una salida para el agua y de una coraza de vidrio que la atraviesa de extremo a extremo por su eje central, la cual aísla la lámpara UV del agua del reactor. La lámpara se conecta a un sistema eléctrico (balastro). Este es el mismo tipo de reactor en el que se basan los sistemas de desinfección de agua por radiación ultravioleta (ver Figura 1), (Cubillos Alarcón & Moncada Fuentes, 2006)) Teniendo en cuenta lo anterior, las características que deben tener los reactores tubulares de sistemas de fotooxidación:

- Debe contener un fluido de trabajo.
- Debe transmitir la radiación UV de forma eficiente.
- La pérdida de carga debe ser mínima a través de todo el sistema hidráulico.
- El material del reactor debe ser resistente térmicamente e inerte con respecto a productos químicos agresivos, no generando ningún tipo de residuo por abrasión o corrosión.
- La lámpara UV debe estar protegida por una coraza de un material altamente transmisor de la luz UV.

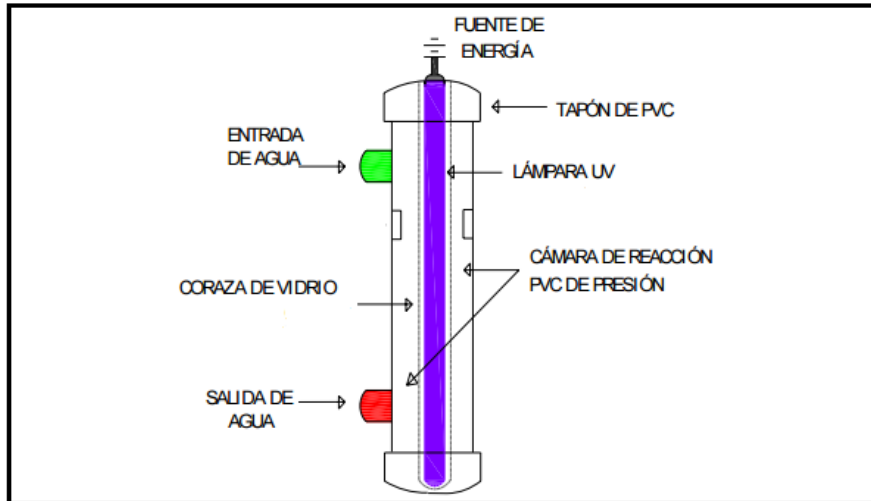


Figura 1. Corte longitudinal del reactor. Fuente: (Cubillos Alarcón & Moncada Fuentes, 2006)

### 3.6. Lámpara UV:

La luz ultravioleta es la parte de la radiación electromagnética situada por debajo de la luz visible, con longitud de onda desde 100 nm hasta 400 nm. Según los efectos que produce la radiación UV se han clasificado dependiendo de la longitud de onda. La empleada en este proyecto es el tramo comprendido entre los 200 y 280 nm es la UV-C; esta radiación tiene una alta energía que cae tan pronto incide contra cualquier superficie, también tiene aplicaciones germicidas eliminando eficazmente virus y bacterias (BCB Infrarrojos y Ultravioleta, 2016)

Una lámpara UV consiste en un bulbo o tubo de cristal de cuarzo relleno de gas con dos electronos en los extremos, que al suministrarle electricidad forman un arco eléctrico entre ellos, calentando y subiendo la presión de dicho gas y produciendo la emisión de luz. En función de los gases y aditivos que contenga la lámpara se obtendrá un espectro u otro (BCB Infrarrojos y Ultravioleta, 2016).

### 3.7. Balastro electrónico:

Dispositivo que tiene como función regular la corriente a través del arco de la lámpara, su buen funcionamiento es esencial ya que interviene en el arranque, operación y control de la misma. Este mantiene un flujo corriente estable en lámparas, ya sea un tubo fluorescente, lámpara de vapor de sodio, lámpara de vapor de mercurio (EcuRed, 2016). Los balastos electrónicos están compuestos de grupos de componentes electrónicos que convierten voltaje CA a CD, pasando por un convertidor CD-CD el cual funciona como corrector de factor de potencia. Posteriormente la salida se conecta a un inversor de alta frecuencia que alimenta la lámpara en la MDMD se muestra en cascada las dos etapas que forman al balastro (UDLA, 2014). La conexión del balastro con la lámpara se observan en la Figura 2.

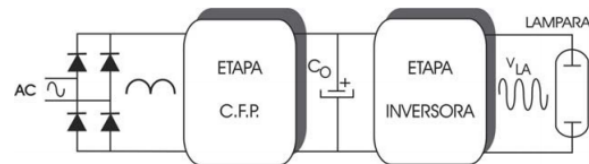


Figura 2. Etapas del balastro electrónico. Fuente (UDLA, 2014)

### 3.8. Amitraz:

Antiparasitario para uso veterinario en bovinos, ovinos, caprinos, porcinos, aves, perros contra garrapatas, ácaros, sarna y piojos (Parasitipedia, 2015). Su estructura química se presenta en la Figura 3.

- Tipo de antiparasitario: Plaguicida

- Clase química: Amidina (Formamidina): Una clase especial de sustancias activas ectoparasitacidas con actividad de contacto sobre todo contra garrapatas, ácaros y piojos.

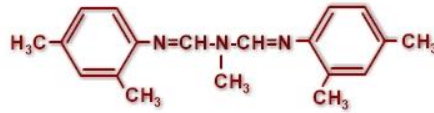


Figura 3. Estructura química del Amitraz. Fuente: (*Parasitipedia*, 2015)

- Sustancia activa: Amitraz 12.5 g por 100 ml (equivale al 12.5%)
- Indicaciones:
  - Parásitos (espectro de acción): control y tratamiento de infestaciones por *Boophilus microplus* y *Amblyomma cajennense*. Efectivo en el control de la sarna. (Mirar antes la etiqueta). (*Parasitipedia*, 2015)
  - Dosis recomendada: 1 L de producto en 600 L de agua (equivale a 208 ppm = mg/L).
- Toxicidad:
  - DL50 en ratas (aguda oral): >5000 mg/kg
  - DL50 en ratas (dermal aguda): >1600 mg/kg
  - DL50 aguda en ratón/rata: 800 mg/kg
  - DL50 aguda en perro: 100 mg/kg. (*Parasitipedia*, 2015)
- Toxicidad medioambiental:
  - Ligeramente tóxico para las aves, pero puede afectar negativamente su reproducción.
  - Moderadamente tóxico para peces.

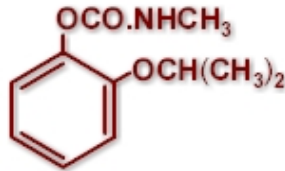
- Relativamente inocuo para las abejas. ○ Se degrada rápidamente en el suelo, sobre todo si está bien oxigenado, y si es ácido. La vida media en el suelo es menor de 24 horas (Parasitipedia, 2015).

### 3.9. Propoxur:

Presentación comercial: Shampoo antiparasitario para perros y gatos. Bayer. Su estructura química se presenta en la Figura 4.

Contenido:

- Sustancia activa: Propoxur 1g/L (equivale al 0.1%)
- Clase química: Carbamato. Ésteres del ácido carbámico que comparten el mismo grupo funcional. Constituyen una clase química de antiparasitarios insecticidas, sobre todo contra plagas agrícolas y en la higiene pública y doméstica, pero también contra los parásitos externos del ganado bovino, ovino, porcino, aviar, de perros y gatos (Parasitipedia, 2015).



*Figura 4. Estructura química del Propoxur (Parasitipedia, 2015)*

- Indicaciones: tratamiento de pulgas, garrapatas, piojos. (Mirar antes la etiqueta).
- Dosis recomendada: Aplicación tópica, dar masaje a la piel mojada del animal, hasta obtener abundante espuma; deje actuar por 5 minutos; enjuague al animal con abundante agua. Repita la operación y deje secar totalmente al animal. (Parasitipedia, 2015).

- Toxicidad:
  - DL50 en ratas (oral aguda): >5000 mg/kg
  - DL50 aguda en ratón: ~ 100 mg/kg
  - DL50 aguda en rata: 50 mg/kg
  - DL50 aguda en rata dermal: >5000 mg/kg
  - DL50 aguda en conejos dermal: >500 mg/kg
  - Los perros toleran dosis orales diarias de 20 mg/kg/día durante meses sin síntomas tóxicos.
  - En pollos pueden darse efectos neuróticos retardados con degeneración de la médula espinal. (Parasitipedia, 2015).
  
- Toxicidad medioambiental:
  - De altamente a moderadamente tóxico para las aves, según las especies.
  - De poco a moderadamente tóxico para peces e invertebrados acuáticos, pero sí lo es para numerosos insectos y otros artrópodos.
  - Es improbable que el propoxur se bioacumule en la cadena nutritiva acuática.
  - Moderadamente persistente en el suelo. La vida media en suelos es de 14 a 50 días. No se une a las partículas del suelo, por ello y por ser bastante soluble en agua tiene potencial para contaminar aguas freáticas.
  - En medio acuoso a pH neutro se descompone a una velocidad aproximada de 1.5% al día. (Parasitipedia, 2015)

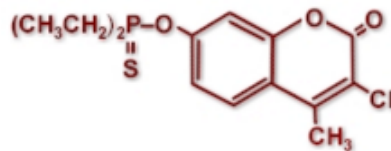
### 3.10. Triclorfon:

Organofosforado concentrado que mata los insectos y parásitos tanto por ingestión como por contacto al penetrar a través de la cutícula de los mismos (Bayer HealthCare, 2013). Su estructura química se presenta en la Figura 5.

- **Formulación:** Contra ectoparásitos para baños de aspersión, tratamientos del entorno e instalaciones; o contra endoparásitos para administración oral en solución acuosa. Las características y beneficios se encuentran en la *Tabla 1*.

Contenido:

- **Sustancia activa:** Triclorfon 97% = 970 g por kg
- **Clase química:** Organofosforado. Ésteres orgánicos del ácido fosfórico, contiene compuestos ectoparasiticidas, insecticidas y/o acaricidas, útiles para la agricultura y contra parásitos veterinarios. (Parasitipedia, 2015)



*Figura 5.* Estructura química del Triclorfon. Fuente: (*Parasitipedia, 2015*)

- **Dosis recomendada:**
  - Proporcionar 5 g del producto por cada 100 kg de peso corporal del conjunto de los animales de corral. Disuelto en la cantidad total equivalente al de un día de agua de bebida.

- Se calculan las necesidades con 8 L de agua para cada 100 kg de peso corporal, dejando a los animales sin agua durante la noche anterior.
- Suministrar 8 g del producto por cada 10 L de agua de bebida, perfectamente bien disuelto (Bayer HealthCare, 2013)
- Para la aplicación externa, remítase a la etiqueta del producto.
- Toxicidad:
  - DL50 oral aguda rata: 430-630 mg/kg
  - DL50 dermal aguda rata: 2000-5000 mg/kg, según los estudios. (Parasitipedia, 2015)

Tabla 1.

*Características y beneficios del Triclorfon*

<b>Características</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Antiparasitario interno y externo</b>	Permite el control de parásitos que tengan contacto con los humores corporales como sangre, suero, exudados. De hecho es el primer endectocida conocido
<b>Alta biodisponibilidad</b>	Después de la administración del producto, alcanza rápidamente concentraciones adecuadas para combatir parásitos externos e internos.
<b>Amplio espectro</b>	Endoparásitos: Oesophagostum, Haemonchus, Bunostomum, Cooperia, Ostertagia Oestrus Ovis o gusano de la nariz. Ectoparasitos: Larvas de moscas como Dermatobia e hypoderma, piojos , sarna
<b>Bajo costo por tratamiento</b>	Permite ahorrar dinero en el combate de los parasitos, ya que es efectivo contra los principales problemas parasitarios de los animales.
<b>Versatilidad</b>	Formulación en polvo para uso externo.

Fuente: (Bayer HealthCare, 2013)



## **4. Metodología**

### **4.1. Revisión Bibliográfica**

Se revisaron las diferentes investigaciones (ver Antecedentes) donde se han trabajado con oxidación química, para saber las especificaciones del método, los compuestos que trata la fotooxidación, los tipos, las eficiencias, las diferencias de los tratamientos no convencionales para el tratamiento de aguas y los parámetros de laboratorio que permitieron observar la reducción del contaminante trabajado. Y para el reactor: los tiempos de retención, el oxidante a trabajar, los catalizadores empleados, la lámpara usada y la forma de uso.

De dicha revisión se determinó que el tiempo efectivo de reacción (recirculación en el reactor) era de 2 horas, con el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) como oxidante agregando 3 ml en cada corrida hasta llegar a un volumen final de 30 ml para alcanzar una efectividad superior al 85%.

En la

se muestran los datos consultados de las tesis de pregrado de referencia, las cuales se encuentran de manera detallada en los antecedentes de este proyecto.

Tabla 2.

Datos consultados de las tesis de referencia.

<i>Nombre y Autores</i>	<i>Materiales</i>	<i>Metodología</i>	<i>Resultados</i>
<b>Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de fotocatalisis heterogénea para el tratamiento de líquidos fijadores agotados de radiología, fotografía y artes gráficas; subsiguientes al proceso de recuperación de la plata por electrólisis. Autores: (Ardila Robles &amp; Zarate Polanco, 2009)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dióxido de Titanio (TiO<sub>2</sub>).</li> <li>• Peróxido de Hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 30%. Dosis óptima entre 2.5-12.5 mL/L.</li> <li>• Reactivo para DQO.</li> <li>• Prueba DBO.</li> <li>• Lámpara Uv.</li> <li>• Método: fotocatalisis heterogénea.</li> </ul>	<p>Se dividió en las siguientes fases:</p> <p>I. Selección de variables de estudio y mediciones químicas de control.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo y concentración del catalizador.</li> <li>• Tiempos de reacción.</li> <li>• Parámetros de seguimiento en el laboratorio.</li> </ul> <p>II. Pre-Experimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas preliminares- dimensionamiento y optimizaciones del reactor piloto.</li> <li>• Caracterización del catalizador- análisis DRX.</li> </ul>	<p>Mejores resultados en remoción de DQO (ensayo de 100 mg/L).</p> <p>Tiempo de retención 0-50min.</p> <p>Mayores dosis de peróxido 12.5 mL/L mayores eficiencias de remoción con 60.1%.</p>

- Caracterización inicial de la muestra de líquido fijador agotado.
- Determinación de la dosis de oxidante a emplear (estequiometría)
- Determinación de dilución de la muestra.

III. Experimentación

- Arranque, modificación de variables de estudio y seguimiento del sistema piloto de fotocatalisis.

IV. Resultados y análisis.

- Comparación de datos y determinación de condiciones óptimas de funcionamiento.
- Determinación de viabilidad técnica y ambiental del sistema.

<b>Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de remoción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensoactivos, Dosis: 500, 250,</li> </ul>	I.	Criterio de selección del proceso de oxidación avanzada para el tratamiento de tensoactivos aniónicos.	Para lograr eficiencias de remoción superiores al 90%, tanto para el sistema UV/ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> como UV/ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /TiO <sub>2</sub> , se
--	--	----	--	--

<b>fotocatalítico de tensoactivos aniónicos.</b> <b>Autores: (Cubillos Alarcón &amp; Moncada Fuentes, 2006)</b>	<p>100, 20 (mg SAAM/L)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peróxido de Hidrógeno con volúmenes: 7.8, 4, 2.6, 1.56, 1.3, 0.52, 0.2, 0.1 mL/L</li> <li>• Dióxido de Titanio con volúmenes de 0.1, 0.5 mL</li> <li>• Método: Fotocatálisis heterogénea-homogénea.</li> </ul>	<p>II.</p> <p>III.</p> <p>IV.</p>	<p>Etapas de desarrollo experimental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación de información</li> <li>• Experimentación (sistemas UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y (UV/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>)</li> <li>• Análisis de resultados</li> <li>• Conclusiones y recomendaciones</li> </ul> <p>Diseño del sistema de tratamiento fotocatalítico a nivel de laboratorio</p> <p>Calibración del método de análisis de tensoactivos aniónicos.</p>	<p>necesita un tiempo máximo de 120 min para un valor no superior a 500mg SAAM/L. Cabe anotar que para muestras inferiores a 20mg SAAM/L se requiere un tiempo de 60 min para llegar a esta remoción.</p> <p>Se demostró la necesidad de irradiar las muestras que contenían H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> para la acción oxidativa del radical OH y mejorar tiempo de remoción del tensoactivo ya que cuando no se irradiaron las muestras (fotólisis) no se detectaron eficiencias significativas. En estos experimentos se obtuvo remociones inferiores al 16% corroborando de esta manera lo descrito en la teoría.</p>
<b>Evaluación de la oxidación de fenoles en fase acuosa en laboratorio mediante la oxidación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peróxido de hidrogeno</li> <li>• Lámpara UV</li> <li>• Balastro</li> </ul>	<p>I.</p>	<p>Fase pre-experimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puesta en marcha del reactor fotocatalítico</li> <li>• Pruebas hidráulicas</li> </ul>	<p>A nivel general la remoción fue del 80%. El mejor resultado se encontró en la remoción de la muestra de 100ppm con una remoción cercana al 94%.</p>

---

<p><b>con peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), ozono (O<sub>2</sub>) y luz ultravioleta (UV).</b></p> <p><b>Autores: (Salazar Salazar &amp; Tribaldos Estada, 2011)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubería sanitaria</li> <li>PVC 4"</li> <li>• Bomba dosificadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación celdas UV</li> <li>• Lectura fenol</li> <li>• Lectura ozono</li> <li>• Pruebas de calidad de agua sintética</li> </ul>
--	---	---

- II. Fase de experimentación
- Puesta en marcha
  - Establecimientos variables de trabajo
  - Realización estequiométrica del fenol, ajuste pH y tiempo de retención.

Cabe resaltar que en este trabajo se utilizaron muestras sintéticas y no muestras tomadas directamente de un vertimiento, además se utilizó un programa de análisis estadístico ANOVA para identificar las variables significativas dentro de los rangos.

---

Fuente: Estudiantes pertenecientes al macro-proyecto

## **4.2. Encuestas**

El macro-proyecto “Aplicación de técnicas de oxidación química para la gestión ambiental en el manejo de vertimientos de interés sanitario generados en clínicas y prácticas académicas veterinarias” involucró 13 personas, las cuales realizaron encuestas en los establecimientos veterinarios en todas las localidades de la ciudad de Bogotá, en donde se obtuvo información acerca de los productos de mayor uso comercial para el baño de las mascotas, la cantidad de agua gastada en dicho proceso, los días de mayor afluencia en los establecimientos y el conocimiento de la normatividad en cuanto a los vertimientos de los establecimientos. Una vez culminadas las encuestas se recopilaron y analizaron los datos de las mismas por medio de análisis estadísticos como conteo de datos, la frecuencia relativa de los servicios prestados por los establecimientos veterinarios, frecuencia de uso de algunos de los compuestos activos, correlaciones, entre otros (Wilches Fonseca, 2015). Dado lo anterior se escogieron los productos utilizados con mayor frecuencia de uso comercial, entre estos se encuentran: Propoxur, Amitraz y Triclorfon. (Ver Anexo 1: Formato de encuestas realizadas en las localidades de la ciudad de Bogotá.).

A continuación en la Figura 6, se presenta el análisis obtenido de las encuestas con respecto a la frecuencia relativa de los antiparasitarios internos y externos de uso en los establecimientos veterinarios, en la cual se muestra el porcentaje de establecimientos que reportan uso de cada compuesto.

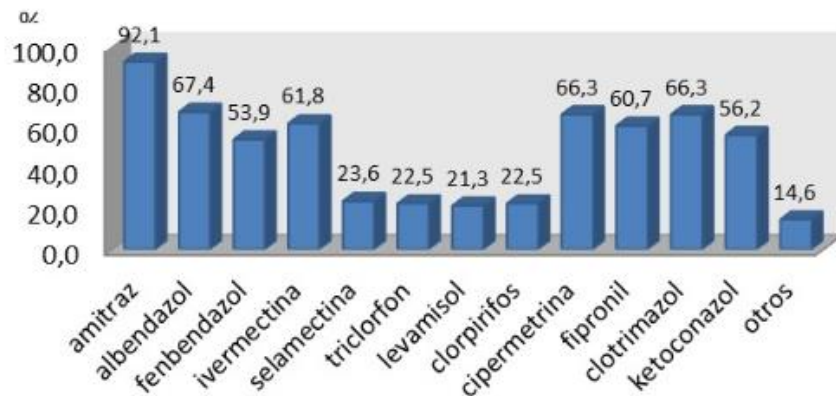


Figura 6. Frecuencia relativa de los Antiparasitarios internos y externos de uso en los establecimientos veterinarios. Fuente: (Wilches Fonseca, 2015)

Después de esto se identificó como preparar la muestra sintética de cada uno de los productos según las especificaciones dadas tanto por los veterinarios como por las etiquetas de los respectivos envases

### 4.3. Acondicionamiento Del Reactor

Se tomó un reactor de fotoxidación existente en la Universidad de la Salle que consiste en una cámara de reacción de tubo de PVC con un largo de 72 cm cerrado en sus extremos por tapones de PVC de presión de 4" cada uno; en el exterior de la cámara de reacción cuenta con dos tubos de PVC de 1/4" y 1/2" para la entrada o la salida del agua; y en su interior se encuentra una coraza de vidrio de 1" de diámetro donde se protege la lámpara UV y el balastro. Las especificaciones de la lámpara y el balastro se presentan en la *Tabla 3*.y *Tabla 4*.

Para la adaptación de este reactor se utilizó:

- Bomba sumergible de 110V / 60Hz / 22W, con un Q máx de 1000L/h y una Hmáx de 1.6m para que puede ser capaz de recircular el agua en el reactor fotooxidativo.



- Un tanque de 9 litros para el almacenamiento de la muestra de agua sintética y ubicación de la bomba.
- 2 mangueras que permiten la recirculación de la muestra de agua sintética.
- Lámpara ultravioleta germicida con una longitud de onda de 254 nm inmersa dentro de la cámara de reacción del reactor fotooxidativo para que se pueda llevar a cabo el proceso de oxidación química, junto con el oxidante.

Tabla 3.

*Especificaciones de la Lámpara UV*

Marca	General Electric
Tipo de Lámpara	Lámpara Ultravioleta de mercurio de baja presión
Tecnología	Germicida
Longitud de onda	254 nm
Aplicación original	Balastro electrónico para lámparas fluorescentes
Potencia	15 W
Vida	7500 h
Forma	T8
Estilo	Lineal doble apoyo
Modelo	G15T8
País de origen	Japón

Fuente: Autores

Tabla 4.

*Especificaciones del Balastro Electrónico*

Marca	Conformité Européenne
Tipo de Balastro	Balastro para lámparas fluorescentes
Modelo	KL-1320
Voltaje	AC 110-127 V
Frecuencia	60 Hz
Watts	40 W

Fuente: Autores

- Materiales de ferretería para sellar las conexiones de la tubería del reactor y evitar fugas.
- Propoxur, Amitraz, Triclorfon en su presentación comercial y el oxidante peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

Posterior a la compra y adaptación del reactor de fotooxidación se realizaron pruebas hidráulicas y eléctricas para identificar si la potencia de la bomba era adecuada (0.5 HP, de acuerdo a la curva característica para na bomba tomando 1 m de altura y un caudal de 0.6 m<sup>3</sup>/h), si la lámpara y el balastro emitían luz, si las fugas existentes habían sido selladas y en general si el reactor funcionaba correctamente en su totalidad, esto se hizo mediante pruebas piloto. La instalación y adecuación completa del reactor de fotooxidación se ve en la Figura 7.



*Figura 7.* Reactor de fotooxidación. Fuente: Autores.

#### **4.4. Propoxur**

##### **Especificaciones del producto:**

Contenido neto 100 g.

##### **Composición:**

Propoxur (2 – isopropoxifenil metilcarbamato) → 1 g

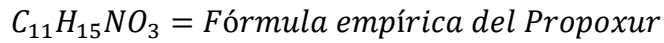
Excipientes c.s.p (impurezas del producto) → 99 g

##### **Empleo y dosificación:**

El producto se extiende sobre el animal a contrapelo y por frotamiento se hace llegar hasta la piel. Para proteger a los animales de nuevas infestaciones se recomienda extender el producto (shampoo) directamente sobre camas y tapetes. (Tomado de la etiqueta del producto comercial)

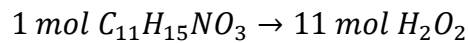
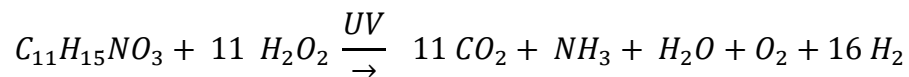
#### 4.4.1. Oxidante Estequiométrico de Propoxur

Datos utilizados:



$$PM_{\text{Propoxur}} = 209 \text{ g mol}$$

Moles de Propoxur en moles de Peróxido de Hidrógeno.



$$\text{moles}_{\text{Propoxur}} = 9 \text{ ml producto} * 0.01 \text{ pureza} * \frac{1 \text{ mol de propoxur}}{209 \text{ g propoxur}}$$

$$\text{moles} = 4.31 \times 10^{-4} \text{ mol Propoxur}$$

$$\text{mol } H_2O_2 = \frac{4.31 * 10^{-4} \text{ mol } C_{11}H_{15}NO_3}{1 \text{ mol } C_{11}H_{15}NO_3} * 11 \text{ mol } H_2O_2$$

$$\text{mol } H_2O_2 = 4.741 * 10^{-3} \text{ mol } H_2O_2$$

$$4.741 * 10^{-3} * \frac{34 \text{ g}}{1 \text{ mol}} H_2O_2 = 0.1611 \text{ g } H_2O_2 \text{ puro}$$

$$\% \frac{p}{p} = 0.1611 \text{ g sto } H_2O_2 * \frac{100 \text{ g sln}}{50 \text{ g sto}}$$

$$\% \frac{p}{p} = 0.322 \text{ g sln } H_2O_2$$

$$\delta H_2O_2 = 1.2 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \text{ al } 50\%$$

$$\text{Volumen} = \frac{0.322 \text{ g sln } H_2O_2}{1.2 \text{ g/ml}} = 0.269 \text{ ml sln } H_2O_2 \text{ al } 50\%$$

*Se requiere 1 ml de solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 50% para oxidar todo el contaminante en condiciones ideales.*

#### **4.4.2. Preparación De La Muestra Sintética de Propoxur**

Para esto se utilizó un shampoo donde su compuesto activo es el Propoxur y se bañó a un perro de 40 Kg siguiendo las especificaciones del producto, para determinar la cantidad de producto y de agua gastada en el proceso. Finalmente se realizó un balance de masa para precisar la cantidad de Propoxur para agregar al reactor y simular el volumen de los vertimientos generados en los establecimientos veterinarios. En este proceso se gastaron 100 ml de producto y 33 L de agua. (Ver Cálculos Propoxur)



*Figura 8.* Baño del perro con Propoxur. Fuente: Autores

#### 4.4.3. Cálculos Propoxur

Solución comercial

$$100 \text{ mL Bolfo} \rightarrow 100 \text{ mg Propoxur}$$

Solución de trabajo: Este dato salió de la prueba de bañar al perro con el shampoo que contiene Propoxur.

$$\frac{200 \text{ mg bolfo}}{33 \text{ L agua}} = 6.06$$

$$\frac{3.03 \text{ ml Shampoo (Propoxur)}}{500 \text{ ml}} * \frac{100 \text{ mg}}{100 \text{ ml Shampoo (Propoxur)}} = 6.06 * 10^{-3} \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$DQO = 2600 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$6 \text{ L del tanque} \rightarrow \frac{500 \text{ mg}}{\text{L}} \text{ de DQO}$$

Con un volumen de 2000ml de solución y 3.03ml de Shampoo (Propoxur) da una DQO aproximada de;

$$DOQ = 650 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Cantidad de producto para agregar en el reactor de fotooxidación:

$$6 \text{ L} \rightarrow 10 \text{ ml de Shampoo (Propoxur)}$$

## 4.5. Amitraz

### Especificaciones del producto:

Contenido neto 20 mL

### Composición:

Amitraz → 20,8 g

Excipientes c.s.p → 100 mL

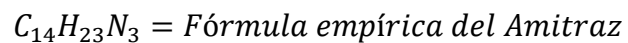
### Empleo y dosificación:

Se diluye 1 mL por cada litro de agua y se aplica sobre el pelaje del perro, logrando que quede completamente empapado, teniendo precaución que no caiga sobre los ojos. (Tomado de la etiqueta del producto comercial)

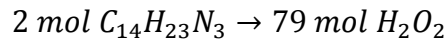
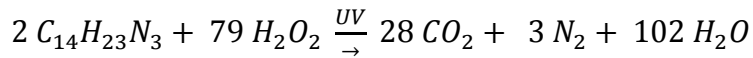
#### 4.5.1. Oxidante Estequiométrico del Amitraz

Moles de Amitraz en moles de Peróxido de Hidrógeno.

Datos utilizados:



$$PM_{\text{Amitraz}} = 293.41 \text{ g mol}$$



$$\text{mol}_{\text{Amitraz}} = \frac{21 \text{ g Amitraz}}{100 \text{ ml}} \times 1.5 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ mol de Amitraz}}{293.41 \text{ g}}$$

$$\text{mol}_{H_2O_2} = \frac{1.06 \times 10^{-3} \text{ mol } C_{14}H_{23}N_3}{2 \text{ mol } C_{14}H_{23}N_3} * 79 \text{ mol } H_2O_2$$

$$\text{mol}_{H_2O_2} = 0.042 \text{ mol } H_2O_2$$

$$0.042 \text{ mol } H_2O_2 * \frac{34 \text{ g}}{1 \text{ mol}} H_2O_2 = 1.42 \text{ g } H_2O_2 \text{ puro}$$

$$\delta H_2O_2 = 1.2 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \text{ al } 50\%$$

$$\% \frac{P}{P} = 1.42 \text{ g } H_2O_2 (\text{Soluta}) * \frac{100 \text{ g de (Soluci3n)}}{50 \text{ g de (Soluta)}} = 2.84 \text{ g de Soluci3n}$$

$$\text{Volumen } H_2O_2 \text{ al } 50\% = 2.84 \text{ g de Soluci3n} * \frac{1 \text{ ml}}{1.2 \text{ g}} = \text{ml } H_2O_2 \text{ al } 50 \%$$

$$\text{Volumen } H_2O_2 \text{ al } 50\% = 2.36 \text{ ml } H_2O_2$$

***Se requiere 2,4 ml de soluci3n de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 50% para oxidar todo el contaminante en condiciones ideales.***



#### 4.5.2. Preparación de la muestra sintética del Amitraz

Este dato se obtuvo de las encuestas donde los establecimientos veterinarios proporcionaron la relación de agua/producto (2 ml de producto en 8 L de agua) que se empleaba para el lavado de las mascotas y de igual manera se hicieron los cálculos para determinar la cantidad de producto a agregar al tanque.

#### 4.5.3. Cálculos Amitraz

Según las indicaciones de los médicos veterinarios encuestados la dosis recomendada de Amitraz a manejar es agregar 2 ml de producto en 8 L de agua.

$$\frac{2 \text{ mL producto}}{8 \text{ L}} * \frac{20 \text{ g amitraz}}{100 \text{ ml producto}} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 50 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Producto contiene:

$$\frac{20 \text{ g}}{100 \text{ mL}} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 200.000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Volumen requerido de Amitraz para el tanque:

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

$$V_1 = \frac{6 \text{ L} * 50 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{200.000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}$$

$$V_1 = 0,0015 \text{ L}$$

$$V_1 = 1,5 \text{ mL de Amitraz}$$

## 4.6. Triclorfon

### Especificaciones del producto:

Contenido neto 15 g.

### Composición:

(2,2,2, tricloro-1-hidroxietil) ester dimetilico del ácido fosfonico al 97%

### Empleo y dosificación:

Aplicación externa: Piojos, ácaros de la sarna, moscas y larvas (nuche, miasis) un sobre de 15 g en 1.5 litros de agua.

#### 4.6.1. Oxidante Estequiométrico del Triclorfon

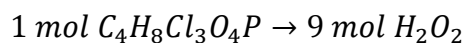
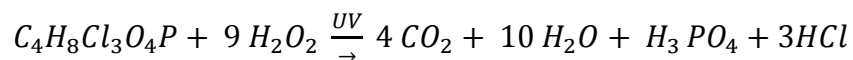
Moles de Triclorfon en moles de Peróxido de Hidrógeno.

Datos utilizados:

$C_4H_8Cl_3O_4P = \text{Fórmula empírica del Triclorfón (TCF)}$

$$\delta_{\text{Triclorfón}} = 1,73 \frac{g}{ml}$$

$$PM_{\text{Triclorfón}} = 257.45 \text{ g mol}$$



$$\text{moles}_{TCF} = 7g \text{ producto} * 0.97 \text{ pureza} * \frac{1 \text{ mol TCF}}{257.45 \text{ g TCF}} = 0.026 \text{ mol TCF}$$

$$\text{mol } H_2O_2 = \frac{0.026 \text{ mol TCF}}{1 \text{ mol TCF}} * 9 \text{ mol } H_2O_2$$

$$\text{mol } H_2O_2 = 0.234 \text{ mol } H_2O_2$$

$$0.234 \text{ mol } H_2O_2 * \frac{34 \text{ g}}{1 \text{ mol}} H_2O_2 = 7.96 \text{ g } H_2O_2 \text{ puro}$$

$$\% \frac{p}{p} = 7.96 \text{ g sto } H_2O_2 * \frac{100 \text{ g sln}}{50 \text{ g sto}} = 15.91 \text{ g sln}$$

$$\delta H_2O_2 = 1.2 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \text{ al } 50\%$$

$$\text{Volumen} = \frac{15.91 \text{ g sln } H_2O_2}{1.2 \text{ g/ml}} = 13.26 \text{ ml sln } H_2O_2 \text{ al } 50\%$$

***Se requiere 14 ml de solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 50% para oxidar todo el contaminante en condiciones ideales.***

#### **4.6.2. Preparación de la Muestra Sintética del Triclorfon**

Para la preparación se tomó un antiparasitario de uso interno y externo donde su componente activo es el Triclorfon y se siguieron las indicaciones de la etiqueta, bañando a un perro de 38 kg para determinar la cantidad de agua gastada en remover el producto del animal.

La dosis aplicada según la etiqueta fue 15 g del antiparasitario en 1,5 L de agua, esta solución se le suministró externamente al animal y según las indicaciones de los veterinarios que respondieron las encuestas previamente realizadas se dejó actuar por 10 min y posterior a esto se

retiró lo que quedó del producto en el cuerpo, para esto se consumieron 12 L de agua adicionales.

Con estos datos se realizaron los respectivos cálculos para identificar la cantidad de Triclorfon requerida para el tanque del reactor fotooxidativo con una capacidad máxima de 6 L (Ver Cálculos Triclorfon)



*Figura 9.* Baño al perro con Triclorfon. Fuente: Autores

#### 4.6.3. Cálculos Triclorfon

Antiparasitario:

$$\frac{15 \text{ g}}{1,5 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 10.000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Triclorfon:

$$10.000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 0,97 = 9.700 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

$$C_1 = \frac{1,5 \text{ L} * 9.700 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{13,5 \text{ L}}$$

$$C_1 = 1.077,77 \frac{mg}{L}$$

$$\text{Redondeado } C_1 = 1080 \frac{mg}{L}$$

Cantidad de masa del antiparasitario que contiene Triclorfon requerida para el tanque:

$$1080 \frac{mg}{L} * \frac{1 g}{1000 mg} * \frac{6 L}{0,97} = 6,68 g$$

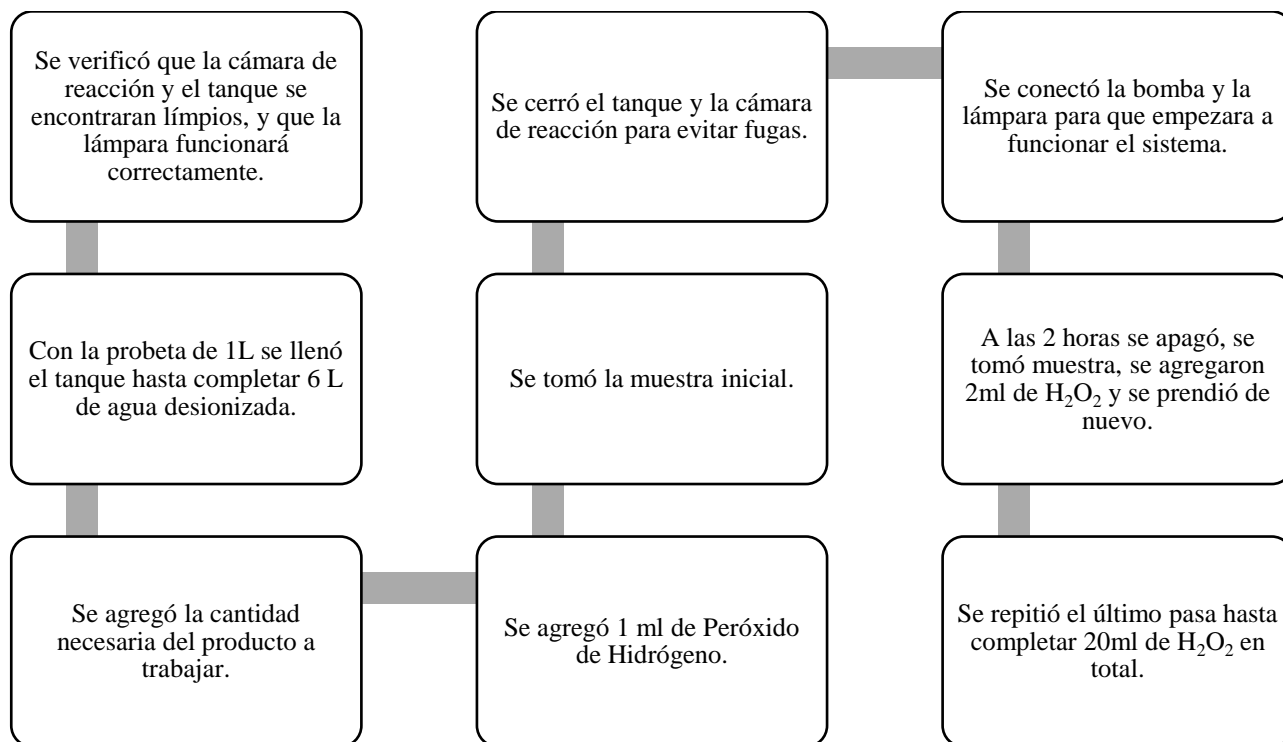
***Aproximado = 7 g de de antiparasitario***

#### **4.7. Ensayos En El Laboratorio (Corridas)**

Se realizaron las corridas para Propoxur y Amitraz con 20 ml de peróxido y pruebas de DQO (Método 8000) para evidenciar su reducción. Para el Triclorfon se agregaron 20 ml de oxidante y se identificó su reducción con la prueba de COT (Método 10129).

Los procedimientos de las pruebas de DQO y COT realizadas en el laboratorio del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria se encuentran en los Anexo 2: Procedimiento para la determinación de DQO. Método 8000 y en el Anexo 3: Procedimiento para la determinación de COT. Método 10129.

Para realizar las corridas de Propoxur y Amitraz se siguió el siguiente procedimiento.



*Figura 10.* Procedimiento de la puesta en marcha del reactor fotocatalítico para el Propoxur y Amitraz. Fuente: Autores.

A continuación, se presenta el procedimiento seguido para el Triclorfon.

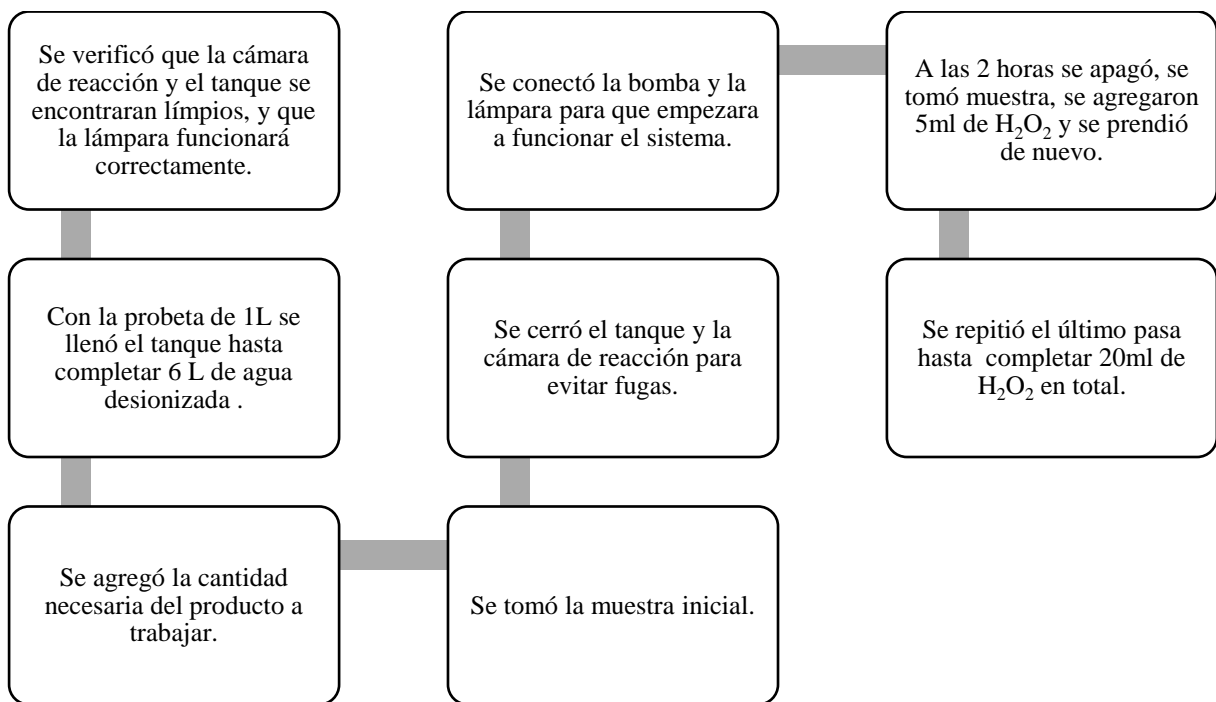


Figura 11. Procedimiento de la puesta en marcha del reactor fotocatalítico para el Triclorfon.

Fuente: Autores.

#### 4.8. Sistema Híbrido

Se utilizó un sistema de naturaleza híbrida (luz/solar) construido por dos compañeras del macro-proyecto Alejandra Guerrero y Liria Galeano; que se muestra en la Figura 12 para minimizar el consumo energético compuesto por un panel solar (ver *Tabla 5.*), una batería (ver *Tabla 6.*) y un inversor que se adecue al reactor de fotooxidación.

El reactor de fotooxidación conectado al sistema híbrido, después de cuatro días de carga con radiación solar directa se muestra en la Figura 13.

Tabla 5.

*Especificaciones del Panel Solar*

Nombre	Solar Panel 3W
Máximo poder (P <sub>máx</sub> )	3W ± 3%
Máximo poder de voltaje (V <sub>mp</sub> )	9.4 V
Máximo poder en corriente (I <sub>mp</sub> )	0.32 A
Voltaje de circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	11.3 V
Corriente del circuito corto (I <sub>sc</sub> )	0.38 A
Voltaje máximo del sistema	DC 1000 V
Máxima potencia del fusible	5 A
STC ( Test de Condiciones Estándar); AM 1.5 1000W/m <sup>3</sup>	25 °C
NOCT ( aire 20°C Sol 0.8 KW/m <sup>3</sup> Viento 1m/s)	47 ± 2°C

Fuente: Autores

Tabla 6.

*Especificaciones de la Batería*

Marca	CSB BATTERY CO., LTD.
Modelo	GP 1272 F2
Voltaje	12 V
Corriente	7.2 Ah
País de origen	Taiwán

Fuente: Autores





*Figura 12.* Panel solar y batería. Fuente: Autores



*Figura 13.* Reactor de fotooxidación conectado al sistema híbrido. Fuente: Autores

A continuación, se presenta el procedimiento que se siguió con el sistema híbrido conectado al reactor de fotooxidación; con este se llegó hasta 40ml de oxidante para aumentar su efectividad.

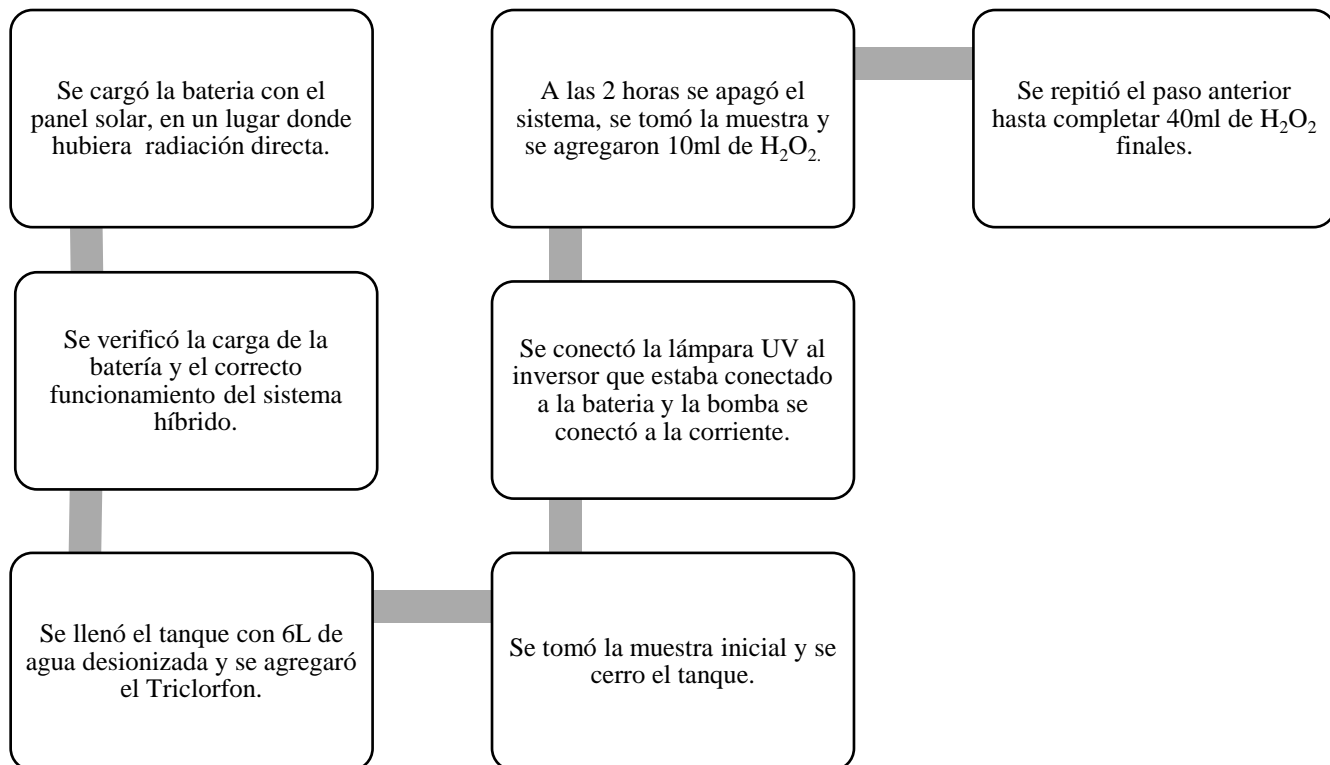


Figura 14. Procedimiento de la puesta en marcha del reactor fotocatalítico con el sistema híbrido

para el Triclorfon. Fuente: Autores.



*Figura 15.* Voltímetro con la carga de la batería, después de 4 días de carga con radiación solar directa. Fuente: Autores.

## 5. Resultados y Análisis

A continuación, se presentan los resultados para los tres compuestos (Propoxur, Amitraz y Triclorfon).

### 5.1. Resultados y Análisis Propoxur

Con el Propoxur, no fue posible finalizar los ensayos de laboratorio debido a que el producto es un shampoo y la estructura del reactor no fue adaptada para retener la espuma como se evidencia en la Figura 16, donde se perdía el volumen inicial de la muestra sintética utilizada en el reactor fotooxidativo y no era posible completar el balance de materia; por tal razón no se obtuvieron resultados para este contaminante.

Además como el objeto de estudio era analizar el Propoxur no se pensó en agregar otro tipo de sustancias que contrarrestaran la espuma generada y así poder evitar la presencia de materia orgánica adicional a la del compuesto de interés al momento de hacer la medición de la eficiencia de remoción.



*Figura 16.* Corrida con Propoxur. El reactor fotooxidativo no está adecuado para compuestos que generen espuma. Fuente: Autores

## 5.2. Resultados y Análisis Amitraz

Este producto es una solución líquida lo que favoreció la disolución en el tanque, al realizar las pruebas de DQO para evidenciar la reducción no se obtuvieron resultados debido a que el peróxido de hidrógeno crea interferencia en esta prueba.

Por esta razón se optó por el método de medición de Carbono Orgánico Total el cual ha sido efectivo en medición de plaguicidas, sin embargo por este método también se presentaron interferencias en el momento de hacer la medición; los resultados se evidencian en la siguiente tabla:

Tabla 7.

### *Resultados de COT para el Amitraz*

<b>Ensayos de Laboratorio en el Reactor Fotooxidativo (Amitraz)</b>					
		Ensayo 1	Ensayo 2		
<b>Fecha</b>		12 de Marzo de 2015	22 de Mayo de 2015 (Repetición)		
<b>Lectura</b>	H2O2 (ml)	Resultados COT (mg/L COT) (Rango medio)	Resultados COT (mg/L COT) (Rango medio)	COT Promedio	Desviación Estándar
<b>1</b>	1	16	54	35	19
<b>2</b>	3	13			
<b>3</b>	5	33	36	35	2
<b>4</b>	7	32			
<b>5</b>	9	20			
<b>6</b>	11	13	35	24	11
<b>7</b>	13	23			

---

<b>8</b>	15	17	34	26	9
<b>9</b>	15	23			

---

Fuente: Autores

Para el Amitraz se presentaron interferencias tanto en las pruebas de DQO y COT para los ensayos que se realizaron; por tal motivo se decidió buscar una técnica colorimétrica que permita observar la disminución del contaminante a través de un haz de luz. Para ello se encontró un artículo acerca de la determinación simultánea de Amitraz, bromopopilato, cumafos, en 200 muestras de miel compradas en Korea mediante cromatografía de líquidos de alta resolución en fase inversa con detección UV múltiple (HPLC) donde las condiciones cromatográficas indicaron que para la detección se debe llegar a una longitud de onda de 289 nm (Ryoo, y otros, 2008, Vol 29).

En otro estudio se encontró que el Amitraz puede ser cuantificado mediante cromatografía de gases sobre un vidrio de 1.83 m X 0.63 cm, teniendo la columna rellena y de 100-120 malla de gas y manteniendo una temperatura de 190°C. (Agriculture, 1978)

Dado a que no se contaba con estos equipos en la Universidad de la Salle, se realizaron cotizaciones en los laboratorios de la Universidad Nacional y en dos laboratorios privados certificados de la ciudad de Bogotá, los cuales no efectuaban este tipo de análisis, la última opción era llevar las muestras a la ciudad de Medellín o al exterior donde si contaban con el equipo adecuado para el análisis pero el costo de este más el transporte de las muestras se salía del presupuesto del macro-proyecto; por lo cual se optó por finalizar el tratamiento con este producto.

### **5.3. Resultados y Análisis Triclorfon**

Para el ensayo con el antiparasitario Triclorfon que posee un grado de toxicidad nivel III y que por su presentación en polvo es conveniente para ser utilizado en el reactor fotooxidativo se desarrollaron replicas para garantizar la precisión y exactitud de los datos (ver *Tabla 8.*), con los cuales fue posible determinar una desviación estándar para identificar que tan lejos o cerca están los datos de la media, es decir que tan apropiados están y el nivel de acierto que se tuvo en el laboratorio logrando una eficiencia total de 96,06% con 40 ml de oxidante. Los resultados de la prueba de COT fueron los siguientes:

Tabla 8.

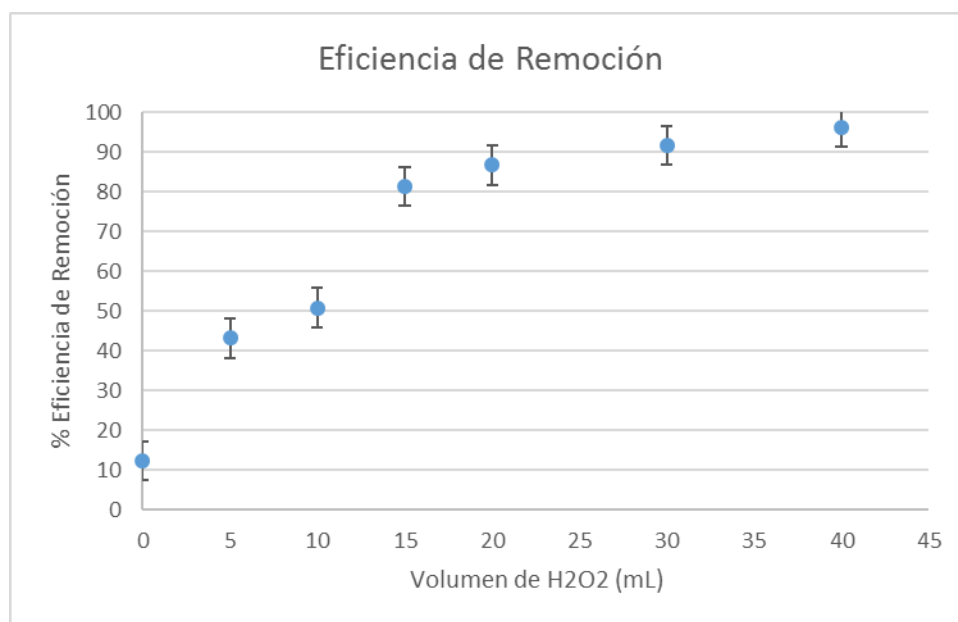
*Resultados de la eficiencia de remoción total para el Triclorfon.*

<b>Resultados Generales para el Triclorfon</b>										
ml de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5	Ensayo 6	Ensayo 7	COT	Desviación	Eficiencia
	mg/L COT	mg/L COT	mg/L COT	mg/L COT	mg/L COT	mg/L COT	mg/L COT	Promedio	Estándar	%
Preparación	700	690	700	700	700	690	700	697,14	4,88	
0	590	590	600	640	620	620	620	611,43	18,64	12,30
5	400	390	400					396,67	5,77	43,10
10	290	290	280	390	380	380	390	342,86	52,82	50,82
15	130	130	130					130,00	0,00	81,35
20	90	100	90	100	90	90	90	92,86	4,88	86,68
30	50	60	60	60				57,50	5,00	91,75
40	30	20	30	30				27,50	5,00	96,06

Fuente: Autores



Se evidenció que durante el proceso de fotooxidación en combinación con el peróxido de hidrogeno (oxidante) se obtuvo una disminución del COT a lo largo del proceso, sin embargo, no se prueba que los productos obtenidos sean totalmente inocuos, debido a que se desconoce su composición y analizarlos no era objeto de esta investigación ni del macro-proyecto debido al presupuesto limitado.



*Figura 17.* Gráfica del volumen de peróxido de hidrógeno vs el porcentaje de eficiencia de remoción. Fuente: Autores.

En la Figura 17 se observa que la eficiencia de remoción presenta una relación de tipo exponencial entre el peróxido de hidrógeno y la eficiencia de remoción, es decir, entre más volumen de peróxido se agregue mayor es el porcentaje de eficiencia de remoción del proceso. Sin embargo, si se quiere comprobar el comportamiento de las moléculas es necesario hacer un

estudio con HPLC (cromatografía líquida) en donde se evidencie que el peróxido de hidrogeno absorbe la luz UV generando un rompimiento de las moléculas, permitiendo así que la materia orgánica presente en la muestra se oxide.

Anteriormente se mostraron en el numeral 4.6.1 (Oxidante Estequiométrico del Triclorfon) la cantidad de peróxido de hidrogeno requerido para oxidar la totalidad del contaminante en condiciones ideales; sin embargo, en este tipo de reacciones también se encuentran involucrados otros compuestos que pueden llegar a reaccionar entre si y dar lugar a otros productos que en este estudio no se identificaron.

Por otra parte dado que en la Resolución 631 de 2015 “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones” no está presente el valor de Carbono Orgánico Total (COT), se optó por realizar una relación entre el COT y la Demanda Química de Oxigeno (DQO) de tal manera que fuera posible comparar la aplicabilidad del proceso y el nivel de degradación del contaminante con la norma legal vigente.

A continuación se muestra el proceso que se siguió en el laboratorio para determinar las concentraciones de antiparasitario a utilizar:

*Concentración de Triclorfon en el producto comercial:*

$$\frac{7000 \text{ mg Triclorfon}}{6 \text{ L}} * 0,97 = 1131,66 \text{ ppm de Triclorfon}$$

*Concentraciones de producto comercial para realizar la relación en el laboratorio*

1.

$$\frac{1131,66 \frac{mg}{L}}{700 \text{ COT}} * 70 \text{ COT} = 113,16 \text{ ppm}$$

Cantidad de producto para agregar en el laboratorio

$$113,16 \frac{mg}{L} * 25 \text{ mL} * \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 2,83 \text{ mg producto}$$

**0,0028 g producto**

2.

$$\frac{1131,66 \frac{mg}{L}}{700 \text{ COT}} * 130 \text{ COT} = 210,16 \text{ ppm}$$

Cantidad de producto para agregar en el laboratorio

$$210,16 \frac{mg}{L} * 25 \text{ mL} * \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 5,25 \text{ mg producto}$$

**0,00525 g producto**

3.

$$\frac{1131,66 \frac{mg}{L}}{700 \text{ COT}} * 390 \text{ COT} = 630,50 \text{ ppm}$$

Cantidad de producto para agregar en el laboratorio

$$630,50 \frac{mg}{L} * 25 \text{ mL} * \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 15,76 \text{ mg producto}$$

**0,016 g producto**

4.

$$\frac{1131,66 \frac{mg}{L}}{700 \text{ COT}} * 590 \text{ COT} = 953,83 \text{ ppm}$$

Cantidad de producto para agregar en el laboratorio

$$953,83 \frac{mg}{L} * 25 \text{ mL} * \frac{1L}{1000mL} = 23,84 \text{ mg producto}$$

**0,024 g producto**

5.

$$\frac{1131,66 \frac{mg}{L}}{700 \text{ COT}} * 700 \text{ COT} = 1131,66 \text{ ppm}$$

Cantidad de producto para agregar en el laboratorio

$$1131,66 \frac{mg}{L} * 25 \text{ mL} * \frac{1L}{1000mL} = 28,29 \text{ mg producto}$$

**0,030 g producto**

En la Figura 18, se presenta la relación de estos dos parámetros y la ecuación de la recta para determinar la DQO en términos de COT.

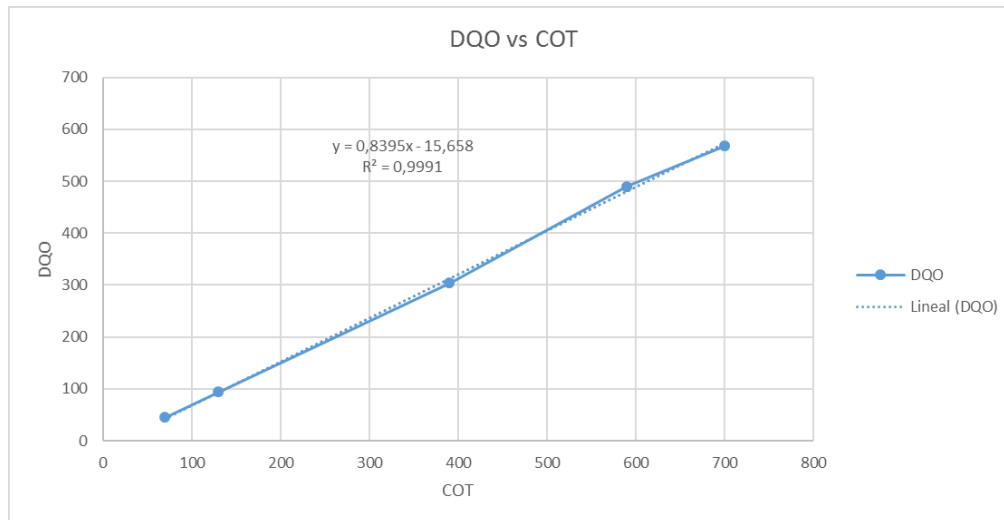


Figura 18. Gráfica de la relación del COT con DQO. Fuente: Autores.

*Ecuación de la recta para la relación entre DQO y COT*

$$DQO = 0.8395(COT) - 15.658$$

Teniendo en cuenta la ecuación de la recta, se obtienen los valores de DQO correspondientes a la concentración de antiparasitario y COT, estos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9.

*Relación de COT con DQO*

<b>Concentración Antiparasitario (ppm)</b>	<b>COT Promedio (mg/L COT)</b>	<b>DQO (mg/L DQO)</b>
1127,04	697	570
988,47	611	498
641,27	397	317
554,28	343	272
210,17	130	93
150,12	93	62
92,96	58	33
44,46	28	7

Fuente: Autores

Según el artículo 8 de la resolución 631 de 2015 en donde se establecen los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas – ARD de las actividades industriales, comerciales o de servicios; y de las aguas residuales (ARD y ARnD) de los prestadores de servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficial con una carga menor o igual a 625 Kg/día DBO<sub>5</sub> se tiene un máximo permisible de DQO de 180 mg/L O<sub>2</sub>.

En relación a lo anterior el tratamiento con el reactor fotooxidativo empieza a cumplir la norma legal vigente a partir de una dosis de peróxido de hidrógeno que facilita la degradación a

valores inferiores de la norma, es decir, concentraciones inferiores de Triclorfon desde 210.17 ppm. Con esto se puede indicar que la mayoría de establecimientos veterinarios no cumplen el valor mínimo establecido de DQO para vertimientos de alcantarillado a cuerpos de agua superficial.

Por otra parte en el artículo titulado “Determinación de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) del Triclorfon en alevinos de Bocachico”, se encontró que para el Triclorfon la  $CL_{50}$  es de 0.495  $mgL^{-1}$ , según los datos obtenidos la concentración mínima a la que se llegó fue de 44.6  $mgL^{-1}$ ; esto indica que hay que continuar con el tratamiento agregando una mayor cantidad de oxidante para que este sea menor a la concentración toxica.

Ambientalmente se cumplió la norma, sin embargo toxicológicamente se debe continuar investigando para lograr disminuir la concentración de antiparasitario para que sea menor a la concentración letal en los alevinos de Bocachico.

## 6. Conclusiones

- Se acondicionó el reactor fotooxidativo presente en la Universidad de La Salle con sus respectivas pruebas hidráulicas donde se determinaron fugas, reparaciones y cableado para su correcto funcionamiento.
- El reactor fue el adecuado para realizar los ensayos de fotooxidación para el Amitraz y el Triclorfon debido a la presentación líquida y en polvo de los productos. Los resultados de estos ensayos se pueden evidenciar en la sección de Resultados y Análisis.
- Se revisó la literatura existente respecto a la oxidación química y se tomaron datos relevantes como tiempo de recirculación, oxidante a trabajar y método a ejecutar para la realización de las pruebas de fotooxidación, el proceso detallado se evidencia en la sección de Antecedentes y Revisión Bibliográfica del presente informe.
- Se realizaron las pruebas de fotooxidación para el Amitraz y el Triclorfon, productos que por su composición se adaptaron a la estructura del reactor, el proceso detallado se encuentra en la sección de Metodología en los Ensayos en el Laboratorio.
- Con el Propoxur no fue posible realizar la totalidad de los ensayos debido a la pérdida de volumen inicial en el reactor por la espuma generada en cada recirculación.
- Con el Propoxur y Amitraz no se evaluó la remoción en términos de DQO y COT debido a interferencias tanto estructurales como a nivel de precisión en el método de medición presentada durante el proceso.
- Se evidencio una reducción del 96% de eficiencia en términos de COT para los ensayos realizados con el Triclorfon.



- Con el valor de COT obtenido, se identificó el valor de DQO correspondiente para cada concentración de Triclorfon, con el fin de determinar el cumplimiento de la norma en términos de DQO estableciendo una concentración óptima menor a 210.17 ppm de Triclorfon.

## 7. Recomendaciones

- Para posteriores estudios con el reactor fotooxidativo y sistema híbrido, el panel solar que se adquiera tiene que ser el adecuado para alimentar la batería, ya que el panel utilizado es de 0.32 amperios (A) y la batería requiere 7.2 A, por lo cual se va a demorar más en cargar completamente y no va a funcionar con su mayor capacidad.
- Continuar la investigación con el Amitraz ya que es el producto usado con mayor frecuencia en la ciudad de Bogotá, buscando los recursos económicos necesarios para hacer cromatografía de gases y poder evidenciar la reducción del compuesto a través de la oxidación química.
- Implementar sistemas de fotooxidación a pequeña escala en los establecimientos veterinarios más importantes de la ciudad, los cuales producen grandes cantidades de vertimientos de este tipo, de tal manera que se reduzca la concentración de dichos compuestos tóxicos en las aguas residuales de la ciudad de Bogotá cumpliendo la normatividad vigente.
- Realizar nuevamente un ensayo en donde se agreguen 40 ml de peróxido de hidrógeno al fotoreactor con el tratamiento para el Triclorfon en las dos primeras horas de la corrida para determinar si la eficiencia del proceso es la misma al agregar el oxidante en total o en pequeñas alícuotas.
- Para el Propoxur se recomienda emplear otro tipo de reactor fotooxidativo en el cual no se presenten fugas y no se pierda el volumen inicial de la muestra o tratarlo por otros métodos de oxidación avanzada como la oxidación supercrítica.
- Para posteriores estudios se invita a realizar un análisis de los sub-productos que se puedan presentar en este tipo de oxidaciones para determinar su grado de toxicidad.

## 8. Bibliografía

A. de Weert, J., Keijzer, T., & van Gaans, P. (2014). Lowering temperature to increase chemical oxidation efficiency: The effect of temperature on permanganate oxidation rates of five types of well defined organic matter, two natural soils, and three pure phase products. *Chemosphere*, Volume 117, Pages 94-103.

Agriculture, U. S. (1978). *The biologic and economic assessment of amitraz*. Estados Unidos : EPA .

Ardila Robles, E., & Zarate Polanco, A. F. (2009). Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de fotocatalisis heterogénea para el tratamiento de líquidos fijadores agotados de radiología, fotografía y artes gráficas; subsiguiente al proceso de recuperación de la plata por electrólisis. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.

Barrios Cicery, A. I., & Gil Donato, J. A. (2005). *EVALUACIÓN A NIVEL DE LABORATORIO DEL SISTEMA DE DESTRUCCIÓN*. Bogota, Colombia: Universidad de la Salle.

Bayer. (2016). *Bayer* . Obtenido de Brasil: <http://www.bayeravesesuinicos.com.br/>

Bayer HealthCare. (Octubre de 2013). *Bayer: Science For A Better Life*. Recuperado el 24 de Junio de 2015, de Animal Health México:  
<https://www.sanidadanimal.bayer.com.mx/es/abc-productos/endoparasiticidas/neguvon-polvo/index.php>

BCB Infrarrojos y Ultravioleta. (2016). *Ultravioleta e Infrarrojos para la Industria* . Obtenido de Lámpara UV: <http://www.lamparas-ultravioleta.com/lamparas-uv.html>

Calixto, M. (2015). Diseño de estrategias para el tratamiento y disposición final de productos químicos peligrosos generados en establecimientos veterinarios y afines en la ciudad de Bogotá. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle .

CODENSA. (Mayo de 2016). *Tarifas de energía CODENSA*. Obtenido de <https://www.codensa.com.co/hogar/tarifas>

Contreras Peña, A. F., & Celis Suarez, C. A. (2010). *EVALUACIÓN DEL DIÓXIDO DE CLORO COMO OXIDANTE EN LA REMOCION DE FENOLES PARA AGUAS DE PRODUCCION DE INDUSTRIA PETROLERA DURANTE LA FASE DE EXTRACCION A LA SALIDA DEL TRATAMIENTO PRIMARIO*. Bogota: Universidad de la Salle.

Cristóvão , R., Gonçalves , C., Botelho , C., Martins , R., & Boaventura , R. (2014). Chemical oxidation of fish canning wastewater by Fenton's reagent. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Volume 2, Pages 2372 a 2376.

Cubillos Alarcón, D. R., & Moncada Fuentes, J. E. (10 de Agosto de 2006). *EVALUACIÓN A NIVEL DE LABORATORIO DE UN SISTEMA DE REMOCIÓN FOTOCATALÍTICO DE TENSOACTIVOS ANIÓNICOS*. *Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Del Pino, J., Martínez , M., Castellano, V., Ramos, E., Martínez-Larrañaga, M., & Anadón , A. (2013). Effects of exposure to amitraz on noradrenaline, serotonin and dopamine levels in brain regions of 30 and 60 days old male rats. *Toxicology*, Volume 308, 88-95.

Deng, D., Xueting , L., Jianmin , O., Zhen , W., Shuting , L., Minling , D., & Yuehong , S. (April 2015). Efficient chemical oxidation of high levels of soil-sorbed phenanthren by

- ultrasound induced, thermally activated persulfate. *Chemical Engineering Journal (ELSEVIER)*, Volume 265, Pages 176-183.
- Department of Clinical Studies, University of Shiraz. (2005). Effect of trichlorfon (Neguvon) against *Sarcoptes scabiei* var *canis*. *Journal of Applied Animal Research*, 15-16.
- EcuRed. (2016). *Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de <http://www.ecured.cu/Balastro>
- Egidius, E., & Møster., B. (2007). Effect of Neguvon® and Nuvan® treatment on crabs (*Cancer pagurus*, *C. maenas*), lobster (*Homarus gammarus*) and blue mussel (*Mytilus edulis*). *Aquaculture*,, 165-168.
- Fiel , C., Guzmán , M., Steffan , P., & Bhushan , C. (2011). Comparative efficacy of trichlorophon and trichlorophon/ivermectin combination treatment against anthelmintic-resistant cattle nematodes in Argentina. *Parasitology Research*, S105-S112, Vol 109.
- HACH. (2015). *HACH Instruments* . Obtenido de [http://latam.hach.com/?\\_bt=91901328304&\\_bk=hach%20methods&\\_bm=p&gclid=CLbra-B4coCFYcmhgodpLgEQw](http://latam.hach.com/?_bt=91901328304&_bk=hach%20methods&_bm=p&gclid=CLbra-B4coCFYcmhgodpLgEQw)
- HACH. (2015). Oxygen Demandad, Chemical USEPA Reactor Digestion Method. *Reactor Digestion TNTplus Method (multi-range: 150,1500 mg/L)*.
- J. Montovani, N. M. (2009). Cardio-respiratory function and oxidative stress biomarkers in Nile tilapia exposed to the organophosphate insecticide trichlorfon (NEGUVON®). . *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1413-1424.

- Lemaire, J. B. (2013). Oxidant selection to treat an aged PAH contaminated soil by in situ chemical oxidation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, . Journal of Environmental Chemical Engineering.
- Lozano, G., Pérez, S., & Vallejo, A. (2003). *Determinación de la concentración letal media (CL50) del triclorfon en alevinos de bocachico*. Córdoba: Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Acuicultura.
- Malato Rodríguez, S., Blanco Gálvez, J., Milow, B., Maldonado Rubio , M. I., & Richter, C. (2016). *InfoAgro.com*. Obtenido de Tratamiento de plaguicidas de la agricultura intensiva almeriense mediante la tecnología de detoxificación solar :  
[http://infoagro.com/hortalizas/tecnologia\\_detoxificacion\\_solar.htm](http://infoagro.com/hortalizas/tecnologia_detoxificacion_solar.htm)
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. (2016). *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España*. Obtenido de  
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/501a600/nspn0585.pdf>
- Monteagudo, J., Durán, A., González, R., & Expósito, A. (2015). In situ chemical oxidation of carbamazepine solutions using persulfate simultaneously activated by heat energy, UV light, Fe<sup>2+</sup> ions, and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *Applied Catalysis B: Environmental*, Volumes 176-177, Pages 120-129.
- Moreno Gutierrez, S., & Torres Tello, C. (2012). *APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE OXIDACIÓN EN AGUA SUPERCRÍTICA*. Bogota, Colombia: Universidad de la Salle.

Olarte Socha, Á. M., & Pulido Báez, D. K. (2010). Evaluación a nivel laboratorio de un sistema de oxidación fotocatalítica heterogénea para la degradación de un colorante reactivo usado en la industria textil. Bogotá , Colombia : Universidad de la Salle .

P.C Fung, Q. Huang, S.M Tsui, & C.S Poon. (1999). Treatability study of organic and colour removal in desizing/dyeing wastewater by UV/US system combined with hydrogen peroxide. . *Water Technology, Vol 40*, 153-160.

Parasitipedia. (25 de Julio de 2015). *Parasitipedia.net*. Obtenido de [http://parasitipedia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=404&Itemid=2483](http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=404&Itemid=2483)

*Proquimsa*. (s.f.). Obtenido de Proquimsa MSDS#P19:  
<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36029398>

quimica, F. i. (2015). *Amitraz*. Obtenido de [http://training.itcilo.it/actrav\\_cdrom2/es/osh/ic/33089611.htm](http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/ic/33089611.htm)

Ryoo, J. J., Kim, S. H., Jeong, Y. H., Do, H.-S., Ryu, J. E., Kwon, H. Y., . . . Hong, J. (2008, Vol 29). Simultaneous Determination of Amitraz, Bromopropylate, Coumaphos, Cymiazole and 2,4-Dimethylaniline in Korean Honey Samples by High-Performance Liquid Chromatography. *Bull. Korean Chem. Soc.* , 1043-1047.

Salazar Salazar, J. S., & Tribaldos Estada, S. A. (2011). Evaluación de la oxidación de fenoles en fase acuosa en laboratorio mediante la oxidación con peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), ozono (O<sub>2</sub>) y luz ultravioleta (UV). *Tesis de pregrado* . Bogotá , Colombia : Universidad de la Salle .

Sydney. (2000). *Productos químicos Sydney*. Obtenido de Hoja técnica del peróxido de hidrógeno (50% grado técnico):

[http://www.sydney2000.com.mx/Hoja\\_tecnica/PEROXIDO\\_HIDROGENO\\_T.pdf](http://www.sydney2000.com.mx/Hoja_tecnica/PEROXIDO_HIDROGENO_T.pdf)

Tan , Maojin; Cancion , Xiaodong; Yang , Xuan; Wu, Qingzhao. (2015). Support-vector-regression machine technology for total organic carbon content prediction from wireline logs in organic shale: A comparative study. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 792-802.

Thomaz , J., Martins , N., Monteiro , D., Rantin , F., & Kalinin, A. (2009). Cardio-respiratory function and oxidative stress biomarkers in Nile tilapia exposed to the organophosphate insecticide trichlorfon (NEGUVON®) . *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1413-1424, Vol 72.

UDLA. (2014). *Capítulo 1*. Obtenido de Introducción a los Balastros Electrónicos:

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/martinez\\_v\\_da/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/martinez_v_da/capitulo1.pdf)

Universidad de la Salle. (mayo de 2015). *Universidad de la Salle* . Obtenido de Proyectos de Investigación :

<http://www.lasalle.edu.co/wps/portal/Home/Principal/Investigaciones/Proyectos-de-investigacion>

Walsh , T. K., Lyndon , A. R., & Jamieson , D. J. (May 2007 ). Identification of cDNAs induced by the organophosphate trichlorophon in the parasitic copepod *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda; Caligidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology (ELSEVIER)* , Volume 88, Issue 1, Pages 26-30 .



Wilches Fonseca, M. (2015). Formulación de una política pública distrital ambiental para el uso y manejo de sustancias que generan vertimientos peligrosos en las clínicas veterinarias de pequeñas especies en Bogotá. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.

## 9. Anexos

### Anexo 1: Formato de encuestas realizadas en las localidades de la ciudad de Bogotá.

#### Semillero de investigación en zona crítica (SIZC)

#### Grupo de investigación en tratamiento de aguas residuales por métodos no convencionales

#### Proyecto “tratamiento de vertimientos proveniente de clínicas veterinarias”

#### Encuesta

**Objetivo:** Identificar la fuente y los caudales de vertimientos generados en Clínicas Veterinarias.

Fecha:	
Nombre del Establecimiento:	
Localidad:	
Barrio:	
Ciudad:	
Perfil de quien responde a la encuesta:	

1. ¿Qué productos usa para el tratamiento de las mascotas, son nombres comerciales y/o principios activos?
2. ¿Qué productos usa para el cuidado de las mascotas, son nombres comerciales y/o principios activos?
3. ¿Qué productos usa para el lavado de las mascotas, son nombres comerciales y/o principios activos?

4. ¿Dichos productos son para tratamiento tópico o dérmico, o se incluyen otras vías de administración?
5. ¿Cuáles son los nombres comerciales o empresas de su preferencia para el tratamiento de las mascotas?
6. ¿Cuáles son los nombres comerciales o empresas de su preferencia para el cuidado de las mascotas?
7. ¿Cuáles son los nombres comerciales o empresas de su preferencia para el lavado de las mascotas?
8. ¿Cuáles son los Volúmenes (en litros, frascos, galones) de productos para los tratamientos usados mensualmente?
9. ¿Cuáles son los Volúmenes (en litros, frascos, galones) de productos para el cuidado usados mensualmente?
10. ¿Cuáles son los Volúmenes (en litros, frascos, galones) de productos para el lavado, usados mensualmente?
11. ¿Qué tipos de mascotas vienen con mayor frecuencia?
  - a. Gatos
  - b. Perros
  - c. Peces
  - d. Hamsters
  - e. Otro, ¿Cuáles?
12. ¿Ello tiene impacto en el tipo de productos utilizados? ¿Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Por qué?
13. ¿Cuáles son los principios activos más usados como antiparasitarios externos (¿tanto de administración tópica como sistémica?)

14. ¿Cuál es el promedio de la cantidad de agua (en litros, metros cúbicos) que se usa en su establecimiento mensualmente?
15. ¿Con que frecuencia realiza la limpieza del establecimiento?
- a. lunes, miércoles, viernes
  - b. martes, jueves y sábado
  - c. martes y jueves
  - d. fines de semana
  - e. un día a la semana: \_\_\_\_\_
16. ¿Su establecimiento tienen caja de inspección?
17. ¿Cuál es el Ingreso diario de mascotas?
18. ¿Qué actividades generan mayor consumo de agua?
19. ¿Cuáles son los días que más consumo de agua hay en el lavado?
20. ¿Tiene otro tipo de actividades diferentes al tratamiento, cuidado y lavado que utilice otro tipo de principios activos o sustancias químicas como tintura del pelo de los animales?

**Anexo 2: Procedimiento para la determinación de DQO. Método 8000**

# Oxygen Demand, Chemical

DOC316.53.01100

USEPA<sup>1</sup> Reactor Digestion Method<sup>2</sup>

Method 8000

3 to 150 mg/L COD (LR)

TNTplus™ 821/822

20 to 1500 mg/L COD (HR)

Scope and application: For water, wastewater; digestion is required.

<sup>1</sup> COD ranges 3–150 mg/L and 20–1500 mg/L COD are USEPA approved (5220 D) for wastewater analyses, Federal Register, April 21, 1980, 45(78), 26811–26812

<sup>2</sup> Jirka, A.M.; Carter, M.J., Analytical Chemistry, 1975, 47(8), 1397



## Test preparation

### Instrument-specific information

Table 1 shows all of the instruments that have the program for this test. The table also shows the adapter and light shield requirements for the applicable instruments that can use TNTplus vials.

To use the table, select an instrument, then read across to find the applicable information for this test.

Table 1 Instrument-specific information for TNTplus vials

Instrument	Adapters	Light shield
DR 6000, DR 5000	—	—
DR 3900	—	LZV849
DR 3800, DR 2800	—	LZV848
DR 1900	9609900 or 9609800 (A)	—

### Before starting

DR 3900, DR 3800, DR 2800: Install the light shield in Cell Compartment #2 before this test is started.

Review the safety information and the expiration date on the package.

The recommended temperature for samples and reagents is 15–25 °C (59–77 °F).

The recommended temperature for reagent storage is 15–25 °C (59–77 °F).

The reagent that is used in this test is corrosive and toxic. Use protection for eyes and skin and be prepared to flush any spills with running water.

Spilled reagent will affect test accuracy and is hazardous to skin and other materials. Be prepared to wash spills with running water.

The reagents that are used in this test contain mercury. Collect the reacted samples for proper disposal.

Analyze reagent blanks as a quality check for accurate results at low concentrations or when the reagents were in storage for long periods of time. For the best results, analyze one blank (at minimum) per lot of reagents. Refer to [Blanks for colorimetric determination](#) on page 3. Run all tests (the samples and the blank) with the same lot of vials. The lot number is on the container label.

Keep unused (light sensitive) vials in a closed box.

Use the DRB reactor with 13-mm wells for the digestion. If the reactor has 16-mm wells, insert adapter sleeves into the wells.

DR 1900: Go to All Programs>LCK or TNTplus Methods>Options to select the TNTplus number for the test. Other instruments automatically select the method from the barcode on the vial.

Review the Safety Data Sheets (MSDS/SDS) for the chemicals that are used. Use the recommended personal protective equipment.

Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations. Refer to the Safety Data Sheets for disposal information for unused reagents. Refer to the environmental, health and safety staff for your facility and/or local regulatory agencies for further disposal information.

### Items to collect

Description	Quantity
COD TNTplus™ Reagent Set, LR or HR	1
DRB200 reactor with 13-mm wells	1
Blender, 2-speed	1
Pipet, adjustable volume, 1.0–5.0 mL	1
Pipet tips, for 1.0–5.0 mL pipet	1
Test tube rack	1

Refer to [Consumables and replacement items](#) on page 5 for order information.

### Sample collection and storage

- Collect samples in clean glass bottles. Use plastic bottles only if they are known to be free of organic contamination.
- Test biologically active samples as soon as possible.
- Homogenize samples that contain solids to get a representative sample.
- To preserve samples for later analysis, adjust the sample pH to less than 2 with concentrated sulfuric acid (about 2 mL per liter). No acid addition is necessary if the sample is tested immediately.
- Keep the preserved samples at or below 6 °C (43 °F) for up to 28 days.
- Correct the test result for the dilution caused by the volume additions.

### Test procedure



1. Set the DRB200 reactor power to on. Set the temperature to 150 °C.



2. Measure 100 mL of sample in a blender. Blend for 30 seconds or until homogenized. If the sample does not have suspended solids, ignore this step.



3. Pour the homogenized sample into a 250-mL beaker and stir slowly with a magnetic stir plate. If the sample does not have suspended solids, ignore this step.



4. Invert a test vial several times to mix.



5. Use a pipet to add 2.0 mL of sample to the test vial.



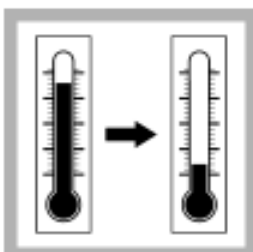
6. Hold the vial by the cap, over a sink. Invert gently several times to mix. The vial gets very hot during mixing.



7. Insert the vial in the preheated DRB200 reactor. Close the lid.



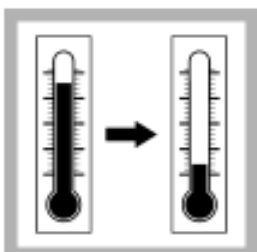
8. Keep the vial in the reactor for 2 hours.



9. When the timer expires, set the reactor power to off. Let the temperature decrease for about 20 minutes to 120 °C or less.



10. Hold the vial by the cap and invert gently several times while the vial is still hot.



11. Put the vial in a test tube rack. Let the temperature of the vial decrease to room temperature.



12. Clean the vial.



13. DR 1900 only: Select program 821 (LR) or 822 (HR). Refer to [Before starting](#) on page 1.



14. Insert the vial into the cell holder. DR 1900 only: Push READ. Results show in mg/L COD.

### Blanks for colorimetric determination

Analyze reagent blanks as a quality check for accurate results at low concentrations or when the reagents were in storage for long periods of time. For the best results, analyze one blank (at minimum) per lot of reagents. Replace the sample with deionized water in the test procedure to determine the reagent blank value. Subtract the reagent blank value from the sample results automatically with the reagent blank adjust option. Use the blank again for other measurements with the same lot of vials. For storage, keep the blanks in a dark location. Monitor the decomposition of the blanks by periodically measuring its concentration. Measure the reagent blank value when a new lot of reagent is used.

1. Replace the sample with deionized water in the test procedure to determine the reagent blank value. Clean the vial, then put it in the cell holder. Close the lid.
2. Set the reagent blank function to on. The measured value of the reagent blank is shown.

*Note: As an alternative, record or enter the reagent blank value at a different time. Push the highlighted reagent blank box and use the keypad to enter the value.*

## Interferences

Chloride is the primary interference in this test method and results in a positive interference. Each COD vial contains mercuric sulfate that will eliminate chloride interference to a maximum of 2000 mg/L Cl<sup>-</sup>.

## Accuracy check

### Standard solution method—LR

Use the standard solution method to validate the test procedure, the reagents and the instrument.

Items to collect:

- COD Standard Solution, 1000-mg/L COD
- 100-mL volumetric flask, Class A
- 10.0-mL volumetric pipet, Class A and pipet filler safety bulb
- Deionized water

1. Prepare a 100-mg/L COD standard solution as follows:
  - a. Use a pipet to add 10.0 mL of a 1000-mg/L COD standard solution into the volumetric flask.
  - b. Dilute to the mark with deionized water. Mix well. Prepare this solution daily.
2. Use the test procedure to measure the concentration of the prepared standard solution.
3. Compare the expected result to the actual result.

*Note: The factory calibration can be adjusted slightly with the standard adjust option so that the instrument shows the expected value of the standard solution. The adjusted calibration is then used for all test results. This adjustment can increase the test accuracy when there are slight variations in the reagents or instruments.*

### Standard solution method—HR

Use the standard solution method to validate the test procedure, the reagents and the instrument.

Items to collect:

- COD Standard Solution, 300-mg/L, 800-mg/L or 1000-mg/L COD or Oxygen Demand Standard (contains 617-mg/L COD) or Wastewater Influent Standard Solution, Mixed Parameter (contains 500-mg/L COD)

1. Use the test procedure to measure the concentration of the standard solution.
2. Compare the expected result to the actual result.

*Note: The factory calibration can be adjusted slightly with the standard adjust option so that the instrument shows the expected value of the standard solution. The adjusted calibration is then used for all test results. This adjustment can increase the test accuracy when there are slight variations in the reagents or instruments.*

Fuente: (HACH, 2015)



### Anexo 3: Procedimiento para la determinación de COT. Método 10129



## **ANALYTICAL PROCEDURES** **For DR/2000 and DR/3000 Instruments**

**ORGANIC CARBON, TOTAL, Low Range** Method 10129  
(0.0–20.0 mg/L C)

Direct Method\*

Scope and Application: For water, drinking water, and wastewater



**1.** Turn on the COD reactor. Heat to 103-105 °C. Place the plastic shield in front of the reactor.

*Note: Ensure safety devices are in place to protect the analyst should leakage occur.*



**2.** Use a graduated cylinder to add 10 mL of sample to a 50-mL Erlenmeyer flask containing a stir bar.



**3.** Add 0.4 mL of Buffer Solution, pH 2.0.

*Note: Use pH paper to make sure the sample pH is 2.*



**4.** Place the flask on a stir plate and stir at a moderate speed for 10 minutes.

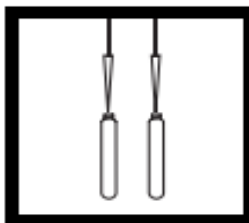


**5.** Label two Low Range Acid Digestion vials: **sample** and **reagent blank**.

*Note: A reagent blank is required for each series of samples.*



**6.** Using a funnel, add the contents of one TOC Persulfate Powder Pillow to each Acid Digestion vial (colorless liquid).



**7.** Use a TenSette® Pipet to add 3.0 mL of **organic-free water** to the **reagent blank** vial and 3.0 mL of **prepared sample** to the **sample** vial. Swirl to mix.

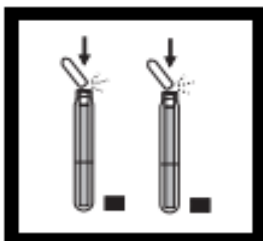


**8.** Rinse two blue Indicator Ampules with deionized water and wipe them with a soft, lint-free wipe.

*Note: Do not touch the ampules on the sides after wiping. Pick them up by the top.*

\* Patent pending

## ORGANIC CARBON, TOTAL, Low Range, continued



**9.** Lower one unopened ampule into each Acid Digestion vial. When the score mark on the ampule is level with the top of the Acid Digestion vial, snap the top off the ampule and allow it to drop into the Acid Digestion vial.

*Note: Do not invert or tilt the tube after inserting the ampule to prevent the Indicator Reagent from mixing with the contents of the acid digestion vial.*

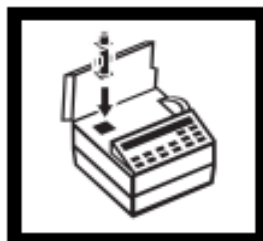


**10.** Cap the vial assemblies tightly and place them in the COD reactor for 2 hours at 103–105 °C.



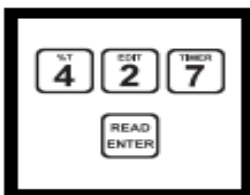
**11.** Carefully remove the vial assemblies from the reactor. Place them in a test tube rack.

Allow the vials to cool for **one hour** for accurate results.



**12.** Place the COD Vial Adapter into the cell holder with the marker to the right.

*Note: For DR/3000s, the groove in the adapter faces the front of the instrument.*



**13.** Enter the stored program for Low Range TOC.

Press: **427 READ/ENTER**

The display will show:

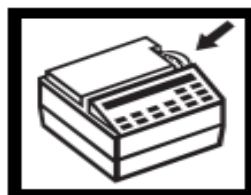
**Dial nm to 600**

*Note: See the Instrument Setup on page 7 to enter this method into the DR/2000.*

*Note: For DR/3000s:*  
Press: **MANUAL PROGRAM**  
Press: **-21.3 CONC FACTOR**  
Press: **ZERO**  
Press: **1 CONC**

*Note: DR/2000s with software versions 3.0 and greater will display P and the program number.*

*Note: DR/2000s with software versions 3.0 and greater will not display Dial to if the wavelength is already set correctly. This display will show the message in step 15. Proceed to step 16.*



**14.** Rotate the wavelength dial until the display shows:

**600 nm**

*Note: For DR/3000s, set the wavelength to 600 nm.*



**15.** Press: **READ/ENTER**

The display will show:

**mg/C**



**16.** Wipe the reagent blank with a damp towel, followed by a dry one, to remove fingerprints or other marks.

*Note: The liquid in the reagent blank vial should be dark blue.*

## ORGANIC CARBON, TOTAL, Low Range, continued

---



**17.** Place the reagent blank vial assembly into the cell holder. Close the light shield.



**18.** Press: **ZERO**  
The display will show:

**WAIT**

then:

**0.0 mg/l C**

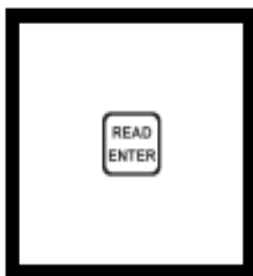
*Note: The DR/3000 will show 0.0.*



**19.** Wipe the sample vial assembly with a damp towel, followed by a dry one, to remove fingerprints or other marks.



**20.** Place the sample vial assembly into the cell holder. Close the light shield.



**21.** Press: **READ/ENTER**

the display will show:

**WAIT**

then the results in mg/l C will be displayed.

*Note: In the Constant-On mode, pressing READ/ENTER is not required. WAIT will not appear. When the display stabilizes, read the result.*

*Note: For the DR/3000, insert the vial assembly and read the result.*

## ORGANIC CARBON, TOTAL, Low Range, continued

---

### Sampling and Storage

Collect samples in clean glass bottles. Rinse the sample bottle several times with the sample to be collected. Fill the bottle so there is no headspace. Cap. Test samples as soon as possible. Acid preservation is not recommended. Homogenize samples containing solids to assure representative samples.

### Accuracy Check

#### Standard Solutions Method

- a. Prepare a 1000 mg/L organic carbon stock standard by dissolving 2.1254 g dry primary standard Potassium Acid Phthalate in Organic-Free Reagent Water and dilute to 1000 mL. This stock standard is stable for about 1 month at room temperature.

Alternatively, open one ampule of TOC Standard Solution (Cat. No. 27915-05).

- b. Prepare a 10.0 mg/L C standard by transferring 10.00 mL of the stock standard to a 1000-mL Class A volumetric flask. Dilute to volume using Organic-Free Reagent Water. Stopper and mix thoroughly. Prepare this standard fresh daily.

#### Standard Additions Method

- a. Prepare a 150 mg/L C standard by transferring 15.00 mL of 1000 mg/L C stock solution to a 100-mL Class A volumetric flask. Dilute to volume with Organic-Free Water. Mix.
- b. Use a TenSette Pipet to add 0.1, 0.2, and 0.3 mL of the 150 mg/L C standard to each of three Acid Digestion vials.
- c. Add the contents of one TOC Persulfate Powder Pillow to each vial.
- d. Add 3.0 mL of sample to each vial. Swirl to mix.
- e. Proceed with the procedure starting at *step 8*.
- f. The mg/L C concentration should increase by 5.0 mg/L for each 0.1 mL increment.

### Method Performance

#### Precision

In a single laboratory, using a standard solution of 9.0 mg/L C and one lot of reagents, a single operator obtained a standard deviation of  $\pm 0.4$  mg/L C.

#### Estimated Detection Limit

The estimated detection limit for Method 10129 is 0.3 mg/L C.

#### Sensitivity

At mid-range, the sensitivity, expressed as the concentration change per 0.010 absorbance change, is 0.2 mg/L C.

Fuente: tomado de (HACH, 2015)

## Anexo 4 Ficha de seguridad Amitraz

### AMITRAZ

<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN</b>	
<b>Nombre químico (IUPAC):</b> <i>N</i> -metilbis(2,4-xililiminometil)amina	<b>No. CAS:</b> 33089-61-1
<b>Sinónimos:</b> <i>N</i> -(2,4-dimetilfenil)- <i>N</i> -[[[(2,4-dimetilfenil)imino]metil]- <i>N</i> -metilmetanimidamida; Acarac; Amitraze; Amitraz Estrella; Azadieno; Azaform; Baam; <i>N,N</i> -bis(2,4-xililiminometil)metilamina; 1,5-di(2,4-dimetilfenil)-3-metil-1,3,5-triazapenta-1,4-dieno; Ectodex; Edrizar; Fumilat A; Mitaban; Mitac; Triatix; Triatox	
<b>Nombre comercial, Formulación (%), Presentación:</b>	
<b>Para uso Agrícola:</b> Akaroff / Aramite / Mitrazol / Nimate / Extermite / Akafin / Nokar / Miteclean, 21.740, Concentrado Emulsionable; Amitraz 200 Ce / Mitraz 200 Ce, 21.740, Concentrado Emulsionable; Amitraz Técnico, 97.000, Sólido Técnico; Mitac 20 C.E., 21.740, Concentrado Emulsionable; Mitoff / Rid-Mite, 21.700, Concentrado Emulsionable;	
<b>Para uso Industrial:</b> Amitraz Técnico, 95.000, Polvo Técnico	
<b>Para uso Pecuario:</b> Amitraz Técnico, 97.000, Sólido; Amitraz Técnico, 97.000, Polvo Técnico; Amitrazide, 12.500, Suspensión; Bombard, 12.500, Concentrado Emulsionable; Bovitraz, 12.500, Concentrado Emulsionable; Colmesan Ls Solución, 1.250, Solución; Combatick, 12.500, Solución; Drastic, 12.500, Concentrado Emulsionable; Gamitraz, 12.500, Concentrado Emulsionable; Nokalt, 12.500, Concentrado Emulsionable; Preventic, 9.000, Collar; Preventick Solución, 12.500, Solución; Taktic, 12.500, Suspensión Acuosa; Topline, 2.000, Solución; Trak, 12.500, Solución; Triatix, 12.500, Concentrado Emulsionable	
<b>Estructura química:</b>	<b>Fórmula química:</b> C <sub>19</sub> H <sub>23</sub> N <sub>3</sub>
	<b>Peso molecular:</b> 293.45
<b>Tipo de plaguicida:</b> Acaricida	<b>Clasificación:</b> Triazapentadieno
<b>Uso:</b> Agrícola, pecuario e industrial	
<b>Presentaciones comerciales:</b> <u>Agrícola:</u> Para aplicación al follaje: como concentrado emulsionable en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 200 y 221. Para uso exclusivo en plantas formuladoras de plaguicidas agrícolas: como sólido técnico en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 970 y como polvo técnico en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 970. <u>Industrial:</u> Para uso exclusivo en plantas formuladoras de plaguicidas: como polvo técnico en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 950. <u>Pecuario:</u> Para el control del ácaro de la abeja <i>Varroa jacobsoni</i> y <i>Acarapis woodi</i> : como solución en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 12.5. Para cánidos y felinos: como collar en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 90 y 91.8. Para el control de garrapatas, ácaros, sarna y piojos en ganado bovino, ovino, caprino, porcino y canino: como concentrado emulsionable en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 125; como solución en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 12.5, 20, 120 y 125; como suspensión en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 125 y como suspensión acuosa en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 125.	

### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Agujas sin color, con ligero olor a amina. Su punto de fusión se encuentra entre los 86 y 87 °C. Tiene una densidad relativa igual a 1.1. Su solubilidad en agua es igual a 1 mg/L a 25 °C. Es soluble en la mayoría de los disolventes orgánicos. Su presión de vapor es igual a  $2 \times 10^{-6}$  mm Hg a 25 °C. Su constante de la ley de Henry es igual a  $9.87 \times 10^{-6}$  atm·m<sup>3</sup>/mol a 25 °C. Es inestable a pH ácido. Esta sustancia se descompone al calentarse produciendo gases tóxicos

que incluyen a los óxidos de nitrógeno.

### PELIGROSIDAD



Salud (Azul):

Inflamabilidad (Rojo):

Riesgo de Explosión (Amarillo):

### DESTINO EN EL AMBIENTE

**Persistencia:** Moderadamente persistente

En la atmósfera, el Almitraz presente en la fase de vapor es degradado por reacciones mediadas por radicales hidroxilo (vida media de 3 horas), mientras que el presente en la fase particulada se precipita con lluvia y polvo. Puede adsorberse a la materia orgánica y arcillas en los suelos o a las partículas suspendidas y sedimentos en los cuerpos de agua, por ello se considera un compuesto con una movilidad baja a moderada y que representa un riesgo reducido de contaminación del agua subterránea. En el suelo y agua es hidrolizado y biodegradado rápidamente (1 día), sobre todo en condiciones aerobias y a pH ácido. La volatilización no es un destino ambiental importante para este plaguicida. Su potencial de bioconcentración varía de alto a muy alto.

### TOXICIDAD PARA LOS ORGANISMOS Y EL MEDIO AMBIENTE

**Tipo toxicológico:** IV

Es moderadamente tóxico para peces y ligeramente tóxico para anfibios y el zooplancton. No causa efectos tóxicos agudos importantes en aves, pero si puede afectar su reproducción. Prácticamente no produce toxicidad en crustáceos y abejas. Puede ocasionar daños en cultivo de pimientos jóvenes y perales a altas temperaturas.

Fuente: (quimica, 2015)

## Anexo 5 Ficha de seguridad Propoxur



### FICHA TÉCNICA

**Marca Comercial:** Bolfo®

**Nome Técnico:** Propoxur

**Registrado no Ministério da Agricultura sob N.º:** 5.787/1996

**Nº CAS:** 114-26-1

**Formulação:** Pó de contato

**Concentração:** Propoxur 1%

**Denominação Química:** 2-isopropoxifenil-N-metilcarbamato

**Fórmula Bruta:** C<sub>11</sub>H<sub>15</sub>NO<sub>3</sub>

**Dados Toxicológicos:** Toxicidade aguda: DL50 oral, ratazana: > 2000 mg/kg (Bayer); DL50 dérmica, ratazana: > 5000 mg/kg (Bayer)

**Classe:** Inseticida

**Embalagem/Apresentação:** Sache de 200 g, cartucho de 1 kg e saco de 20 kg

**Indicações de uso:** É recomendado para o combate de piolhos das aves, de moscas dos galinheiros e de pulgas dos animais domésticos.

**Modo de usar:** Deve-se polvilhar o produto nas instalações pecuárias e esterqueiras numa dosagem de 50 a 100g/m<sup>2</sup>. Espalhe Bolfo® numa quantidade de aproximadamente 1 (uma) colher de sopa nos ninhos. Contra pulgas, aplique o pó no sentido contrário ao dos pêlos e escove o animal para remoção do produto após duas horas.

**Grupo químico:** Carbamato

**Ação tóxica:** Inibidor da colinesterase

**Antídoto/Tratamento:** Sulfato de atropina, tratamento sintomático e descontaminação.

**Telefone de Emergência:** TeleBayer 0800 701 5546

**Observação**

Antes de usar, leia com atenção as instruções de bula.

Fuente (Bayer, 2016)

## Anexo 6 Ficha de seguridad Triclorfon

### Fichas Internacionales de Seguridad Química

**TRICLORFON**

ICSC: 0585

						
<p><b>TRICLORFON</b>                  Dimetilfosfonato de 2,2,2-tricloro-1-hidroxiethyl                  Acido dimetilfosfónico, 2,2,2-tricloro-1-hidroxiethyl éster  <math>C_4H_8Cl_3O_4P</math>                  Masa molecular: 257.4</p>						
<p>Nº CAS 52-68-6                  Nº RTECS TA0700000                  Nº ICSC 0585                  Nº NU 2783                  Nº CE 015-021-00-0</p>						
						

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Combustible.	Evitar llama abierta.	En caso de incendio: permitidos todos los agentes extintores. Los bomberos deberían emplear equipos autónomos de respiración.
<b>EXPLOSION</b>			
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DE POLVOS! ¡HIGIENE ESTRICTA! ¡EVITAR LA EXPOSICION DE ADOLESCENTES Y NIÑOS!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• <b>INHALACION</b>	Náusea, vértigo, vómitos, contracción pupilar, calambres musculares, dificultad respiratoria, convulsiones, pérdida de conocimiento (síntomas de efectos no inmediatos: véanse Notas).	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y someter a atención médica.
• <b>PIEL</b>	¡PUEDE ABSORBERSE! Al principio, contracturas musculares (para mayor información véase Inhalación).	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón y solicitar atención médica.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, contracción pupilar. (puede absorberse el polvo o el aerosol).	Pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• <b>INGESTION</b>	Náusea, vómitos, calambres abdominales, diarrea, contracción pupilar, calambres musculares, dificultad respiratoria, pérdida de conocimiento.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Provocar el vómito (¡UNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES!), reposo y someter a atención médica.
<b>DERRAMAS Y FUGAS</b>		<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>



Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, trasladarlo a continuación a un lugar seguro; NO permitir que este producto entre en contacto con cursos de agua o alcantarillado (protección personal adicional: respirador de filtro mixto para vapores orgánicos y polvo nocivo AP2).	Separado de alimentos y piensos, bases fuertes. Mantener en una habitación bien ventilada.	NO transportar con alimentos y piensos. símbolo Xn R: 22-43 S: (2)-24-37 Clasificación de Peligros NU: 6.1 Grupo de Envasado NU: III CE:
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>		
ICSC: 0585	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

### TRICLORFON

ICSC: 0585

<b>D A T O S I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Cristales blancos.</p> <p><b>PELIGROS FISICOS</b></p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone al calentar intensamente y, en contacto con ácidos y bases, emite humos tóxicos. Ataca muchos metales.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV no establecido.</p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol, a través de la piel y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por formación de polvos.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia puede tener efectos sobre el sistema nervioso por su poder de inhibición de la colinesterasa, dando lugar a convulsiones, paro respiratorio y muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> La sustancia puede tener efectos sobre la colinesterasa, dando lugar a un importante déficit de la colinesterasa sanguínea. Se puede producir una acción inhibitoria importante de la colinesterasa sanguínea por acumulación de efectos (véanse Síntomas Agudos).</p>
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Punto de fusión: 83-84°C Densidad relativa (agua = 1): 1.73 Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 15.4	Presión de vapor, Pa a 20°C: <<0.01 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.48
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a abejas y peces.	
<b>NOTAS</b>		
<p>Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas de intoxicación aguda no se ponen de manifiesto hasta después de unas horas. En caso de envenenamiento con esta sustancia es necesario tratamiento específico; debe haber disponibles medios adecuados junto con instrucciones. Las recomendaciones de esta ficha son aplicables a la forma pura. Las formulaciones comerciales son a menudo mezclas que incluyen impurezas, disolventes u otros agentes, los cuales modifican sus propiedades fisico-químicas y tóxicas. NO llevar a casa la ropa de trabajo. Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-61G41c</p>		

Fuente (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España, 2016)

## Anexo 7: Libro de campo para el Propoxur



### Libro de campo para el Propoxur

#### Semillero de investigación de zona crítica

#### Fotooxidación en vertimientos de clínicas veterinarias

#### Facultad de Ingeniería

#### Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

<b>Propósito del muestreo:</b>	Determinar el volumen de <i>Propoxur</i> presente en el shampoo y la cantidad de agua requerida en el baño para el cuidado de las mascotas, y posteriormente analizarlo por cromatografía en un laboratorio (si es posible), de tal manera que sea posible identificar tanto la cantidad del compuesto que es absorbida por la mascota como la que se vierte al alcantarillado. Para realizar un tratamiento de fotooxidación y verificar su remoción total.
--------------------------------	--

<b>Localización:</b> Carrera 8 AE # 53 AS – 1 Barrio: Santa Rita Sur Oriental Localidad: San Cristóbal	<b>Tipo de muestra:</b> Vertimiento baño de mascotas.
<b>Proceso que produce el efluente:</b>	<b>Toxicidad del producto:</b> De acuerdo con las encuestas realizadas y posteriores análisis, de

Limpieza y control de pulgas, garrapatas y piojos en perros y gatos.	determinó que el shampoo que contiene Propoxur posee un alto índice de toxicidad, debido a que la dosis letal de la Daphnia (tasa de daño sobre las especies acuáticas) es de 0,011 mg/L.
--	---

<p><b>Procedimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó el muestreo con un perro labrador adulto, utilizando una botella de 100 mL de shampoo que contiene Propoxur.</li> <li>• Se aforó el caudal de la manguera a emplear, el cual fue de: <math>Q = 0.0546 L/s</math></li> <li>• Se procedió con el baño del perro, contabilizando el tiempo que duraba en mojarlo totalmente para tener el control del volumen de agua gastado. Los tiempos fueron los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mojada inicial: 5.03 min</li> <li>➤ Lavado del 1 shampoo: 2.01 min</li> <li>➤ Lavado total: 3.31 min</li> </ul> </li> </ul>
--

<b>Método de muestreo:</b> Simple.	<b>Fecha de recolección:</b> 21 de Julio de 2014	<b>Hora de recolección:</b> 5:00 pm
---------------------------------------	---	--

<b>Nombre del recolector(es)</b>	<b>Número de identificación del recolector(es)</b>
Laura Natalia Sánchez Quintero	Cod: 41111139
Juan Pablo Merchán Ballesteros	Cod. 41111084



## Anexo 8: Libro de campo para el Amitraz



### Libro de campo para el Amitraz

#### Semillero de investigación de zona crítica

#### Fotooxidación en vertimientos de clínicas veterinarias

#### Facultad de Ingeniería

#### Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

<b>Propósito del muestreo:</b>	Identificar la preparación del <i>Amitraz</i> , requerida en el baño para el cuidado de las mascotas, y posteriormente analizarlo por cromatografía en un laboratorio (si es posible), y los parámetros de demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT), de tal manera que se permita determinar tanto la cantidad del compuesto que es absorbida por la mascota como la que se vierte al alcantarillado. Para realizar un tratamiento de fotooxidación y verificar su remoción total.
--------------------------------	---

<b>Localización:</b> Carrera 2 # 10-70 Universidad de la Salle Barrio: La Candelaria Localidad: Candelaria	<b>Tipo de muestra:</b> Vertimiento baño de mascotas.
--	--

<p><b>Proceso que produce el efluente:</b></p> <p>Concentrado emulsionable para uso en aspersión en perros, para el control de infestaciones causadas por garrapatas <i>Rhipicephalus sanguineus</i>.</p>	<p><b>Toxicidad del producto:</b> De acuerdo con las encuestas realizadas y posteriores análisis, de determinó que el Amitraz (antiparasitario) posee un alto índice de toxicidad nivel III (EPA), su mayor componente es el Amitraz.</p>
---	---

<p><b>Procedimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se indago a veterinarios como es la preparación del Amitraz</li> <li>• Se realizó la preparación de la muestra según indicaciones de médicos veterinarios junto con lo que decía en las etiquetas.</li> <li>• La composición de Amitraz y agua en el reactor fueron las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1.5 ml de Amitraz.</li> <li>➤ 6 litros de agua destilada.</li> </ul> </li> </ul>
---

<p><b>Método de muestreo:</b></p> <p>Simple.</p>	<p><b>Fecha de recolección:</b></p> <p>17 de Febrero de 2015</p>	<p><b>Hora de recolección:</b></p> <p>2:00 pm</p>
--	--	---

<p><b>Nombre del recolector(es)</b></p>	<p><b>Número de identificación del recolector(es)</b></p>
<p>Laura Natalia Sánchez Quintero</p>	<p>Cod: 41111139</p>
<p>Juan Pablo Merchán Ballesteros</p>	<p>Cod. 41111084</p>

**Registro fotográfico**



**Anexo 9: Libro de campo para el Triclorfon**



**Libro de campo para el Triclorfon**

**Semillero de investigación de zona crítica**

**Fotooxidación en vertimientos de clínicas veterinarias**

**Facultad de Ingeniería**

**Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria**

<b>Propósito del muestreo:</b>	Determinar el volumen de <i>Triclorfon</i> presente en el antiparasitario organofosforado y la cantidad de agua, requerida en el baño para el cuidado de las mascotas y posteriormente analizarlo por medio del parámetro carbono orgánico total (COT), de tal manera que sea posible identificar tanto la cantidad del compuesto que es absorbida por la mascota como la que se vierte al alcantarillado.  Para realizar un tratamiento de fotooxidación y verificar su remoción total.
--------------------------------	--

<b>Localización:</b> Calle 35 b sur # 1d - 36  Barrio: Villa de los Alpes  Localidad: San Cristóbal	<b>Tipo de muestra:</b>  Vertimiento baño de mascotas.
---	--



<p><b>Proceso que produce el efluente:</b></p> <p>Antiparasitario de uso interno y externo.</p> <p>Bovinos, equinos, ovinos, caprinos, porcinos, caninos y aves.</p>	<p><b>Toxicidad del producto:</b> De acuerdo con las encuestas realizadas y posteriores análisis, se determinó que el antiparasitario organofosforado posee un alto índice de toxicidad, debido a que el bioindicador de alevinos de Bocachico presenta una dosis letal de 0,49 mg*L<sup>-1</sup>.</p>
--	--

<p><b>Procedimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó el muestreo con un perro weimaraner adulto, utilizando un sobre de 15g del antiparasitario organofosforado.</li> <li>• Se procedió con el baño del perro, midiendo el agua gastada por medio de una probeta plástica de 1 litro.</li> <li>• La totalidad de agua gastada en el baño del perro junto con la aplicación del antiparasitario organofosforado fue de 12 litros.</li> <li>• La composición de agua y el antiparasitario organofosforado fue la siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 15 g del antiparasitario organofosforado</li> <li>➤ 6 litros de agua destilada</li> </ul> </li> </ul>
--

<p><b>Método de muestreo:</b></p> <p>Simple.</p>	<p><b>Fecha de recolección:</b></p> <p>26 de Agosto de 2015</p>	<p><b>Hora de recolección:</b></p> <p>9:00 am</p>
--	---	---

Nombre del recolector(es)	Número de identificación del recolector(es)
Laura Natalia Sánchez Quintero	Cod: 41111139
Juan Pablo Merchán Ballesteros	Cod. 41111084

**Registro fotográfico**



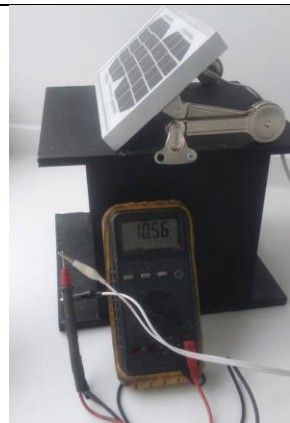
## Anexo 10: Anexo fotográfico



Termoreactor con las muestras.



Voltaje de la batería, después de ser cargada con el panel solar.



Voltaje del panel solar cargando



Lámpara UV conectada al inversor del sistema solar.



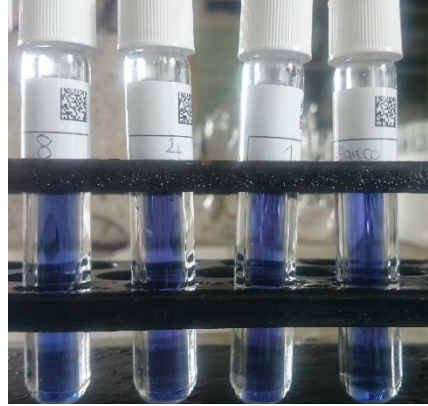
Panel solar cargando



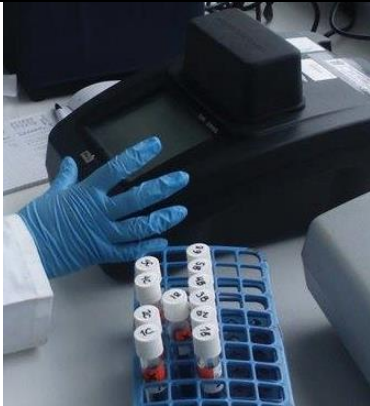
Pruebas de COT en el laboratorio ULS



Pruebas de COT en el laboratorio ULS



Muestras de COT



Lectura de COT en el espectrofotómetro



Presentación en el III Encuentro de Semilleros de La Salle



Presentación Encuentro Internacional de Salud Ocupacional en Tunja



Presentación Encuentro Nacional e Internacional de Semilleros en Cali