

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Toxicidad del larvicida Abate en cuatro
concentraciones y cuatro tiempos de exposición
sobre estadios inmaduros de *Paraustrosimulium*
sp. y *Andesiops* sp. Ayacucho– 2010.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO
ESPECIALIDAD DE ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES**

**PRESENTADO POR:
Bach. PALOMINO ARANGO, Juan Carlos**

**AYACUCHO – PERÚ
2012**

Este trabajo de investigación va dedicada para todas las personas que me apoyaron en alguna etapa de mi vida.

A mi "viejecita linda" Teodosia Arango y a mi "Sargento querido" Simeón Palomino, padres de mi vida y cómplices de mis éxitos.

A mis hermanos Lidia, Vladimir, Julia, Wilfredo y Wilber (un ángel en el cielo), a Abdel mi sobrino, guías en mis sendas de vida. Gracias a ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, nuestra *Alma Mater*, a todos los docentes que guían a los futuros profesionales con voluntad, tolerancia y apoyando el ímpetu juvenil en la conquista de la universalidad del conocimiento.

A Dios nuestro Señor, que con su amor nos enseña a amarlo y amar a nuestros semejantes, que amar a Dios no significa que dejaremos de tener pruebas, pero durante la tormenta sentiremos una paz que no es comprensible humanamente.

Mi reconocimiento eterno a mi asesor: MCs. Carlos Emilio Carrasco Badajoz, por su asesoramiento continuo e indicaciones muy valiosas vertidas durante la realización y redacción del presente trabajo de investigación, así mismo al MCs. Yuri Ayala Sulca, por sus orientaciones siempre oportunas, como también al MS. Elmer Avalos Pérez y al MSc. Antonio Jerí Chávez, por sus aportes desinteresados en la culminación del presente trabajo de tesis.

A los trabajadores del C.E.R.E. "La Totorilla" por brindarme todas las facilidades en el proceso de elaboración de la tesis.

Mi gratitud eterna a Rossy Rosmery Mancilla, por su apoyo desinteresada y amistad valiosa, a Katherin Taco, por su apoyo permanente, y otros tantos amigos que espero nunca perderlos y menos olvidarlos.

ÍNDICE

	PÁGINA
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Generalidades	6
2.2.1 Medio Ambiente	6
2.2.2 Ecosistema	6
2.2.3 Contaminación	6
2.2.4 Contaminación del agua por productos químicos	6
2.2.5 Toxicidad acuática	7
2.2.6 Efecto de la contaminación sobre los organismos acuáticos	8
2.2.7 Rangos de tolerancia de los organismos	9
2.2.8 Macroinvertebrados bentónicos	9
2.2.9 Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua	9
2.2.10 Toxicidad	16
2.2.11 Larvicida	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 Ubicación del área de estudio	27
3.2 Población y muestra	29
3.3 Sistema de muestreo y toma de datos	29
3.4 Diseño experimental	30
3.5 Determinación de la toxicidad	30
3.6 Características fisicoquímicas a determinar del agua del río Huatatas y del manante del C.E.R.E. "La Totorilla"	31
3.7 Análisis estadístico	32
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES	55
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	59

Toxicidad del larvicida Abate en cuatro concentraciones y cuatro tiempos de exposición sobre estadios inmaduros de *Paraustrosimulium* sp. y *Andesiops* sp. Ayacucho – 2010.

Autor : Bach. Juan Carlos Palomino Arango.

Asesor : MCs. Carlos Emilio Carrasco Badajoz.

RESUMEN

El estudio se realizó durante los meses de noviembre de 2010 a febrero de 2011, en el C.E.R.E. "La Totorilla" de la ciudad de Ayacucho. El objetivo principal fue evaluar el efecto toxicológico medido como tasa de mortalidad de 4 concentraciones crecientes y 4 tiempos de exposición al larvicida Abate sobre estadios inmaduros de *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp. Los organismos para el bioensayo se obtuvieron en el río Huatatas, siendo éstos estadios inmaduros de 2 especies de insecto, identificadas en los cuerpos hídricos en Ayacucho, siendo el *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp., de los ordenes Ephemeroptera y Díptera, respectivamente. Los náyades de *Andesiops* sp. y larvas de *Paraustrosimulium* sp., presentan semejanza como respuesta frente a los diferentes variables empleadas en el bioensayo de toxicidad, se muestra las tendencias del porcentaje de mortalidad expuestas a diferentes concentraciones de Abate, en *Andesiops* sp., se observó mortalidades de 50.6%, 67.5% y 79.4% en 24, 48 y 72 horas respectivamente y para *Paraustrosimulium* sp., mortalidades de 51.2%, 76.9% y 91.9% en 24, 48 y 72 horas respectivamente. En los diferentes tiempos de exposición a Abate, los porcentajes de mortalidades para *Andesiops* sp., fueron 36.9%, 59.4%, y 69.4% en 24, 48 y 72 horas respectivamente, mientras que para *Paraustrosimulium* sp., se observa mortalidades de 39.4%, 61.8% y 87.5% en 24, 48 y 72 horas respectivamente. Descriptivamente vemos que las larvas de *Paraustrosimulium* sp., son menos tolerantes. La concentraciones letales medias (CL_{50}) al 95% de confianza, para *Andesiops* sp., fueron de 0.032g/10L, 0.029g/10L, 0.026g/10L y 0.017g/10L de Abate, en 1, 2, 4 y 8 minutos de exposición respectivamente, y para *Paraustrosimulium* sp., se observó que en 1 minuto la CL_{50} es de 0.013g/10L, en 2 minutos 0.018g/10L, en 4 minutos 0.012g/10L y en 8 minutos 0.012g/10L de Abate., concluyéndose así que los valores de la CL_{50} de estas dos especies serán menores cuando el tiempo de exposición incremente.

Palabras claves: Toxicidad, Abate, *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, las actividades antropogénicas han generado una gran variedad de contaminantes, los cuales han ocasionado el deterioro de los distintos compartimentos ambientales, incluyendo el agua, el aire y el suelo, así como de la biota asociada y por ende de los ecosistemas. Estos efectos dependen de la concentración en la que se encuentren las sustancias, de su persistencia y de su biodisponibilidad, pudiendo ocasionar desde efectos no letales, como el desplazamiento temporal de algunas especies, hasta la muerte de poblaciones enteras.

La investigación formal de los efectos adversos de los contaminantes sobre los organismos se inicia en la década de los años 30, a través del desarrollo de estudios para determinar la relación causa-efecto entre la presencia de contaminantes químicos en el agua y sus efectos biológicos en poblaciones de peces. Estos estudios se enfocaron en su mayoría a confirmar si un contaminante, del que se tenía sospecha, era el agente causante de un daño que ya había ocurrido y se basaron en pruebas de mortalidad de los organismos (pruebas de toxicidad aguda). Con ello se demostró claramente la gran diferencia en la sensibilidad a los contaminantes que existe entre los

organismos, la cual puede variar incluso en varios órdenes de magnitud (Macek, 1980).

Durante las décadas de 1940 a 1960, los estudios que demostraron los efectos que producían los plaguicidas agrícolas sobre la vida silvestre, catalizaron el desarrollo de la toxicología ambiental y con ella el desarrollo de pruebas en las que, además de la mortalidad, se medían otros indicadores de importancia ecológica, tales como el crecimiento y la reproducción en organismos acuáticos y terrestres. Fue en esta época cuando se reconoció que este tipo de estudios requerían de la participación de investigadores de distintas áreas del conocimiento como son la química, la ecología, la biología y la toxicología, entre otras. El término "ecotoxicología" fue establecido por Thuhaut en 2008, como una extensión natural de la toxicología (que estudia los efectos en organismos individuales) enfocada al estudio de los efectos ecológicos de los contaminantes o bien al estudio de los efectos de los contaminantes en los ecosistemas (Moriarty, 2010).

En el presente trabajo se experimentó el efecto de toxicológico de un larvicida comercial Abate, ante insectos de estadios inmaduros de los órdenes Ephemeroptera y Diptera, muestras biológicas provenientes del río Huatatas y cuyos ensayos realizados en ambientes controlados similares al ambiente natural, con aguas del manante del C.E.R.E. "La Totorilla", provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, con la finalidad de evaluar el efecto tóxico que genera al ser utilizado indiscriminadamente en algunos insectos reduciendo así la diversidad biológica presente en los ecosistemas acuáticos; generando información básica para el aprovechamiento y la toma de decisiones sostenibles.

Planteándonos los siguientes objetivos en el presente trabajo de investigación; el objetivo general fue:

- Evaluar el efecto toxicológico medido como mortalidad de cuatro concentraciones crecientes y cuatro tiempos de exposición al larvicida Abate sobre estadios inmaduros de *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp.

Y los objetivos específicos fueron:

- a. Determinar la mortalidad en los estadios inmaduros de *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp., sometidos a concentraciones de 0.005, 0.01, 0.02, 0.04g/10L de Abate y a 1, 2, 4 y 8 minutos de exposición.
- b. Calcular la concentración letal media (CL₅₀) de Abate sobre *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp., mediante la técnica de probit.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Carrasco (2001), en su trabajo de investigación de la Estructura de la Comunidad Béntica de Macroinvertebrados en el Río Huatatas y su relación con su Calidad de Agua. Ayacucho, determinó que la comunidad macroinvertebrada bentónica está compuesta por 3 phylums, 4 clases, 25 familias y 34 géneros. Además, Carrasco (2005), en su trabajo de investigación, Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la provincia de Huamanga. Ayacucho, reporta que el phylum mas representativo es la Artrophoda y dentro de esta la clase Insecta que en su conjunto representó el 94.41% de la comunidad macroinvertebrada, donde el orden Díptera es liderada, seguida por los Epheméridos. Así mismo halló que la abundancia está relacionado con algunos factores fisicoquímicos y resultados de la contaminación orgánica en el medio acuático, de la misma forma mencionó que el factor que influye es la presencia antropogénica, la cual es determinante para la presencia o ausencia de los organismos bentónicos y por lo tanto determinantes en las características de la comunidad macroinvertebrada.

Ramírez (2008), desarrolló Ensayos Toxicológicos para la Evaluación de Sustancias Químicas en Agua y Suelo, menciona que por el grado de toxicidad,

el medio hídrico puede cambiar no solamente el comportamiento fisicoquímico de la fuente hídrica, sino también el metabolismo de los organismos bentónicos presentes en tales ecosistemas. Por tal motivo menciona, que es importante complementar dichos análisis con bioensayos de toxicidad para determinar los efectos sobre los individuos, los cuales puedan afectar a las poblaciones y los ecosistemas en general. Así mismo con la ayuda de Díaz (2008), desarrolló el Ensayo de toxicidad aguda con el cladóceros *Daphnia magna*, con éste bioensayo de toxicidad con *Daphnia magna*, permitió determinar la letalidad potencial de sustancias puras, aguas residuales domésticas e industriales, lixiviados, aguas superficiales o subterráneas, agua potable, y agua de sedimentos, entre otros. Con estas pruebas de toxicidad con *Daphnia magna*, utilizó neonatos menores de 24 horas de edad que han sido expuestos a la muestras o compuestos a probar, por un período de 48 horas, al término del cual se cuantificó el número de organismos muertos. Con estos resultados se estableció la proporción o porcentaje de mortalidad producida.

Palomino (2006), evaluó el efecto residual del Temephos en larvas de *Aedes aegypti*, en Lima - Perú, evaluó la mortalidad de las larvas salvajes a 24, 48 y 72 horas y se hizo un seguimiento periódico cada siete días hasta las 14 semanas. La mortalidad de *Aedes aegypti* a los 24 horas fue 99,7% y no se evidenció recolonización de éstos hasta la 14^a semana. Sin embargo, en el laboratorio se evidencia disminución semanal de 11% de la mortalidad desde la 7^a semana. La mortalidad en la semana número 14 estuvo asociada de forma inversa con la frecuencia de recambio de agua en los medios de cría ($p < 0,05$), concluyéndose que no hubo evidencia en condiciones de campo de eficacia residual disminuida del temephos a la 14^a semana de aplicación, a lo que aporta que éstos estudios deberían hacerse de manera rutinaria para vigilar la efectividad del larvicida temephos en Lima - Perú.

2.2 GENERALIDADES

2.2.1. EL AMBIENTE

El ambiente o medio ambiente se define como el entorno vital, el conjunto de factores físicos, biológicos, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad con la que vive, determinando su forma, carácter, interrelación y supervivencia (Brack, 2009).

2.2.2. ECOSISTEMA

Individuos de muchas especies en un ambiente de características definidas, implicados en un proceso de interacción, ajuste y regulación, que se manifiesta como un flujo de materia, energía y como consecuencia de nacimientos y muertes, y que tiene como consecuencia la evolución a nivel de especies y la sucesión a nivel del sistema entero (Margalef, 1974).

2.2.3. CONTAMINACIÓN

Se define como contaminación a la introducción en un medio cualquiera de un contaminante, es decir, la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio inicial, así mismo al cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente y que puede afectar la vida humana y de otras especies. La presencia en el ambiente, por acción del hombre, de cualquier sustancia química, objetos, partículas, microorganismos, formas de energía o componentes del paisaje urbano o rural, en niveles o proporciones que alteren la calidad ambiental y, por ende, las posibilidades de vida (Miller, 1986).

2.2.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR PRODUCTOS QUÍMICOS

La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos

sino que, debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación, sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes y productos agro-químicos, lo que también contribuye al deterioro de la calidad (Fernández y Leiva, 2002).

Los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad. La comunidad debe conocer la importancia de la "calidad" de la misma y esa misma comunidad de encargarse de su cuidado y preservación. Los primeros en contaminar las aguas son los pesticidas, llevados hasta los ríos por la lluvia y la erosión del suelo, cuyo polvo vuela hacia los ríos o el mar y los contamina. Además, los campos pierden fecundidad por abuso de las técnicas agrícolas. La sal acarreada en el invierno desde las rutas hasta los ríos es otro factor envenenante. Lo mismo que los diques y las represas, que "barren" amplias franjas de cultivo. La agricultura da cuenta de alrededor del 70% del uso global del agua (Nevel y Wriqth, 1999).

2.2.5. TOXICIDAD ACUÁTICA

Algunos organismos acuáticos tienen la capacidad de acumular metales sin que esto le cause un daño aparente. De esta forma, concentraciones de metales pueden ingresar a la cadena alimenticia y causar daños considerables. La mayoría de compuestos que contiene carbono son descritos como orgánicos con algunas excepciones como el CO₂ y el CO. El carbono tiene la habilidad de formar una gran diversidad de compuestos orgánicos, muchos de los cuales son la base para los organismos vivos (Díaz – Baéz, 2004).

Los pesticidas organoclorados, es un grupo relativamente de insecticidas, con amplia diversidad de estructuras, propiedades y usos. Los plaguicidas organoclorados son sólidos estables, de presión de vapor limitada, muy baja solubilidad en agua y alta lipoficidad. Estos han sido utilizados para el control de

vectores (malaria), plagas y ectoparásitos de animales domésticos. El Abate, es un insecticida larvicida organofosforado no sistémico, formulado en gránulos de arena, usado a nivel mundial en campañas de salud pública para el control de larvas de mosquitos en sus criaderos, especialmente de los géneros *Anophelessp*, *Aedes*, *Culex sp*, *Simulium*, *Mansonia*, *Psorophora* y *Culiseta*, vectores de enfermedades que afectan al ser humano, tales como paludismo o malaria, dengue, tifo y oncocercosis (Díaz – Baéz, 2004).

2.2.5.1. ECOTOXICOLOGÍA

El término “ecotoxicología” fue establecido por Thuhaut en 2008, como una extensión natural (que estudia los efectos en organismos individuales) enfocada al estudio de los efectos ecológicos de los contaminantes o bien al estudio de los efectos de los contaminantes en los ecosistemas (Moriarty, 2010).

2.2.6. EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN SOBRE LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS

Los organismos vivos que habitan en los cursos de agua presentan adaptaciones evolutivas a unas determinadas condiciones ambientales, y presentan unos límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas. Estos límites de tolerancia varían, y así, frente a una determinada alteración se encuentran organismos “sensibles” que no soportan las nuevas condiciones impuestas, comportándose como “intolerantes”, mientras que otros, que son “tolerantes” no se ven afectados. Si la perturbación llega a un nivel letal para los intolerantes, estos mueren y su lugar es ocupado por comunidades de organismos tolerantes (Roldan, 1992).

2.2.7. RANGOS DE TOLERANCIA DE LOS ORGANISMOS

Cada especie en particular gracias a su conformación genética específica, está en la capacidad de sobrevivir únicamente dentro de determinados rangos ambientales. Aquellas que pueden soportar grandes espectros fisicoquímicos reciben el nombre de euritípicas y por ello se presentan en un gran número de regiones geográficas o están ampliamente dispersas dentro de un mismo ecosistema. Contrariamente, las especies estenotípicas son aquellas cuyos rangos de tolerancia ambiental son estrechos y por ellos son indicadoras de una condición fisicoquímica concreta. De este modo, la presencia de una de estas especies señala condiciones ambientales particulares, o lo que es igual, al encontrarse una variable fisicoquímica en un rango definido, se sugiere su presencia o ausencia (Ramírez, 1999).

2.2.8. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Son aquellos que pueden observarse a simple vista, es decir aquellos que tienen un tamaño mayor a 0.5mm, dentro de esta categoría tenemos representantes de varias taxas: poríferos, hidrozoo, turbelarios, oligoquetos, hirudíneas, insectos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos. Debido a que estos organismos ocupan hábitat con las características ambientales a las que están adaptadas, las comunidades que conforman, tienen una composición y estructura característica, pero si varía esas condiciones, se refleja en el cambio de la composición y estructura. Por lo que muchos de sus integrantes se comportan como indicadores ecológicos (Roldan, 1992; Wetzel, 1981).

2.2.9. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA

En cualquier cuerpo de agua que haya sufrido procesos de contaminación, se

observa una simplificación en las estructuras de las comunidades, las cuales cambian de complejas y diversas a comunidades bastante simples y poco diversas. En ese proceso se altera la cantidad de oxígeno disuelto, el pH, cantidad de iones disueltos y estos afectan gravemente a estos organismos.

Es necesario conocer detalladamente la ecología de los diversos taxones de organismos acuáticos para poder determinar cuáles son los más afectados por los cambios o cuáles son los más tolerantes. La variación de las condiciones naturales del medio ambiente en sus aspectos físicos, químicos, causan variaciones en la estructura cuantitativa y cualitativa de las comunidades que habitan dichos lugares, erradicándose especies sensibles, manteniéndose las especies resistentes a los cambios ambientales. Pero sin embargo se puede afirmar que los ephemeropteros, plec6pteros y tric6pteros son indicadores de aguas limpias y que los an6lidos y ciertos d6pteros son indicadores de aguas contaminadas (Nevel, 1999; Roldan, 1992).

2.2.9.1. INSECTOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

2.2.9.1.1. BIOINDICADORES

Un bioindicador es característico de un medio ambiente, que cuando mide, cuantifica la magnitud del estrés, las características del hábitat y el grado de exposición del estresor o el grado de respuesta ecológica a la exposición (De la Lanza, 2000).

El empleo de bioindicadores en diversos países está enfocado no solo para medir la salud del ecosistema acuático, sino también para determinar el impacto potencial al ámbito humano, especialmente el económico. Con base a este último, se deben asociar al desarrollo sustentable, y por lo tanto la elección de un indicador necesariamente debe tener una escala amplia. Un indicador es, pues,

un organismo selecto por el grado de sensibilidad o tolerancia a diversos tipos de contaminación o sus efectos. Los insectos acuáticos se pueden utilizar a distintas escalas dentro del monitoreo biológico, que de acuerdo con el tipo de análisis, permite llegar a conclusiones que establezcan los destinos y usos del agua (De la Lanza, 2000).

En tal sentido, las especies bioindicadoras deben ser en general abundantes, muy sensibles a los medios de vida, fáciles y rápidas de identificar, bien estudiadas en su ecología y ciclos biológicos y con poca movilidad (Hoffman and Rattner, 2002)

2.2.9.1.1.1. ORDEN EPHEMEROPTERA: FAMILIA BAETIDAE

Los ephemeropteros o efímeras son el más antiguo de los órdenes de insectos alados que viven hoy, ya que tienen fósiles procedentes de la época carbonífera (Ruppert y Barnes, 1996).

Ephemeroptera es un grupo más bien pequeño en cuanto a géneros y especies (alrededor de 300 géneros y 4000 especies) descritas a nivel mundial (Fernández y Domínguez, 2001).

Son considerados probablemente los insectos con alas más primitivos que ha sido objeto de numerosos estudios. Los adultos son insectos delicados con las alas anteriores más o menos triangulares y las alas posteriores pequeñas o ausentes. Las antenas son muy cortas y semejantes a pelos, y en el abdomen llevan 2 ó 3 filamentos largos. Al posarse, las alas son mantenidas verticalmente sobre el cuerpo. A todos los adultos de las efímeras les faltan piezas bucales funcionales, que se haya reducido a vestigios no esclerotizados en el adulto, ya que en este estadio parte del aparato digestivo esta modificado en un órgano aerostático lleno de aire, que mejora la flotabilidad durante el vuelo. Los machos tienen ojos compuestos que a veces están completamente divididos, y patas

anteriores muy alargadas. Las hembras tienen ojos más pequeños y las patas anteriores más cortas (Ruppert y Barnes, 1996).

Las ninfas de los ephemerópteros viven en diferentes ambientes acuáticos, tanto en aguas corrientes y estancadas, por lo general en aguas dulces aunque unas pocas especies viven en aguas salobres. Se encuentran prácticamente en todos los microambientes disponibles: bajo rocas, enterrados en los fondos lodosos o arenosos, entre paquetes de hojas, minando en tejidos vegetales vivos o muertos, o en túneles en el fondo de lagos y ríos. Estas tienen de 4 a 7 pares de branquias sobre sus segmentos abdominales. Unas pocas tienen también branquias filamentosas sobre sus coxas o maxilas. Las ninfas tienen piezas bucales masticadoras, dos largos cercos filamentosos y a menudo un filamento central al final del abdomen. Sus tarsos son de un segmento con una sola uña en su extremo. Las ninfas de diferentes géneros han evolucionado diferentes formas especializadas para aprovechar los diferentes hábitats acuáticos. Por lo general las ninfas son de tres tipos: nadadoras, reptadoras y excavadoras. Las ninfas nadadoras tienen una forma hidrodinámica con un abdomen aplanado o con una forma de torpedo para impulsarse. Las reptadoras que viven sobre o debajo de las rocas, son más o menos aplanadas con patas fuertes. Y las excavadoras son cilíndricas con patas modificadas para excavar (Fernández y Domínguez, 2001).

Los Ephemeroptera son los únicos insectos que tienen dos fases aladas en su ciclo de vida. La primera fase es llamada subimago; la fase alada siguiente es el imago que ha alcanzado la madurez sexual. Los subimagos pueden reconocerse por una cubierta finísima de pelos y por las superficies lechosas y peludas de las alas. Los imagos tienen alas transparentes y sin pelos. A pesar de que para los antiguos griegos, y para todo el mundo desde entonces, las efímeras fueron el símbolo de la vida breve, la realidad es que para muchas especies la duración

de sus ciclos de vida es casi igual a las de otros grupos de insectos. La mayor parte de la vida de un ephemeróptero ocurre en el agua como ninfa. El adulto no come y existe solamente para reproducirse rápidamente. Las ninfas se alimentan de detritus, algas y diatomeas, aunque unas pocas especies son depredadoras. El desarrollo ninfal dura de 2 semanas a un año o más, según sea la especie, y las ninfas mudan muchas veces. La ninfa madura muda a la fase subimago y vuela a una percha cercana. En la salida del agua es ayudada por los pelos finos ya mencionados. Después de unos pocos minutos o hasta un día, según la especie, el subimago muda de nuevo al imago o adulto maduro. Los imagos machos de la mayoría de las especies forman enjambres en vuelo. Al entrar en el enjambre, la hembra es atrapada por un macho y se produce la cópula. Aunque el comportamiento de oviposición cambia según la especie, generalmente las hembras depositan sus huevos al volar encima de la superficie del agua, metiendo el abdomen. Los huevos se esparcen y caen al fondo del lago o río. (Fernández y Domínguez, 2001).

2.2.9.1.1.1. RELEVANCIA DEL ORDEN

Los Ephemeroptera, como consumidores primarios, son un componente importante para la fauna bentónica, tanto en número de individuos como en biomasa, procesan una cantidad importante de materia orgánica, ya sea triturando las partículas grandes, o filtrando las pequeñas. Por otro lado, por medio de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre. Muchos predadores terrestres (aves, murciélagos, insectos, etc.) consumen una gran cantidad de adultos durante los periodos de emergencia, vuelo nupcial y oviposición. Debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia y ubicuidad, así como a la tolerancia diferencial de las diferentes especies a distintos grados de contaminación o impacto ambiental,

han sido utilizados desde hace ya algún tiempo como indicadores biológicos de calidad de aguas (Fernández y Domínguez, 2001).

2.2.9.1.1.2. ORDEN DÍPTERA: FAMILIA SIMULIIDAE

El orden Díptera es uno de los grupos de insectos más abundantes. Se ha calculado que incluye entre 85 y 120 mil especies. Su importancia radica principalmente en la abundancia de numerosas especies, en la variedad de los hábitos alimentarios desarrollados y en su participación como vectores de diversos organismos patógenos del hombre y animales, tanto domésticos como silvestres. Así mismo la familia Simuliidae se destaca por su importancia sanitaria, y al igual que Culicidae y Ceratopogonidae se desarrollan en ambientes acuáticos donde cumplen además un papel relevante en el ciclo bioenergético (Fernández y Domínguez, 2001).

Los conocimientos que se tienen del grupo han sido impulsados especialmente por su importancia entomoepidemiológica, ya que producen molestias muy desagradables con sus picaduras. Los simúlidos también producen pérdidas económicas tanto agrícolas como pecuarias. Su importancia se incrementa porque son transmisores de agentes patógenos para animales, como filarias y virus (mixomatosis y encefalitis) y protozoos como *Leucocytozoon* en aves (Coscarón, 1981).

Los jejenes en su fase larval habitan ambientes acuáticos continentales, constituyendo un importante eslabón en la cadena trófica de los biótopos lóticos de agua. Generalmente escogen sitios con flujo de agua continuo y rápido; se ubican cerca de la superficie donde existe mayor concentración de oxígeno sobre hojas o ramas, o bien sustratos pedregosos libre de algas y fango que permiten su fijación. Los factores fisicoquímicos regulan la presencia, riqueza y abundancia. Las larvas de esta familia se encuentran generalmente en

ecosistemas lóticos sobre rocas e hidrófitas vasculares. El género representativo para ser utilizado en el biomonitoreo de acuerdo a sus hábitos bentónicos y con un análisis de presencia y/o ausencia es: *Simullium* sp. (De la Lanza, 2000).

Los simúlidos son insectos de hábitos predominantemente diurnos. Ambos sexos se alimentan de jugos vegetales o del néctar de las flores y solamente las hembras de algunas especies practican la hematofagia. Los estados inmaduros (huevo, larva y pupa) son acuáticos (Fernández y Domínguez, 2001).

Aunque algunas especies pueden ser autógenas (no consumen sangre), otras requieren forzosamente consumir sangre de vertebrados para llevar a cabo la ovogénesis; determinando así los llamados ciclos gonadotrópicos. Dependiendo de las preferencias hematofagas se reconocen como: zoófilas generalistas, ornitófilas, mamalófilas y antropófilas (Peterson, 1981).

Los embriones depositados en el cuerpo hídrico el tiempo de incubación varia de 4 a 30 días, luego de unos días eclosionan las larvas que se adhieren a un sustrato, éstas son filtradoras no selectivas y se alimentan de pequeños microorganismos (zoo y fitoplancton), restos vegetales o de otros insectos que lleva el agua en suspensión. Cuando llegan a su último estadio, constituyen un capullo con la seda secretada por sus glándulas salivares, que les servirá de refugio a la pupa y estos sufren metamorfosis, que luego emergerá envuelta en una burbuja de aire que le llevará a la superficie, de donde saldrá volando para reanudar el ciclo. En estado adulto se pueden desplazar con vuelos de grandes distancias de hasta 15 Km, pero se han encontrado a 40 Km de criaderos a donde han llegado ayudados con el viento (Coscarón, 1981). La longevidad no se conoce con exactitud en el campo, pero se cree que oscila alrededor de dos meses. La familia Simuliidae, tiene una amplia distribución en el mundo, el *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp., habita en regiones neotropicales (Fernández y Domínguez, 2001).

2.2.10. TOXICIDAD

Un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel (Duffus, 1983).

Se ha optado por una definición de toxicidad totalmente cualitativa para evitar análisis sofisticados de laboratorio para la clasificación de los residuos. Sin embargo, una definición más exacta requiere la utilización de límites cuantitativos de contenido de sustancias tóxicas el uso de definiciones que establecen la CL_{50} (concentración letal media que mata al 50% de los organismos de laboratorio) (Ramírez, 1999).

2.2.10.1. EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD

La toxicidad de los insecticidas o de cualquier tóxico a un organismo, se expresa usualmente en términos de CL_{50} (concentración letal media); este valor representa la cantidad de tóxico por unidad de peso que mata 50% de los animales empleados en la prueba (Villanueva y Repetto, 2009).

Las exposiciones a concentraciones que producen la muerte en 96 horas o menos se les denomina exposiciones agudas, mientras que las exposiciones de mayor duración a concentraciones subletales se les denomina exposiciones crónicas (Moreno, 2003).

2.2.10.2. APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE TOXICIDAD (BIOENSAYOS)

La ecotoxicología tiene como objetivo el desarrollo de protocolos de ensayo como herramientas de predicción temprana y eficiente necesarias para definir los umbrales permitidos, con niveles aceptables las cuales servirán como guía para la toma de decisiones de las entidades reguladoras (Ramírez, 1999).

Bioensayo, es cualquier método por medio del cual alguna propiedad de una sustancia o material, es medida en términos de la respuesta biológica que produce. El bioensayo, se emplea para determinar la toxicidad de las sustancias químicas con supuestas propiedades tóxicas (Villanueva y Repetto, 2009).

Así mismo, un bioensayo consiste en exponer a seres bióticos a diferentes concentraciones de muestras problema, que pueden ser compuestos químicos puros o en mezclas, productos formulados, diluciones porcentuales de efluentes y muestras de agua de sistemas receptores (Martínez, 2008).

Para medir la toxicidad de las aguas de supuestos contaminantes con residuos químicos en lo que respecta a la vida biológica son los ensayos biológicos. La finalidad de estos ensayos es:

- Determinar la concentración de un agua residual dada que produzca la muerte de un 50% de los organismos de ensayo en un periodo de tiempo especificado.
- Determinar la concentración máxima que no causa efecto aparente sobre los organismos de ensayo durante 72 horas.

El uso de bioensayos para la evaluación de toxicidad de sustancias liberadas al medio a través de efluentes, ha llevado a la utilización de biomonitores propios de los ambientes evaluados, lo cual favorece indirectamente la preservación de la biodiversidad local (Pereira, 1985).

2.2.10.3. CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀)

El parámetro toxicológico que más comúnmente se mide experimentalmente para evaluar el impacto ambiental de una sustancia, es la toxicidad aguda, expresada como CL₅₀ (Moreno, 2003).

El nivel de estímulo que causa una respuesta en el 50% de los individuos de una población bajo estudio, es un importante parámetro de caracterización denotado como CL_{50} (concentración letal media). El periodo de tiempo durante el cual se expone el estímulo debe ser especificado, por ejemplo, 24 horas CL_{50} , esto con el fin de comparar y estimar la potencia relativa del estímulo (Villanueva y Repetto, 2009).

La determinación de la CL_{50} , se utiliza para encontrar umbrales de toxicidad para determinadas sustancias; en el desarrollo de plaguicidas se utiliza para determinar los límites de resistencia de insectos, por ejemplo, ante ciertos biocidas a concentraciones altas se puede llegar a correlacionar la bioactividad con el valor de la CL_{50} y al mismo tiempo su grado de toxicidad. La determinación de la CL_{50} requiere de la estadística cuantil, para lo cual es necesario transformar los valores de respuesta obtenidos en unidades Anglit, Logit o Probit y las dosis suministradas en unidades logarítmicas conocidas como dosis metamétricas (Villanueva, 1994).

2.2.10.4. DETERMINACIÓN DE LA CL_{50}

Para la determinación de la CL_{50} el primer paso es el conteo de las larvas muertas en cada extracto y el blanco, corrigiéndose las mortalidades mediante la fórmula de Abbott (Villanueva, 1994).

2.2.11. LARVICIDA

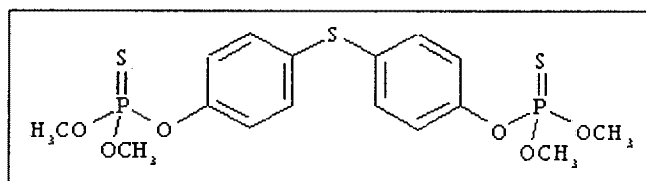
Es un compuesto químico que, aplicado sobre el agua, tiene la propiedad de controlar exclusivamente larvas de mosquitos, sin dañar otras especies (peces, caracoles, crustáceos, etc.) (URL 2).

2.2.11.1. ABATE

2.2.11.1.1. COMPOSICIÓN

Ingrediente Activo	: Temephos.
Clase Química	: Órganofosforado
Contenido	: Temephos, 10 g/Kg de formulación.
Formulación	: Granulado
Uso	: Insecticida de uso en salud pública
Fórmula global	: C ₁₆ H ₂₀ O ₆ P ₂ S ₃

Figura N° 01: Estructura química del Temephos "Abate".



Fuente: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina, 2009. (URL 2).

Se utiliza principalmente como larvicida e insecticida. Es un plaguicida organofosforado no sistémico, formulado en gránulos de arena, usado a nivel mundial en campañas de salud pública para el control de larvas de mosquitos en sus criaderos, fundamentalmente los géneros *Anopheles* sp, *Aedes*, *Culex* sp, *Simulium*, *Mansonía*, *Psorophora* y *Culiseta*, vectores de enfermedades que afectan al ser humano, tales como paludismo o malaria, dengue, tifo y oncocercosis. Complementa los programas integrales de control de mosquitos adultos (URL 1).

La Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (2009) (URL 1); hace mención que el temephos comúnmente conocido por una de sus fórmulas comerciales de nombre Abate, es un plaguicida que actúa por contacto e ingestión. Interfiere la transmisión de los impulsos nerviosos por inhibición de

la acetilcolina esterasa. Por consiguiente Duffus (1983), menciona que la acción de la acetilcolina liberada en las sinapsis nerviosas deja de ser finita con cada impulso nervioso. Las consecuencias son temblores involuntarios en los músculos, convulsiones y la muerte, entre otras.

2.2.11.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

En el 2009, La Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (URL 1); menciona las propiedades fisicoquímicas del temephos, está dotado de un elevado coeficiente de reparto octanol/agua, que favorece su adsorción en los sedimentos y su acumulación en los organismos vivos en condiciones naturales. No obstante, los estudios en medios acuáticos muestran una degradación relativamente rápida del compuesto pariente (50% degradado en 15 a 17 días). Es también liposoluble, pero se degrada con bastante rapidez. Las formulaciones líquidas de temephos contienen disolventes orgánicos que pueden ser inflamables. En caso de combustión se desprenden gases tóxicos e irritantes. Entre otras formulaciones, el mercado ofrece algunos productos de liberación lenta de bajo costo y largo efecto residual. El temephos se clasifica en el grupo de los organofosforados menos tóxicos ($CL_{50} > 500$ mg/kg) (URL 1).

2.2.11.1.3. PERSISTENCIA

Se considera que el temephos es poco persistente. En el aire es posible encontrarlo unido a las partículas. En los sistemas terrestres es baja a moderadamente persistente (vida media de 30 días) y permanece prácticamente inmóvil por su fuerte afinidad con las partículas. En suelos básicos puede ser rápidamente eliminado por hidrólisis química (URL 1).

En los cuerpos de agua tiene una persistencia muy corta, de horas a pocos días. En este medio puede unirse a los sólidos suspendidos y sedimentos, sufrir una lenta biodegradación aerobia o ser destruido por acción de la luz solar (URL 1).

Según la evaluación de la EPA (Agencia de protección Ambiental), la presencia de microorganismos en ambientes acuáticos y exposición a la luz del sol son los medios más posibles de transformación/disipación del temephos. Pero en ausencia de microorganismos o luz solar, este plaguicida no se disipa rápidamente en el agua (URL 2).

La volatilización no suele ser un proceso importante en el caso de este compuesto químico. No obstante, podría volatilizarse lentamente cuando se encuentra en aguas detenidas. Como es una sustancia química hidrofóbica, es más probable que se adhiera a sustancias grasas. Además, tiene potencial de bioconcentración. La bioacumulación de temephos en un pez expuesto se extiende por 28 días. Sin embargo, más del 75% del temephos se elimina luego de 14 días de haber cesado la exposición. Las plantas tienen capacidad para metabolizar lentamente el temephos (URL 1).

El Abate en formulación granular se disuelve rápidamente, pero su prolongada toxicidad se debe a una fuerte afinidad del larvicida por adherirse a las paredes de los recipientes, por lo que a mayor concentración granular del abate tendrá una larga actividad residual (Nájera, 1995).

2.2.11.1.4. TOXICIDAD AGUDA Y CRÓNICA

La toxicidad aguda, según; La Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo, afirma que no se han indicado casos de intoxicaciones graves con este biocida desde el comienzo de su utilización en el exterminio de mosquitos. Teniendo en cuenta el DL₅₀ (Dosis Letal para el 50% de la población expuesta) en el conejo, que es la especie más sensible en toxicidad

aguda ($DL_{50} = 1.300 \text{ mg/kg}$), el temephos se clasifica en el grupo de los organofosforados menos tóxicos ($DL_{50} > 500 \text{ mg/Kg}$) (URL 3).

En cuanto a los riesgos inducidos potencialmente para la población situada directamente cerca del aplicador o de la zona tratada, los estudios realizados no permiten identificar a priori "riesgos inaceptables" (URL 1).

Con respecto a la toxicidad crónica; La Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo; destaca que en la literatura especializada no existe suficiente información sobre el conjunto de los peligros potenciales subcrónicos y crónicos de esta sustancia neurotóxica. Los datos disponibles no permiten llegar a una conclusión sobre el potencial cancerígeno o mutágeno de la molécula. Además, hace notar que los ensayos que examinan la toxicidad para la reproducción, aunque no muestran efecto, no han podido ser validados. Luego de estas observaciones, la agencia francesa adoptó una DSENO (Dosis sin efecto nefasto observado) de $0,3 \text{ mg/Kg}$ de peso corporal para los cálculos de riesgos (URL 3).

La Agencia de Protección del Medio Ambiente (2009), de Estados Unidos considera que no se puede hacer una evaluación completa del potencial neurotóxico del temephos debido a que no se han hecho estudios de efecto agudo y neurotoxicidad subcrónica en ratas. Sin embargo, destaca que el temephos pertenece a la clase de insecticidas organofosforados que ejerce su acción tóxica a través de la inhibición de la colinesterasa en los sistemas nerviosos central y periféricos y, por tanto, está implícita la neurotoxicidad. Estima que el temephos no es una sustancia química que ocasione daño al sistema reproductivo o al desarrollo del feto, pero advierte que se requiere información adicional para confirmar esta evaluación (URL 2).

2.2.11.1.5. CLASIFICACIÓN

En función a sus efectos agudos, La Agencia de Protección del Medio Ambiente, clasifica al temephos en el Grupo III, "ligeramente peligroso" (URL 2).

DL₅₀ oral aguda : > 1086 mg/Kg

DL₅₀ dermal aguda : > 1630 mg/Kg

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo clasifica en la categoría U, según la cual "es improbable que presente riesgo agudo si se usa en forma normal" (URL 4).

2.2.11.1.6. EFECTOS EN EL AMBIENTE

Diversos estudios indican que el temephos es moderado a extremadamente tóxico en aves. Se ha constatado que este plaguicida organofosforado afecta la frecuencia en la puesta de huevos del pato real. El faisán, la paloma y el gorrión son las especies de aves más susceptibles al temephos (URL 1 y URL 2).

En los organismos acuáticos diversos, la toxicidad es variable, en insectos y crustáceos es moderada a extremadamente alta, en peces es ligera a extremadamente alta, ya que un estudio de campo sobre los efectos del temephos en la actividad de la acetilcolinesterasa del cerebro de los peces de la especie *Tilapia guineensis* demostró que después de 10 minutos de exposición a una concentración de 0,05 mg/L se observa una disminución de la actividad de la acetilcolinesterasa de aproximadamente 25%, en moluscos es prácticamente nula a ligera, en anfibios y anélidos es moderada y en zooplancton, ligera. En estos grupos de organismos la toxicidad del temephos depende del tipo de formulación: el compuesto de grado técnico es moderadamente tóxico, mientras que el concentrado emulsionable y el polvo humectable son de alta a extremadamente tóxicos. Según la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA); los invertebrados acuáticos, especialmente la especie *Daphnia magna*,

son muy sensibles al temephos y la diversidad puede ver se afectada. Para encarar los riesgos ecológicos, pone algunas restricciones que deben figurar en el etiquetado de los productos que contienen temephos (intervalos entre aplicaciones, sitios de límite de uso para proteger fuentes de agua potable y restringir las situaciones en las que se pueden efectuar niveles de aplicación más elevados) (URL 2).

El temephos es altamente tóxico para las abejas, según se constató en pruebas por contacto directo, pero en condiciones de campo la toxicidad es baja. Con el ganado, en un período prolongado de exposición a este plaguicida (1 año) se han descrito algunos signos de intoxicación e infertilidad en el caso de vacas jóvenes (URL 2).

2.2.11.1.7. BENEFICIOS

- Por su efectividad larvicida y baja toxicidad, es utilizado exitosamente en todo el mundo en los programas gubernamentales de control de enfermedades transmitidas por mosquitos. Cuenta con el aval de la Organización Mundial de la Salud.
- Por su amplio espectro, es el único larvicida que elimina las larvas de todos los mosquitos molestos y de importancia en salud pública.
- Por su formulación en gránulos de arena permite que el producto penetre a través de la vegetación en depresiones o pantanos, cayendo a la superficie del agua alcanzando su objetivo.
- Por su baja toxicidad para otras especies animales incluido el hombre, puede ser aplicado en aguas destinadas al consumo humano (URL 4).
- TEMEFAR[®] 1% G, es un tratamiento seguro para el tratamiento de recipientes y depósitos que almacenan agua para consumo humano directo o indirecto (FARMEX S.A. 2006.).

2.2.11.1.8. RECOMENDACIONES DE USO

Abate es un larvicida granulado listo para ser usado, es indicado para el control de larvas de zancudos y mosquitos en sus criaderos (aguas estancadas), incluyendo los depósitos de agua potable (para consumo humano). Viene listo para ser aplicado manualmente, sobre los cuerpos de agua, por medio de aspersores de gránulos previamente calibrados, por bombas de espalda a motor debidamente adaptadas o por aviones de ala fija o helicópteros (URL 2).

Tabla N° 01: Dosificación en los diferentes tipos de agua.

TIPO DE AGUA	ABATE 1ppm/m ³	Kg/Ha
Limpias: Aguas quietas de poca profundidad, lagos, etc.	0.5 - 1	5 - 10
Ligeramente contaminadas: Ciénagos, pantanos charcos en bosques, etc.	1 - 2	10 - 20
Altamente contaminados (polvidas): Desagües, pozos de aguas negras y otras con alto contenido de materia orgánica.	2 - 5	20 - 50
* Para control de <i>Aedes</i> en agua potable, aplicar 1 gramo de Abate (TEMEFAR® 1% G) por cada 10 litros de agua. (Equivale a una concentración de 1 ppm).		

Fuente: FARMEX S.A. 2006.

Para medir la cantidad de TEMEFAR® 1% G, que se puede aplicar en un depósito a la dosis recomendada, siendo éste 1 gramo de TEMEFAR® 1% G para un volumen de 10 litros de agua (FARMEX S.A., 2006).

Con la aplicación del producto químico existirá la relación Dosis – Efecto, en definitiva es una relación entre la exposición y el efecto en la salud que se establece al medir una dosis en aumento esta relación es importante para determinar la toxicidad de una sustancia específica, se basa en el concepto una dosis a un periodo de exposición (a una sustancia química, fármaco o sustancia tóxica), producirá un impacto (efecto) en el organismo expuesto, habitualmente cuando más prolongado o más intensa es la dosis, mayor es la reacción o el efecto, a esto se hace referencia cuando se dice “la dosis determina el veneno” (Moreno, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los ambientes del C.E.R.E. "La Totorilla" de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Los lugares de donde se colectaron los materiales biológicos y el recurso hídrico, siendo estos:

3.1.1. RÍO HUATATAS

Fuente hídrica, río de donde se colectó las especies para el trabajo de investigación, dicha colecta se realizó en zonas en que la acción antropogénica ha sido mínima.

Ubicación política de la zona de donde se colectaron las muestras biológicas:

Comunidad : Huatatas
Distritos : Ayacucho - Tambillo
Provincia : Huamanga
Región : Ayacucho

La ubicación geopolítica: Altitud : 2685 m.s.n.m.

Este : 587442

Norte: 8541860

La zona descrita se caracteriza porque el río en mención circula por un cauce relativamente estrecha, cuya vegetación permanente de porte arbóreo y arbustiva, constituida por “tuna” *Opuntia ficus indica*, “cabuya” *Agave americana*, “molle” *Schinus molle*, “sauce” *Salix chilensis*, “paca” *Inga feuillei*, “níspero” *Mespilus germánica*, “palto” *Persea americana*, “guinda” *Prunus capollin*, así como también existen campos de cultivo. Vegetación semejante al C.E.R.E. “La Totorilla”.

Esta zona se encuentra relativamente alejada de concentraciones de poblaciones humanas, sin embargo es aledaña a una trocha carrozable que facilita la concurrencia de personas en épocas de feriados o los fines de semana, con el objetivo de recreación o para el aseo personal o de sus bienes.

3.1.2. C.E.R.E. “LA TOTORILLA”

Considerándose las potencialidades de sus recursos naturales con la que cuenta el Centro, Ecológico, Recreacional y Experimental (C.E.R.E.) - “La Totorilla”, principalmente por su recurso hídrico, ya que proviene de un manante (ojo de agua), que posibilita desarrollar trabajos de investigación sin alterar las condiciones originales.

El lugar de ensayo políticamente está ubicado de la siguiente manera:

Comunidad : Totorilla
Distrito : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Región : Ayacucho

La ubicación geopolítica: Altitud : 2682 m.s.n.m.

Este : 585496

Norte : 8545408

La zona descrita se caracteriza porque el río en mención circula por un cauce relativamente estrecha, cuya vegetación permanente de porte arbóreo y arbustiva, constituida por “tuna” *Opuntia ficus indica*, “cabuya” *Agave americana*, “molle” *Schinus molle*, “sauce” *Salix chilensis*, “paca” *Inga feuillei*, “nispero” *Mespilus germánica*, “palto” *Persea americana*, “guinda” *Prunus capollin*, así como también existen campos de cultivo. Vegetación semejante al C.E.R.E. “La Totorilla”.

Esta zona se encuentra relativamente alejada de concentraciones de poblaciones humanas, sin embargo es aledaña a una trocha carrozable que facilita la concurrencia de personas en épocas de feriados o los fines de semana, con el objetivo de recreación o para el aseo personal o de sus bienes.

3.1.2. C.E.R.E. “LA TOTORILLA”

Considerándose las potencialidades de sus recursos naturales con la que cuenta el Centro, Ecológico, Recreacional y Experimental (C.E.R.E.) - “La Totorilla”, principalmente por su recurso hídrico, ya que proviene de un manante (ojo de agua), que posibilita desarrollar trabajos de investigación sin alterar las condiciones originales.

El lugar de ensayo políticamente está ubicado de la siguiente manera:

Comunidad : Totorilla
Distrito : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Región : Ayacucho

La ubicación geopolítica: Altitud : 2682 m.s.n.m.

Este : 585496

Norte : 8545408

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

- Larvicida Abate del almacén del C.E.R.E. "La Totorilla".

3.2.2. MUESTRA

- Abate (0.5 Kg).

3.2.3. UNIDADES EXPERIMENTALES

- 680 individuos de *Andesiops* sp. en la etapa de náyade.
- 680 individuos de *Paraustrosimulium* sp. en la etapa larval.

3.3. SISTEMA DE MUESTREO Y TOMA DE DATOS

3.3.1. AGUA

El recurso agua que se utilizó durante todo el ensayo fue del manante que alimenta al C.E.R.E. "La Totorilla".

3.3.2. NÁYADES DE *Andesiops* sp. (EPHEMEROPTERA) Y LARVAS DE *Paraustrosimulium* sp. (DIPTERA)

Las náyades de Ephemeroptera y larvas de Dipteras, fueron colectadas del río Huatatas empleándose una red tipo Surber, tratando de minimizar los daños durante este proceso y de lugares determinados en forma aleatoria. En el proceso de la colecta se tomaron en cuenta los últimos estadios larvales y de náyades de Dipteras y Ephemeropteras respectivamente. El material biológico colectado fue trasladado en baldes hacia el lugar del trabajo (CERE "La Totorilla") y estos fueron mantenidas en agua circulante por 24 horas antes de iniciar el trabajo de investigación, a fin de lograr su aclimatación a las nuevas condiciones, aquellos que hayan sobrevivido ese tiempo, fueron seleccionados para las pruebas experimentales.

Las fechas en las que se colectaron las muestras biológicas, fueron:

- Primera salida de campo: domingo 12 de diciembre de 2010.
- Segunda salida de campo: lunes 20 de diciembre de 2010.
- Tercera salida de campo: viernes 24 de diciembre de 2010.
- Cuarta salida de campo: miércoles 29 de diciembre de 2010.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental se adecuó a un diseño factorial de Ax_B (4X4) con el estímulo creciente, donde A representa las cuatro concentraciones de Abate con 4 niveles (0.005, 0.01, 0.02 y 0.04 g/10L) y B los cuatro tiempos de exposición con 4 niveles (1, 2, 4 y 8 minutos), observándose un total de 16 tratamientos (4x4), además se consideró un control donde no existió el efecto de Abate, siendo 4 repeticiones.

Cabe señalar que las dos especies considerados en el estadio no fueron sometidos a la acción de los factores A (concentraciones) y B (tiempo de exposición) en forma simultánea, por lo que su efecto se analizó en forma independiente para cada especie.

3.5. DETERMINACIÓN DE LA TOXICIDAD

Las náyades y larvas colectadas se mantuvieron en agua circulante por 24 horas antes de iniciar el experimento, siendo utilizados solo aquellos que hayan sobrevivido ese tiempo y no muestren daño alguno, tomándose en cuenta los últimos estadios larvales y de náyades. La toxicidad fue determinada a través de 4 concentraciones diferentes (expresado en porcentaje de volumen): 0.005, 0.01, 0.02, 0.04 g de Abate en 10 litros de agua del manante. Los medios de crianza fueron preparados en recipientes de cría de 250mL de capacidad (tapers), estas

fueron acondicionados a fin de permitir el ingreso y salida de agua (agua de manantial). Dichos tapers fueron constantemente aireados a través de bombas de acuarios (aireadores). En cada recipiente de cría se depositaron 10 náyades de *Andesiops* sp. ó 10 larvas de *Paraustrosimulium* sp., según el tipo de insecto a evaluar, sometiéndolas a las soluciones diluidas de Abate en diferentes tiempos de exposición (1, 2, 4 y 8 minutos), en ese lapso se les cortó el ingreso de agua de manantial y solo se les sometió a la sustancia química evaluada, pasado el tiempo de exposición se les reanudó el ingreso de agua y seguidamente se registró a las náyades o larvas muertas o con efecto knockdown y los sobrevivientes. Las evaluaciones fueron hechas cada 24 horas por tres días de iniciado el experimento, estos resultados fueron utilizados para corregir la mortalidad natural con la fórmula de Abbott, así mismo para el cálculo del CL₅₀.

3.6. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS A DETERMINAR DEL AGUA DEL RÍO HUATATAS Y DEL MANANTE DEL C.E.R.E. "LA TOTORILLA".

Se determinaron las siguientes características fisicoquímicas:

Tabla Nº 02: Características fisicoquímicas considerados en el estudio.

Parámetro	Unidad	Método	Comentario
Cloruros	mg Cl-/L	Volumétrico	Titulación AgNO ₃
Dureza total	mg/L CaCO ₃	Volumétrico	Titulación EDTA
pH	-	Peachímetro	-
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NO ₃	Comparativo	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	Volumétrico	Titulación EDTA
Dureza Cálcica	mg/L Ca	Volumétrico	Titulación EDTA
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	Volumétrico	Titulación H ₂ SO ₄
Temperatura	°C	Termómetro	-

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el procesamiento de los datos se empleó el software EXCEL, SPSS15, MINITAB, a partir de los cuales se obtuvo estadísticos descriptivos de tendencia central y de dispersión los que se presentan en cuadros y gráficos.

Para determinar las posibles diferencias entre los tratamientos considerados, se utilizó el análisis de varianza (ANVA) ajustado a un diseño AxB, donde A representa las cuatro concentraciones de Abate (0.005, 0.01, 0.02 y 0.04 g/10L) y B representa los cuatro tiempos de exposición (1, 2, 4 y 8 minutos), el cual fue aplicada a los estadios inmaduros de dos especies (*Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp.), más un blanco o testigo y con 4 repeticiones.

Al encontrarse diferencia estadística significativa, se realizó comparación de medias mediante la Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Para determinar la Concentración Letal media (CL_{50}) en los diferentes tiempos de exposición al Abate, se empleó la técnica Probit, cabe señalar que antes del procesamiento de los datos mediante esta técnica, se introdujo la corrección de mortalidad natural de Abbott (1925), para las observaciones donde se tenga muertes observadas en el control. La fórmula empleada fue la siguiente:

$$MC = \frac{X - Y(10)}{100 - Y}$$

Donde:

MC = mortalidad corregida(%)

X = mortalidad en el tratamiento(%)

Y = mortalidad en el testigo(%)

En general cuando se obtiene más de 15% de mortalidad en el testigo, los resultados deben desecharse (Villanueva, 1994).

IV. RESULTADOS

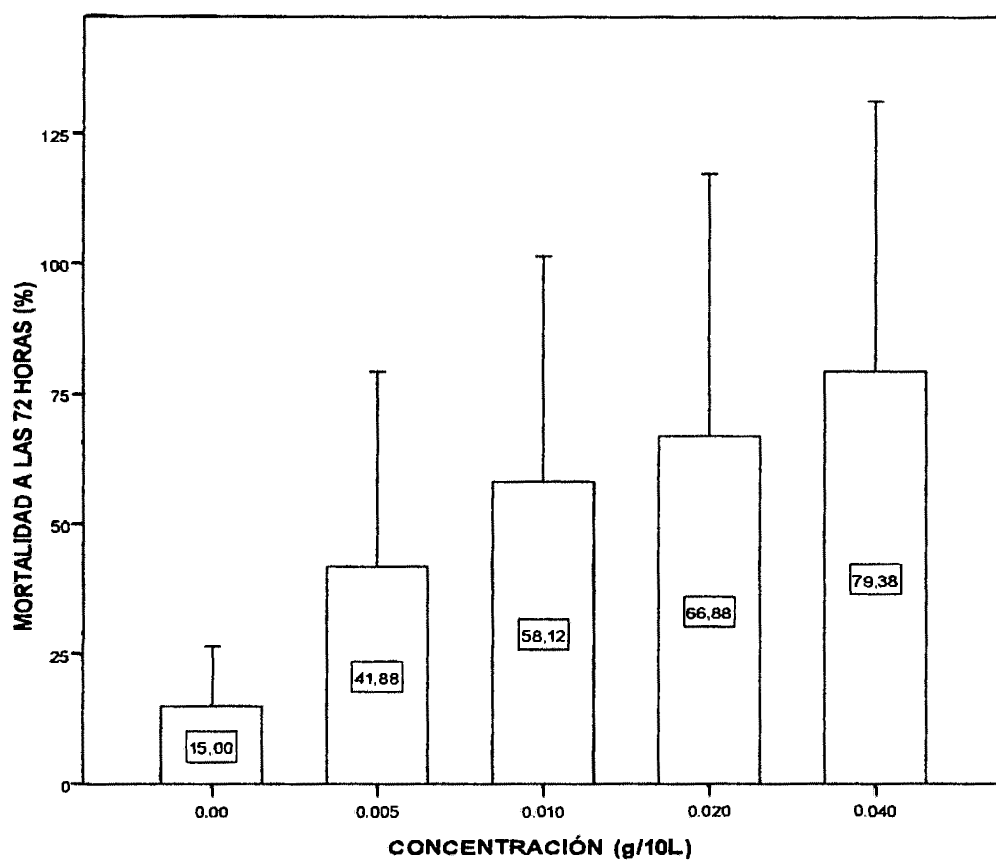


Gráfico Nº 01.- Porcentaje promedio de mortalidad y desviación típica a 72 horas de *Andesiops* sp., sometidos a 4 concentraciones de Abate más un blanco, Ayacucho 2011.

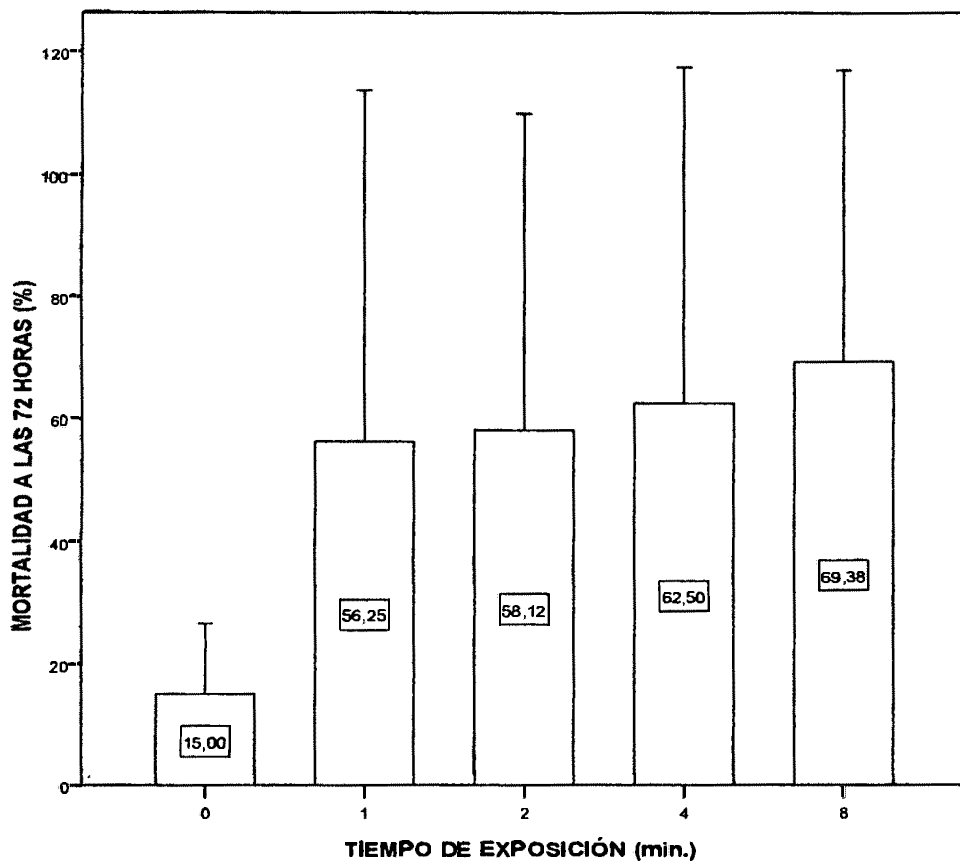


Gráfico Nº 02.- Porcentaje promedio de mortalidad y desviación típica a 72 horas de *Andesiops* sp., sometidos a 4 tiempos de exposición más un blanco, Ayacucho 2011.

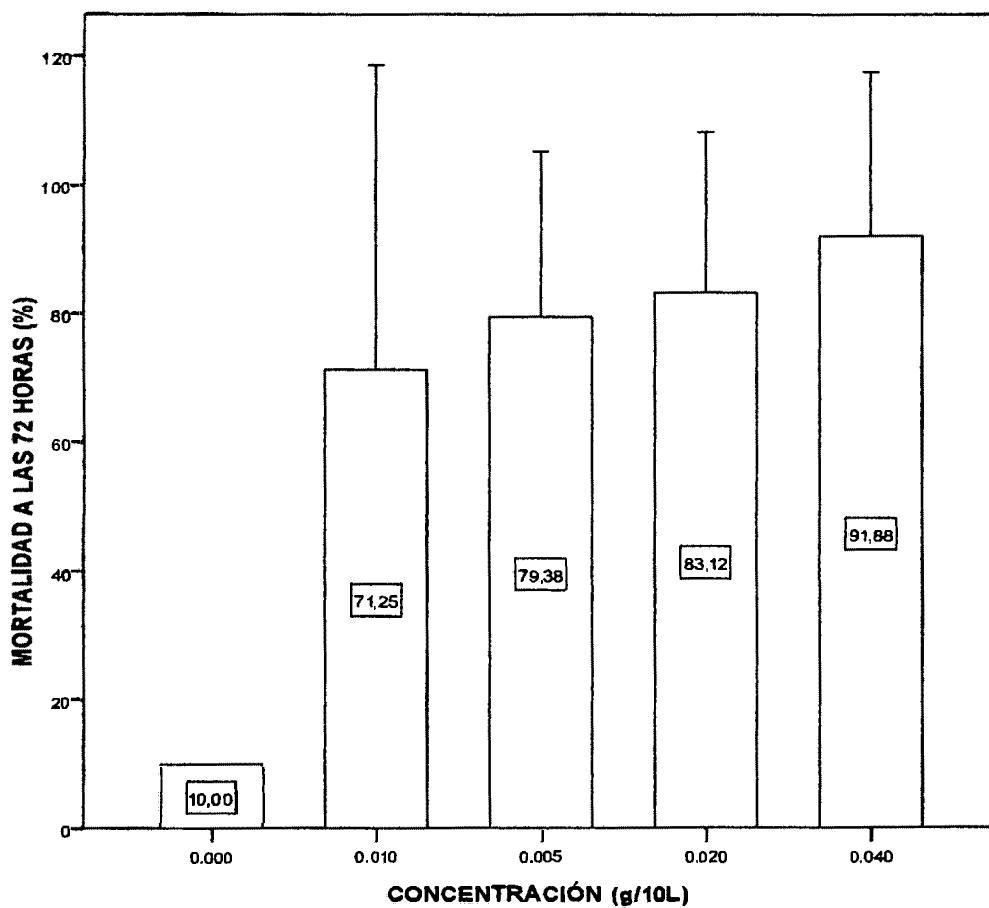


Gráfico N° 03.- Porcentaje promedio de mortalidad y desviación típica a 72 horas de *Paraustrosimulium* sp., sometidos a 4 concentraciones de Abate más un blanco, Ayacucho 2011.

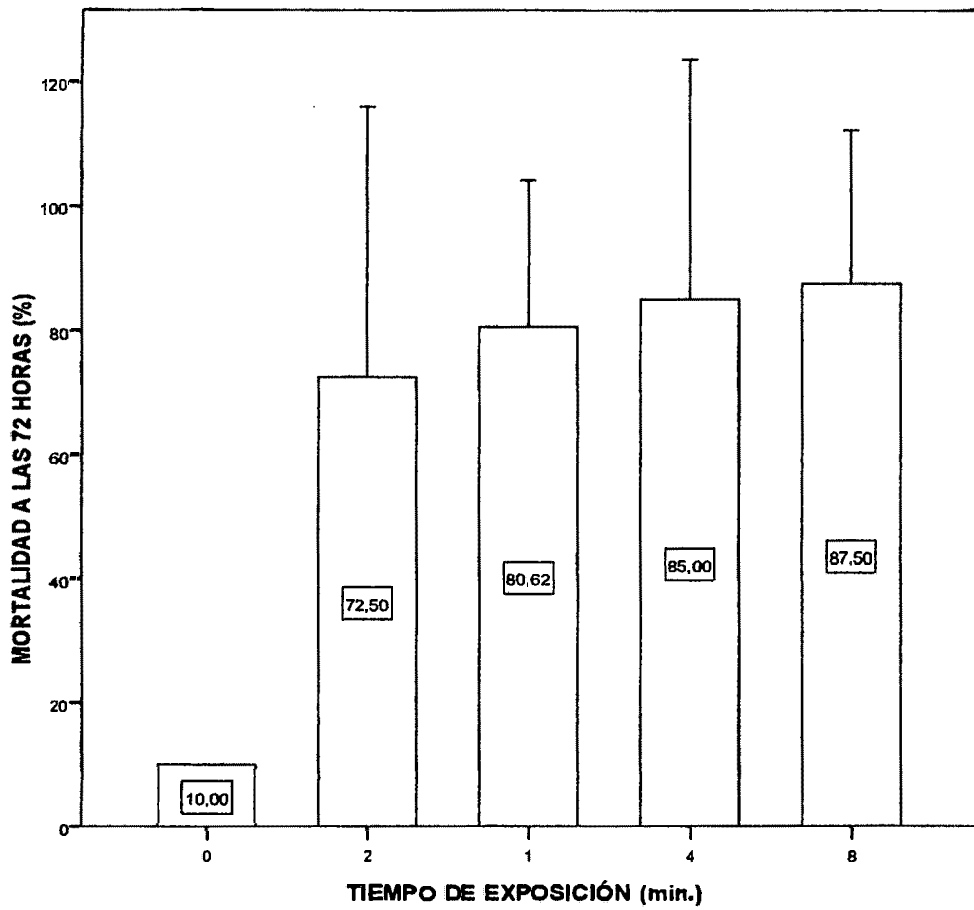
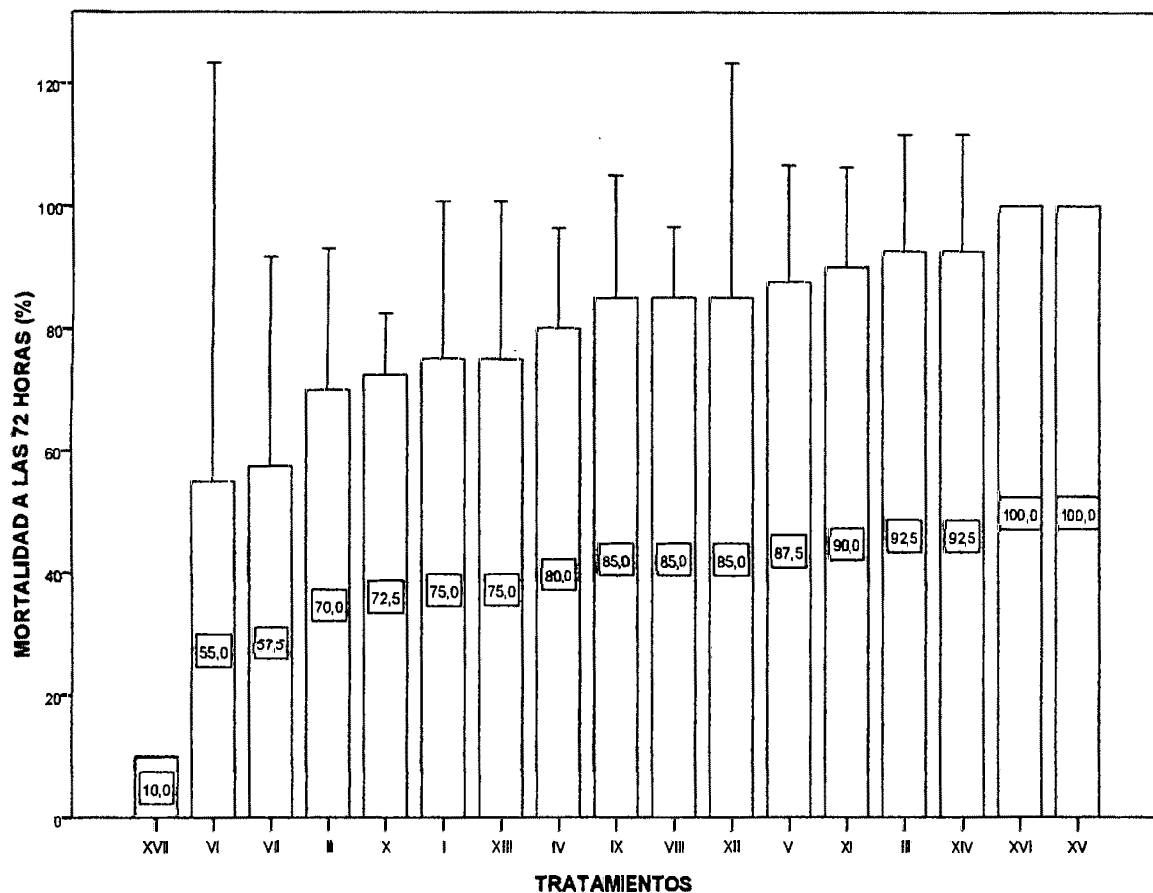


Gráfico Nº 04.- Porcentaje promedio de mortalidad y desviación típica a 72 horas de *Paraustrosimulium* sp., sometidos a 4 tiempos de exposición más un blanco, Ayacucho 2011.



Donde:

- I : 0.005 g/10L * 1 min.
- II : 0.005 g/10L * 2min.
- III : 0.005 g/10L * 4min.
- IV : 0.005 g/10L * 8min.
- V : 0.01 g/10L * 1 min.
- VI : 0.01 g/10L * 2 min.
- VII : 0.01 g/10L * 4 min.
- VIII : 0.01 g/10L * 8 min.
- IX : 0.02 g/10L * 1 min.
- X : 0.02 g/10L * 2 min.
- XI : 0.02 g/10L * 4 min.
- XII : 0.02 g/10L * 8 min.
- XIII : 0.04 g/10L * 1 min.
- XIV : 0.04 g/10L * 2 min.
- XV : 0.04 g/10L * 4 min.
- XVI : 0.04 g/10L * 8 min.
- XVII : 0.00 g/10L * 0 min.

Gráfico N° 05.- Porcentaje promedio de mortalidad y desviación típica a 72 horas de *Paraustrosimulium* sp., en los XVII tratamientos (4 tiempos de exposición y 4 concentraciones), Ayacucho 2011.

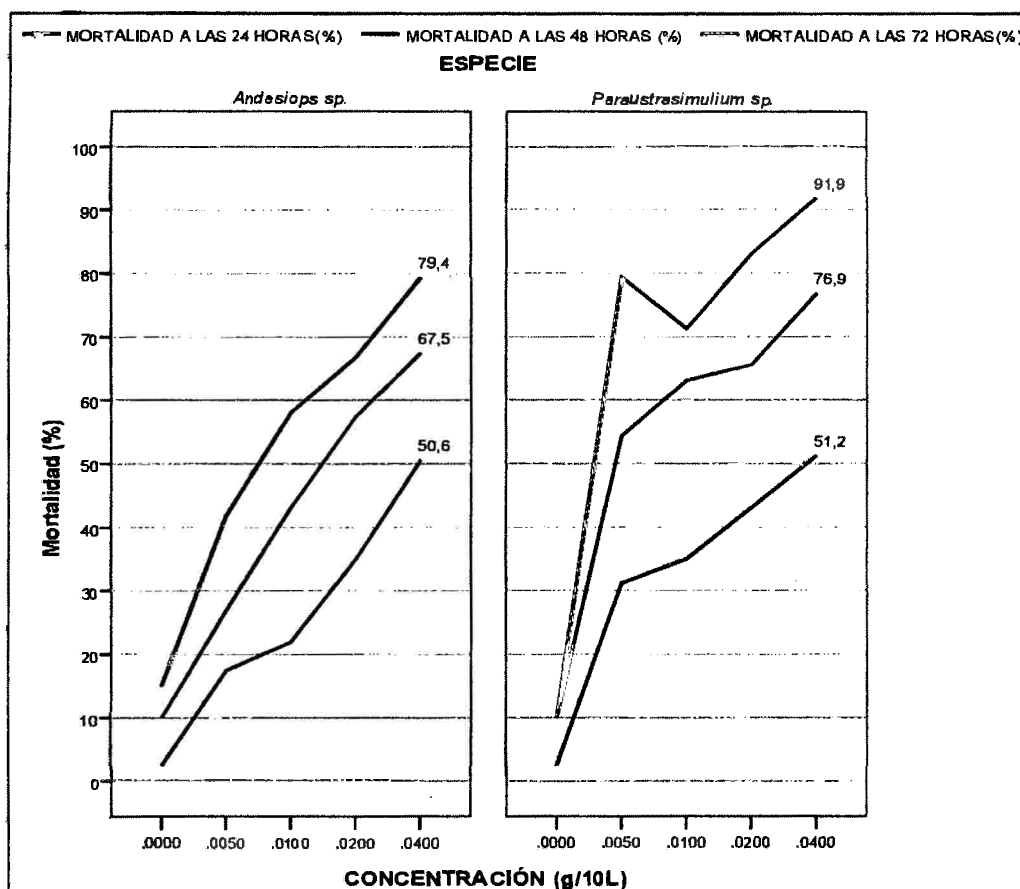


Gráfico N° 06.-Tendencia del porcentaje promedio de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas de los estadios inmaduros de las especies *Andesiops sp.*, y *Paraustrosimulium sp.*, expuestas a diferentes concentraciones a Abate más un blanco, Ayacucho 2011.

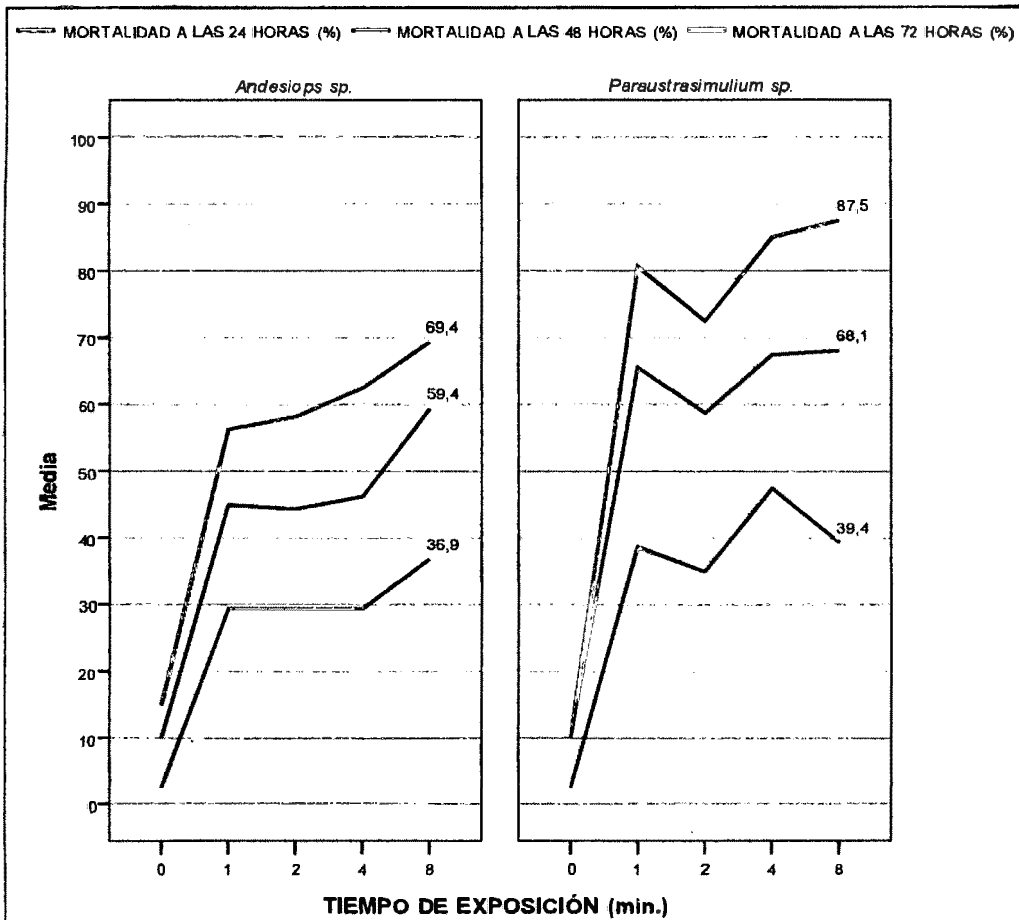


Gráfico Nº 07.-Tendencia del porcentaje promedio de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas de los estadios inmaduros de las especies *Andesiops sp.*, y *Paraustrosimulium sp.*, en los diferentes tiempos de exposición a Abate más un blanco, Ayacucho 2011.

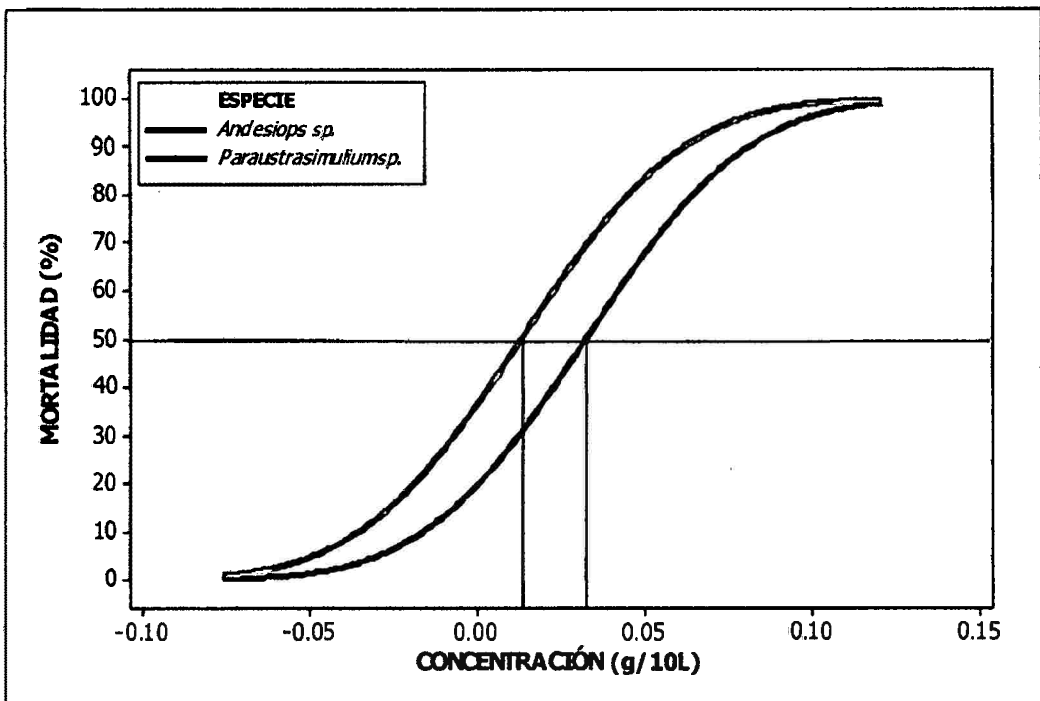


Gráfico N° 08.- Curva Probit de la concentración letal media (CL₅₀) sobre *Andesiops sp.* y *Paraustrosimulium sp.*, sometidos a 1 minuto de exposición con Abate, Ayacucho 2011.

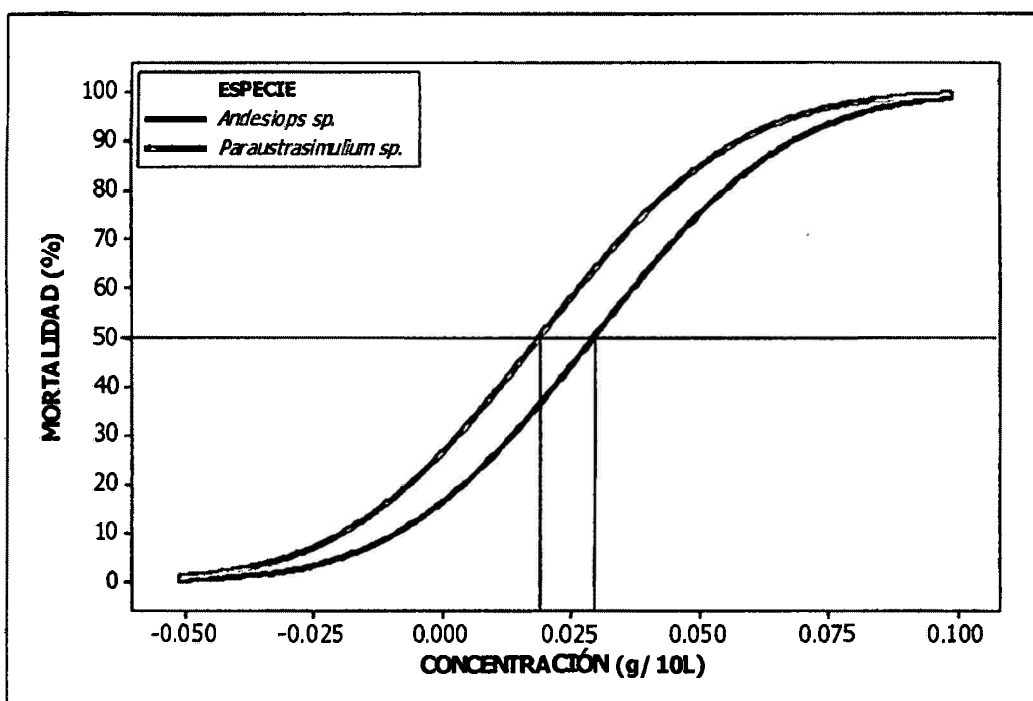


Gráfico N° 09.- Curva Probit de la concentración letal media (CL₅₀) sobre *Andesiops sp.* y *Paraustrosimulium sp.*, sometidos a 2 minutos de exposición con Abate, Ayacucho 2011.

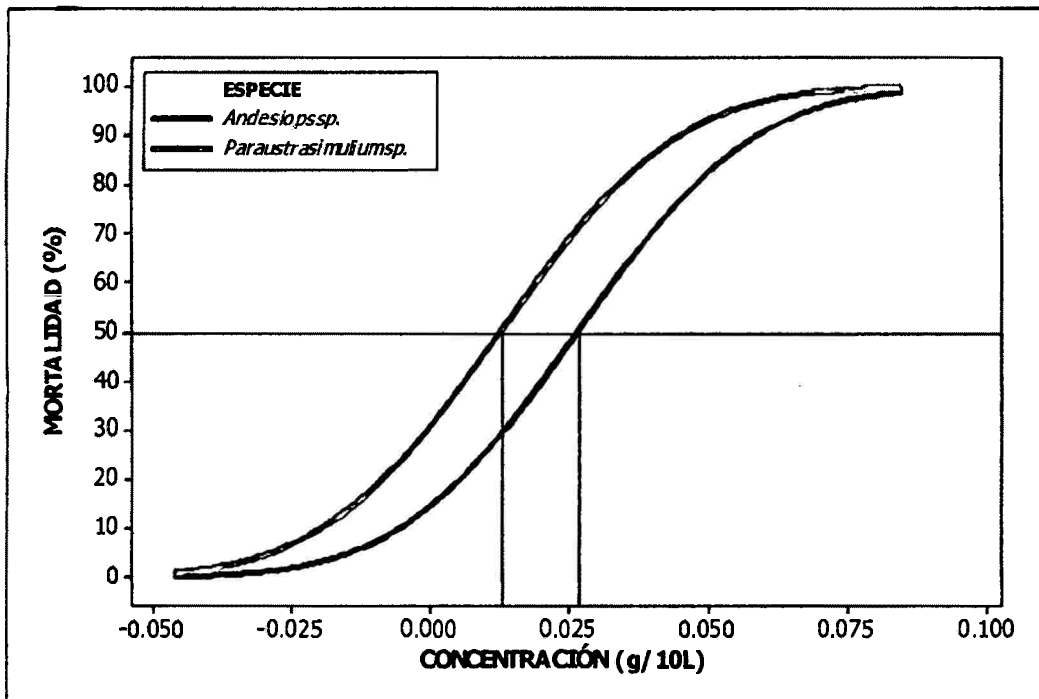


Gráfico Nº 10.- Curva Probit de la concentración letal media (CL₅₀) sobre *Andesiops sp.* y *Paraustrosimulium sp.*, sometidos a 4 minutos de exposición con Abate, Ayacucho 2011.

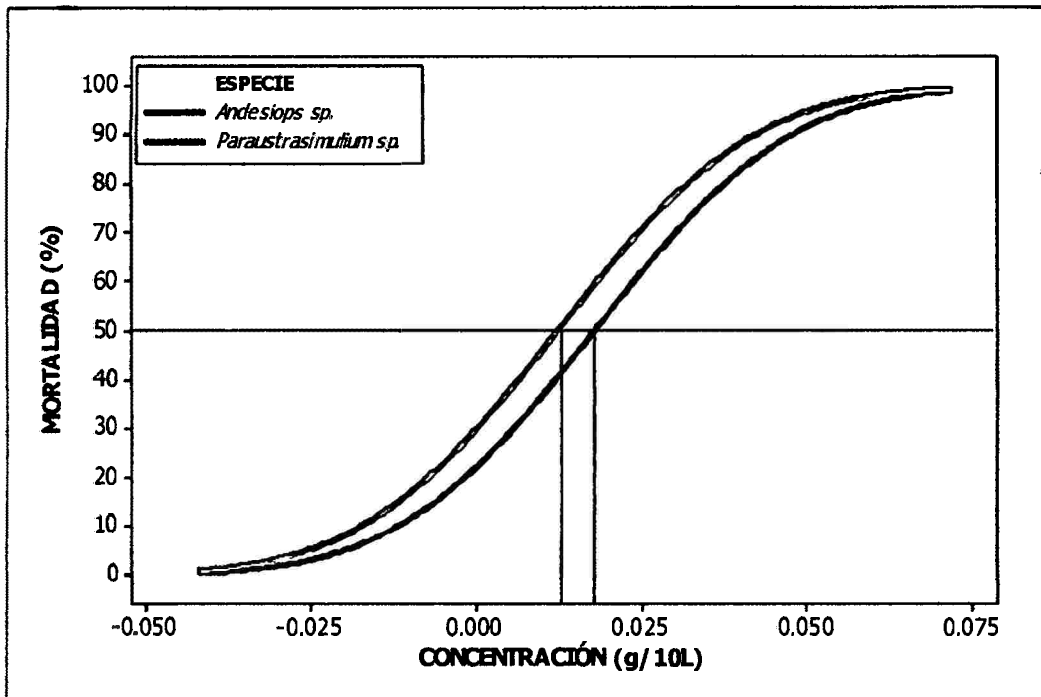


Gráfico N° 11.- Curva Probit de la concentración letal media (CL₅₀) sobre *Andesiops sp.* y *Paraustrosimulium sp.*, sometidos a 8 minutos de exposición con Abate, Ayacucho 2011.

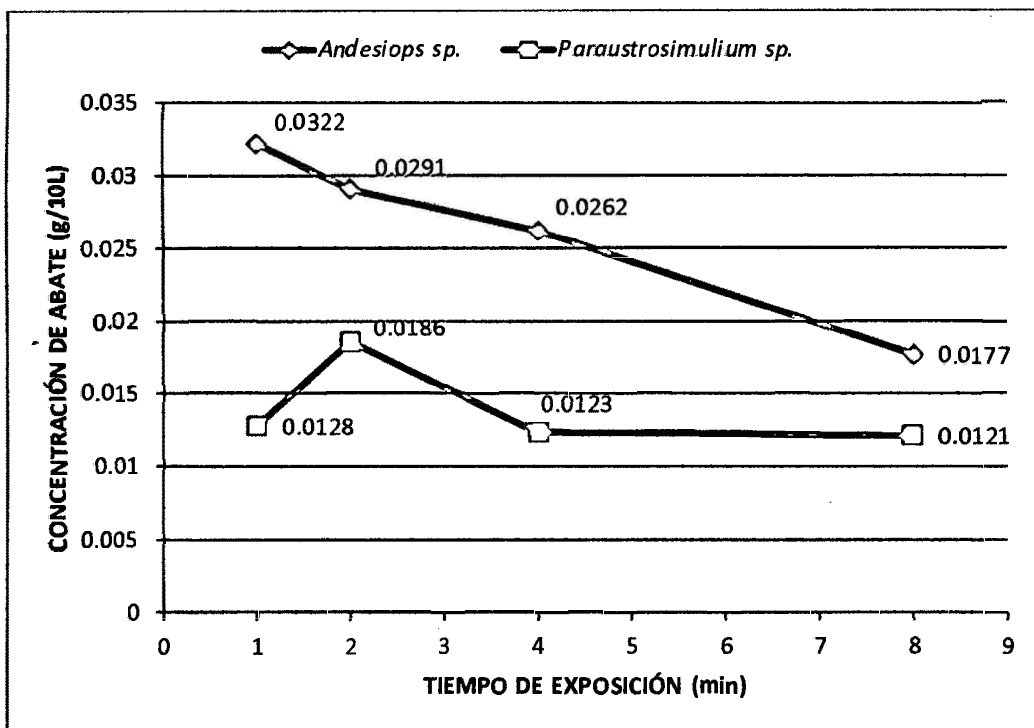


Gráfico N° 12.- Tendencia de la Concentración Letal Media (CL₅₀) de Abate sobre estadios inmaduros de *Andesiops sp.* y *Paraustrosimulium sp.*, en diferentes tiempos de exposición y concentraciones, Ayacucho 2011.

V. DISCUSIÓN

Algunos organismos acuáticos tienen la capacidad de acumular sustancias ajenas a su organismo sin que estos les causen daños aparentes. Es así que, concentraciones de sustancias tóxicas pueden ingresar a la cadena alimenticia causando daños considerables (Díaz – Baéz, 2004).

En el gráfico 01 se observa los porcentajes promedios de mortalidad de ninfas de *Andesiops* sp., registrados a las 72 horas de evaluación en las cuatro concentraciones de Abate, resaltando el hecho de que cuanto mayor es la concentración de dicha sustancia química, mayor es la mortalidad generada. Al efectuar el análisis de varianza, que se observa en la Tabla 03 del anexo, en donde se encontró significancia estadística ($p < 0.05$), lo que se puede interpretar como que existe diferencia en las mortalidades generadas en las diferentes concentraciones empleadas en el bioensayo, resalta el hecho que las mortalidades se incrementan a medida que las concentraciones de Abate se incrementan. Al realizar la prueba de Tukey, que se presenta en la Tabla 04 del anexo, se determinó que la concentración de 0.04 g/10L generó mayor mortalidad, seguida sucesivamente por las de concentraciones menores. Duffus (1983), menciona que es importante considerar que con el incremento de las

concentraciones de sustancias tóxicas, en las poblaciones expuestas se generará mayor mortalidad, punto de vista que es compartida por Peña y Carter (2001), que adicionalmente mencionan que los organismos bentónicos determinan su tolerancia en razón a la concentración, por lo que el nivel de riesgo aumenta y se produzcan daños asociados a la exposición de tóxicos presentes.

En el gráfico 02 se muestra los valores promedios de los porcentajes de mortalidad según tiempos de exposición de Abate, en la que se observa que la mortalidad de *Andesiops* sp., es mayor en el tiempo de exposición de 8 minutos en la que se registra una mortalidad de 69.38%, seguida por los tiempos de 4, 2 y 1 minuto, registrándose mortalidades de 62.5, 58.12 y 56.25%; mientras que en el blanco se tuvo 15%. Sin embargo al efectuarse el análisis de varianza (Tabla 03 del anexo) no se halló significancia estadística entre las cuatro concentraciones de Abate ($p < 0.05$), lo que quiere decir que las mortalidades registradas son estadísticamente iguales, es decir que las menores concentraciones de este tipo de tóxicos, estaría generando mortalidades semejantes a las mayores concentraciones. El efecto mencionado se podría deberse a que el Abate al ser un tóxico órganofosforado y al establecer una unión muy estable con la Acetil colina, en las concentraciones probadas, es suficiente un tiempo de exposición mínimo para generar mortalidades mayores. En las pruebas de laboratorio del Instituto Nacional de Salud, desarrollados por Palomino (2006), reporta que el temephos genera una mortalidad considerable en razón al tiempo de exposición, mayor tiempo de exposición mayor mortalidad, así mismo menciona que el temephos aminora su efectividad en generar mortalidad semanalmente en los ambientes naturales.

En el gráfico 03 se observa los porcentajes promedios de mortalidad de larvas de *Paraustrosimulium* sp., a las 72 horas de evaluación en cuatro

concentraciones crecientes de Abate, en el que resalta el hecho de que a mayores concentraciones de dicho tóxico son mayores las mortalidades, así en una concentración de 0.04 se registró 91.88% de mortalidad, mientras que en las concentraciones de 0.02, 0.005 y 0.01, mortalidades de 83.12, 79.38 y 71.25% respectivamente. Al realizar el análisis de varianza (Tabla 06 del anexo) se halló significancia estadística ($p < 0.05$), corroborándose de la existencia de diferencias a nivel de los porcentajes de mortalidad entre las concentraciones probadas. Al efectuar el test de Tukey (Tabla 07 del anexo) se determinó que la mortalidad registrada en la concentración de 0.04 g/10L es estadísticamente mayor, seguida por las concentraciones de 0.02 y 0.005 g/10L, mientras que en la concentración de 0.01 g/10L se registró la menor mortalidad. Peña y Carter (2001), mencionan que a medida que se incrementa las concentraciones del larvicida, en las poblaciones expuestas se generarán mayores mortalidades si las concentraciones del compuesto tóxico se incrementan.

En el gráfico 04 se muestra los valores promedios de los porcentajes de mortalidad según los tiempos de exposición de Abate. Se observa que para *Paraustrosimulium* sp., la mortalidad es mayor en el tiempo de 8 minutos, la misma que va disminuyendo a medida que el tiempo de exposición también disminuye, así se registra mortalidades de 85.0, 80.62 y 72.5% para los tiempos de 4, 1 y 2 minutos respectivamente, mientras que en el blanco registró una mortalidad de 10%. Al efectuar la prueba de Tukey que se presenta en la Tabla 08 del anexo, se halló que las mortalidades de las cuatro concentraciones de Abate, son estadísticamente similares, siendo la generada en el blanco, la diferente y menor, resultados que son similares a los hallado para *Andesiops* sp., por lo que se estaría explicando de manera similar, es decir que es suficiente la exposición a tiempos menores como es dos minutos, para que se genere mortalidades similares a los registrados a tiempos de exposición mayores.

Palomino (2006), reporta que el bioensayo con el temephos genera una mortalidad considerable en razón al tiempo de exposición de larvas de los diptera, que si las concentraciones del temephos son mayores, mayor será la mortalidad porcentual promedio, así mismo menciona que el temephos reduce su efectividad larval periódicamente en ambientes naturales, donde se evaluó que la recolonización de las diferentes larvas se ve desde los siete días, aunque dicha mención está en razón a las características del agua. Las mortalidades en los diferentes tiempos de exposición de 1, 2, 4 y 8 minutos son semejantes, siendo mayores las mortalidades de *Paraustrosimulium* sp., en tiempos de exposiciones mayores y generando menores mortalidades en concentraciones menores de Abate.

En la Tabla 05, también se muestra de la existencia de interacción significativa ($p < 0.05$) entre la concentración y el tiempo de exposición, lo que quiere decir que se está registrando diferentes efectos en las combinaciones de los niveles de los dos tratamientos (concentración y tiempo de exposición), es por ello que se optó realizar un análisis de varianza comparando las 16 combinaciones y el blanco, tal como se muestra en la Tabla 09 del anexo y posteriormente la prueba de Tukey que se muestra en la Tabla 10 del anexo. De acuerdo a los resultados obtenidos, en forma general resalta el hecho de que las mayores mortalidades son registrados en la combinaciones de las mayores concentraciones con los mayores tiempos de exposición (tratamientos XIV y XV, XVI), sin embargo esta tendencia no decrece a media que disminuyan las concentraciones y tiempos de exposición, así por ejemplo el tratamiento III y XI generó mortalidades muy similares a los anteriormente mencionados; así mismo se puede notar que la combinación de la menor concentración con el menor tiempo, generó mortalidades de magnitud media y no de magnitud menor como se podría esperar. Lo hallado se podría explicar cómo que el organismo que sirvió de

prueba, es muy sensible a la acción del tóxico probado, donde las menores concentraciones y los menores tiempos de exposición generan mortalidades similares a los que podrían generar mayores concentraciones y mayores tiempos de exposición.

De acuerdo a lo hallado, comparativamente, las larvas de *Paraustrosimulium* sp., parecen ser mucho más sensibles que los náyades de *Andesiops* sp, ya que en los primeros se registraron mortalidades mayores en los mismas concentraciones y tiempos de exposición a los que fueron sometidos. Lo mencionado coincide con lo mencionado por Fernández (2001), que afirma que las larvas de simúlidos son organismos que tienen una tolerancia estrecha a los cambios ambientales, sosteniendo que son organismos que habitan lugares que presenta aguas que son poco o nada contaminadas, por lo que pueden ser considerados como buenos bioindicadores de aguas de buena calidad, esta afirmación es compartida por Overmeyer (2000), que adicionalmente menciona que estos dípteros pueden ser empleados en el biomonitoreo y test de toxicidad en relación a la calidad del agua, dada a la sensibilidad a los contaminantes acuáticos. Por otra parte Jaico y Carrasco (2010) mencionan que las larvas de simúlidos en muchos de los ríos del departamento de Ayacucho son muy abundantes, cumpliendo un papel muy importante en el flujo de energía en dichos ecosistemas, por lo que el empleo de sustancias tóxicas como el larvicida en estudio, estaría afectando gravemente a este grupo de organismos. Las náyades de *Andesiops* sp. son más tolerantes a la acción del larvicida, esta afirmación parecería contradecir a lo afirmado por Fernández y Domínguez (2001) que sostienen que los integrantes de la orden Ephemeroptera son muy sensibles a los cambios ambientales de su hábitat, sin embargo mencionan al igual que Roldan (2000), que la familia Baetidae, presenta especies que han sido hallados en aguas sumamente alteradas, tal es el caso de *Andesiops* sp.,

coincidiendo con lo hallado por Carrasco (2001) que halló representantes de esta familia en los ríos Alameda, Huatatas y Chacco muy afectados por la contaminación.

En el Gráfico 06 se muestra las tendencias de la mortalidad según los tiempos de evaluación y las especies probadas, donde claramente se observa que los porcentajes de mortalidad se incrementan, en cuanto mayor es el tiempo en que se registró o llevó a cabo el experimento, así mismo el porcentaje de mortalidad es mayor a mayor concentración de Abate. Para *Andesiops* sp., el porcentaje de mortalidad en 72 horas a una concentración de 0.04 g/10L de Abate es de un 79.4%, *Paraustrosimullium* sp., en 72 horas a una concentración de 0.04 g/10L de Abate reporta un 91.1% de mortalidad, mayor que *Andesiops* sp.

El porcentaje de mortalidad, en el Gráfico 07, sobre el tiempo de exposición (minutos) manifiesta relación directa entre la mortalidad y la concentración de Abate, es así que el porcentaje de mortalidad es mayor a mayor tiempo de exposición de Abate, esta manifestación es sustentada por De la Lanza (2000), que en cuanto los bioindicadores que se encuentran en los ecosistemas acuáticos están sometidos a sustancias tóxicas, sean larvicidas o químicos agronómicos, afectan de manera negativa en relación al grado de concentración y tiempo residual en el ambiente hídrico, de la misma forma la Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo (2009), hace mención que la mortalidad está relacionado con el grado de concentración de abate (temephos) y que algunos organismos bentónicos reaccionan distintamente dependiendo a los diferentes factores de exposición. Para *Andesiops* sp., el porcentaje de mortalidad en 72 horas en 8 minutos de exposición es de 69.4% y en el comportamiento de mortalidad para *Paraustrosimullium* sp., en 72 horas en 8 minutos de exposición es de un 87.5%, reportándose mortalidades similares en las dos variables desarrolladas.

Las concentraciones letales medias (CL_{50}) para las dos especies en prueba en los cuatro tiempos de exposición, se calcularon mediante la técnica de Probit, ensayo en el cual se sometió a condiciones extremas (condiciones de estrés), y de esta manera estudiar la proporción de individuos que murieron, términos mencionados por Pérez y García (2006). En los gráficos 8, 9, 10 y 11, se muestran los gráficos en los que se puede apreciar las concentraciones letales medias (CL_{50}) para las especies *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp. En términos generales se aprecia que la CL_{50} es menor para la segunda de las especies mencionadas, así como sus valores se reducen a medida que el tiempo de exposición a Abate se incrementa. Fernández (2001) mencionó, que las larvas de simulidos son organismos que tienen una tolerancia muy baja a sustancias que alteran su medio, siendo este poco tolerantes. Para *Andesiops* sp., los valores que se reportó esta especie para un tiempo de exposición de 1 minuto la CL_{50} es de 0.032 g/10L de Abate, para 2 minutos 0.029 g/10L, 0.026 g/10L y 0.0177 g/10L para 4 y 8 minutos, respectivamente. Y para *Paraustrosimulium* sp., la concentración letal media (CL_{50}) sometidos en 4 tiempos de exposición de Abate, se observó que en 1 minuto la CL_{50} es de 0.013 g/10L de Abate, en 2 minutos de exposición 0.018 g/10L de Abate, 0.012 g/10L en 4 minutos y en 8 minutos 0.012 g/10L de Abate. La CL_{50} es una idea del orden de magnitud de la dosis letal en condiciones específicas, tal como lo menciona Duffus (1983), en lo que verdaderamente nos conlleva a ser aproximaciones de mortalidad. En la Gráfica 12, se presenta la tendencia de la concentración letal media (CL_{50}) de Abate, en diferentes tiempos de exposición, observándose que cuanto mayor es el tiempo de exposición a Abate menor es la CL_{50} para *Andesiops* sp., mientras que para *Paraustrosimulium* sp., la CL_{50} que se reporta, son regularmente homogéneos en los diferentes tiempos de exposición de Abate, por lo que se

puede mencionar que esta especie tiene menor tolerancia a cambios ambientales o a diversas actividades antropogénicas.

Proporcionalmente se menciona que es muy posible que una sustancia tóxica pueda ser letal solo cuando la dosis es muy alta, produciendo efectos malignos significativos a concentraciones relativamente bajas, Duffus (1983).

VI. CONCLUSIONES

1. La mortalidad observada en *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp., en las cuatro concentraciones probadas de Abate, se incrementan a medida que las concentraciones sean mayores.
2. Las mortalidades registradas en los cuatro tiempos de exposición, tanto para *Paraustrosimulium* sp. y *Andesiops* sp. se asemejan en los cuatro tiempos de exposición.
3. Las mortalidades registradas fueron mayores en *Paraustrosimulium* sp., en comparación con *Andesiops* sp.
4. Las concentraciones letales medias (CL_{50}), para *Andesiops* sp., disminuyen a medida que los tiempos de exposiciones sean mayores, mientras que para *Paraustrosimulium* sp., no existe dicha tendencia siendo en forma general casi asintótica con el incremento del tiempo de exposición.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se promueva estudios de los ecosistemas acuáticos in-situ, y así obtener registros de los cuerpos lóticos y lénticos que han sido o están siendo perturbadas de su estado original y sobre estos desarrollar planes de mejora o recuperación, lo que conllevará al desarrollo sostenible.
2. Realizar investigaciones similares considerando una mayor variedad de organismos bentónicos, a lo que conllevará a ampliar los parámetros de toxicidad y el uso sostenible de los recursos hídricos en las diferentes actividades de todo ser vivo.
3. Incentivar a estudiantes, profesionales que realicen investigaciones con diferentes elementos toxicológicos que afectan la calidad del agua de los diversos ecosistemas acuáticos, lográndose así valores de concentraciones letales medias y ser un aporte positivo para la mejora del ambiente.

- Cachimayo y Pongora. UNSCH. Ayacucho– Perú.
17. **Macek**, R. 1980. Ensayos toxicológicos para la evaluación de aguas y suelo. México.
 18. **Margalef**, R. 1974. Limnología. Edit. Omega, S.A. Barcelona-España.
 19. **Marrs**, T. y **Ballantyne**, B. 2004. Pesticide Toxicology and Intenational Regulation. Ediciones Wiley. EE.UU.
 20. **Martínez**, F. 2008. Ensayo de Toxicidad Aguda con Cladóceros de la Familia Daphnidae. México.
 21. **Miller**, W., **Simpson**, J. and **Peterson**, S. 1986. Characterization of chemical waste site contamination and determination of its extent using bioassays, Environ. Toxicol. Chem. EE.UU.
 22. **Moreno**, M. 2003. Toxicidad Ambiental: Evaluación de riesgos para la salud humana. Editorial Mc Graw Hill. España.
 23. **Moriarty**, F. 2010. Ecotoxicology: the study of pollutants in ecosystems. Editorial: Academic. Universidad de Michigan. EE.UU.
 24. **Nájera**, M. 1995. Comparación del efecto residual del abate (temephos) 5% Pellets contra abate 1% granular para el control de larvas de *Aedes oegypti* y *Culex pipiens* (diptera:culicidae) en condiciones de campo y en laboratorio. San Nicolás de las Garzas.
 25. **Nevel**, B. y **R. Wrigth**. 1999. Ciencias Ambientales, Ecología y Desarrollo Sostenible. Sexta Edición. Editorial Prentice May, S.A. México.
 26. **Lagunes**, A. y **Villanueva**, J. 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. EditC.P. México.
 27. **Oblasser**, A. y **Chaparro**, E. 2008. Estudio comparativo de la gestión de los pasivos ambientales mineros en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos. Naciones Unidas. CEPAL.
 28. **Odum**, E. 1987. Ecología. 8va. Edición. Edit. Interamericana, S.A. México.
 29. **Palomino**, M. 2006. Evaluación del Efecto Residual del Temephos en larvas de *Aedes aegypti*. Revista Perú Medico de Salud Pública. Instituto Nacional de Salud. Lima, Perú.
 30. **Peña**, C., **Carter**, D. y **Ayala**, F. 2001. Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. The University of Arizona. EE.UU.
 31. **Pereira**, W., **Rostad**, C., and **Sisak**, M. 1985. Geochemical Investigations of Polychlorinated dibenzop-dioxins in the subsurface environment at an

- abandoned wood-treatment facility, Environ. Chem. Toxicol. EE.UU.
32. **Pérez, J. y García, R.** 2006. Fiabilidad (VIII): Análisis Probit (Éxito / Fracaso). Chile.
 33. **Peterson, B.** 1981. Simuliidae: Manual of Nearctic Diptera. Edit. Branch. Agric. Canada.
 34. **Ramírez, A.** 1999. Ecología aplicada: diseño y análisis estadístico. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia.
 35. **Ramírez, P. y Mendoza, A.** 2008. Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo. La experiencia en México. Instituto nacional de Ecología, SEMARNAT. México.
 36. **Ringetel, R.** 1976. Ecología Acuática Continental. Edit. Eudeba, Buenos Aires –Argentina.
 37. **Roldan, G.** 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Edit. Universidad de Antioquia. Colombia.
 38. **Ruppert, E y Barnes, R.** 1996. Zoología de los invertebrados. Edit. McGraw-Hill. España.
 39. **Roldan, G.** 1988. Guía Para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Edit. Universidad de Antioquia. Colombia.
 40. **Thuhaut, F.** 2008. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Universidad de California. EE.UU.
 41. **URL 1:**<http://www.pan-international.org>
 42. **URL 2:** <http://www.epa.gov>
 43. **URL 3:**<http://www.anses.fr>
 44. **URL 4:**<http://www.who.int>
 45. **Villanueva, L. y Repetto, M.** 2009. Toxicología Fundamental. Instituto Nacional de Toxicología. Cuarta Edición. Edit. Díaz de Santos. Universidad de Sevilla.
 46. **Villanueva, J.** 1994. Toxicología y Manejo de Insectos. Edit. CP. México.
 47. **Wetzel, R.** 1981. Limnología. Edit. Omega, S.A. Barcelona – España.

ANEXOS

ANEXO N° 01

ANÁLISIS DE VARIANZA UNIVARIANTE

Tabla N° 03.- Análisis de varianza para el porcentaje promedio de mortalidad a 72 horas de *Andesiops* sp., sometidos a 4 concentraciones y 4 tiempos de exposición de Abate.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	23955.882(a)	16	1497.243	2.713	0.004
Intersección	169744.000	1	169744.000	307.529	0.000
CONCENTRACIÓN g/10L	11918.750	3	3972.917	7.198	0.000
TIEMPODEEXPOSICIÓN	1631.250	3	543.750	0.985	0.407
CONCENTRACIÓN g/10L * TIEMPODEEXPOSICIÓN	2243.750	9	249.306	0.452	0.900
Error	28150.000	51	551.961	-	-
Total	287400.000	68	-	-	-
Total corregida	52105.882	67	-	-	-

(a) R cuadrado = 0.460 (R cuadrado corregida = 0.290).

Tabla Nº 04.- Prueba de Tukey para el porcentaje promedio de mortalidad a las 72 horas de *Andesiops* sp., en 4 concentraciones de Abate.

CONCENTRACIÓN (g/10L)

CONCENTRACIÓN (g/10L)	N	Subconjunto		
		3(c)	2(b)	1(a)
0.000	4	15.00	-	-
0.005	16	41.88	41.88	-
0.01	16	-	58.13	58.13
0.02	16	-	66.88	66.88
0.04	16	-	-	79.38
Significación	-	0.094	0.138	0.270

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III.

El término error es la Media cuadrática (Error)= 551.961

(a) Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000

(b) Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

(c) Alfa= 0.05

Tabla Nº 05.- Prueba de Tukey para el porcentaje de mortalidad a las 72 horas de *Andesiops sp.*, en 4 tiempos de exposición a Abate.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (min.)	N	Subconjunto	
		2(b)	1(a)
0	4	15.00	-
1	16	-	56.25
2	16	-	58.13
4	16	-	62.50
8	16	-	69.38
Significación	-	1.000	0.723

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III.

El término error es la Media cuadrática (Error)= 551.961

(a) Usa el tamaño muestral de la media armónica= 10.000

(b) Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

(c) Alfa = 0.05

Tabla Nº 06.- Análisis de varianza para el porcentaje promedio de mortalidad a 72 horas de *Paraustrosimulium* sp., sometidos a 4 concentraciones y 4 tiempos de exposición de Abate.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl.	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	29794.118(a)	16	1862.132	11.075	0.000
Intersección	284089.000	1	284089.000	1689.626	0.000
CONCENTRACIÓN g/10L	3517.188	3	1172.396	6.973	0.001
TIEMPO DE EXPOSICIÓN min.	2079.688	3	693.229	4.123	0.011
CONCENTRACIÓN g/10L * TIEMPO DE EXPOSICIÓN min.	5001.563	9	555.729	3.305	0.003
Error	8575.000	51	168.137	-	-
Total	443700.000	68	-	-	-
Total corregida	38369.118	67	-	-	-

(a) R cuadrado = 0.777 (R cuadrado corregida = 0.706).

Tabla Nº 07.- Prueba de Tukey para el porcentaje promedio de mortalidad a las 72 horas de *Paraustrosimulium* sp., en 4 concentraciones de Abate.

CONCENTRACIÓN (g/10L)	N	Subconjunto		
		3 (c)	2 (b)	1 (a)
0.0000	4	10.00		
0.0100	16		71.25	
0.0050	16		79.38	79.38
0.0200	16		83.13	83.13
0.0400	16			91.88
Significación		1.000	0.259	0.213

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III.

El término error es la Media cuadrática (Error)= 168.137

(a) Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000

(b) Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

(c) Alfa = 0.05

Tabla N° 08.- Prueba de Tukey para el porcentaje de mortalidad a las 72 horas de *Paraustrosimulium* sp., en 4 tiempos de exposición de Abate.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (min.)	N	Subconjunto	
		2 (b)	1 (a)
0	4	10.00	-
2	16	-	72.50
1	16	-	80.63
4	16	-	85.00
8	16	-	87.50
Significación	-	1.000	0.088

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III.

El término error es la Media cuadrática (Error) = 168.137

(a) Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000

(b) Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

(c) Alfa= 0.05

Tabla N° 09.-Análisis de varianza para el porcentaje promedio de mortalidad a 72 horas de *Paraustrosimulium* sp., interactuando las 4 concentraciones y 4 tiempos de exposición de Abate.

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	29794.118	16	1862.132	11.075	0.000
Intra-grupos	8575.000	51	168.137	-	-
Total	38369.118	67	-	-	-

Tabla N° 10.-Porcentaje promedio de mortalidad a 72 horas de *Paraustrosimulium* sp., en los XVII tratamientos interactuando las 4 concentraciones y 4 tiempos de exposición de Abate.

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		4 (d)	3 (c)	2 (b)	1 (a)
XVII	4	10.00	-	-	-
VI	4	-	55.00	-	-
VII	4	-	57.50	57.50	-
II	4	-	70.00	70.00	70.00
X	4	-	72.50	72.50	72.50
I	4	-	75.00	75.00	75.00
XIII	4	-	75.00	75.00	75.00
IV	4	-	80.00	80.00	80.00
VIII	4	-	85.00	85.00	85.00
IX	4	-	85.00	85.00	85.00
XII	4	-	85.00	85.00	85.00
V	4	-	87.50	87.50	87.50
XI	4	-	-	90.00	90.00
III	4	-	-	-	92.50
XIV	4	-	-	-	92.50
XV	4	-	-	-	100.00
XVI	4	-	-	-	100.00
Sig.		1.000	0.064	0.064	0.124

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

(a) Usa el tamaño muestral de la media armónica= 4.000

ANEXO N° 02

ANÁLISIS DE PROBIT EN 48 HORAS

Tabla N° 11.- Concentración letal media (CL₅₀) para *Andesiops* sp., sometidos a 4 tiempos de exposición a Abate.

Tiempo (minutos)	Concentración	Error Estándar	IC (95%)	
			Inferior	Superior
1	0,0322	0,0045	0,0246	0,0441
2	0,0291	0,0034	0,0231	0,0372
4	0,0262	0,0027	0,0213	0,0323
8	0,0177	0,0022	0,0133	0,0223

Tabla N° 12.- Concentración letal media (CL₅₀) para *Paraustrosimulium* sp., sometidos a 4 tiempos de exposición a Abate.

Tiempo (minutos)	Concentración	Error Estándar	IC (95%)	
			Inferior	Superior
1	0,0128	0,0034	0,0053	0,0199
2	0,0186	0,0027	0,0131	0,0246
4	0,0123	0,0023	0,0075	0,0170
8	0,0121	0,0022	0,0076	0,0164

ANEXO N° 03

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS MEDIOS HÍDRICOS DONDE SE DESARROLLARON EL TRABAJO EXPERIMENTAL

Tabla N° 13.- Características fisicoquímicas determinados a las aguas del río Huatatas. Diciembre 2010.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICOS	VALOR DETERMINADO
Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	96
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	148
Dureza Cálcica (mg Ca/L)	108
Dureza Magnésica (mg Mg/L)	140
Cloruros (mg Cl/L)	25
Nitrógeno Amoniacal (mg NO ₃ /L)	6.8
Ph	7.63
Temperatura media (°C)	23

Fuente: Evaluación propia.

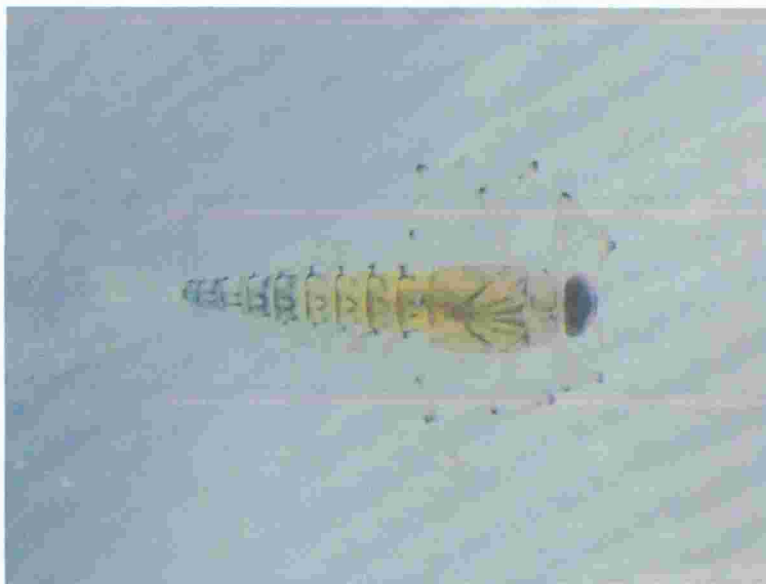
Tabla N° 14.- Características fisicoquímicas determinados a las aguas del manante del C.E.R.E. "La Totorilla" de la Facultad de Ciencias Biológicas – U.N.S.C.H. Diciembre 2010.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICOS	VALOR DETERMINADO
Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	50
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	278
Dureza Cálcica (mg Ca/L)	160
Dureza Magnésica (mg Mg/L)	118
Cloruros (mg Cl/L)	28
Nitrógeno Amoniacal (mg NO ₃ /L)	0.4
pH	8.05
Temperatura media (°C)	21

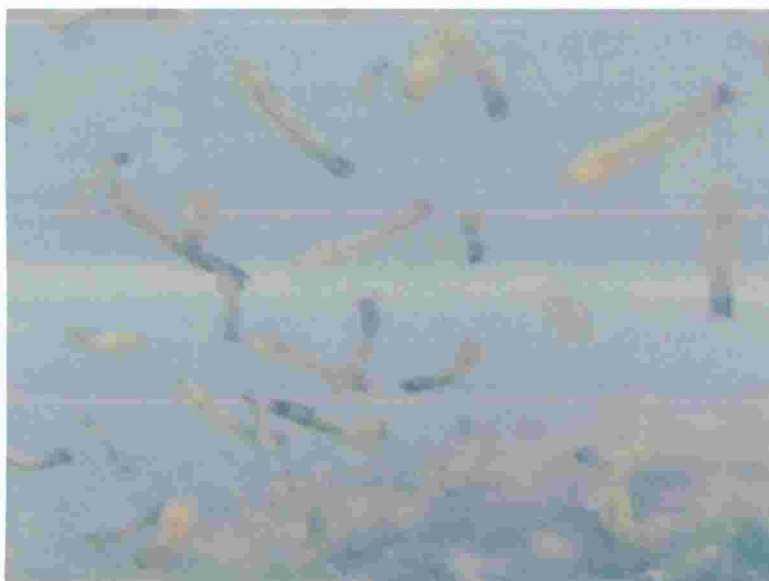
Fuente: Evaluación propia.

ANEXO N°04

LARVAS MANEJADAS EN EL BIOENSAYO



Fotografía N° 01: Náyade de *Andesiops* sp.



Fotografía N° 02: Larvas de *Paraustrosimulium* sp.

ANEXO N° 05

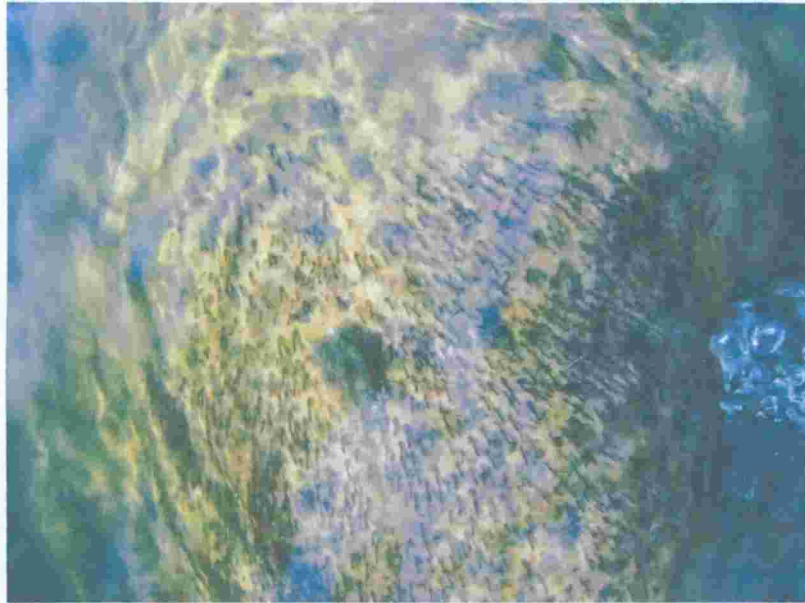
VALLE DEL RÍO HUATATAS: ZONA DE COLECTA DE LAS ESTADIOS INMADUROS
DE *Andesiops* sp. Y *Paraustrosimulium* sp. PARA EL DESARROLLO DEL
BIOENSAYO. AYACUCHO, 2010.



Fotografía N° 03: Valle del río Huatatas. Lugar de colecta de las muestras biológicas.



Fotografía N° 04: Colecta de náyades de *Andesiops* sp., alojadas debajo de las piedras y diversos objetos propios del río (Río Huatatas).



Fotografía N° 05: Larvas de *Paraustrosimulium* sp., alojadas con dirección a la caída de agua, como se observa éstas están plegadas sobre las piedras (su hábitat).

ANEXO N°06

MANEJO Y DESARROLLO DEL BIOENSAYO EN EL C.E.R.E. "LA TOTORILLA".

AYACUCHO, 2010.



Fotografía N° 06: Tiempo de espera (24 horas) para descartar los estadios inmaduros de *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp., que han sufrido lesiones (muerte) durante la colecta y transporte.



Fotografía N° 07: Instalación del sistema hídrico para el bioensayo (agua de manante, con ingreso constante y adicionado un aireador).



Fotografía N° 08: Bioensayo. Exposición de los estadios inmaduros de *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp., a diferentes concentraciones y tiempos de exposición al larvicida Abate.



Fotografía N° 09: Larvas de *Paraustrosimulium* sp., alojadas en las piedras, después de las exposiciones al larvicida Abate, en las diferentes concentraciones y tiempos de exposición.



Fotografía N° 10: Mortalidad (Knockdown) observadas en las náyades de *Andesiops* sp., después de las exposiciones al larvicida Abate.



Fotografía N° 11: Evaluación y lectura de la mortalidad de los estadios inmaduros de *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp., sometidas al larvicida Abate. (Horas de Evaluación: 24, 48 y 72 horas).



Fotografía N° 12: Temperatura del agua del manante del C.E.R.E. “La Totorilla”, promedio durante el bioensayo: 21°C. (Octubre – diciembre) del 2010.



Fotografía N° 13: Limpieza de los medios de cría de los estadios inmaduros muertos (*Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp.), sometidas al larvicida Abate, después de cada lectura.

ANEXO N°07

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL LARVICIDA ABATE (Temephos).

AYACUCHO, 2010.

Tabla N° 15.- Ensayos y Resultados del larvicida Abate (Ingrediente activo: temephos).

Ensayos Efectuados	Especificaciones	Resultados
Caracteres físicos	-	Gránulos de color gris claro, con presencia de gránulos de color pardo claro, blanquecinos y negros.
Humedad, técnica del laboratorio de origen (TLO)	<1%	0,043
Densidad aparente. TLO	-	1.43 g/mL
Identificación de temephos, CLAR (HPLC)	-	El tiempo de retención de la muestra corresponde al del estándar
Contenido de temephos, método cromatográfico (CLAR). TLO	-	1,01 g % (101,00 %)

Fuente: Instituto Nacional de Salud. CNCC/INS. 2006.

Tabla N° 16.- Etiqueta Comercial del Abate (sugerencia para su aplicación).

TIPO DE AGUA	ABATE G/m ²	Kg/ha
Limpias: Aguas quietas de poca profundidad, lagos, etc.	0.5 - 1	5 - 10
Ligéramente contaminadas. Cienogás, pantanos, charcos en bosques, etc.	1 - 2	10 - 20
Altamente contaminadas (poluidas): Desagües, pozos de aguas negras y otras con alto contenido de materia orgánica.	2 - 5	20 - 50

Para control de larvas de aedes en agua potable, aplicar 1 gramo de Abate® por cada 10 litros de agua. (Equivale a una concentración de 1 ppm).

Fuente: FARMEX S.A. 2006.

ANEXO N° 08: FICHA TÉCNICA

TEMEFAR® 1% G

INGREDIENTE ACTIVO	: Temephos
CLASE QUÍMICA	: Organofosforado
CONTENIDO	: Temephos..... 10 g/Kg Ingredientes aditivos..... C.s.p. 1Kg
FORMULACIÓN	: Granulado
USO	: Insecticida de uso en salud pública

PROPIEDADES:

El **TEMEFAR® 1% G** es un insecticida organofosforado, no sistémico, de gran eficacia como larvicida para el control de mosquitos transmisores de enfermedades tropicales (*Aedes aegypti*, *Anopheles sp.*, etc).

TEMEFAR® 1% G tiene baja toxicidad para los mamíferos por lo que se considera un producto seguro para el tratamiento de todo tipo de depósitos de agua.

TEMEFAR® 1% G debido a baja toxicidad es recomendado por la OMS, OPS para ser empleada por los programas y prevención del dengue y la malaria que emprenden los Ministerios de Salud.

MODO DE ACCIÓN:

TEMEFAR® 1% G es un insecticida organofosforado de acción larval que actúa por ingestión y contacto inhibiendo la enzima acetil colinesterasa de forma irreversible interrumpiendo la transmisión normal de los impulsos nerviosos, provocando la muerte de la larva.

MÉTODO DE APLICACIÓN:

Los gránulos de arena del **TEMEFAR® 1% G** se aplican directamente en cualquier recipiente o depósito que contenga aguas ubicados dentro o en los alrededores de la casa. No necesita agitarse.

MOMENTO DE APLICACIÓN:

Iniciar las aplicaciones con **TEMEFAR® 1% G** cuando se detecten la presencia de larvas de mosquitos de tipo *Aedes aegypti* transmisor del dengue en recipientes artificiales que almacenan agua. De igual manera aplicar en charcos que se forman como consecuencias de las lluvias, acumulaciones de agua, aniegos donde es posible encontrar larvas de mosquitos *Anopheles sp.*, vectores de la malaria.

ANEXO N° 09

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Toxicidad del larvicida Abate en cuatro concentraciones y cuatro tiempos de exposición sobre estadios inmaduros de *Andesiops* sp. y *Paraustrosimulium* sp. Ayacucho - 2010.

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la toxicidad medida en mortalidad de (knockdown) de cuatro concentraciones (0.005, 0.010, 0.020 y 0.040 g/10L) y cuatro tiempos (1, 2, 4 y 8 minutos) de exposición al larvicida Abate sobre estadios de inmaduros de <i>Andesiops</i> sp. (Insecta: Ephemeroptera) y <i>Paraustrosimulium</i> sp. (Insecta: Diptera).	<p>GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar el efecto toxicológico como mortalidad de cuatro concentraciones crecientes y cuatro tiempos de exposición al larvicida Abate sobre estadios inmaduros de <i>Andesiops</i> sp. y <i>Paraustrosimulium</i> sp. <p>ESPECÍFICOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la mortalidad en los estadios inmaduros de <i>Andesiops</i> sp. y <i>Paraustrosimulium</i> sp. a sométicas concentraciones de 0.005, 0.01, 0.02, 0.04g/10L de Abate y a 1, 2, 4 y 8 minutos de exposición. - Calcular la concentración letal media (CL₅₀) de Abate sobre <i>Andesiops</i> sp. y <i>Paraustrosimulium</i> sp., mediante la técnica de probit. 	<p>1. ANTECEDENTES</p> <p>2. GENERALIDADES</p> <p>2.1. El ambiente</p> <p>2.2. Ecosistema</p> <p>2.3. Contaminación</p> <p>2.4. Contaminación del agua por productos químicos</p> <p>2.5. Toxicidad acuática</p> <p>2.6. Efecto de la contaminación sobre los organismos acuáticos</p> <p>2.7. Rangos de tolerancia de los organismos</p> <p>2.8. Macroinvertebrados bentónicos</p> <p>2.9. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua</p> <p>2.10. Toxicidad</p> <p>2.11. Larvicida</p>	<p>El efecto tóxico medida en mortalidad se incrementa a mayor concentración y a mayor tiempo de exposición, siendo este efecto diferente entre las especies de <i>Andesiops</i> sp. y <i>Paraustrosimulium</i> sp.</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Larvicida: Abate Indicador: 04 Concentraciones en el medio de cría (0.005, 0.01, 0.02, 0.04g/10L). - Insectos acuáticos Indicador: 02 especies (<i>Andesiops</i> sp. y <i>Paraustrosimulium</i> sp.) - Tiempo de exposición al Abate Indicador: Cuatro (1, 2, 4 y 8 minutos) tiempos de exposición. <p>DEPENDIENTE</p> <p>Efecto tóxico</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mortalidad. - Concentración letal media (CL₅₀). 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Básica</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Experimental</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Larvicida Abate del almacén del C.E.R.E. "La Totorilla" <p>MUESTRA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abate (0.5Kg). <p>UNIDADES EXPERIMENTALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - 680 individuos de <i>Andesiops</i> sp. en la etapa de náyade. - 680 individuos de <i>Paraustrosimulium</i> sp. en la etapa larval. <p>MÉTODO</p> <p>1. Obtención y mantenimiento de las unidades experimentales</p> <p>Las colectas de las larvas serán en la época de estiaje.</p> <p>2. Conservación y desarrollo del bioensayo</p> <p>Las dos especies de insectos inmaduras colectadas serán instaladas en espacios similares a su hábitat y después de 24 horas éstas serán sometidas c/u. a diferentes concentraciones y a diferentes tiempos de exposición.</p> <p>3. Lectura de la moratidad:</p> <p>Las evaluaciones se desarrollaran cada 24, 48 y 72 horas despues del tiempo de exposición al larvicida.</p>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
R.D. Nº 415-2011-FCB-D
Bach. Juan Carlos PALOMINO ARANGO

En la ciudad de Ayacucho a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil once, siendo las cuatro de la tarde, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias Biológicas los miembros del jurado de sustentación de Tesis titulado: Toxicidad del larvicida Abate en cuatro concentraciones y cuatro tiempos de exposición sobre larvas acuáticas de dos especies de insectos. Ayacucho 2010; presentado por el Bach. Juan Carlos Palomino Arango; acto académico que estaba presidida por el Dr. Víctor H. Alegría Valeriano (Decano), Mg. Carlos E. Carrasco Badajoz (Asesor), Mg. Yuri Ayala Sulca (Miembro), Ing. Antonio Jerí Chávez (Miembro), MS. Elmer Avalos Pérez (Miembro) y Mg. Aurelio Carrasco Venegas (Secretario Docente).

Presidente de la Comisión dio inicio del acto previa verificación de los documentos pertinentes, dando conformidad, luego invito al sustentante a exponer su trabajo de investigación previa información de las normas que rige para dicho proceso en el Reglamento General de Grados y Títulos de la UNSCH.

El sustentante dio inicio a la exposición usando medios audiovisuales. Finalizado la exposición el Presidente dio inicio a la segunda etapa de este acto, invitando a los miembros del jurado calificador a realizar sus observaciones, correcciones y preguntas referentes al trabajo de investigación.

Finalizado esta etapa el Presidente invitó al sustentante y público en general abandonar el Auditorium a fin de que el jurado calificador pueda deliberar y emitir la calificación correspondiente, el cual es como sigue:

JURADO CALIFICADOR	EXPOSICIÓN	RPTA. A PREGUNTAS	PROMEDIO
Mg. Carlos Carrasco Badajoz	17	15	16.0
Mg. Yuri Ayala Sulca	16	15	15.5
Ing. Antonio Jerí Chávez	16	15	15.5
MS. Elmer Avalos Pérez	16	12	14.0
PROMEDIO		15.0	