

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Simuliidae (Insecta: Díptera), densidad y
caracterización ambiental de larvas en el río
Alameda y adultos en la ciudad de Ayacucho, 2008.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

BIÓLOGO

ESPECIALIDAD EN RECURSOS NATURALES Y ECOLOGÍA

PRESENTADO POR:

BACH. VILLANTOY BURGOS, ROMEL

AYACUCHO – PERÚ

2010

A mis queridos padres Abraham y María Elena y mis hermanos por su apoyo incondicional en la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma máter.

A la Empresa Prestadora de Servicios de Agua y Saneamiento EPSASA-Ayacucho, por su invaluable apoyo, sin el cual no hubiera sido posible la materialización y conclusión de este trabajo de investigación.

A la Facultad de Ciencias Biológicas por haberme acogido durante mi Formación Profesional.

A la plana docente de la Escuela de Formación Profesional de Biología quienes me brindaron sus acertados conocimientos y orientaciones durante mis estudios universitarios.

Un agradecimiento especial al Mcs. Carlos Emilio Carrasco Badajoz, por haberme brindado su asesoramiento y apoyo constante.

Un especial reconocimiento a la Biga. Elizabeth Allcca Benites por su apoyo en el proceso de muestreo y la toma de registros visuales, y a todas aquellas personas que apoyaron desinteresadamente en la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Generalidades.....	7
2.2.1. Orden Díptera.....	7
2.2.2. Familia Simuliidae.....	13
2.2.2.1. Clasificación taxonómica.....	13
2.2.2.2. Características de los mosquitos simuliidae.....	14
2.2.2.3. Morfología de los mosquitos simuliidae.....	16
2.2.2.4. Ciclo de vida de los simúlidos.....	23
2.2.2.5. Comportamiento y ecología.....	25
2.2.2.6. Importancia veterinaria.....	26
2.2.3. Características fisicoquímicas de las aguas.....	28
2.2.3.1. Nutrientes.....	28
2.2.3.2. Gases disueltos.....	28
2.2.3.3. Principales iones.....	29
2.2.3.4. Otras características derivadas.....	32
2.2.4. Factores ambientales.....	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1. Ubicación del área de estudio.....	39
3.2. Características de la zonas de muestreo.....	41
3.3. Población y muestra.....	42
3.4. Sistema de muestreo y toma de datos.....	43
3.5. Diseño de investigación.....	48
3.6. Procesamiento y análisis de datos.....	48
IV. RESULTADOS.....	49
V. DISCUSIÓN.....	62
VI. CONCLUSIONES.....	77
VII. RECOMENDACIONES.....	79
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXO.....	81

Simuliidae (Insecta: Díptera), densidad y caracterización ambiental de larvas en el río Alameda y adultos en la ciudad de Ayacucho, 2008.

Autor : Bach. Romel Villantoy Burgos

Asesor: Mcs. Carlos Emilio Carrasco Badajoz

RESUMEN

Los mosquitos simuliidae, han sido estudiados por diversas razones, entre ellas el ser agentes transmisores de enfermedades. La presente investigación se desarrolló en el curso del río Alameda estableciéndose cuatro zonas de muestreo para larvas y tres zonas de muestreo para adultos en la ciudad de Ayacucho, durante los meses de julio a noviembre del 2008. El tipo de investigación fue diseño básico - descriptivo y correlacional. Los objetivos planteados fueron: Identificar los morfotipos de los "mosquitos" Simuliidae en las formas larvales y adultas, determinar la densidad de las formas adultas y de larvas, determinar la relación de las formas adultas y larvales con las principales características ambientales de su hábitat, determinar las horas de preferencia alimentaria de las formas adultas. Los muestreos fueron sistemáticos cada 15 días; para larvas y pupas se empleó una red tipo Surber de 1 200 cm², mientras los mosquitos adultos se capturaron con un tubo succionador. Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron en los laboratorios de Ecología de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y de la Empresa Prestadora de Servicios – Ayacucho S.A. (EPSASA). Se identificó a *Paraustrosimulium sp* para la ciudad de Ayacucho, para la densidad de larvas se halló que el mes de julio y noviembre presentan menor densidad y los meses de agosto y octubre mayor densidad, siendo el punto de muestreo IV con 156 larvas/m² y el punto de muestreo III con 1743 larvas/m², en caso de adultos, se encontró que los meses de setiembre, octubre y noviembre presentan menor densidad, siendo los meses de julio y agosto los de mayor densidad, encontrándose en el Parque de las Banderas 46 adultos/hombre/hora, seguido del parque Mariscal Cáceres con 35 y la Plaza Mayor de Huamanga con 22 adultos/hombre/hora, en relación a las características fisicoquímicas del agua se observó menores valores en los puntos I y II (río Arriba) y mayores en los puntos de muestreo III y IV (río abajo), así mismo se observó que los adultos de *Paraustrosimulium sp* presentan relación negativa con las características ambientales de temperatura y precipitación y relación directa con las horas de sol.

Palabras clave: Simuliidae, morfotipos, río y densidad.

Simuliidae (Insecta: Diptera), density and environmental characterization of the river Alameda larvae and adults in the city of Ayacucho, 2008.

Author: Bach. Romel Villantoy Burgos

Advisor: Mcs. Carlos Emilio Carrasco Badajoz

ABSTRACT

Simuliidae Mosquitoes have been studied for various reasons, including being transmitters of diseases. This study was conducted in the course of the river Alameda established four sampling areas for larvae and three adult sampling areas in the city of Ayacucho, in the months from July to November 2008. The research was basic design - descriptive and correlational. The objectives were: To identify the morphotypes of the "mosquito" Simuliidae in larval and adult forms, determine the density of adult and larval forms, determine the relationship of adult and larval forms of the main environmental characteristics of their habitat, determine the hours of food preference of the adult forms. The systematic sampling was every 15 days for larvae and pupae were used a Surber net rate of 1200 cm² while the adult mosquitoes were collected with a suction tube. Physicochemical determinations were made in the laboratory of Ecology at the Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga and service company - Ayacucho SA (EPSAS). *Paraustrosimulium* sp were identified for the city of Ayacucho for the density of larvae were found in July and November have lower density and the months of August and October higher density, with the sampling IV with 156 larvae/m² and sample point III with 1743 larvae/m² with adults, found that the months of September, October and November have lower density, with the months of July and August the highest density found in the Park Flags 46 adults / man / hour, followed Mariscal Cáceres park with 35 and the Plaza Mayor Huamanga with 22 adults/man/hour, in relation to physicochemical characteristics of water lower values were observed in I and II (river above) and higher in sampling points III and IV (downstream), also found that adults have sp *Paraustrosimulium* negative relationship with the environmental characteristics of temperature and precipitation and directly related to the hours of sunshine.

Keywords: Simuliidae, morphotypes, river and density.

I. INTRODUCCIÓN.

Los mosquitos, utilizando este término en un amplio sentido, fueron estudiados a lo largo del tiempo por diversas razones, entre las que se incluye el ser agentes transmisores de determinadas enfermedades, por tal motivo esta catalogada como tercera en importancia entre todos los artrópodos por la molestia que causan, aun sin llegar a ser demasiado nocivos y, por supuesto, el interés como grupo zoológico para su estudio taxonómico y faunístico.

Los simúlidos son una familia de insectos voladores que pertenecen al orden de los dípteros conocidos genéricamente como moscas negras, encontrándose entre sus miembros a especies excesivamente agresivas; son de hábitos diurnos y atacan de preferencia en días soleados durante el día, aunque la mayoría de los mosquitos se alimentan de noche, su distribución esta afectada principalmente por la disponibilidad del agua en movimiento principalmente para el desarrollo de las etapas inmaduras. Sus ataques no están limitados a animales homeotermos, ya que hay citas de su alimentación sobre peces y reptiles. Estos insectos se pueden reproducir prácticamente en diferentes fuentes de agua, por lo que la asociación al medio acuático obliga a este grupo a permanecer en lugares que provean de estas condiciones en las inmediaciones.

Los simúlidos son organismos que se pueden coleccionar, capturar, fijar y diferenciar por muchos caracteres morfológicos y haciendo uso de claves se

pueden llegar a diferenciar las especies. Una de las dificultades que tienen que afrontar los programas de control vectorial de enfermedades, es el desconocimiento de la diversidad, ecología y lugares de reproducción (criaderos) de los insectos que afectan a una población, ya sea por sus picaduras dolorosas que generan escozor, prurito, dermatitis, y en muchos casos la transmisión de agentes patógenos. El Ministerio de Salud (MINSA), a través de su programa de vigilancia y control vectorial tiene reportado algunas especies de dípteros faltando la identificación de otras, entre ellos los simúlidos, lo que dificulta en gran medida el control eficiente, además se hace necesario estudiar a estos organismos porque permitirá complementar la información que se tiene generada en la zona y/o confirmar la diversidad de insectos que reporta el MINSA, motivo por el cual se desea conocer cuál es la composición de especies y su relación con las características ecológicas (calidad fisicoquímica del agua, temperatura ambiental, precipitación, etc.) de larvas y adultos de los mosquitos (Diptera: Simuliidae) en el río Alameda y en la ciudad de Ayacucho. Basándose en lo señalado, se tienen métodos para la evaluación de la calidad biológica de los ríos, teniendo como indicadores a la composición y estructura de comunidades acuáticas, cuyas características están en función de la calidad fisicoquímica de las aguas donde habitan; esto permite identificar taxones de organismos que pueden servir como bioindicadores, por un lado, de aguas poco o nada alteradas, y por otro de aguas contaminadas. Por las razones señaladas el presente trabajo de investigación se ha desarrollado planteándose los siguientes objetivos:

- Identificar lo más específicamente posible los morfotipos de los “mosquitos” de la familia Simuliidae en las formas larvales y adultas en el curso del río Alameda y la ciudad de Ayacucho respectivamente, entre los meses de julio a noviembre del 2008.

- Determinar la densidad de las formas adultas de los “mosquitos” simúlidos en la zona de estudio mediante el índice de número de picaduras/hombre/hora en el periodo de evaluación.
- Determinar la densidad de las larvas de los “mosquitos” simúlidos en los puntos ubicados en el curso del río Alameda entre los meses de julio a noviembre del 2008.
- Determinar la relación entre la densidad de las formas adultas y larvales de los mosquitos simúlidos con las principales características ambientales de su hábitat.
- Determinar las horas de preferencia alimentaria de los mosquitos simúlidos adultos en la ciudad de Ayacucho a lo largo de las horas del día mediante el índice de número de picaduras/hombre/hora.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES.

Carrasco (2005), en su trabajo: Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la provincia de Huamanga. Ayacucho, reporta que el phylum más representativo hallado fue Artrophoda y dentro de ésta la clase Insecta, que reúne dentro de sí la gran mayoría de los taxones hallados, siendo el orden Díptera seguido de Trycoptera y Ephemeroptera los que muestran el mayor número de familias y géneros. Así mismo observó que la abundancia relativa por clase y orden, son los organismos pertenecientes a la clase Insecta que en su conjunto representó el 94.41% de la comunidad estudiada, dentro de la cual el orden Díptera es el que presentó mayor abundancia con 81,81%, seguido de Ephemeroptera y Trycoptera. Así mismo halló que la abundancia está relacionada con algunos factores fisicoquímicos del agua resultados de la contaminación orgánica, es así que menciona que la concentración de las principales características fisicoquímicas son menor "río arriba" y mayores "río abajo", de la misma manera mencionó que el factor que influye es la presencia antropogénica, la cual es determinante en condicionar las características fisicoquímicas de las aguas y por lo tanto determinantes en las características de la comunidad macroinvertebrada.

Pérez y Segnini (2005), afirman que la composición de los macroinvertebrados bentónicos en hábitats de río, está influenciada principalmente por la calidad del sustrato y la velocidad de la corriente, por lo que en su estudio composición y diversidad de los macroinvertebrados en el río La Picón, estado de Mérida-Venezuela, halló que la velocidad de la corriente y la presencia de detritus en las zonas de estudio del río son estadísticamente diferentes.

Santiesteban y Dale (2004), realizaron un inventario de las especies de simúlidos presentes en los departamentos de Cusco, Junín, Lima, Puno, Ancash, Arequipa y Tacna, además de la determinación de los daños que causan al afectar al hombre, los animales de sangre caliente, su etología, las formas culturales de control, el empleo de insecticidas para su erradicación y otras formas de control que no afecten al medio ambiente. Debido al grave problema que está causando la presencia de simúlidos hematófagos en la ciudad de Huánuco, el gobierno regional de este departamento ha presentado el proyecto: Control y manejo de simúlidos en la ciudad de Huánuco y alrededores, ya que el manual de campo para la vigilancia entomológica, publicada por el Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), solo hace referencia del problema que causan los simúlidos haciendo hincapié que no se ha determinado fehacientemente la forma de estimar sus densidades.

Marino (2003), en el II Encuentro Nacional de Entomología Médica y Veterinaria llevado a cabo en Argentina, menciona, que el género presente en la cuenca del río Salado (Argentina) es el *Simulium Psaroniocompsa jujuyense* Paterson y Shannon, así como *Simulium cerqueirellum chaqueense* Coscarón. Salomón (2005), hace una descripción de las características morfológicas, distribución, ciclo de vida, comportamiento y hábitat e importancia en salud pública de especie vectoras presentes en Argentina recomendando algunas formas de prevención y control.

Guerrero-Bolaño (2001), realizaron un estudio de la estructura de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el sector de Pozo Azul sobre la cuenca del río Gaira (Magdalena-Colombia), en la que colectó 588 individuos distribuidos en 11 órdenes y 38 familias. Los órdenes más representativos fueron Trichoptera, Coleóptera, Díptera y Ephemeroptera, siendo el último de ellos el más abundante. Las familias más representativas fueron Baetidae, Simuliidae, Perlidae, Chironomidae e Hydropsychidae respectivamente.

Carrasco (2001), como estudio preliminar en su trabajo: "Composición estructural de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos y su relación con las características físico químicas en el río Alameda, Ayacucho", reportó, tomando tres puntos de muestreo los siguientes resultados: parámetros químicos; dureza 44.5 mg/L, alcalinidad total 70.5 mg/L, pH de 8.0 a 9.2 y cloruro de 0.0 a 43.3 mg/L. Parámetros físicos; temperatura ambiental de 19.0 a 16.7 °C, turbidez FTU de 41.7 a 50.0. Reporta además las morfoespecies como la *Paraleptophebia* del orden Ephemeroptera y morfoespecies del orden Díptera como indicadores de ecosistemas lóticos no o poco contaminado, las morfoespecies Chironomus y Pentaneura del orden Díptera, así como la Tubificida como indicadores de aguas contaminadas.

Mariño (2001) identificó la presencia de una población de *Simulium* en donde *Psaroniocompsa jujuyense* Paterson y Shannon, es netamente antropófila y en total predominio. Desde mediados del 2002 a la actualidad esa especie fue reemplazada totalmente por la población de *Simulium cerqueirellum chaquense* Coscarón, cita nueva para la provincia de Buenos Aires y con características de mayor agresividad y elevado cociente reproductivo, se encuentran sus estadios inmaduros en todos los cursos de agua, desde los grandes hasta pequeños (desbordes), siempre utilizando la vegetación como soportes. El estudio de los dípteros en México ha sido comparativamente escaso, salvo

ciertas familias que históricamente representan un problema de salud pública o económico, como es el caso de Culicidae y Simuliidae (Ibáñez-Bernal, 1996), por lo que el conocimiento real del orden en cuanto a su diversidad en el territorio mexicano es incipiente, si se toma en cuenta el hecho de que México ocupa uno de los lugares preponderantes en la lista de países con megabioidiversidad.

2.2. GENERALIDADES.

2.2.1. Orden Díptera.

El orden Díptera es uno de los órdenes de holometábolos más numerosos y diversificados en todo el mundo, ocupando en sus distintos estadios inmensa variedad de nichos ecológicos tanto terrestres como acuáticos, incluyendo parásitos, predadores y degradadores. Aun en una misma familia podemos hallar una gran diversidad (De la Fuente, 1994).

El orden Díptera son insectos caracterizados porque sus alas posteriores se han reducido a halterios, es decir, que poseen sólo dos alas membranosas y no cuatro como el resto de los insectos. De allí proviene su nombre que quiere decir dos alas. El segundo par de alas, está convertido en balancines o halterios que funcionan como giróscopos, usados para controlar la dirección durante el vuelo (Arnett, 2000).

Los dípteros se reconocen por la presencia de un solo par de alas membranosas ya que el posterior se ha reducido a balancines en forma de clava; en concordancia con este carácter el pro y metatórax también están reducidos, algunos son secundariamente ápteros. Aproximadamente la mitad de las especies que conforman este orden tienen relación con el agua, como las familias Culicidae, Simuliidae y Chironomidae. Así mismo las formas inmaduras de este orden ocupan una gran variedad de hábitats, superior a cualquier orden de insectos. La importancia de este orden es médico-veterinaria, ya que muchos son transmisores de enfermedades (malaria, filariasis, dengue, fiebre amarilla,

encefalitis, etc.) y que se constituyen en los ecosistemas acuáticos continentales como uno de los grupos base de la pirámide alimenticia (Fernández y Domínguez, 2001).

Según Rupert y Barnes (1996), el orden Díptera comprende a aquellos insectos cuyas alas posteriores han sido reducidas a halterios, es decir, que poseen sólo dos alas membranosas. Este orden incluye animales tan conocidos como las moscas, mosquitos y los tábanos. Su morfología externa es variada, pero pueden distinguirse ciertos elementos comunes en todos ellos: dos ojos compuestos y tres ocelos, cabeza grande con un "cuello" o separación del tórax, tres pares de patas acabadas en uñas adecuadas para su sujeción a diferentes superficies, un par de pequeñas antenas.

Su fuente de alimento de los dípteros es bastante variada, la que incluye desde detritus fino y microorganismos, a partes de plantas, madera en descomposición y otros insectos y vertebrados, además las preferencias y hábitos de algunas larvas cambian con la edad y la estación del año. Se encuentran en una diversidad grande de hábitat, existen taxones que requieren buena calidad de agua como la familia Simuliidae, otros habitan en aguas polucionadas como algunas especies de la familia Chironomidae, los que presentan diferentes adaptaciones respiratorias, como pigmentos respiratorios en la hemolinfa para hacer frente a la escasez de oxígeno (Roldan, 1992).

Arnett (2000), menciona que la alimentación de estos animales es muy variada, ya que pueden ser fitófagos, carnívoros, parásitos o saprófagos. Su desarrollo es holometábolo es decir de metamorfosis compleja. La mayoría tarda de 10 a 20 días en transformarse en adulto desde que sale del huevo, la duración varia según la especie. Pasa por 3 ó 4 estadios larvarios más el estadio de pupa antes de llegar al adulto o imago. Las larvas son vermiformes (con forma de gusano) y no tienen patas.

Los miembros alados de este orden tienen un par de alas funcionales con un par posterior reducido a un par de órganos de balance denominados halterios. Muy pocos miembros de este orden no tienen alas. El adulto no posee mandíbulas; más bien, su aparato bucal está modificado en una proboscis esponjosa, succionadora o picadora y succionadora. La larva no tiene patas y su cabeza a menudo se reduce o no se distingue y se retrae hacia el tórax (Forster, 1969).

De la Fuente (1994) menciona que los organismos patogénicos de algunas de las enfermedades más virulentas como la malaria, la enfermedad del sueño, la elefantiasis y la fiebre amarilla son transmitidos al hombre a través de dípteros chupadores de sangre. Se conocen muchas otras enfermedades transmitidas por mosquitos, entre ellas se encuentra la filariasis (como la producida por la infección con el gusano nemátodo que causa la temible elefantiasis filariana), el dengue, la encefalitis humana y equina y la frecuentemente fatal helmintiasis cardíaca del perro. En todas ellas, la labor de control está casi enteramente dirigida contra el agente portador.

De la Fuente (1994), describe las características morfológicas de los estadios del orden Díptera, las cuales se mencionan a continuación:

2.2.1.1. Huevo.

Presenta una estructura interna simple, particularmente si se desarrollan en hábitats permanentes y húmedos. Unas pocas especies (por ejemplo del género *Tipula*) emprenden una corta diapausa antes del desarrollo. Los huevos de cierto número de géneros, especialmente aquellos que son puestos en substancias tales como estiércol de vaca o materias en fermentación, tienen una o varias proyecciones tubulares aplanadas. Estas se proyectan fuera del substrato y permiten al insecto respirar con gran eficiencia cuando son cubiertos por una capa de agua. Algunos huevos, concretamente los de algunos culícidos, se organizan en grupos (De la Fuente, 1994).

2.2.1.2. Larva.

Ningún otro orden de insectos presenta tanta diversidad larvaria como los dípteros. Solo 4 familias tienen la inmensa mayoría de sus especies fitófagas en la fase larvaria: Cecidomyiidae, Tephritidae, Agromyzidae y Chloropidae, mientras Mycetophilidae y Platypezidae son fungívoros. Las larvas de los dípteros son eruciformes y, generalmente, apodas, solo algunas familias tienen pseudopatas. Su cuerpo suele ser alargado, cilíndrico y con una segmentación más o menos aparente; solo en algunas especies las larvas son elipsoidales y aplanadas. Por el desarrollo de la cabeza se conocen tres tipos de larvas: eucéfalas, hemicéfalas y acéfalas. Las larvas eucéfalas son típicas de muchos Nematóceros; se caracterizan por tener la cabeza bien desarrollada y una estructura craneal esclerotizada, en la que se diferencian varias partes y sobre las que se sitúan diversos apéndices. Las larvas hemicéfalas tienen la cabeza menos voluminosa y son típicas de muchos Brachycera y Orthorrhapha. La cabeza es más o menos retráctil en el tórax; los apéndices cefálicos son menos aparentes que en la eucéfalas; las mandíbulas se mueven en un plano vertical y no una con otra; además, son muy estilizadas y tienen forma de garfio o garra. En las larvas acéfalas la cabeza está muy reducida, no tiene cápsula cefálica externa esclerotizada y es típica de los Brachycera y Orthorrhapha. Las antenas así como los palpos maxilares y labiales están reducidos a pequeños lóbulos o papilas. La respiración la pueden efectuar sobre toda la superficie del cuerpo (cutánea) o por branquias, situada en el segmento 11, en la región anal o rectal. Las larvas acuáticas pueden utilizar el aire atmosférico, el aerénquima de las plantas o el oxígeno disuelto del agua. En el abdomen, el primer segmento está generalmente muy reducido (De la Fuente, 1994).

2.2.1.3. Pupa.

La mayor parte de los nematóceros tienen 4 intermudas larvales (6 en los

simuliidae); en los braquíceros, el número varía por regla general entre 5 y 8; en los ciclórrafos hay solo 3 intermudas. La pupación tiene lugar por uno de dos métodos posibles. En los nematóceros y braquíceros, la piel es normalmente arrojada en la pupación; pero en los Stratiomyidae y algunos Cecidomyidae, las exuvias persisten y encierran la pupa. En los ciclórrafos, la pupa está encerrada en la piel larval, la cual se endurece y forman una membrana externa o pupario. El pupario es ovoide o en forma de cubilete y completamente inmóvil. La larva madura cesa de alimentarse, evacua el intestino y se transforma en "larva postalimentaria". El proceso de "pupación" es relativamente rápido pero dentro del pupario primero se forma una "prepupa". Después de la apólis larval - pupal, aparece la pupa pero es al principio "criptocefálica", con la cabeza retraída. Mas adelante la cabeza se evagina y aparece la pupa exarata normal. La pupa - adulto tiene lugar antes de la emergencia, de modo que durante el tiempo hay un adulto el cual se desprende de las cutículas larval - pupal al emerger (De la Fuente, 1994).

2.2.1.4. Adulto.

El tamaño es pequeño o mediano, varía desde menos de 1 mm hasta 60 mm, de aspecto frágil o robusto de colores generalmente apagados, aunque algunos presentan colores vivos y metalizados. El cuerpo tiene la cabeza y el tórax más esclerotizados que el abdomen, está revestido por sedas, escamas y por una fina capa pruinoso. El color del tegumento puede ser de naturaleza óptica, producido por estriaciones de la superficie o superposición de laminillas o químico debido a los pigmentos de las células epidérmicas (De la Fuente, 1994).

Desde el punto de vista estructural, los Dípteros se encuentran en los miembros más altamente especializados de su clase. Los imagos de la mayor parte de las especies son diurnos y la mayoría son amantes de las flores, de cuyo néctar se alimentan o con frecuencia de materia orgánica en descomposición de diverso

tipo. Aunque predominan estos dos hábitos, considerable número de moscas son depredadoras, se alimentan de diversos insectos. Además de lo anteriormente expuesto, existen otros dípteros que han adquirido hábitos chupadores de sangre, y, además del hombre, otros muchos vertebrados pueden ser atacados por una u otra especie. Excluyendo los Muscidae y los denominados Pupipara, este hábito está ampliamente limitado a la hembra. Las formas chupadoras de sangre incluyen la casi totalidad de los Culicidae, además de los Simuliidae, Phlebotominae, Tabanidae, Glossinidae y formas afines. En virtud de esta propensión, este orden ha adquirido un gran significado sanitario. Los organismos patogénicos de algunas de las enfermedades más virulentas como la malaria, la enfermedad del sueño, la elefantiasis y la fiebre amarilla son transmitidos al hombre a través de Dípteros chupadores de sangre (De la Fuente, 1994).

Arnett (2000), menciona que los principales caracteres usados en su clasificación son: antenas, patas, nerviación de las alas y quetotaxia (disposición de las cerdas, principalmente en la cabeza y en el tórax). Ocasionalmente se usan otros caracteres tales como: presencia o ausencia de ciertas suturas, forma de la cabeza o del abdomen, forma de las piezas bucales y presencia o ausencia de ocelos.

La antena es de morfología variable en las diferentes familias y dentro de una misma familia. En el suborden Nematocera las antenas son multisegmentadas y los segmentos (con la posible excepción de los 2 basales) son semejantes entre sí. En el suborden Brachycera, las antenas tienen generalmente 3 segmentos, siendo los segmentos basales pequeños y el tercero mayor. En algunos *Brachycera*, el tercer segmento de las antenas es anillado, dividido en subsegmentos. Las principales características de las patas empleadas en la separación de las familias de Dípteros son: la estructura del empodio y la

presencia o ausencia de espolones tibiales. El empodio es una estructura que se encuentra entre las uñas, en el último segmento tarsal. En la mayoría de los dípteros tiene forma de cerda o no existe, pero en algunas familias es grande, membranosa y semejante a las pulvilli. Los pulvilli son almohadillas situadas en el ápice del segmento tarsal, uno en la base de cada uña. Así un díptero puede presentar 2 almohadillas (los pulvilli), tres almohadillas (2 pulvilli y un empodio pulvilliforme) o ninguna almohadilla (pulvilli ausentes) en el último segmento tarsal, o pulvilli y empodio setiforme, los espolones tibiales son estructuras en forma de espinas localizadas generalmente en la extremidad distal de la tibia. En algunos dípteros se hallan cerdas en la superficie externa de la tibia un poco antes del ápice, que se denominan cerdas tibiales preapicales. La principal sutura cefálica usada es la sutura frontal. En los Cyclorhapha el adulto emerge del pupario a través de una abertura circular en la extremidad anterior, esta abertura resulta de la presión ejercida por el ptilinum sobre el pupario. Esta es una estructura saculiforme que se evierte en la parte frontal de la cabeza, encima de la base de las antenas. Después de la emergencia del adulto, el ptilinum es absorbido en el interior de la cabeza y en la mayoría de las familias de Cyclotrapha permanece una sutura en la línea de eversión de esa estructura. Esa recibe el nombre de sutura frontal y usualmente tiene forma de U invertida. Entre el ápice de la U y la base de las antenas se encuentra un pequeño esclerito que se llama lúnula frontal. La presencia de esta sutura distingue a los muscoides de los otros grupos (Arnett, 2000).

2.2.2. Familia Simuliidae.

2.2.2.1. Clasificación taxonómica.

Según Coscarón y Coscarón (2007) y Roldán (1992), la familia Simuliidae tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Domínio : Eukaryota

Reino : Animalia
Sub reino : Metazoa
Filo : Arthropoda
Clase : Insecta
Sub clase : Pterygota
Infra clase : Neoptera
Super orden : Endopterygota
Orden : Diptera
Familia : Simuliidae

A nivel mundial se ha podido describir aproximadamente unas 1,700 especies, mientras que a nivel del neotropico se conocen aproximadamente 400 especies.

Hay dos sub-familias de Simuliidae. La más primitiva es la Parasimuliinae que incluye 4 especies descritas y una no descrita del Pacífico Noroeste. Las hembras de estas especies no tienen partes bucales para picar. La subfamilia Simuliinae contiene el resto de las especies y se divide en dos tribus; la Prosimulini y la Simuliini, la última contiene las especies plaga más importantes. El género más grande es Simulium, contiene 41 sub-géneros y muchas de las especies son de importancia económica (Fernández y Domínguez, 2001).

Los mosquitos son muy similares morfológicamente, esto hace difícil la tarea de identificarlas. Por eso se utilizan características de las diferentes etapas de desarrollo para la identificación y no sólo las del adulto, entre estas están las características del huevo, larva, pupa, macho, hembra, incluso los cromosomas polytenos, así como también su distribución e información ecológica (Coscarón y Coscarón, 2007).

2.2.2.2. Características de los “mosquitos” Simuliidae.

Los mosquitos simuliidae, llamados también como moscas negras, es un insecto volador cuya hembra está adaptada para alimentarse de sangre, por lo que en

muchos lugares del mundo se han constituido como una plaga formidable de animales domésticos, silvestres, incluyendo dentro de estos al hombre. Se los puede hallar ocupando diferentes hábitats, por ejemplo en aguas cuyas temperaturas van desde cercanas a 0 °C a un poco más de los 25 °C, a alturas que van desde el nivel del mar hasta alturas de 5000 msnm, en aguas con oxígeno en nivel de saturación hasta aguas pobre en ella, en aguas sumamente limpias hasta aguas con elevados valores de turbidez. Solo tienen como condición distintiva, que los hábitats que ocupan deben tener aguas corrientes (ríos o riachuelos) que es requerida para el desarrollo de las fases inmaduras, por ello tienen distribución global, con la excepción de Antártica y varias islas oceánicas. Así mismo, éstos mosquitos están catalogados como un agente de importancia en términos de la transmisión de agentes infecciosos, aparte también se los cataloga como uno de los pocos artrópodos que pueden matar un animal por exanguinación (ataques masivos del insecto), su comportamiento de movilizarse en enjambres, crean una molestia intolerable cuando las hembras entomófagas se dirigen a los orificios naturales de la cara o se desplazan sobre la piel. Pero cabe recalcar que, este comportamiento solo lo presenta un grupo pequeño de esta familia, generando una mala reputación, que afecta al grupo completo, ya que sólo aproximadamente un 10% de las especies son plagas de importancia veterinaria (Coscarón y Coscarón, 2007).

Los conocimientos que se tiene 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 afectando la actividad agrícola-ganadera, 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 (Fernández y Domínguez, 2001).

Dentro de esta familia se agrupa a los nematóceros conocidos como mosca negra, mosca prieta, jején, rodador, mosca alazán, etc., que tienen una distribución mundial. Los juveniles se desarrollan exclusivamente en ambientes acuáticos lóticos, desde pequeños escurrideros hasta los grandes ríos. Se distinguen fácilmente de otros dípteros por presentar en el estado adulto el cuerpo robusto, con patas cortas y gruesas, antenas multiarticuladas de tipo moniliforme que difícilmente rebasan la anchura antero-posterior de la cabeza, el tórax fuertemente convexo dorsalmente y el ala muy ancha con un crecimiento del lóbulo anal considerable y con las venas anteriores (costal y radial) gruesas y esclerotizadas y las posteriores delgadas y débiles a manera de pliegues; adicionalmente el ala presenta un pliegue longitudinal cerca de su parte media entre las venas radial y cubital que se bifurca distalmente. La pupa se caracteriza por estar encerrada en un capullo de seda elaborado por la larva madura que la fija al sustrato, con forma variable dependiendo de las especies, pero siempre presentando una abertura anterior o anterodorsal por la cual sobresalen los estigmas ventiladores que normalmente son arboriformes. La larva es eucéfala, con el tórax y la porción terminal del abdomen ensanchados de forma característica; salvo algunas pocas excepciones, están presentes un par de abanicos cefálicos originados a partir del labro y que les sirven para filtrar las partículas nutritivas. También es característica la presencia de un pseudópodo torácico única que posee un anillo de hileras de ganchos en su extremo y un disco similar no pedunculado en el extremo distal del abdomen que son útiles para la sujeción al sustrato (Fernández y Domínguez, 2001) y (Coronado, 1972).

2.2.2.3. Morfología de los mosquitos Simuliidae.

En forma general, la morfología se basa sobre las características de todos los estados de desarrollo con excepción del embrionario. Los huevos no son diferenciables, mientras las larvas y adultos presentan caracteres específicos, en

cambio las pupas si aportan buenos caracteres diferenciales para su identificación (Fernández y Domínguez, 2001).

a. Huevo.

El huevo es ovalado o triangular con ángulos redondeados. Tiene una capa exterior glutinosa y una interior suave y pigmentada. Hay micrópilo en algunas especies y en otras no, mide de 0.18 mm a 0.46 mm de largo, es ovoide pero asimétrico, variando desde triangular a reniforme. Bajo el microscopio compuesto el corion no manifiesta ornamentaciones, se los encuentra casi siempre formando masas aglutinadas. Son blancos amarillentos recién depositados, tornándose luego castaños a castaños oscuros. Los huevos se depositan en masas sobre piedras o la vegetación, usualmente donde el agua corre rápido, los huevos típicamente no aguantan la desecación, aunque varias especies pueden sobrevivir en las riberas secas de los ríos por varios años o emergiendo de los huevos solo cuando llueve (Fernández y Domínguez, 2001).

b. Larva.

La morfología de las larva de la familia Simuliidae es muy homogénea en todo el grupo, adaptados para la vida acuática, adhiriéndose a objetos sólidos con discos muy pequeños tipo ventosa y mediante pequeños ganchos en la punta del abdomen, de forma delgada y algunas cilíndricas, de 5.0 a 15.0 mm de longitud y cabeza bien diferenciada. La larva emerge ayudada por un quiebra huevo, un tubérculo pequeño en el dorso de la cápsula de la cabeza. El abdomen presenta sus segmentos anteriores delgados y hacia su parte terminal más ensanchados, con la presencia característica de un anillo de hileras de ganchos en la parte terminal del cuerpo, la coloración es variada desde castaño amarillento, verde gris blancuzco al castaño. Cabeza castaña amarillenta pálida, con manchas en el dorso de gran valor diagnóstico en el apotoma cefálico, mostrando variada ornamentación. La cápsula cefálica es en general un poco

mas larga que ancha. Lateralmente con respecto al apotoma cefálico están las genas que llevan las manchas oculares; ventralmente la cápsula cefálica presenta una proyección ántero-ventral, el hipostomio con el borde anterior bien esclerotizado y denticulado (Fernández y Domínguez, 2001).

Coscarón y Coscarón (2007), menciona que el diseño básico de larva consiste de una cápsula de la cabeza bien esclerotizada con un par de colmillos labrales y un cuerpo alargado con una pseudopata torácica y otra en el terminal del abdomen. Cada pseudopata tiene un círculo de ganchos que se agarran de la seda producida por las glándulas de seda y con las que se anclan al sustrato. Estas glándulas de seda (adhesivas) se extienden de la parte anterior de la cabeza a la parte posterior del abdomen en donde se agrandan. El grado de lo adhesivo de la seda está directamente correlaciona con la velocidad del agua a la que cada especie está adaptada a vivir. Mientras se fijan mediante su pseudopata posterior, la larva extiende su cuerpo para filtrar el agua, para el cual emplea los prominentes abanicos labrales, que presenta de 20-80 rayos con microtrichia en su superficie interior, filtran material particulado que es arrastrada por el agua. Las larvas de algunas especies que viven en aguas producto del derretimiento de glaciales con poco material particulado útil, han perdido los abanicos labrales y dependen de sus mandíbulas y del labrum especializado y de un hypostoma para raspar la comida del sustrato. Otros elementos prominentes de la cabeza y del cuerpo que son importantes taxonómicamente, son las antenas que consisten de tres artículos y de un sencillo cono terminal son alargados, delgados y pigmentados. Hay un par de puntos oculares prominentes en cada lado de la cápsula de la cabeza. Los patrones de pigmentación del cuerpo, de la cabeza y la forma de la zanja (cleft) postgenal, un área con poca esclerotización en el lado ventral de la cabeza, son importantes al interpretar la taxonomía a nivel de familia. La porción anteroventral de la cápsula

de la cabeza contiene el hypostoma, una placa adientada utilizada junto con la mandíbula para cortar hebras de seda y para raspar comida del substrato. Las larvas maduras se reconocen por tener una agalla histoblasto oscura en cada lado del tórax.

Las larvas de simúlidos se han especializado en la explotación de las partículas en suspensión en el agua sin discriminar el tamaño de partículas para lo cual utilizan estructuras cefálicas a manera de abanicos y secreciones (Margalef, 1983).

Méndez y Petersen (1981), los clasifican como organismos filtradores y los consideran como importantes en el funcionamiento del ecosistema toda vez que remueven partículas orgánicas finas que se perderían a lo largo del tramo del río y además las concentran en forma de heces haciéndolas disponibles a otros invertebrados. Para el desarrollo de las larvas acuáticas necesitan cursos de agua corriente que debe estar relativamente limpia y bien oxigenada, aunque con un cierto aporte de materia orgánica en suspensión. Las larvas se fijan a diferentes sustratos, piedras del fondo, vegetación incluso plásticos y otras basuras. También favorece su desarrollo la proliferación de algas en las que tiene lugar la fase de pupa.

Los apéndices cefálicos son dorsalmente las antenas, compuestas de tres artejos, llevando el distal un órgano sensorial cónico y alargado, y el abanico cefálico provisto de una robusta base donde se articulan rayos cortos en número de 25 a 50 con denticulación interna variada a manera de peine. Ventralmente, se encuentran las robustas mandíbulas, provistas en el ápice de tres grandes dientes, dos externos y uno apical seguidos por tres preapicales, hacia la base, los dientes internos de longitud y número variados pudiendo estar dispuestos en mas de una hilera, y a continuación las serrulaciones mandibulares. El abdomen lleva dorsal y distalmente las branquias rectales compuestas de tres ramas

primarias, que pueden subdividirse en un número elevado de lóbulos secundarios. Por debajo y detrás de las branquias se encuentra el esclerito anal en forma de X; en algunos géneros, el esclerito secundario puede alcanzar a cerrar el círculo ventralmente. La presencia de escamas o tricomas, es común en el área abarcada por el esclerito anal. En la porción apical del cuerpo, que actúa como órgano de fijación en el sustrato a manera de ventosa, se encuentra el anillo posterior compuesto por 60 a 250 hileras de ganchos, llevando cada hilera de 12 a 30 ganchos (Fernández y Domínguez, 2001).

Para el desarrollo de las larvas acuáticas estas necesitan cursos de agua corriente que debe estar relativamente limpia y bien oxigenada, aunque con un cierto aporte de materia orgánica en suspensión. Las larvas se fijan a diferentes sustratos, piedras del fondo, vegetación incluso plásticos y otras basuras. También favorece su desarrollo la proliferación de algas en las que tiene lugar la fase de pupa (Santesteban y Dale, 2004).

c. Pupa.

Al igual que la larva, la pupa también está adaptada para la vida acuática, aunque la pupa no-motil tiene adaptaciones terrestres por si acaso el agua retrocede del lugar de cría. Es muy parecida al adulto con sus apéndices pegada al cuerpo, está encapsulada en una crisálida de seda. Las crisálidas van de sacos con forma en las especies más primitivas a cubiertas elaboradas tipo sandalia o bota y con frecuencia tiene procesos, ventanas laterales en las especies más avanzadas. Un par de agallas salen del tórax. Las agallas son de las estructuras más útiles en la taxonomía. Varían en arreglo, de espesas tipo mazo, a grupos de 2 a más de 100 filamentos delgados, algunas especies pupa en racimos o masas pero la mayoría pupa individualmente. La duración de la etapa de pupa depende principalmente de la temperatura y de la especie, y va de varios días a varias semanas (Coscarón y Coscarón, 2007).

Fernández y Domínguez (2001), mencionan que la pupa presenta una longitud entre 2 mm y 8 mm. Esta protegida por un capullo que la recubre parcial o totalmente y de forma variado. La pupa presenta anteriormente expansiones protóricas con funciones respiratorias de morfología muy variada y generalmente arborescentes. El número de ramas varía de una a más de un centenar. Tiene un pedúnculo basal del que salen las ramas primarias y sus ramificaciones son ramas secundarias, terciarias, etc. En el dorso del tórax y frontoclípeo generalmente presenta pequeños tubérculos de borde liso o rugoso, en número variado. El tegumento del abdomen presenta espinas y tricomas simples o ramificados en los que se fija el capullo, cuyo número y forma posee gran valor diagnóstico, mostrando la distribución de tricomas y espinas.

d. Adulto.

Los insectos adultos viven en la vegetación próxima a los ríos y torrentes. Se alimentan de jugos vegetales, pero en algunas especies las hembras necesitan el aporte de sangre para el desarrollo y la puesta de los huevos y son muy agresivas. Tienen hábitos diurnos. Pueden estar activos prácticamente todo el año, dependiendo de la temperatura, pero su actividad se desarrolla fundamentalmente desde principios de la primavera hasta mediados de otoño. Al amanecer y al atardecer pueden formar nubes en las cercanías de los ríos y riachuelos, pero su radio de acción es muy amplio, de 12 a 20 km. desde el lugar de cría, pudiendo las hembras desplazarse hasta 50 km en busca de seres a los que picar por su necesidad hematófaga (Méndez y Petersen, 1981).

Fernández y Domínguez (2001), mencionan que presentan tamaño relativamente pequeño desde 1.5 mm a 5 mm, color generalmente grisáceo a negro o de tonos castaños amarillentos. Cabeza ancha y redondeada, antenas relativamente cortas y moniliformes, de 10 a 11 artejos dependiendo de la especie. Apéndices bucales relativamente cortos, tórax ancho, con escudo

convexo, más giboso en el macho, cubierto de pelos uniformes y a menudo ornamentados con bandas longitudinales. Alas anchas bien desarrolladas, presentando pelos y setas espiciformes. Patas relativamente cortas y robustas, de pigmentación y anchura variada en sus artejos. Abdomen grueso, generalmente con escasa ornamentación.

Coscarón y Coscarón (2007), describen que los adultos simúlidos presentan antenas cónicas o en forma de bolitas y un tórax arqueado de donde salen las alas de unos 6-10mm de largo, con la vena del margen costal engrosada. La mayoría de las especies tienen un color negro, pero existen especies que presentan patrones de color amarillo y anaranjado. Las hembras presentan frente mientras los machos de todas las especies tienen ojos holópticos (que ocupan casi toda la cabeza y se unen en la línea medial). Las facetas de los omatidios dorsales son más grandes que las ventrales lo que les permite divisar las hembras que entran a un enjambre de apareamiento desde arriba. Las hembras son más pequeñas con ojos dicópticos, (separados por el frons).

Las partes bucales están ubicadas en la parte ventralmente de la cabeza. Una par de palpos maxilares largos y conspicuos sale de la base de la probosis. El tercer segmento contiene el órgano de Lutz, con una vesícula sensorial el que presenta un sin número de quimiorreceptores para detectar la presencia de CO₂. El labium forma la parte trasera de la probosis y envuelve las otras partes bucales, incluyendo las diminutas pero serradas mandíbulas y las lacinias con dientes. Esto lo hace con un par de lóbulos carnosos llamados labella. Las partes bucales del macho son parecidas a las de la hembra, excepto que las mandíbulas y las lacinias no tienen dientes y no están adaptadas a alimentarse con sangre (Vargas, 1996).

El tórax robusto tiene un par de alas de color ahumado o hialino, donde la venación y la estación son importantes rasgos taxonómicos al nivel de género.

La garra tarsal ocurre en uno de tres condiciones: la primera se da en especies que se alimentan de mamíferos tienen garra simple, la segunda con un diente en la base de cada garra, y el tercero las que se alimentan de aves tienen un lóbulo grande tipo dedo en la base de cada garra (Santiesteban y Dale, 2004).

2.2.2.4. Ciclo de vida de los simúlidos.

Los estadios inmaduros se pueden encontrar en cualquier tipo de agua en movimiento. Hay diferenciación específica dependiendo del tipo de ambiente, habiendo especies univoltinas y otras multivoltinas. Algunas de las multivoltinas tienen hasta siete generaciones por año en norte América, en los trópicos algunas especies de *simulium* pueden generar hasta veinte generaciones por año. Los huevos típicamente no aguantan la desecación, aunque varias especies pueden sobrevivir en las riberas secas de los ríos por varios años o emergiendo de los huevos solo cuando llueve. La etapa de larva dura como una semana o menos, a medio año dependiendo de la especie, temperatura del agua y disponibilidad del alimento. Las larvas en su último instar típicamente buscan aguas menos turbulentas para pupar en una crisálida de seda que adhieren al sustrato. Algunas especies pupa en racimos o masas, pero la mayoría pupa individualmente. La duración de la etapa de pupa depende principalmente de la temperatura y de la especie, y va de varios días a varias semanas. Cuando el adulto está listo para emerger, expulsa aire de su sistema respiratorio lo que hiende la cutícula pupal a lo largo de una línea ecdisial (Fernández y Domínguez, 2001).

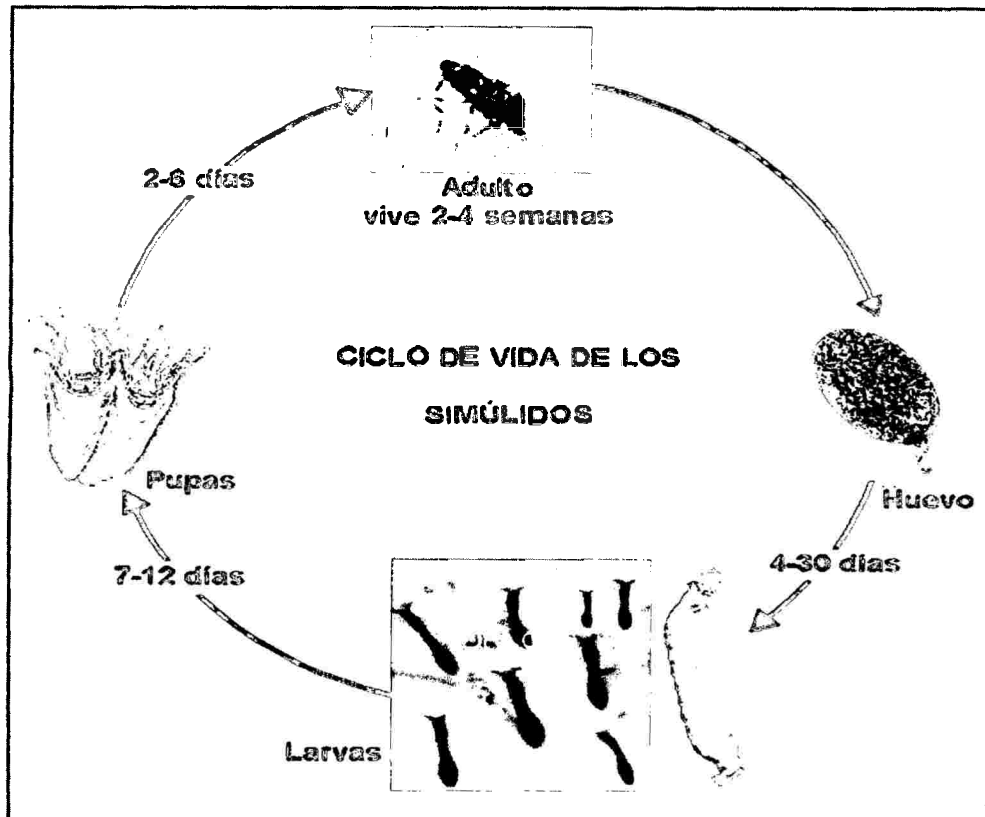


Figura 01. Ciclo de vida de mosquito simúlido

Fuente: www.veterinaria.org/revistas/parasitologiaveterinaria/10OtrosNematoceros.ppt

Los adultos recién emergidos, parcialmente cubiertos de aire, suben a la superficie del agua con suficiente fuerza como para romper la tensión superficial. Entonces busca un lugar para reposar, usualmente en el banco del río o quebrada y allí se seca y esclerotiza. Los adultos duran menos de un mes, tiempo durante el cual aparean, se alimentan de néctar, buscan huésped, se alimentan de sangre y ovipositan. La mayoría de las hembras produce un grupo de 100-600 huevos. Algunas producen varios grupos de huevos a lo largo de su vida, dependiendo del número de alimentaciones de sangre que puedan obtener. La oviposición típicamente se hace en la tarde o temprano en el atardecer. Los huevos son depositados en el agua durante el vuelo o pegados en masas a substratos como piedras y vegetación (Roldan, 1992).

La mayoría de las hembras produce un grupo de 100 a 600 huevos, produciendo algunas especies varios grupos de huevos a lo largo de su ciclo de vida,

dependiendo del número de alimentaciones de sangre que puedan obtener. La oviposición típicamente se hace en la en el atardecer, siendo depositados los huevos en el agua durante el vuelo o siendo pegados en masas a substratos como piedras y vegetación (Martínez y Portillo, 1999).

2.2.2.5. Comportamiento y ecología.

Una vez que las larvas eclosionan, éstas activamente buscan áreas más propicias para su desarrollo. Las larvas llevan una vida relativamente sésil, pegadas al substrato mediante almohadillas de seda. Se pegan a piedras, vegetación subacuática, palos o a montones de hojas. Las larvas de unas 30 especies, mayormente en África tropical se anclan a los cuerpos de larvas de moscas de mayo y a cangrejos de agua dulce. Cuando pasan por un disturbio las larvas se re-posicionan haciendo un arco sobre el substrato y moviéndose, poco a poco o se sueltan y van a la deriva con la corriente, con frecuencia todavía conectadas a un hilo de seda. Estos movimientos de deriva típicamente se hacen al atardecer y durante la noche, por lo que este comportamiento debe ser incluido en un programa de manejo de la especie. La mayor parte del tiempo larval se pasa ingiriendo alimento, el que obtienen a través de la filtración de las partículas suspendidas en el agua o activamente raspando material que se pega del substrato. Las larvas de algunas especies son depredadoras, consumiendo pequeños invertebrados como larvas de crinómidos. Las larvas que se alimentan filtrando el agua se inclinan hacia la corriente y mueven su cuerpo en un arco longitudinal de 90 a 180°, de esta forma parte de los filamentos de los abanicos labrales recogen material que se resuspende del substrato, mientras parte remueve material de la columna de agua (Coscarón y Coscarón, 2007).

Los patrones de distribución de las larvas y pupas están asociados a una variedad de factores ambientales, tal como sucede en los organismos vivos. Si la distribución es en la misma sección del río o substrato se le puede llamar micro

distribución, en este aspecto los factores de importancia son la textura del substrato, la profundidad del agua, la hidrodinámica e interacción con otros organismos. La macro distribución conlleva escalas de varios metros a muchos kilómetros, en este caso los factores más importantes que afectan la macro-distribución son tamaño del cuerpo de agua, tipo de substrato, características fisicoquímicas del agua (temperatura, velocidad del agua, etc.), cantidad y calidad del alimento y la presencia de salidas (a otros cuerpos de agua) de los lagos o lagunas. Las densidades más grandes tienden a darse un poco más abajo de las salidas de un lago debido a la presencia de gran cantidad de algas y otros organismos que se crían en dichos cuerpos de agua que le sirven de alimento (Coscarón y Coscarón, 2007).

Luego de emerger el adulto, este puede realizar vuelos de dispersión de incluso hasta 5 km, los machos, para buscar pareja y una fuente de néctar y las hembras, para buscar una sangre con que alimentarse y lugares para ovipositar, algunas especies como *Simulium damnosum* vuelan por cientos de kilómetros lo que también debe ser considerado en un programa de manejo. Por lo general vuelan de día cuando la temperatura es mayor de los 10°C. Las especies que vuelan grandes distancias típicamente se alimentan de mamíferos. Una vez la hembra se conecta a su huésped para alimentarse no se despegaba hasta saciarse (Fernández y Domínguez, 2001).

2.2.2.6. Importancia veterinaria.

El impacto veterinario de los mosquitos simúlidos radica en la posible transmisión de patógenos, el efecto de la picada y los efectos de molestia de sus enjambres. Transmite a los animales, nemátodos filariales, protozoos y varios virus. Los más insidiosos son aquellos que causan la leucocitoozoonosis en patos, gansos y pavos. La muerte de una parvada completa ha sido evidenciada como resultado de un ataque masivo de mosca negra. En casos extremos animales

han muerto por sofocación cuando su sistema respiratorio se tapa con moscas. En ocasiones el gran número de moscas que penetra el sistema respiratorio causa infecciones que llegan a matar al animal. También se han reportado muertes por la remoción de demasiada sangre o exanginación. No obstante, la razón principal de muerte es el shock o toxemia causado por cantidades masivas de los componentes de la saliva que son inyectados durante la alimentación por parte de tantos individuos. También entra en consideración la molestia e irritabilidad en los animales, lo que disminuye su consumo de alimento y aumenta el uso de energía. Esto se puede traducir en pérdida de peso, disminución en la razón de ganancia en peso, disminución en la producción de leche o huevos, malnutrición, dermatitis, necrosis dermal, impotencia en los reproductores macho, problemas de preñez y cualquier tipo de condición generada por un aumento en el estrés del animal, incluyendo sistema inmunológico comprometido. Un tipo de problema causado por estas moscas viene como resultado de que la mosca *Dermatobia hominis* deposita huevos en el cuerpo de los simúlidos y cuando éstos entran en contacto con el animal, las larvas eclosionan, se pasan al animal y penetran en la piel causando miasis (Gorodner, 2002) (Vargas, 1996).

Biorritmo de picadura.

Se refiere al patrón de picadura que desarrollan los insectos entomófagos (Dípteros). Fernández y Flores (1995), menciona que en estudios realizados en Trinidad se demostró que 92.2% de las hembras pica durante el día, con dos periodos de máxima actividad de las 6:00 a las 7:00 horas poco después del amanecer; y antes de la puesta de sol desde las 17:00 hasta las 18:00 horas. Este comportamiento fue idéntico para el peridomicilio. Claramente, la actividad de picadura estaba sincronizada con el patrón de conducta humana en las horas en que se efectúa la mayoría de las tareas domésticas y cotidianas. Biorritmos

muy similares de picadura de este vector se presentan en otros países, siguiendo sus latitudes geográficas. El reflejo de este comportamiento alimenticio con los modelos matemáticos, es un marcado incremento probabilístico de potenciales picaduras infectivas en periodos de tiempo específicos; en otras palabras, valores de capacidad vectorial cambiantes con el horario humano.

2.2.3. Características fisicoquímicas de las aguas naturales.

El agua que se encuentra en la naturaleza, contenida en los lagos y ríos, no es químicamente pura, en ella encontramos numerosos elementos y compuestos, sólidos y gaseosos en solución; la fuente principal de esta materia es el sustrato en el cual se halla o por el cual circula, la atmósfera, la actividad de los seres vivos, entre otras. Es por ello que se afirma, que las características fisicoquímicas de las aguas de un ecosistema acuático es reflejo del sustrato con el cual está estrechamente relacionado (Wetzel, 1981) (Roldan, 1996).

Los solutos encontrados en las aguas de los ríos y lagos pueden ser clasificados en:

2.2.3.1. Nutrientes.

El fósforo y el nitrógeno, como limitantes de la productividad primaria se constituyen como los más importantes en los ecosistemas acuáticos. Estos nutrientes por lo general no se hallan en forma mineralizada (disponibles) en los cuerpos de agua, ya que inmediatamente son asimilados (inmovilizados) por los organismos productores, por ello en los ríos y lagos oligotróficos no se detectan su presencia (Margalef, 1983); las fuentes en el agua de estos nutrientes son, la mineralización de la materia orgánica y actualmente la contaminación como una de las fuentes más importantes.

2.2.3.2. Gases disueltos.

En el agua, aparte de encontrar sustancias sólidas disueltas, se encuentra un conjunto de sustancias gaseosas, dentro de los más importantes tenemos, al

oxígeno y el dióxido de carbono, que son indispensables para la respiración y la fotosíntesis, respectivamente. Otros gases que se producen en el agua en condiciones de anaerobiosis son tóxicos para la vida, como el metano (CH_4) y el ácido sulfhídrico (H_2S). En el agua también podemos encontrar otros gases como el nitrógeno y el argón que no intervienen directamente en los procesos metabólicos del ecosistema (Roldan, 1996).

El oxígeno es el parámetro más importante de los lagos, a parte del agua misma, es esencial para el metabolismo de todos los organismos acuáticos que presentan respiración aerobia (Wetzel, 1981). Las fuentes principales de este gas en los ecosistemas acuáticos son la difusión de la atmósfera y la fotosíntesis. Las concentraciones de oxígeno presente en el agua, depende fundamentalmente de tres factores: la temperatura del agua, la presión parcial de los gases atmosféricos en contacto con el agua y la salinidad (concentración de sales disueltas en el agua).

El dióxido de carbono, es el segundo gas de importancia presente en el agua, las cantidades estimadas de CO_2 en la atmósfera son de 0,027 a 0,044 %, mientras que en el agua se presenta en mayores cantidades debido a su elevado coeficiente de solubilidad, siendo mucho mayor al del oxígeno y al del nitrógeno. Las principales fuentes de este gas en el agua son: la que arrastra el agua de lluvia, la respiración de organismos, la descomposición de la materia orgánica (Wetzel, 1981) (Roldan, 1992).

2.2.3.3. Principales iones.

Prácticamente todos los iones que podemos encontrar en el agua, existen en la corteza terrestre, por lo que la composición química del agua de un ecosistema acuático, refleja la naturaleza geoquímica del lecho donde se halla o por donde circula. Según Wetzel (1981), Roldan (1992) y Cole (1988), los principales iones presente en el agua de los ecosistemas acuáticos continentales son:

a. Carbonatos.

Son los iones más abundantes en el agua, hallándose principalmente bajo la forma de bicarbonato (HCO_3^-) unido usualmente con calcio y magnesio, debido a que el pH de las aguas naturales está entre los rangos de 6,0 y 8,0. Además este anión está íntimamente ligado con el sistema dióxido de carbono - pH alcalinidad (Cole, 1988). La alcalinidad mide indirectamente los cationes que está unidos químicamente a los carbonatos. Es importante aclarar que el sistema buffer funciona principalmente por el sistema dióxido de carbono, así una solución de sulfato de calcio CaSO_4 no tiene capacidad buffer, mientras que otra de NaCO_3 si, pese a que no presenta calcio.

b. Calcio.

Es el catión mas abundante en las aguas continentales representando un 45 a 55% del total de sólidos disueltos y es considerado como limitante por su importancia para los seres vivos, se presenta principalmente bajo la forma de carbonato, el que puede pasar a la forma de bicarbonato $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, en presencia de ácido carbónico. Se halla también bajo la forma de sulfato (CaSO_4), como cloruro (CaCl_2). Las fuentes principales del calcio están representadas por la corteza terrestre y los depósitos de origen orgánico (Roldan, 1992).

Wetzel (1981), reporta 7,2 mg/L como valor promedio de éste catión para los ríos de Sudamérica, mientras que Roldan (1992), 5 mg/L para ríos altoandinos de Colombia.

c. Magnesio.

Segundo catión más importante, se halla principalmente bajo la forma de carbonato de magnesio (MgCO_3) y cloruro de magnesio (MgCl) en ecosistemas hipersalinos. Constituye el 14 al 34% del total de sólidos disueltos. Su importancia para la biota radica en que forma parte de la estructura de la clorofila. La fuente principal es la corteza terrestre (Roldan, 1992).

d. Sulfatos.

Según Margalef (1983) y Roldan (1992), el azufre en el agua, comúnmente se presenta bajo la forma de sulfato (SO_4^-), siendo el segundo anión en importancia aunque a veces el cloruro lo supera. En aguas naturales presenta valores que van desde 2 a 10 mg/L, incrementándose en aguas que se hallan en zonas volcánicas o con fuentes de contaminación orgánica y reduciéndose en aguas amazónicas. No existe un límite o rango de concentración óptimo de sulfatos para la mayor parte de la fauna acuática, pues existen especies animales que habitan en fuentes de agua que contienen, desde unas trazas de sulfatos hasta varios miles de mg/L. La forma de sulfato (SO_4^-) y sulfuro (HS^-) se presenta en zonas donde el agua presenta oxígeno y con pH superiores a 8 mientras que en zonas anóxicas con pH inferior a 8 se presenta bajo la forma de ácido sulfhídrico H_2S , causando problemas de mal olor y corrosión. Las fuentes de los sulfatos en las aguas son las rocas con sulfato de calcio (CaSO_4) y pirita (FeS_2), la actividad volcánica y en estos últimos años la actividad antropogénica (óxidos de azufre) y la incorporación de materia orgánica a las aguas (aguas servidas), tal como lo manifiesta Smith y Smith (2001).

e. Cloruro.

Se presenta principalmente bajo la forma de cloruro de sodio, la que determina la salinidad de las aguas. El ión cloruro se encuentra con frecuencia en las aguas naturales y residuales, en concentraciones que varían desde unos pocos ppm hasta varios gramos por litro. Este ion ingresa al agua en forma natural, mediante el lavado que las aguas de las lluvias realizan sobre el suelo y sobre todo como consecuencia de la introducción de excretas humanas y en general las de todos los organismos superiores, (la orina principalmente, ya que su concentración es 500 mg/L), según lo manifestado por Roldan (1999).

f. Otros.

Según Roldan (1999), dentro de esta categoría están considerados los iones menos abundantes en el agua, por lo mismo son denominados como micronutrientes, aun así desempeñan papeles esenciales en la biota, dentro de estos tenemos: molibdeno, cobre, zinc, cobalto, yodo y manganeso.

2.2.3.4. Otras características derivadas.

a. Sólidos disueltos totales (TDS).

Las corrientes transportan materiales, principalmente sólidos disueltos o sólidos suspendidos. Los primeros se refieren a la materia orgánica en forma iónica y los segundos, a la materia orgánica como detritus y de origen aluvial como restos de rocas, arcilla, arena y similares. Los sólidos suspendidos pueden verse a simple vista como pequeñas partículas y son los que dan turbiedad al agua. Desde el punto de vista ecológico, aguas con elevadas cantidades de sólidos disueltos indican alta conductividad que puede ser un factor limitante para la vida de muchas especies por estar sometidas a una presión osmótica. Por su parte un alto contenido de sólidos en suspensión o alta turbiedad, también es limitante para el ecosistema acuático ya que impide el paso de los rayos solares, daña y tapona el sistema de intercambio gaseoso en los animales acuáticos y destruye su hábitat natural (Margalef, 1983) (Roldan, 1992).

b. Alcalinidad.

La alcalinidad indica la cantidad de cambio que ocurrirá en el pH con la adición de cantidades moderadas de ácido. Debido a que la alcalinidad de la mayoría de las aguas naturales está compuesta casi íntegramente de iones de bicarbonato y de carbonato, las determinaciones de alcalinidad pueden dar estimaciones exactas de las concentraciones de estos iones. Los iones de bicarbonato y de carbonato son algunos de los iones dominantes presentes en las aguas naturales; por lo tanto, las mediciones de alcalinidad proporcionan información sobre las relaciones de los iones principales y la evolución de la química del

agua. Este parámetro está íntimamente ligado con las formas en la cual se encuentran el dióxido de carbono. Cuando el CO_2 penetra en el agua, rápidamente se hidrata formando el ácido carbónico (Roldan, 1992).

c. Dureza total.

En las aguas continentales está determinada por la concentración de metales alcalinotérreos originados por depósitos calcáreos de la superficie terrestre. Los iones de calcio y magnesio se combinan fácilmente con los bicarbonatos y carbonatos, dando origen a la dureza temporal y con los sulfatos, cloruros, nitratos lo que se conoce como dureza permanente. Debido a que en las aguas naturales los iones más comunes son los de Ca^{2+} y Mg^{2+} la dureza se define como la concentración de estos iones expresados como carbonato de calcio (Cole 1988) (Roldan, 1992).

d. Fosfatos.

Es un elemento que juega un papel importante para los seres vivos, sin embargo es el que se presenta en menor cantidad. El fósforo en las aguas se presenta principalmente bajo la forma de ortofosfato (forma disuelta) y en un porcentaje menor bajo la forma particulada (como organismos vivos, compuestos orgánicos). La forma de ortofosfato es la más importante, puesto que de esta manera puede ser absorbida por las plantas y el fitoplancton (Roldan, 1992).

e. Conductividad eléctrica.

Es la expresión numérica de la capacidad del agua de transportar corriente eléctrica, esta capacidad depende de la presencia de iones en el agua, de su concentración total, de su movilidad, de su carga o valencia y de las concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición. Dentro de los factores que afectan el comportamiento de los iones en la solución, las atracciones y repulsiones eléctricas entre iones y la agitación térmica, son quizá los más importantes. Las soluciones de la mayoría de los ácidos, bases y sales

inorgánicas, son relativamente buenos conductores de la corriente eléctrica. Inversamente, las soluciones acuosas de solutos orgánicos, que no se disocian o se disocian muy poco en el agua, presentan conductividades eléctricas muy bajas o similares a las del agua pura. En la mayoría de las soluciones acuosas, cuanto mayor es la concentración de las sales disueltas, mayor es su conductividad eléctrica. La temperatura también influye en los valores de conductividad, puede variar de un ión a otro, en general se acepta que ésta aumenta en promedio 3%, por cada grado centígrado que aumente la temperatura (Roldan, 1992).

f. pH.

El agua pura se disocia débilmente en los iones H^+ y OH^- , sin embargo la constante de disociación es muy pequeña (10^{-14}) y las cantidades de H^+ y OH^- son de 10^{-7} iones-g/L. Las aguas naturales no son puras por lo que las sales, bases y ácidos que en ella se encuentran, influyen en forma diversa sobre la concentración de H^+ y OH^- (Cole, 1988).

El pH es una expresión del carácter ácido o básico de un sistema acuoso, en un sentido estricto, es una medida de la concentración molar del ion hidrogenión en un medio acuoso. Los conceptos de pH, alcalinidad y acidez se relacionan mutuamente debido a que el pH de la muestra, se utiliza como criterio para determinar si la capacidad amortiguadora de la muestra se ha de medir en función de su acidez o en función de su alcalinidad; en este sentido los conceptos de pH, acidez y alcalinidad, se asemejan mucho a los de temperatura y calor (Margalef, 1983). El pH de las aguas naturales es regido en gran medida por la interacción de los iones H^+ proveniente de la disociación de H_2CO_3 y los iones OH^- proveniente de la hidrólisis de los bicarbonatos. El pH de las aguas naturales oscila entre 2 y 12, prácticamente las aguas con valores inferiores a 4 están en regiones volcánicas que reciben ácidos minerales fuertes, así como

debido a la oxidación de la piritita y arcillas. Las aguas naturales ricas en materia orgánica disuelta, presentan valores bajos de pH, especialmente en aquellas zonas donde predominan las turberas (Roldan, 1992).

g. Salinidad.

Se refiere a la suma de cationes y aniones que se hallan disueltos en el agua, normalmente la salinidad de las aguas continentales está determinada por cuatro cationes, calcio, magnesio, sodio y potasio; y por los aniones carbonato, sulfato y cloruros. La salinidad promedio mundial es de unos 120 mg/L, pero varía enormemente de continente a continente, de región a región; este parámetro está determinado por los aportes debido al lavado de las rocas de la cuenca de drenaje, por la precipitación atmosférica y por el equilibrio entre la precipitación y la evaporación. La salinidad relativamente baja de las aguas continentales, ha determinado en gran parte la distribución de los seres vivos y sus adaptaciones fisiológicas para la regulación osmótica e iónica en un ambiente hipotónico. La mayoría de los organismos dulceacuícolas, son eurihalinas, tolerando un amplio espectro de salinidad, ya que tienen un origen marino o terrestre, habiéndose adaptado secundariamente a las aguas dulces. Prácticamente todos estos organismos muestran presiones osmóticas en sus fluidos corporales, inferiores a su medio externo y a otras formas marinas, por lo que han tenido que desarrollar mecanismos eficientes de captación de iones y mecanismos renales de retención de éstos (Cole, 1988) (Wetzel, 1981) (Roldan, 1992).

h. Turbidez.

Se le define como la reducción de la transparencia de una muestra de agua ocasionada por el material particulado en suspensión que presenta. Este material puede consistir en partículas de arcilla, limo, plancton y materia orgánica finamente dividida que se mantiene suspendido por su naturaleza coloidal o por la turbulencia que genera el movimiento. Este parámetro debe medirse

directamente en el campo o en su defecto dentro de las 24 horas siguientes al muestreo. Muchos organismos acuáticos, como los peces requieren aguas totalmente transparente para su supervivencia, mientras que otras no se ven afectadas. Sin embargo, en términos genéricos, se acepta que la turbidez afecta adversamente el desarrollo de casi todos los organismos acuáticos, debido a que ésta reduce la intensidad y penetración de la luz en los ecosistemas acuáticos, limitando el crecimiento y desarrollo de los organismos autótrofos, que constituyen el sustento de dichos organismos (SUNASS, 1997).

i. Velocidad de la corriente.

Es la distancia que una masa de agua recorre en una unidad de tiempo y se mide por lo regular en metros por segundo (m/s). La velocidad se ve afectada por los materiales disueltos y suspendidos en el agua, por la naturaleza del sustrato y por la vegetación localizada a lo largo de su cauce (Roldan, 1992).

2.2.4. Factores ambientales.

Según Mosino (1999), el ambiente y los seres vivos están en una mutua relación: el ambiente influye sobre los seres vivos y éstos influyen sobre el ambiente y sobre otros seres vivos. La forma en que ambos se influyen o condicionan se ha llegado a denominar como factores o condicionantes ambientales o ecológicos.

Roque (1997), menciona que la influencia del ambiente sobre los seres vivos es la suma de todos y cada uno de los factores ambientales. Estos factores determinan las adaptaciones, la gran variedad de especies y la distribución de los seres vivos sobre la Tierra.

2.2.4.1. Temperatura.

Es uno de los factores ambientales que afectan el crecimiento y la supervivencia de los organismos. La temperatura es la medida de la cantidad de energía de un objeto. Ya que la temperatura es una medida relativa, las escalas que se basan

en puntos de referencia deben ser usadas para medir la temperatura con precisión. Hay tres escalas comúnmente usadas actualmente para medir la temperatura: la escala Fahrenheit (°F), la escala Celsius (°C), y la escala Kelvin (°K). Al medir la temperatura es necesario tomar en cuenta su transparencia a la radiación solar y su pequeña conductividad térmica, sabiendo que la temperatura del aire varía rápidamente de un instante a otro, no es recomendable utilizar termómetros de gran sensibilidad por lo menos si se trata de obtener datos medios de la temperatura en un lapso dado para evitar errores que alteren en la evaluación (Roque, 1997).

2.2.4.2. La precipitación.

El término precipitación se usa para designar cualquier forma en que el agua cae desde las nubes a la tierra. Si bien existe una lista hecha por meteorólogos de diez tipos de precipitación, solo se distinguen tres normalmente: lluvia, granizo y nieve. La precipitación es toda forma de humedad que originándose en las nubes llega hasta la superficie del suelo. La precipitación se define como el fenómeno de caída del agua de las nubes en forma líquida o sólida, la cual es precedida por el proceso de condensación o sublimación o ambos, y esta asociada primariamente, con las corrientes convectivas del aire (Roque, 1997).

2.2.4.3. Radiación solar.

La fuente principal de la energía de la atmósfera es la radiación solar. La luz y el calor son formas de energía transmitida por ondas electromagnéticas que se propagan a través del espacio sin necesidad de un medio material y a la velocidad de 3000,000 Km por segundo. De toda la energía que llegue del sol solamente una parte llamada Rango Visible, es detectada por el ojo humano con el nombre de Luz. La radiación solar es la que causa las variaciones de calor, tanto en gran escala (masas de aire), como en pequeña escala (células de convección). Estas variaciones de calor producen a su vez los vientos y brisas

los que tienen papel muy importante en determinar las condiciones climáticas de una localidad (Roque, 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Políticamente, el área de trabajo se ubica en la ciudad de Ayacucho que comprende a los distritos:

Ayacucho

San Juan Bautista

Carmen Alto

Jesús de Nazareno

El área de estudio estuvo comprendida en el curso del río Alameda, que río abajo se une al río Cachi, luego al río Mantaro, formando la cuenca del mismo nombre, el cual forma parte de la vertiente del Atlántico.

A lo largo del río Alameda se ubicaron cuatro zonas de muestreo, para la colección de larvas y pupas (figura N° 02), cuya ubicación geográfica de las coordenadas y la altitud de las zonas de muestreo fueron determinadas con un equipo de posicionamiento global (GPS) y un altímetro (cuadro N° 01), de igual manera se tomaron tres puntos en la ciudad de Ayacucho (parques), para la captura de adultos, los cuales fueron: parque Mariscal Cáceres, parque de las Banderas y la Plaza Mayor de Huamanga.

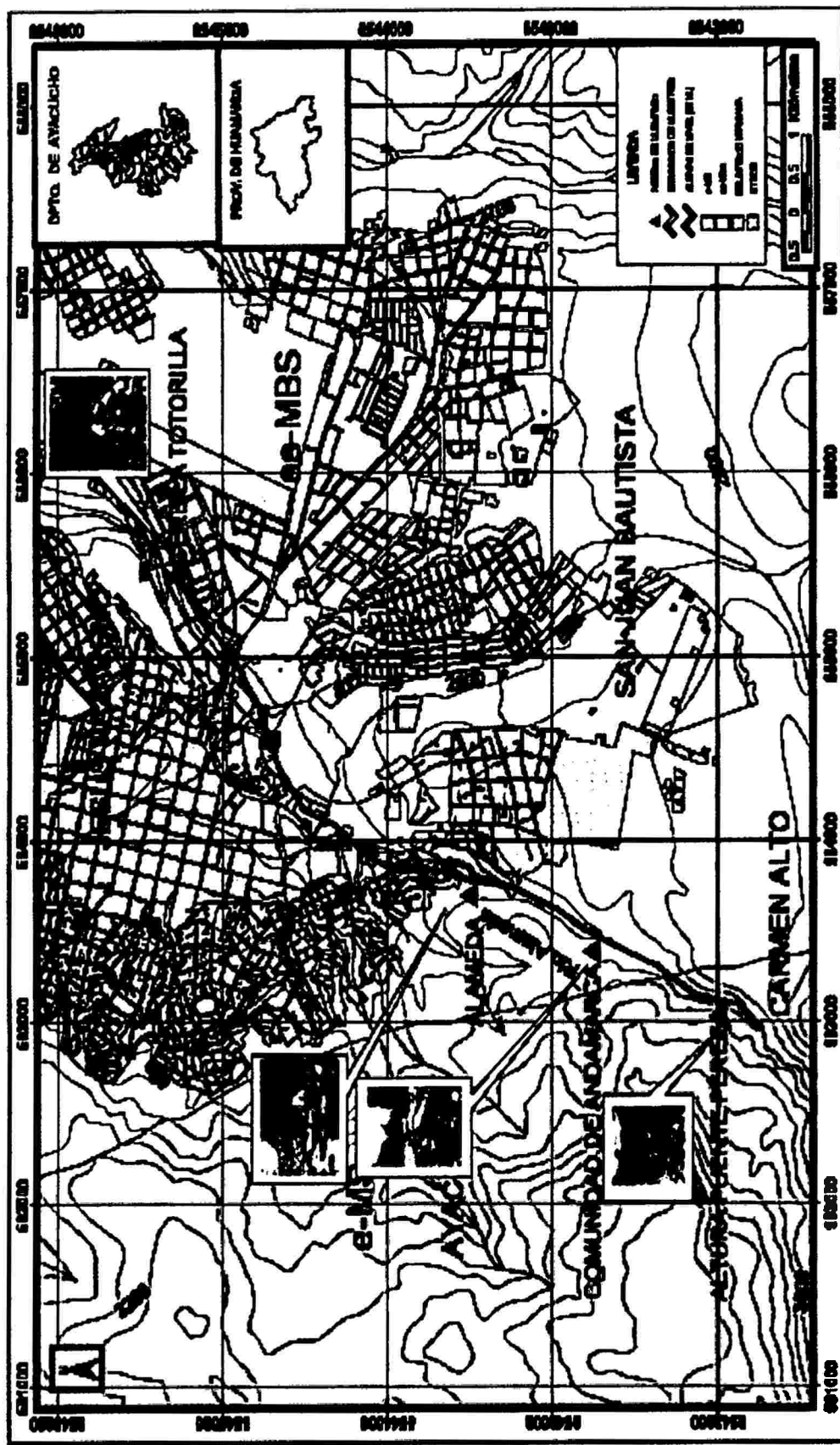


Figura N° 02: Mapa de ubicación de las zonas de muestreo a lo largo del río Alameda. Ayacucho, 2008.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 01: Ubicación geográfica de los cuatro puntos de muestreo en el río Alameda. Ayacucho, 2008.

ZONAS	LUGAR DE MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	ALTITUD (m.s.n.m.)
I	Altura del puente Pérez	8542002 N	2805
		0583030 E	
II	Altura de la comunidad de Andamarca	8542762 N	2792
		0583396 E	
III	Altura del Colegio San Ramón	8543504 N	2770
		0583700 E	
IV	Altura del CERE-La Totorilla	8545281 N	2585
		0585439 E	

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE MUESTREO.

El río Alameda (río arriba), circula por un estrecho cauce rodeado por ambos márgenes por elevaciones geográficas. En la zona I, la vegetación representativa está constituida por "tuna" *Opuntia ficus indica*, "cabuya" *Agave americana*, "retama" *Spartium junceum*, "molle" *Schinus molle*, "chilka" *Baccharis salicifolia*, "huarango" *Acacia macracantha*, "chamana" *Dodonaea viscosa*. Como se apreció en la primera zona de muestreo a unos 500 m del puente Pérez. Esta zona se halla relativamente alejada de concentraciones humanas y las aguas de este tramo aparentemente no sufren perturbaciones importantes. Mientras que para la zona II (comunidad de Andamarca), se observó que las concentraciones humanas ya es notoria observándose algunos pobladores de esta zona lavando ropas provocando una ligera contaminación de las aguas y riberas del río, en esta zona se observó que la vegetación predominante es la "tuna" *Opuntia ficus indica*, "cabuya" *Agave americana*, "retama" *Spartium junceum* y entre especies introducidas se observó la presencia de "eucalipto" así mismo se observó que el caudal de este río sufre incrementos periódicos debido a la incorporación de agua proveniente del sistema de riego Cachi como aporte por caudal ecológico.

En la zona III, ubicada a la altura del colegio San Ramón, se observó que las riveras de los ríos presentan mayor contaminación y que los asentamientos humanos establecidos alteran notoriamente la calidad del agua mediante la incorporación de aguas servidas, la vegetación no es predominante, siendo la “tuna” *Opuntia ficus indica*, “cabuya” *Agave americana*, “retama” *Spartium junceum*, especies mas representativas. Mientras que para la zona IV, ubicado a la altura del CERE – La Totorilla, ubicada luego que el río atraviesa la ciudad de Ayacucho, recibiendo el impacto directo de productos de las actividades humanas que en ella se desarrollan (colector de aguas servidas y residuos sólidos), se observó que la vegetación ribereña está constituida principalmente por “sauce” *Salix Chilensis*, “kikuyo” *Pennisetum clandestinum*, “tuna” *Opuntia ficus indica*, “cabuya” *Agave americana* y rodeado por cultivos de hortalizas como “cebolla” *Allium cepa*, “col” *Brassica oleracea*, “apio” *Apium graveolens* y hierbas aromáticas como “culantro” *Coriandrum sativum*, “orégano” *Origanum vulgare*, siendo de carácter intensivo, con lo cual se observó la presencia de envases provenientes de los fertilizantes e insecticidas que usan los pobladores de esta zona, causando perturbaciones en las aguas del río.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.3.1. Población.

Mosquitos Simuliidae adultos ubicados en la ciudad de Ayacucho y larvas ubicadas en el curso de las aguas del río Alameda.

3.3.2. Muestra.

Para el caso de adultos las muestras fueron obtenidas aleatoriamente siguiendo un muestreo sistemático, para lo cual se ubicaron 3 zonas de muestreo (plazas o parques), evaluados por 5 meses. Para el caso de larvas las muestras fueron tomadas de 4 zonas a lo largo del río Alameda, durante 5 meses, siguiendo las mismas especificaciones que para el caso de adultos.

Las muestras de agua fueron tomadas en las mismas zonas donde se realizó el muestreo de larvas.

3.4. SISTEMA DE MUESTREO Y TOMA DE DATOS.

3.4.1. Colecta de adultos, determinación del índice poblacional y horas de preferencia alimentaria.

Los mosquitos adultos fueron colectados siguiendo la técnica de N° de picaduras por hombre por hora, para lo cual fue necesario que una persona deje descubierta la pierna y en el lapso de 1 hora colectar los adultos que se acerquen a picar mediante un tubo succionador, esta técnica se repitió durante las horas del día (desde las 07:00 h hasta las 18:00 h). Así mismo la técnica permitió estimar la densidad de los adultos, establecer las horas de preferencia alimentaria de las hembras de estos mosquitos y sirvió para poder realizar las determinaciones taxonómicas respectivas.

Estos estudios se realizaron una vez al mes, durante las horas del día donde existe luz natural, con la captura de los mosquitos adultos se estableció los siguientes índices:

- Índice poblacional: N° hembras adultas capturadas por hombre por hora.
- Horas de preferencia alimentaria: establecida mediante las horas pico en que las hembras se alimentan de una persona.

3.4.2. Colecta de larvas y densidad.

Para la colecta de larvas se utilizó una red de tipo Surber con un área de muestreo de 50 x 30 cm y con una luz de malla de 0.5 mm, el área señalada de la red Surber ayudo a determinar el número de larvas por m². En cada zona de muestreo se tomó muestras por tres veces, tratando de abarcar lechos con el mismo tipo de sustratos (piedras de 10 a 20 cm) en profundidades comprendidas de 10 a 40 cm, (orillas y parte central), las que se homogenizaron.

El proceso de toma de muestras se realizó colocando la boca de la red en contra de la corriente de agua y con la ayuda de las manos se removió los guijarros componentes del lecho con la finalidad de que los organismos adheridos o bajo ellos, sean arrastrados por la corriente hacia el fondo de la red (fotografía N° 01 del anexo N° 01). Una vez colectados fueron colocados en bolsas de polietileno debidamente rotulados para su identificación a los cuales se les agregó alcohol al 90%, posteriormente las muestras fueron trasladados al laboratorio de ecología y control ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, donde fueron seleccionados del resto de material indeseable. Una vez seleccionados las muestras fueron colocadas en envases cerrados descartables, previamente rotulados para su identificación. Los organismos seleccionados (larvas y pupas) fueron colocados en frascos viales considerando las semejanzas morfológicas (morfoespecie) previamente contadas y conservados con alcohol glicerinado al 70%. Con la finalidad de identificar a los frascos viales por la zona y fecha de muestreo se rotuló cada frasco vial. Con la ayuda de microscopios y estereoscopios, para la visualización de características de importancia taxonómica, se procedió a su identificación procurando llegar hasta la categoría de género empleándose las claves taxonómicas de Coscaron y Coscaron (2007), complementadas por Fernández y Domínguez (2001) y Roldan (1996); sin embargo por la falta de claves taxonómicas que permitan la identificación hasta especie sólo se llegó hasta género.

3.4.3. Identificación de los Simúlidos.

Para la identificación de las larvas, pupas y adultos se utilizó la clave propuesto por Coscarón y Coscarón (2007), las muestras biológicas (larvas, pupas y adultos), muestras que se aclararon colocando a los especímenes en una solución de hidróxido de sodio al 10% por un tiempo de 14 horas (excepto las

larvas con un tiempo de 10 horas), luego del tiempo transcurrido se retiraron las muestras y se colocó en una solución de ácido acético por un tiempo de 1 hora, finalmente las muestras tratadas se conservaron en alcohol glicerinado al 70%.

Una vez realizado el tratamiento de las muestras se preparó la solución de montaje con fenol puro líquido mezclado con bálsamo de Canadá, las muestras de larvas fueron colocadas en un porta objeto a la cual se agregó una gota de bálsamo de Canadá y dos gotas de fenol puro líquido cubriéndolo con la lámina cubre objetos, se llevó a la estufa por un tiempo de 48 horas a una temperatura de 40 °C, finalmente las muestras fueron observadas al microscopio resaltando las características morfológicas de importancia para su identificación. Para el caso de pupas y adultos la observación fue directa al microscopio sin realizar ningún montaje.

3.4.4. Características físico químicas de las muestras de agua.

Las muestras de agua fueron tomadas en frascos de polietileno de aproximadamente 700 mL. para las determinaciones fisicoquímicas. El procedimiento de colección fue sumergiendo los frascos en la parte media del curso del agua, haciendo que ingrese cuidadosamente el agua sin producir mucha turbulencia (fotografía N° 02 del anexo N° 02). Fueron en total 13 características determinadas en las muestras de agua, tal como se detalla en el cuadro N° 02, empleándose como metodología lo recomendado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). Las características determinadas fueron analizadas dentro de las 24 horas posteriores a la toma de muestra; las determinaciones fueron llevadas a cabo en los laboratorios de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, planta de tratamiento de agua potable de Quicapata, y la planta de tratamiento de aguas servidas La Titora, de la empresa prestadora de servicios de saneamiento Ayacucho (EPSASA).

Con la finalidad de reducir al mínimo las posibles variaciones de las características del agua, desde la toma de muestra hasta su análisis, se adoptaron las siguientes medidas:

Los frascos colectores fueron completamente llenados con las muestra de agua y cerrados herméticamente observando que no contengan burbujas de aire.

Los frascos conteniendo las muestras de agua, fueron colocados en refrigeración con la finalidad de que la temperatura de las muestras disminuya.

Cuadro Nº 02: Características físicoquímicas determinadas en las muestras de agua del río Alameda. Ayacucho 2008.

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	MÉTODO	COMENTARIO
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	Volumétrico	Mediante neutralización
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	Volumétrico	Mediante quelación
Dureza cálcica	mg CaCO ₃ /L	Volumétrico	Mediante quelación
Dureza magnésica	mg MgCO ₃ /L	Indirecta	Diferencia entre Dureza Total y Dureza Cálcica
Cloruro (Cl ₂)	mg Cl ⁻ /L	Volumétrico	Mediante titulación con nitrato de plata
pH		Electrométrico	Con pHmetro digital HACH
Conductividad	µMhos/cm.	Electrométrico	Con conductímetro digital HACH
Salinidad	%	Electrométrico	Con conductímetro digital HACH
Turbidez	NTU	Electrométrico	Con turbidímetro digital HACH
Sólidos disueltos totales	mg/L	Electrométrico	Con conductímetro digital HACH
Nitrógeno amoniacal	mg/L	Comparación	Método semicuantitativo
Sulfatos	mg SO ₄ ⁻² /L	Turbidimétrico	Con turbidímetro digital HACH modelo 2100P
Nitratos	mg NO ₃ ⁻ /L	Espectofotométrico	Con espectrofotómetro UV-visible marca Shimadzu

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se adecuó a un diseño básico - descriptivo y correlacional, donde se recopiló información de las variables identificadas, para posteriormente buscar la relación existente entre ellas, por lo que el diseño seguido puede considerarse como de una casilla y de naturaleza transversal.

3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

Con las medidas de las variables consideradas, se construyó una base de datos en el software SPSS 15, para posteriormente ser procesados y analizados; así mismo se empleó el MINITAB 14. Obteniéndose estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión los cuales fueron presentados en cuadros y gráficos. Dentro de los análisis estadísticos más especializados empleados fueron:

3.6.1. Prueba de comparación de medias de Kruskal- Wallis.

Con la finalidad de detectar posibles diferencias entre las zonas de muestreo, para las características fisicoquímicas del agua, ya que los datos aparentemente no mostraban una distribución normal.

3.6.2. Regresión correlación de Sperman.

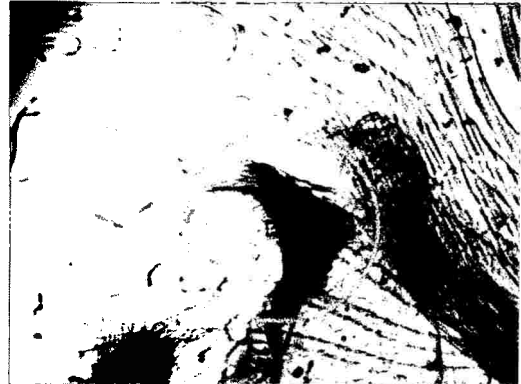
Para determinar la existencia de asociación lineal entre la densidad de los mosquitos simúlidos (larvas) con las principales características fisicoquímicas de las aguas.

IV. RESULTADOS.



Esclerito anal en forma de anillo
no desarrollado en forma de X.

Dientes externos y serrulaciones del
margen de la mandíbula.



Dientes del hipostomio no ordenados
en grupos conspicuos.

Antena más larga que el tallo del
abanico cefálico.



Figura Nº 03: Características morfológicas del género *Paraustrosimulium* sp en el estado de larva. Laboratorio de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, 2008.



Cuerpo cubierto por el capullo bien desarrollado excepto las branquias que son dos en forma de lámina y pseudosegmentadas.

Cerdas robustas simples curvas en forma de gancho en los segmentos abdominales VIII y IX.



Proceso terminal del abdomen corto y puntiagudo sin espinas numerarias

Figura Nº 04: Características morfológicas del género *Paraustrosimulium* sp en el estado de pupa. Laboratorio de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, 2008

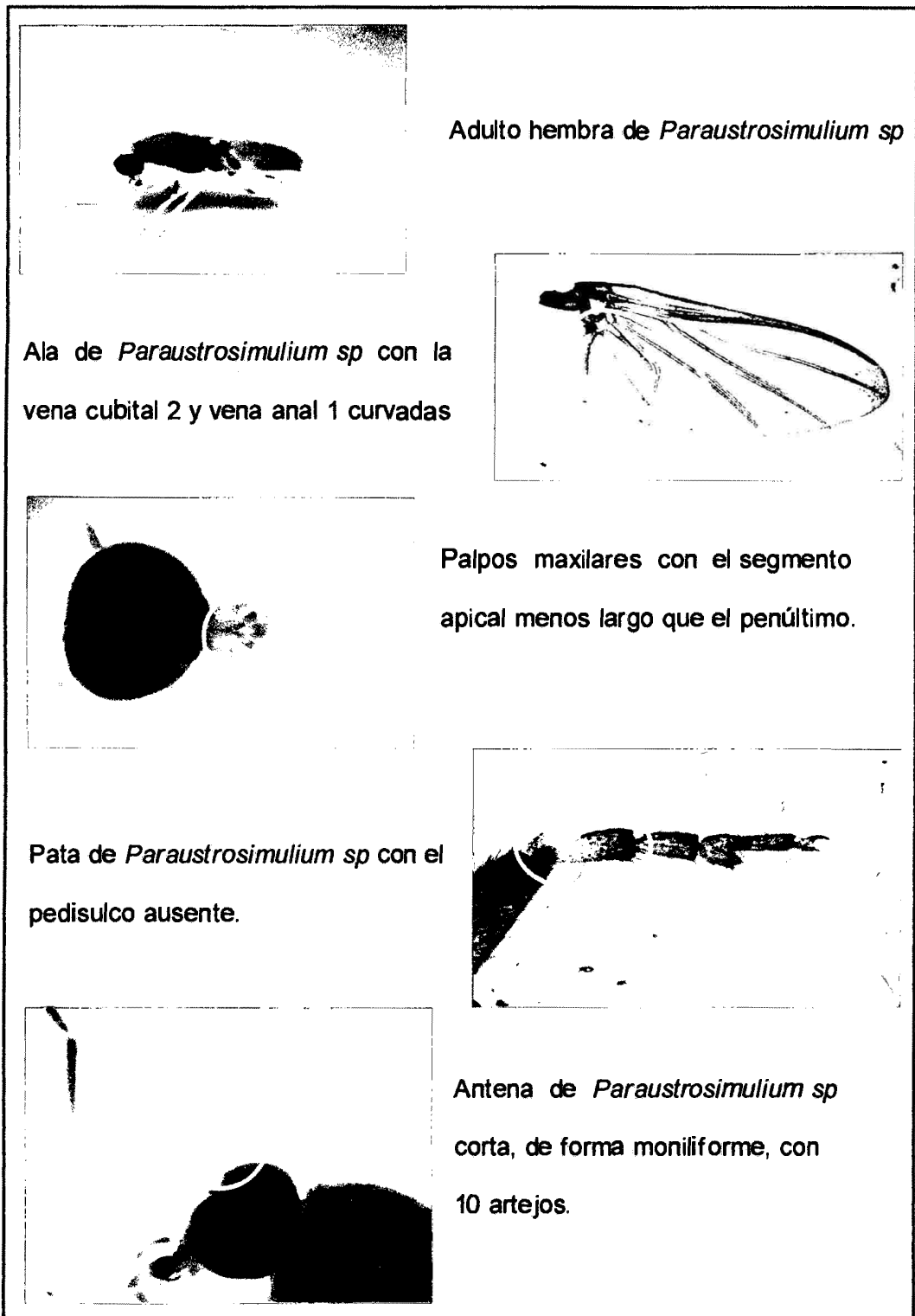
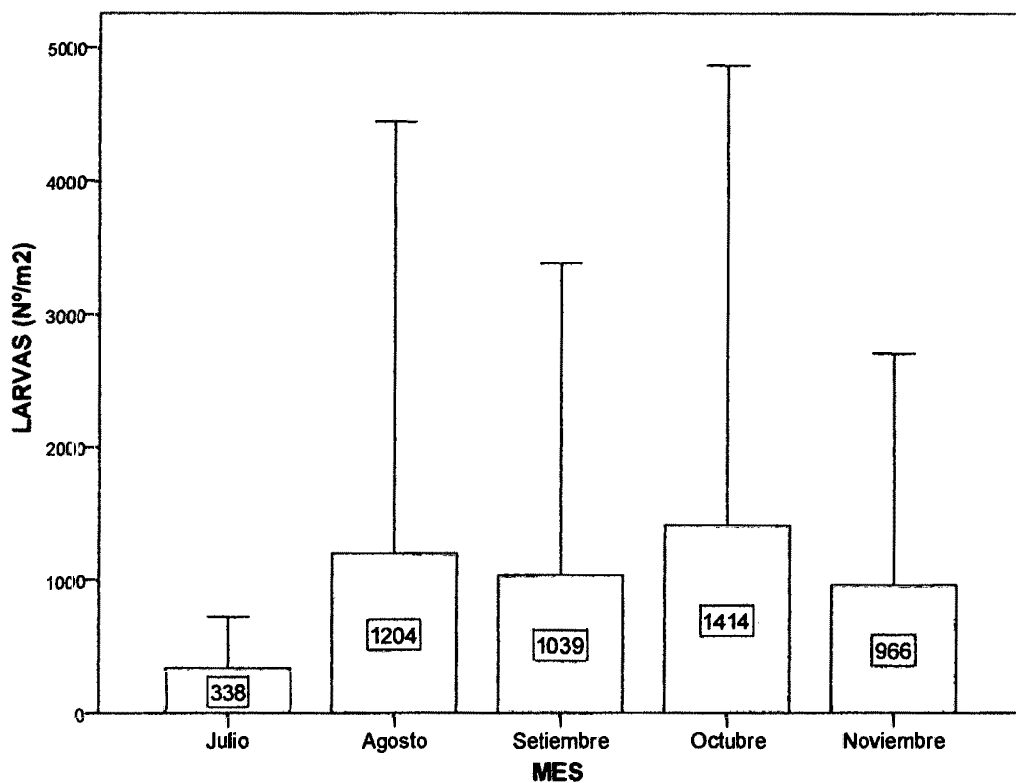
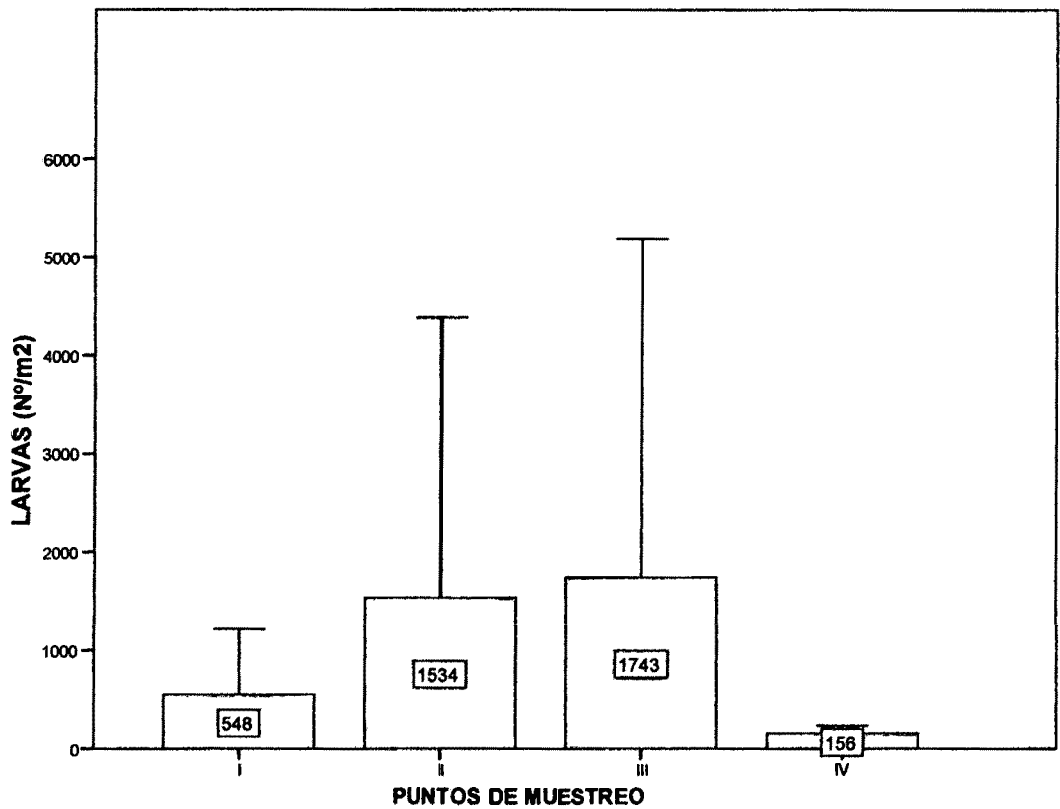


Figura Nº 05: Características morfológicas del género *Paraustrosimulium sp* en el estado de adulto. Laboratorio de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, 2008



Kruskal Wallis: $X^2 = 2.795$; GL = 4; P = 0.593

Figura Nº 06: Media y desviación típica para la abundancia de larvas de *Paraustrosimulium* sp durante los meses de julio a noviembre en el río Alameda. Ayacucho, 2008.



Kruskal Wallis: $X^2 = 18.408$; GL = 3; P = 0.000

Figura Nº 07: Media y desviación típica para la abundancia de larvas de *Paraustrosimulium sp.* en las aguas para cuatro zonas de muestreo ubicadas en el río Alameda. Ayacucho, 2008.

Cuadro N° 03: Valores promedios de las características fisicoquímicas en las aguas del río Alameda, durante los meses de julio a noviembre. Ayacucho, 2008.

	Mes				
	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L)	137	132	148,8	133	151,3
Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	110,3	107	160,3	157	147,3
Dureza cálcica (mg CaCO ₃ /L)	71,8	81,8	91,5	97,8	92,3
Dureza magnésica (mg MgCO ₃ /L)	38,5	25,3	68,8	59,3	55
Cloruros (Cl ⁻²)	14,7	11,4	12,9	19,4	13,5
pH	8,2	8,3	8,5	8,3	8,2
Conductividad eléctrica (uMhos/cm)	258,4	295,1	271,8	257,1	201,8
Salinidad (%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Turbidez (NTU)	10,1	12,6	13,1	10,8	7,5
Sólidos disueltos totales (mg/L)	130,4	148,1	142,9	138,2	144
Nitrógeno amoniacal (mg/L)	1,5	1,5	1,5	1,2	1,1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)	59,2	67,9	66,6	59,2	57,8
Nitratos (mg NO ₃ /L)	4,3	5,2	4,9	4,4	3,5

Cuadro N° 04: Valores promedios de las características fisicoquímicas de las aguas del río Alameda, en cuatro zonas de muestreo, Ayacucho 2008

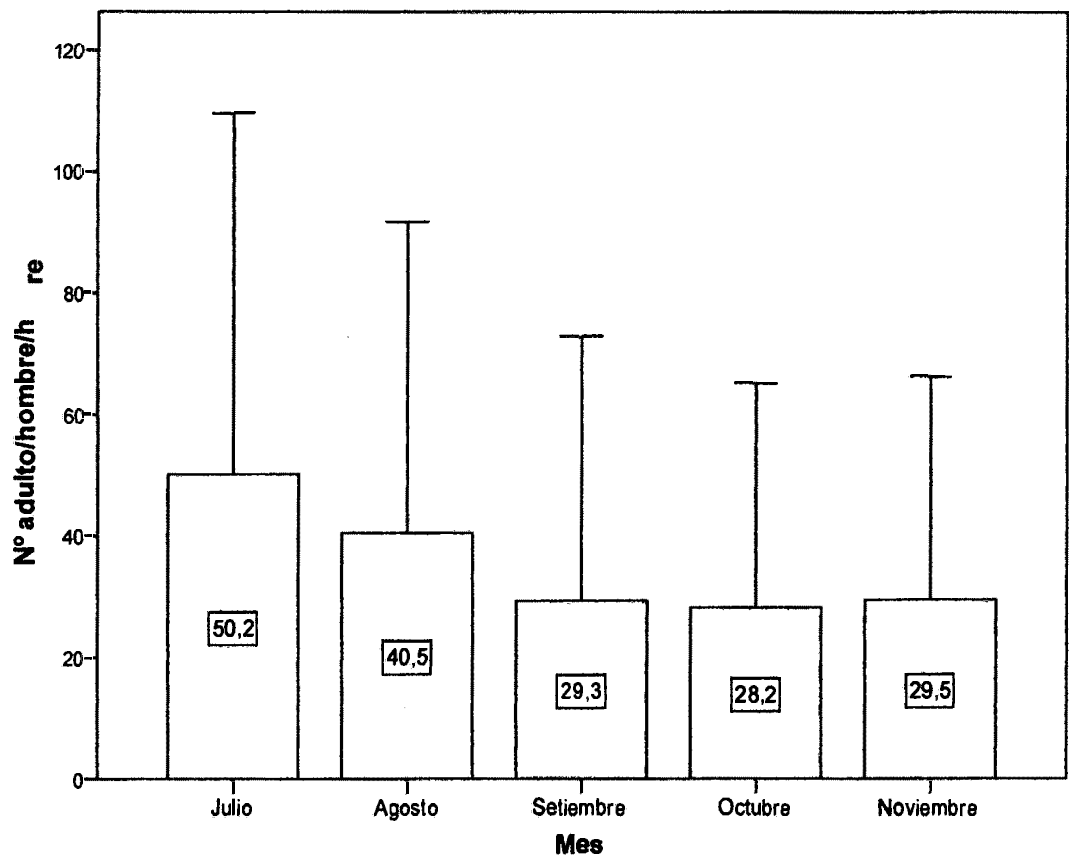
	Puntos de muestreo			
	I	II	III	IV
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L)	112,8	113,6	125,1	205,3
Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	103,1	106,1	116,7	214,7
Dureza cálcica (mg CaCO ₃ /L)	65,3	68	78,6	133,8
Dureza magnésica (mg MgCO ₃ /L)	37,8	38,1	38,1	80,9
Cloruros (Cl ⁻²)	9,7	10,9	11,7	25,6
pH	8,4	8,3	8,3	8,3
Conductividad eléctrica (uMhos/cm)	214,2	257,1	273,9	306,6
Salinidad(%)	0,1	0,1	0,1	0,1
Turbidez (NTU)	9,9	15,4	10,6	8,7
Sólidos disueltos totales (mg/L)	122,2	133,8	143,3	162,1
Nitrógeno amoniacal (mg/L)	0,8	0,9	1,0	2,7
Sulfatos (mg SO ₄ /L)	1,8	14,4	67,2	167,2
Nitratos (mg NO ₃ /L)	0,6	0,7	0,8	16,2

Cuadro N° 05: Correlación (Spearman) de la densidad de larvas de *Paraustrosimulium* sp con las características fisicoquímicas del agua para cuatro zonas de muestreo ubicadas en el río Alameda y las características ambientales. Ayacucho, 2008.

Características fisicoquímicas		Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	Dureza Cálcica (mg CaCO ₃ /L)	Dureza Magnésica (mg MgCO ₃ /L)	Cloruros (Cl-2)	pH	Conductividad eléctrica. (µMhos/cm)	Sal (%)	Turbidez. (NTU)	Sólidos disueltos totales (mg/L)	Nitrógeno. Amoniacal. (mg/L)	Sulfatos (mg SO ₄ /L)	Nitratos (mg NO ₃ /L)
Rho de Spearman	Coefficiente de correlación	-0.417(*)	-0.18	-0.352(*)	-0.016	-0.513(**)	-0.019	-0.456(**)	-0.126	0.303	-0.373(*)	-0.633(**)	-0.410(*)	-0.477(**)
	Número de larvas (N°/m ²)	0.011	0.293	0.035	0.926	0.001	0.914	0.005	0.465	0.072	0.025	0	0.013	0.003
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36

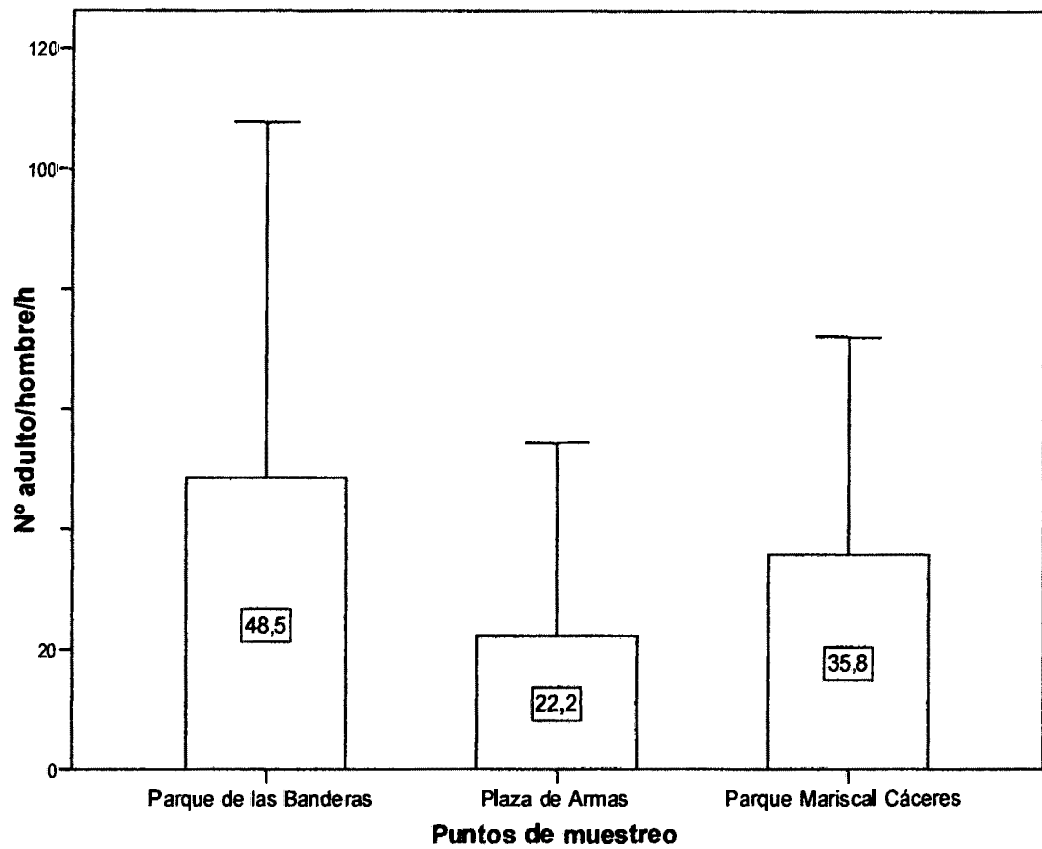
* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)



Kruskal Wallis: $X^2 = 16.461$; GL = 4; P = 0.002

Figura N° 08: Media y desviación típica (N° adulto/hombre/h) para hembras adultas de *Paraustrosimulium* sp entre los meses de julio a noviembre en tres parques de la ciudad de Ayacucho, 2008.



Kruskal Wallis: $X^2 = 30.825$; GL = 2; P = 0.000

Figura Nº 09: Media y desviación típica (Nº adulto/hombre/h) para hembras adultas de *Paraustrosimulium* sp. en tres parques de la ciudad de Ayacucho, 2008.

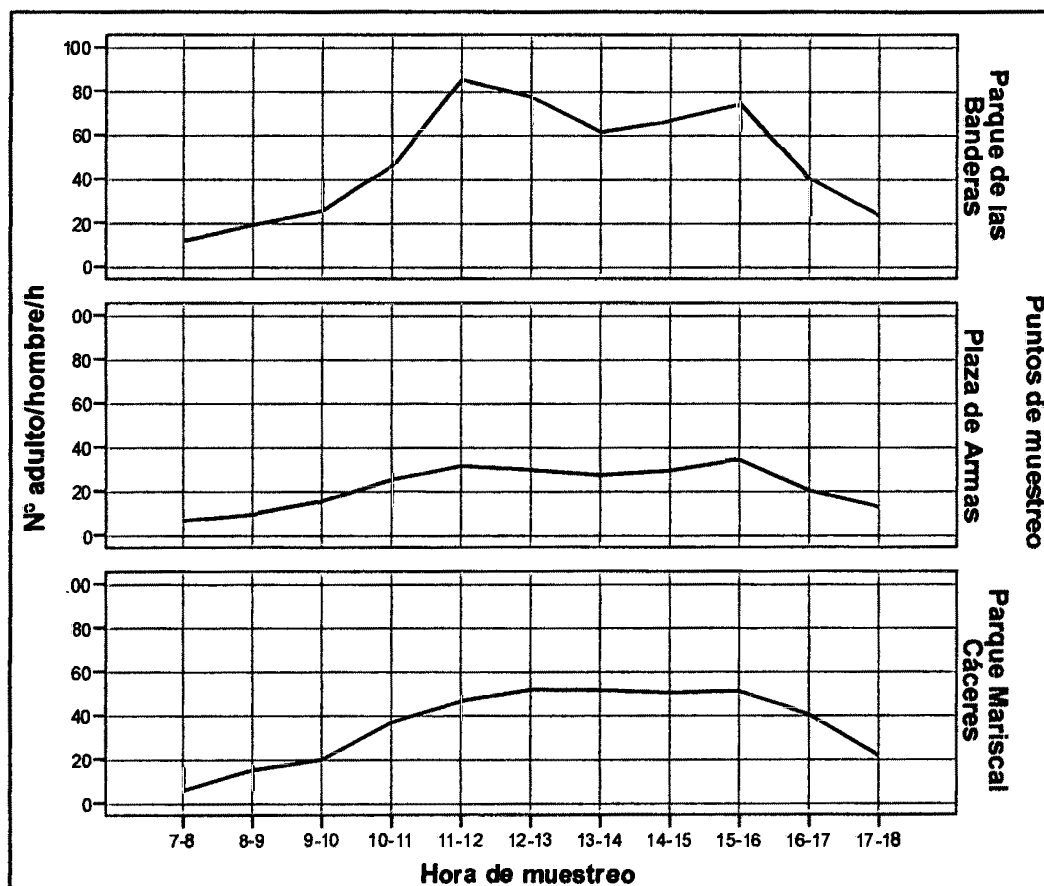


Figura Nº 10: Tendencia del comportamiento alimentario de las hembras adultas de *Paraustrosimulium sp.* en relación a las horas del día para tres parques ubicados en la ciudad de Ayacucho, 2008.

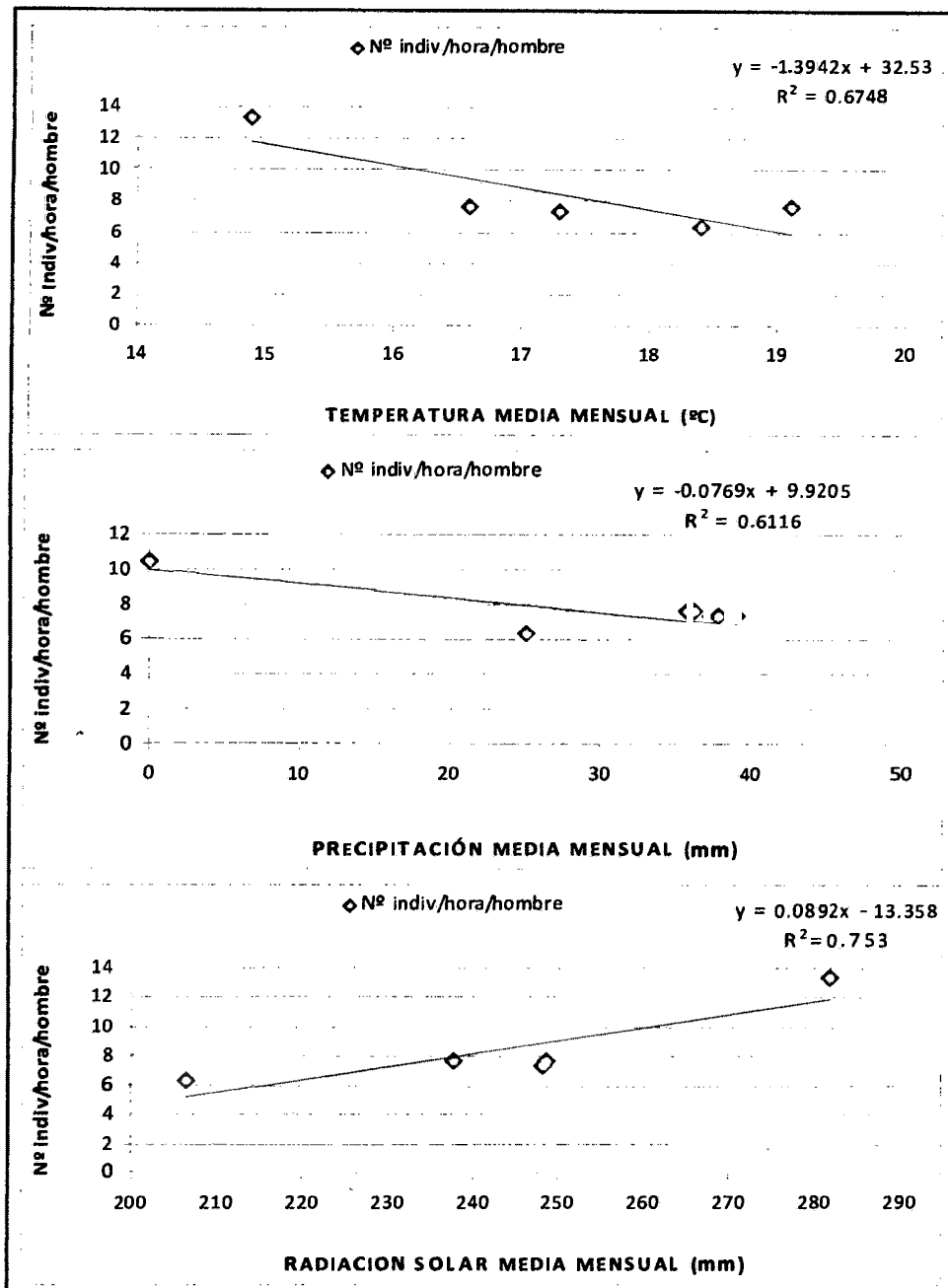


Figura Nº 11: Relación de la densidad de *Paraustrosimulium sp.* (Nº hembras/hombre/h) con los factores ambientales (temperatura, precipitación y radiación solar) en la ciudad de Ayacucho, 2008.

V. DISCUSIÓN.

El taxón de la familia Simuliidae del orden Díptera, para la ciudad de Ayacucho fue identificado como *Paraustrosimulium sp.*, por las siguientes características morfológicas que presentó:

En estado de larva son relativamente pequeñas mostrando longitudes de 5.0 a 10.0 mm, de forma alargada, presencia del esclerito anal, sin esclerito accesorio en forma de anillo no desarrollado en forma de X, las mandíbulas con 2 dientes externos, serrulaciones del margen de las mandíbulas poco numerosas, no mayor de 5 serrulaciones, los dientes del hipostomio no están ordenados en grupos conspicuos, la antena más larga que el tallo del abanico cefálico, con el artejo distal de la antena notoriamente más largo que el proximal y mediano juntos, con los sostenes dirigidos hacia atrás características que se muestran en la figura N° 03, lo cual concuerda con las descritas para éste género por Fernández y Domínguez (2001) y Coscarón y Coscarón (2007).

El estadio de pupa de *Paraustrosimulium sp.* se caracteriza por presentar un tamaño de 4.0 a 8.0 mm, protegida por un capullo bien desarrollado de forma definida cubriendo todo el cuerpo de la pupa excepto las branquias, que son dos en forma de lámina y pseudosegmentadas, abdominales VI y VII divididos longitudinalmente a lo largo del medio por un área estriada membranosa, ganchos de los tergitos VI y VIII simples, segmentos abdominales VIII y IX

presentan cerdas robustas curvas, enroscadas bífidas en forma de gancho, el proceso terminal del abdomen es corto y puntiagudo, el abdomen poco esclerotizada, con espinas en poca cantidad y con cortos procesos terminales tal como se muestran en la figura. N° 04. Estas características morfológicas descritas concuerdan con las mencionadas por Coscarón y Coscarón (2007) y Fernández y Domínguez (2001). Adicionalmente mencionan que los caracteres de la pupa aportan buenos caracteres diferenciales para la identificación, lo que no sucede con los huevos y larvas,

El estadio de adulto de *Paraustrosimulium* sp se caracteriza por presentar tamaños medianos que va desde 1.5 a 5.0 mm de longitud, de color negro a rojizo y castaños amarillentos, cabeza ancha y redondeada, las alas con célula basal presente, con la vena cubital 2 y vena anal 1 curvadas, membrana pleural totalmente desnuda, segmento apical del palpo maxilar generalmente menos largo que el penúltimo, en la pata el pedisulco se encuentra ausente, la antena corta de forma moniliforme con 10 artejos, ramas del furcasternum con conspicuas proyecciones, horquilla genital casi sin pigmentos, la porción apical de endoparámetros con numerosos denticulos alargados características que se muestran en la figura N° 05, lo que concuerdan con las señaladas para éste género por Coscarón y Coscarón (2007).

En la figura N° 06, se muestra las abundancias medias de larvas (N°/m^2) entre los meses de julio a noviembre en el río Alameda observándose que el mes de julio presenta un promedio mínimo de 338 larvas/ m^2 , mientras que para los meses de agosto, setiembre y octubre se registraron mayores densidades de larvas con 1204, 1039 y 1414 número de larvas promedio/ m^2 respectivamente, disminuyendo en el mes de noviembre con 966 larvas/ m^2 . Es de notar que en los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre presenta una desviación típica sumamente elevada, lo que quiere decir que las densidades de las larvas en las

zonas de muestreo durante los meses de estudio fueron muy variables; al realizar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (anexo N° 07), no se halló significancia estadística ($P > 0.05$), lo que quiere decir que entre los meses de muestreo no hay diferencias en cuanto a la densidad de larvas. Esta característica posiblemente se debe a que durante los meses donde se llevo a cabo el estudio la precipitación pluvial fue mínima, lo que determino la presencia de condiciones ambientales (calidad de agua) sea muy variables a lo largo del río Alameda, como consecuencia de la incorporación de materia contaminante, distinguiéndose claramente 3 o 4 zonas, zonas con poca alteración, mediana alteración y zonas sumamente alteradas lo que como consecuencia trae las fluctuaciones extremas según sea la zona. Lo mencionado coincide con lo manifestado por Roldán (1992), que afirma que la precipitación influye en la densidad de los macroinvertebrados acuáticos existentes en los ríos ya que el caudal de estos crece incrementando su capacidad de arrastre, además de llevar en suspensión y arrastre mayor cantidad de solutos que afecta negativamente la existencia de dichos organismos, así mismo menciona que las larvas de los simúlidos prefieren corrientes rápidas por lo que necesitan fijarse o adherirse a sustratos como ramas, hojas, troncos y piedras sumergidas, por lo que la ausencia de dichos tipos de sustratos influyen negativamente sobre su densidad. *Paraustrosimulium sp.*, se caracteriza por ser hallados comúnmente en zonas con mediana o rápida corriente en los ríos, no muy profundos, con regular material pedregoso. Fernández y Domínguez (2001), señalan que algunas especies viven en cursos de aguas en que la velocidad mínima es de alrededor de 2 cm/s, pero también mencionan que la mayoría de las especies prefieren velocidades entre 10 y 50 cm/s, por ello, la velocidad de la corriente es un factor muy importante en la abundancia de los simúlidos. Por otro lado Roldan (1996), afirma que varias especies de ésta familia presentan rangos de tolerancia no

muy amplios a los factores ambientales que otras especies, afirmación que también explicaría los elevados valores de la desviación típica tal como se muestra en el anexo N° 07, así mismo Coscarón y Coscarón (2007) y Roldán (1996), mencionan que algunas especies habitan cuerpos de agua con variadas características, encontrándose con mayor frecuencia en aguas con regular caudal, también en pequeños riachuelos naturales y artificiales nada o poco alterados, por lo cual son considerados indicadores de aguas oligotróficas.

Muñoz (1999), en su trabajo titulado Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de la región central del departamento de Cundinamarca Colombia, reporta que el mayor número de ejemplares se presentó en los meses de junio a octubre, lo cual puede atribuirse a que estas épocas corresponden a un periodo de transición entre la época de estiaje a lluvias con altas densidades de larvas, mientras que los meses de marzo, abril y mayo se caracterizó por presentar lluvias altas, lo que determino la disminución de la densidad de larvas. Por otra parte Margalef (1983), menciona que los simúlidos se desarrollan en aguas muy oxigenadas y de corrientes fuertes o moderadas de allí que algunos especialistas los consideran útiles como indicadores de calidad de agua, condiciones que favorecen una mayor densidad, así mismo tomando en consideración la estación seca y lluviosa menciona que los simúlidos presentan mayor densidad en la estación seca, aunque la diferencia no es tan notoria ya que estos organismos inician su actividad de desarrollo fundamentalmente desde principios de la primavera hasta mediados de otoño.

En la figura N° 07, se observa el número de larvas promedio por m² según las zonas de muestreo, siendo las zonas de muestreo I y IV los de menor densidad con 548 larva por m² y 156 larvas por m² respectivamente, y mayor en las zonas de muestreo II y III con 1534 larvas por m² y 1743 larvas por m²; esto puede explicarse a que posiblemente en la zona de muestreo I, el agua está poco

contaminada por lo que sus densidades disminuyen, mientras que en la zona de muestreo IV al estar ubicado luego de la ciudad de Ayacucho, las aguas están muy contaminadas (incorporación de residuos líquidos y sólidos de la ciudad) afectando negativamente la densidad. Mientras que en las zonas de muestreo II y III muestran las mayores densidades, debido posiblemente a que al estar relativamente contaminada, arrastra materia orgánica en suspensión (alimento), así como la mayor presencia de sustratos adecuados que permite la adhesión de las larvas. Al efectuarse el análisis estadístico de Kruskal Wallis (anexo N° 08), se halló significancia estadística ($P < 0,05$), interpretándose como que cada zona de muestreo presenta diferentes densidades de larvas, posiblemente se deba a las diferentes condiciones fisicoquímicas del agua y de igual forma por la gran variabilidad de sustratos. Los resultados hallados coincidieron con los hallados por Leiva (2004) y Figueroa (2003), quienes realizaron investigaciones similares en ríos de Chile, reportando un menor número de familias y especies de dípteros a medida que las aguas de los ríos están cercanas a centros urbanos y aún más si estos atraviesan o se hallan inmediatamente luego de ellos. Carrasco (2003), reportó la presencia de larvas de la familia Simuliidae incluso en aguas afectadas por contaminación orgánica, pero solo en aquellas que presentan corrientes rápidas, además señala que existe similitud en las densidades de organismos en zonas con características ambientales similares, es así que en ríos poco influenciados, es de esperar que las densidades de las comunidades bénticas sean similares. Guardia (2007) en su trabajo titulado: Calidad fisicoquímica, microbiológica y macroinvertebrados bentónicos del río Yucaes. Ayacucho, 2002, reportó que el orden Díptera presentó tres familias, de las cuales la familia Simuliidae fue la de mayor densidad en comparación con las demás familias, así mismo estos resultados coincide con lo mencionado por Carrasco (2005), en su estudio Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de

agua en cinco ríos de la provincia de Huamanga. Ayacucho 2003 – 2004, en la cual reportó que los organismos pertenecientes a la clase Insecta representó el 94.41% de la comunidad estudiada. Así mismo, determinó que dentro de la clase Insecta, el orden Díptera es el que presentó mayor abundancia con 81,81% y dentro de ella la familia Simuliidae con mayor densidad. Así mismo Roldan (1996), sostiene que los dípteros de la familia Simuliidae conforman los grupos ampliamente evolucionados y de mayor densidad biológica que requiere de hábitat específicos para su desarrollo y muchos de ellos están confinados en ecosistemas lóticos y lénticos. La variabilidad de las características ambientales presentes en las zonas explicarían la mayor o menor diversidad biótica, más aún si estas son derivadas de la actividad antropogénica (contaminación); en este marco no es coincidencia que la mayor densidad de larvas se hallaron en zonas donde la acción antropogénica es mínima y menor densidad donde dicha acción es apreciable y constante, coincidiendo con Ramírez (1999), Margalef (1983), que sostienen que la diversidad de una comunidad sometida a efectos de la contaminación, tiende a disminuir debido a que los organismos al poseer información en su carga genética que les permite desempeñarse bajo determinadas condiciones y al no cumplirse éstas, muchos de ellos considerados como estenotípicos (rangos estrechos de tolerancia), tienden a desaparecer o disminuir su abundancia, subsistiendo solo aquellas especies que tienen amplios rangos (euritípicos) y/o apareciendo otros organismos para las nuevas condiciones. Cabe aclarar que las zonas de muestreo I y II están ubicadas relativamente alejadas de los centros urbanos, lo que determina que exista poca afluencia antrópica, por lo tanto, mínima la introducción de tensesores (contaminación), mientras que la zona III se encuentra en una zona intermedia con mediana acción antropogénica, y la zona de muestreo IV al hallarse aguas abajo, están influenciado por la ciudad de Ayacucho, determinando la

introducción de tensores de mucha magnitud (principalmente materia orgánica), que hacen variar radicalmente las características naturales de sus aguas y por ende menor densidad de larvas.

Los promedios de las 13 variables fisicoquímicas determinadas en las aguas del río Alameda, según los meses de muestreo (julio a noviembre), se muestran en el cuadro N° 03, siendo los meses de julio y agosto los que presenta en la mayoría de las características fisicoquímicas menores valores a excepción de la conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, mientras los meses de setiembre y octubre presentan mayores valores. Con la finalidad de visualizar las tendencias de las características fisicoquímicas del agua, tales como alcalinidad, dureza total, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, mostrados en el anexo N° 09, la alcalinidad en los meses de agosto y octubre presentan menores valores 132 mg / L y 133 mg / L respectivamente, y mayores valores para los meses de setiembre y noviembre con 148.75 mg / L y 151 mg / L; esto podría deberse a que la alcalinidad al estar íntimamente asociado a las formas en las cuales se encuentra el dióxido de carbono, además de la naturaleza del lecho del río (como fuente de carbonatos y bicarbonatos), está influenciado por la descomposición aeróbica de la materia orgánica como fuente adicional de dióxido de carbono, lo que torna al agua más agresivo con las rocas calcáreas incrementando la concentración de bicarbonatos y carbonatos, por lo tanto de la alcalinidad. La dureza total del agua no escapa a la misma tendencia, con valores elevados en los meses de setiembre y octubre y menores valores en los meses de julio y agosto, ya que los iones de calcio y magnesio se combinan fácilmente con los bicarbonatos y carbonatos, dando origen a la dureza temporal y con los sulfatos, cloruros, nitratos que determina la dureza permanente. La dureza de las aguas es el resultado de la disolución y lavado de los minerales que componen el suelo y las rocas, así como también del vertimiento de aguas

residuales, estos resultados encontrados también se debe a que la alcalinidad y dureza total están influenciados por el caudal, ya que a mayor caudal, menor es la concentración y a menor caudal aumenta la concentración, con lo cual la precipitación es un factor determinante para la alcalinidad y dureza total. En el referido gráfico se muestra la tendencia de la conductividad y sólidos disueltos totales, siendo similar a las anteriormente señaladas. Para el caso de la conductividad se halló valores mínimos en los meses de octubre y noviembre y mayores en los meses de agosto y setiembre, ya que ésta característica está en relación directa con la concentración de minerales (iones) disueltos en el agua, este comportamiento se explica de modo similar al de alcalinidad y dureza, siendo mayor la conductividad cuanto mayor sea la concentración de las sales disueltas. La temperatura también influye en los valores de conductividad, ya que varía de un ión a otro, en general se acepta que ésta aumenta en promedio 3%, por cada grado centígrado que aumente la temperatura. Para el caso de los sólidos disueltos totales presenta menores valores en julio y octubre y mayores en agosto y noviembre, este comportamiento puede deberse a que está estrechamente relacionado con la conductividad, además de que puede estar afectadas por aguas residuales causadas por la presencia antropogénica y por consiguiente la incorporación de materia orgánica, lo cual afirma que a mayor concentración de TDS, mayor será la conductividad eléctrica. En caso de las variables fisicoquímicas de cloruros, pH, turbidez, nitrógeno amoniacal y nitratos, mostrados en el anexo N° 10, se observó que las concentraciones de cloruro, presenta la misma tendencia que las características anteriormente descritas, debido a que es un anión que se presenta en forma abundante en la orina (5 gr/L) bajo la forma de cloruro de sodio el cual determina la salinidad del agua, y al ser ésta eliminada en las aguas servidas, determinan un ostensible incremento en las aguas que reciben estos desechos orgánicos, a esto se suma la presencia

de precipitaciones que también incrementa la concentración de cloruros ya que a mayor precipitación y aumento del caudal hay mayor lavado del suelo que ingresa a las aguas del río. Con respecto al pH los valores mínimos se registraron en el mes de julio con valores de 8.2 y máximos en setiembre con 8.4, posiblemente estos valores se deba a que no haya mucha descomposición de la materia orgánica ya que las precipitaciones son mínimas, además que la alcalinidad tiene la capacidad de reaccionar o neutralizar iones hidrogeniones (H^+) hasta un valor de pH igual a 4.5; con respecto a la turbidez se observó que los meses de agosto y setiembre presentan menores valores siendo los meses de octubre y noviembre los que presentaron mayores valores, ya que en estos meses se inicia las precipitaciones con lo cual hay incremento del caudal y con ello el movimiento, generando el arrastre de material particulado en suspensión. En el mismo gráfico se hace referencia a la concentración de nutrientes como nitrato, nitrógeno amoniacal en la cual se observa que la menor concentración se da en el mes de noviembre y concentraciones mayores en los meses de agosto y setiembre ya que estos meses se caracteriza por presentar menor precipitación tal como se explicó líneas arriba; con respecto al sulfato el mes de noviembre presenta menor concentración y el mes de agosto mayor, esto puede deberse a que el río Alameda recibe como caudal ecológico el transvase de las aguas colectadas en la cuenca del río Cachi, el cual presenta elevadas concentraciones de dicho nutriente.

En el cuadro N° 04, se muestra los promedios de las variables fisicoquímicas del agua determinadas en las cuatro zonas de muestreo. De igual manera en el gráfico del anexo N° 11 se muestra la tendencia de las principales características, así la alcalinidad presenta menores concentraciones en las zonas de muestreo I y II (río arriba) con 113 mg / L y 114 mg / L y mayores concentraciones en la zona de muestreo IV (río abajo) con 205 mg / L, esto se

explica a que las aguas del río a medida que circula incorpora carbonatos y bicarbonatos del lecho, además de dióxido de carbono proveniente de la descomposición de la materia orgánica, la dureza total del agua presenta la misma tendencia, con valores de hasta 215 mg / L en la zona IV (río abajo) y 103 mg / L para la zona I (río arriba); esta característica al estar determinado por la concentración de iones de calcio y magnesio bajo la forma de carbonatos, bicarbonatos (dureza temporal), cloruros y sulfatos (dureza permanente) y al presentar las zonas de aguas "abajo" incremento de iones cloruro y sulfatos, además de la presencia de calcio y magnesio, determinan el incremento de la dureza. Estas características que no son directamente derivados de la descomposición de la materia orgánica, pero que sin embargo están influenciadas por la misma ya que a medida que las aguas se acercan a los centros urbanos hay mayor incorporación de factores disturbantes (incorporación de residuos líquidos y sólidos) y siendo mayor en aguas catalogadas "río abajo" ya que reciben todo el impacto de la ciudad, además que los iones de calcio y magnesio se combinan fácilmente con los bicarbonatos y carbonatos por ende estas dos características están relacionadas. Comparando los valores de alcalinidad halladas para zonas "río arriba" con los reportados por Roldan (1992), estos se hallan dentro de los valores promedios señalados para los ríos de América del Sur, que menciona como una generalidad observar valores de alcalinidad menores de 105 mg / L. En la figura también se hace referencia del comportamiento de la conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales en la que la tendencia es similar a las ya mencionadas, en el caso de la conductividad eléctrica se halló valores mínimos en las zonas catalogadas como "río arriba" con 214 uMhos/cm para la zona I, y máximos en las zonas III y IV (río abajo) con 307 uMhos/cm para la zona IV, posiblemente determinado por la presencia de contaminantes en mayor cantidad en la última zona señalada representado

principalmente por materia orgánica en pleno proceso de descomposición, coincidiendo con lo sostenido por Roldan (1999), que mencionan que la principal fuente de contaminación de las aguas continentales son las aguas que han sido empleadas en los hogares los que son denominadas como aguas negras, aguas servidas, etc., que finalmente van a dar a los lagos y ríos. En el anexo N° 12, se muestra la tendencia de las concentraciones de cloruros, observándose la misma tendencia mencionada anteriormente, con concentraciones menores 9.7 mg/L para la zona I (río arriba) y mayores valores en la zona IV con 25.6 mg/L, esto posiblemente debido a que es incorporado a las aguas del río bajo la forma de orina (ya que contiene hasta 5 gr/L) principalmente en la zona “aguas abajo”, lo cual determina un ostensible incremento en las aguas que reciben estos desechos, tal como lo manifiesta Cole (1988) y Roldan (1992), por ello los valores máximos se hallan en aquellas zonas influenciadas por la actividad antropogénica. Así mismo se hace referencia que los valores mínimos hallados son ligeramente superiores a los reportados por Margalef (1983), Cole (1988) y Roldan (1992), que mencionan que en promedio para los ríos sudamericanos es de 4,9 mg/L. Para el caso de pH, se halló valores de 8.3 para la zona IV y 8.4 para la zona I. Aparentemente estos resultados no son congruentes, si se considera que la descomposición de la materia orgánica es una fuente de alteración del pH, sin embargo si tomamos en cuenta que las aguas del área de estudio presentan alcalinidades consideradas de medianas a elevadas, se puede explicar esa poca fluctuación, ya que ésta actúa como un amortiguador o buffer tal como lo señala Roldan (1992), otro factor que podría estar influyendo, es la presencia de detergentes que contienen agentes tenso activos que esencialmente son sustancias alcalinas. En relación a la turbidez se halló valores mínimos en las zonas “aguas arriba” y mayores en zonas “aguas abajo”, este comportamiento posiblemente se deba a los hechos explicados anteriormente,

que determinan la existencia en mayor cantidad de material particulado en suspensión en las zonas “aguas abajo”. Con respecto a la concentración de los nutrientes como nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) y nitrógeno amoniacal, se encontró similar tendencia a las demás características descritas, con valores mínimos en las zonas I y II “río arriba”, concentraciones máximas en la zona de muestreo IV y concentraciones intermedias en la zona III. Esta tendencia se debe a que la materia orgánica incorporadas a las aguas del río Alameda en el trecho que atraviesa la ciudad de Ayacucho, como aguas servidas, se mineraliza liberando dichos nutrientes con el consecuente incremento en su concentración en las zonas III y IV. Cabe mencionar que entre las zonas de muestreo II y III se observó un ligero incremento de la concentración de estos nutrientes, esto se debe a que en el trecho comprendido entre ellas, se hallan concentraciones humanas que desarrollan actividades agrícolas, lo que implica el uso de fertilizantes aumentando la concentración de estos nutrientes que afecta la calidad del agua. Con respecto al sulfato se observó que en la zona de muestreo II, presentó valores elevados, seguramente influenciado por las aguas que recibe proveniente del Proyecto Cachi como caudal ecológico y que en forma general presenta valores elevados de sulfatos. Las concentraciones de nutrientes reportados, son ligeramente superiores a los reportados por Roldan (2001), para arroyos altoandinos en Colombia, cuyos valores para nitratos y sulfatos son en promedio 0.01 y 4 mg / L.

En el cuadro Nº 05 se muestra la Correlación (Sperman) de la densidad de larvas de *Paraustrosimulium sp* con las características fisicoquímicas del agua para cuatro zonas de muestreo ubicadas en el río Alameda, en la que se halló significancia estadística ($P < 0,05$) negativa con la alcalinidad, dureza, cloruros, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, nitrógeno amoniacal, sulfatos y nitratos lo que quiere decir que ha mayores valores de las características

señaladas menores son las densidades de las larvas de *Paraustrosimulium sp.*, estos resultados posiblemente se deba a que los simúlidos hallados, son poco tolerantes de la contaminación, por lo que frente al incremento de las características fisicoquímicas del agua señalados, reduce su presencia.

En la figura N° 08, se observa la densidad promedio de los adultos de *Paraustrosimulium sp.*, en relación a los meses de muestreo (julio a noviembre), en tres parques de la ciudad de Ayacucho, encontrándose mayor densidad para los meses de julio y agosto con 50 y 40 adultos por hombre por hora, y menor densidad en los meses de setiembre, octubre y noviembre, muy posiblemente se deba a que su densidad está relacionado con las características ambientales reinantes en dichos meses, siendo la precipitación pluvial el factor de mayor importancia ya que las mayores densidades coinciden con las épocas donde no hay lluvia y las menores en las épocas de lluvia, la temperatura ambiental también influye posiblemente sobre la densidad de estos organismos, tal como lo señala Coscarón y Coscarón (2007), quienes manifiestan que estos mosquitos por lo general vuelan de día cuando la temperatura es mayor de 10 °C y menor a 16 °C, con la finalidad de alimentarse, buscar aparearse y encontrar lugares donde ovipositar. Al realizar la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis, se halló significancia estadística ($P < 0,05$), lo que quiere decir que existe diferencia de las densidades de los "mosquitos" según los meses.

En la figura N° 09, se muestra la densidad promedio de los adultos de *Paraustrosimulium sp.*, en relación a los puntos de muestreo ubicados en tres parques de la ciudad de Ayacucho (parque de las Banderas, Plaza Mayor de Huamanga y parque Mariscal Cáceres), se halló mayor densidad en el parque de las Banderas con 48 hembras por hombre por hora, seguido del parque Mariscal Cáceres con 35 hembras por hombre por hora y la plaza Mayor de Huamanga con 22 hembras por hombre por hora, posiblemente es mayor la densidad en el

parque de Las Banderas, debido a que geográficamente se halla cercano al río Alameda por un lado y por el otro al río Huatatas, además de presentar abundante vegetación arbórea y arbustiva que actúan como refugios, mientras el parque Mariscal Cáceres presenta una densidad intermedia, si bien aparenta no estar cercana a una fuente hídrica posiblemente se debe a que estos mosquitos vuelan largas distancias en busca de alimento, lo que influencia sobre las densidades halladas, concordando con lo manifestado por Méndez y Petersen (1981), quienes mencionan que estos mosquitos pueden llegar a desplazarse hasta 50 km en busca de alimento; mientras que en la Plaza Mayor de Huamanga, presenta menor densidad posiblemente a que no habiendo fuentes hídricas, exista la presencia de una mayor contaminación por ruido (parque automotor) que altera la actividad de los mosquitos lo cual influye en las densidades halladas. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis, se halló significancia estadística ($P < 0,05$), lo que quiere decir que las densidades en los tres parques son diferentes, condicionado por las características ambientales propias de cada zona.

En la figura N° 10, se muestra la comparación del comportamiento alimentario de los mosquitos adultos de *Paraustrosimulium sp.*, en relación a las horas de muestreo en tres parques ubicados en la ciudad de Ayacucho, se observó que los mosquitos tienen mayor actividad entre las 11:00 a 12:00 h y las 15:00 a 16:00 h, teniendo igual tendencia para los tres parques, posiblemente se deba a que en estas horas la temperatura sea ideal, mayor brillo solar lo cual favorece la actividad de éstos mosquitos, tal como lo menciona Coscarón y Coscarón (2007).

En la figura N° 11, observamos la tendencia de los "mosquitos adultos" de *Paraustrosimulium sp.*, según los factores ambientales (temperatura, precipitación y horas de sol), la tendencia de la densidad es negativa con la

temperatura ambiental y la precipitación, mientras que es positiva con la radiación solar, lo que podría explicarse de la siguiente manera. Se ha podido determinar que existe una mayor densidad de adultos durante los meses donde la precipitación pluvial es mínimo o se halla ausente, lo que coincide con meses donde el brillo solar (horas de sol) es máximo y a la vez la temperatura ambiental en la zona de Ayacucho disminuye, por lo que nos atrevemos a mencionar que el factor más importante que influye en la densidad viene a ser la precipitación pluvial influenciando sobre dos aspectos, por un lado sobre las densidades de las larvas (a mayor precipitación menor densidad y viceversa), y sobre la densidad de los adultos, ya que genera mortalidad como consecuencia de ser golpeadas y arrastradas por las gotas de lluvia, resultados que concuerda con lo mencionado por Fernández y Domínguez (2001), quienes mencionan que estos mosquitos tienen mayor actividad a temperaturas de 15 °C, y en días donde la radiación solar es mayor, ya que por su hábito de alimentación que es durante las horas del día presentan una mayor densidad.

VI. CONCLUSIONES.

1. El simulido presente en la ciudad de Ayacucho fue identificado como *Paraustrosimulium sp*, la misma que fue realizado a nivel de los estadios de larva, pupa y adulto.
2. La densidad poblacional de las formas adultas de *Paraustrosimulium sp* estimadas mediante el índice de N° de picaduras por hombre por hora, fueron de 48 para el parque de las Banderas, seguido del parque Mariscal Cáceres con 35 y la Plaza Mayor de Huamanga con 22 adultos por hombre por hora ($P < 0.05$), para la ciudad de Ayacucho; mientras que en relación a los meses de muestreo se encontró que el mes de octubre presenta menor densidad con 28 adultos por hombre por hora, siendo los meses de setiembre y noviembre con 29 adultos por hombre por hora, mientras que el mes de julio presenta mayor densidad 50 adultos por hombre por hora, seguido del mes de agosto con 40 adultos por hombre por hora ($P < 0.05$).
3. La densidad poblacional de larvas de *Paraustrosimulium sp* en el río Alameda, es muy variable encontrándose las mayores densidades en zonas cercanas a la ciudad de Ayacucho con 1743 larvas/m² y menores para zonas relativamente alejadas 548 larvas/m² (río arriba y río abajo) con una significancia estadística ($P < 0.05$), en relación a los meses de muestreo, el mes de octubre presentó mayor densidad con 1414 larvas/m² seguido del

mes de agosto con 1204 larvas/m² siendo el mes de julio el de menor densidad poblacional 338 larvas/m², (P>0.05).

4. La densidad de las larvas presenta correlación negativa con las características fisicoquímicas del agua como alcalinidad, dureza, cloruros, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, nitrógeno amoniacal, sulfatos y nitratos. Para el caso de los adultos la relación de su densidad es negativa con la temperatura ambiental, precipitación pluvial, mientras que es directa con la radiación solar, siendo el primero de los factores mencionados el de mayor importancia influyendo sobre la densidad de las larvas en forma indirecta y sobre la población de adultos en forma directa.
5. Las horas de preferencia alimentaria (Nº ind/hora/hombre) de las formas adultas de *Paraustrosimulium sp.*, se hallan entre las 11 y 12 horas durante las horas de la mañana y entre las 15 y 16 horas durante la tarde.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Realizar estudios sobre el orden Díptera, en especial de la familia Simuliidae, con la finalidad de determinar e identificar que otras especies se encuentran presentes en nuestra provincia.
2. Realizar investigaciones de control biológico para disminuir la presencia de los mosquitos de la familia Simuliidae, y así como su implicancia en la salud de las personas afectadas por la picadura de estos dípteros.
3. La Facultad de Ciencias Biológicas debe contar con un laboratorio para realizar estos trabajos de investigación, como es el caso para el análisis fisicoquímico de las aguas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **Arnett, R. 2000.** Insectos de América. Segunda edición Nueva York-Washington. Disponible en URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/Diptera>.
2. **Carrasco, C. 2005.** Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la provincia de Huamanga. Ayacucho 2003 – 2004. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho- Perú.
3. **Carrasco, C. 2001.** Composición estructural de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos y su relación con las características físico químicas en el río Alameda, UNSCH. Ayacucho-Perú.
4. **Carrasco, C. 2003.** Limnología-Guía de Trabajos Prácticos, UNSCH. Ayacucho-Perú.
5. **Cole, A. 1988.** Manual de Limnología. Segunda edición. Hemisferio Sur. Buenos Aires-Argentina.
6. **Coronado, R. 1972.** Introducción a la Entomología: morfología y taxonomía de los Insectos. Segunda edición. Editorial Limusa. México.
7. **Coscarón, S y Coscarón, C. 2007.** Biodiversidad Acuática en América Latina Simuliidae Neotropicales (Diptera: Insecta). Vol. 3 Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.
8. **Davey, K. 1968.** Reproducción de los insectos. Cuarta edición. Editorial Alambra. Madrid – España.
9. **De la Fuente, C 1994.** Biodiversidad faunística y florística de macroinvertebrados acuáticos, Cuarta edición. Editorial Limusa. Tolima – México.
10. **Fernández, H. y Domínguez, E. 2001.** Guía para determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

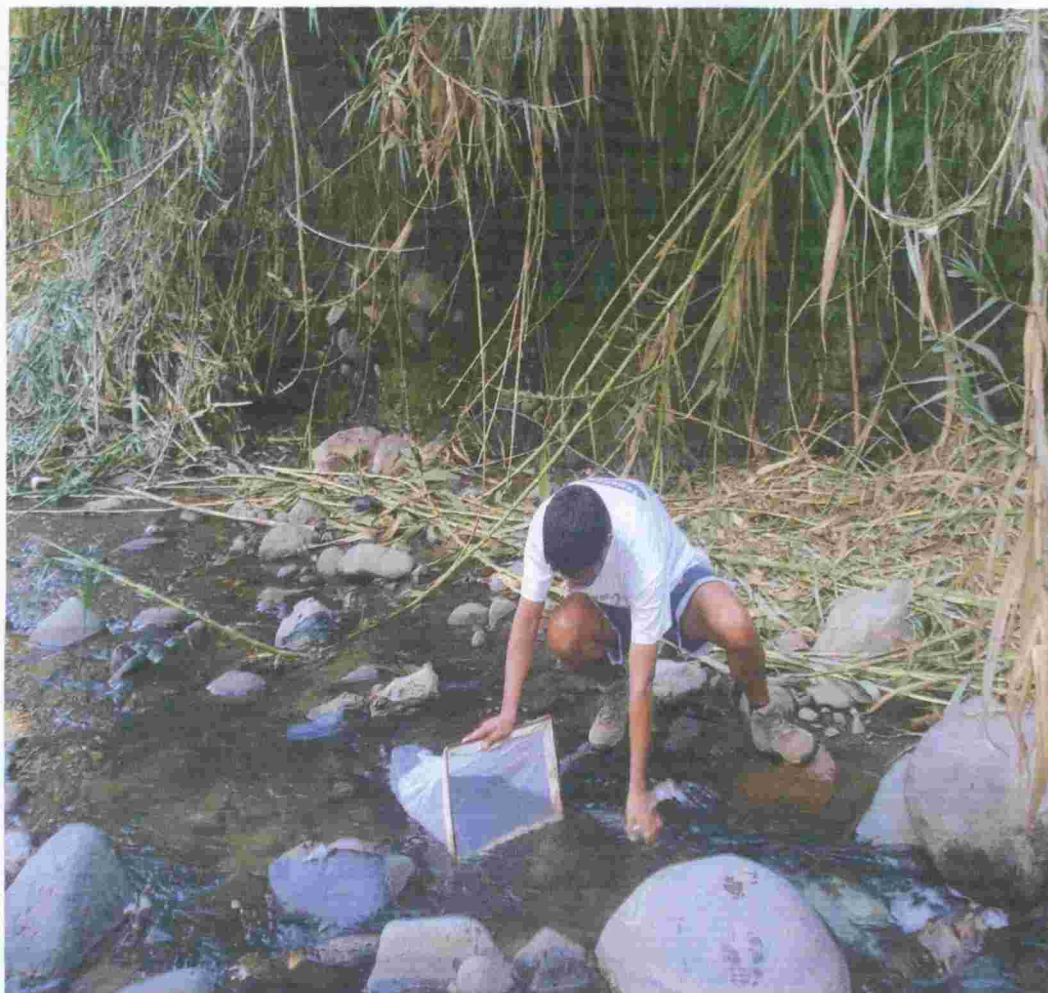
11. **Fernández, I. y Flores, A. 1995.** El papel del vector *Aedes aegypti* en la epidemiología del dengue en México. Salud Pública México 1995; Vol. 37.
12. **Figueroa, S. 2003.** Clave para identificar especies de dípteros en el Perú. Revista Peruana de Entomología Vol. 10 Lima – Perú.
13. **Forster, W. 1969.** Entomología: Los Insectos. Tercera edición. Ediciones Omega. Barcelona-España.
14. **Guerrero-Bolaño, F. 2001.** Los Macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul y su relación con la calidad del agua. Acta Biológica Colombiana. Vol. 8 N° 2 Magdalena – Colombia.
15. **Gorodner, J. 2002.** Entomología, artrópodos de interés médico Primera Edición Editorial Mac Graw – Hill Interamericana. México.
16. **Guardia, O. 2007.** Calidad fisicoquímica, microbiológica y macroinvertebrados bentónicos del río Yucaes. Ayacucho, 2002. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional san Cristóbal de Huamanga.
17. **Ibáñez-Bernal, C. 1996.** Entomología médica y veterinaria. Revista Azteca Vol. 5. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México.
18. **Leiva, C. 2004.** Entomología médica y veterinaria. Revista Azteca Vol 8. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México. 615 pp.
19. **Margalef, R. 1983.** Limnología. Segunda edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
20. **Marino, H. 2003.** Los simúlidos (Díptera: Simuliidae) en la cuenca del río Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina: ecología y control. Disponible en URL: <http://www.ugf.br/editora/revistas/entomologia/eyv2003/art20.pdf>.
21. **Mariño, M. 2001.** Comportamiento de los Simúlidos en la cuenca del río Salado en la provincia de Buenos Aires - Argentina. Disponible en URL: <http://www.ugf.br/editora/revistas/entomologia/eyv2001/art13>.

22. **Martínez, R y Portillo, M. 1999.** Estudio faunístico y ecológico de los Simúlidos (Díptera, Simuliidae) del río Cidacos a su paso por La Rioja.
23. **Méndez, M y Petersen, R. 1981.** Especies de insectos acuáticos. Tercera Edición Panamá. En url. <http://www.pancanal.com/esp/cuenca/rocc/6-9.pdf>.
24. **Mosino, P. 1999.** Estudios de Meteorología y Climatología – Universidad Nacional Autónoma de México (I y II cuaderno de trabajo).
25. **Muñoz, M. 1999.** Simúlidos (Díptera: Simuliidae) de la región central del departamento de Cundinamarca. Universidad de Antioquia Colombia
26. **Pérez, B y Segnini, S. 2005.** Variación espacial de la composición y diversidad de géneros de Dípteros (Insecta) en un río tropical altoandino. Entomotropica Vol. 20(1): 49-57. Abril 2005.
27. **Ramírez, A. 1999.** Ecología Aplicada. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano –Colombia.
28. **Roldan, G. 1992.** Fundamentos de Limnología Neotropical. Primera edición Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
29. **Roldan, G. 1996.** Guía Para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Primera edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
30. **Roque, O. 1997.** Guía de Meteorología Práctica. Oficina de Investigaciones Ayacucho-Perú.
31. **Rupert, E. y Barnes, R. 1996.** Zoología de los Invertebrados. 6ta. Edición. Editorial McGraw – Hill Interamericana Editores – México.
32. **Salomón, C. 2005.** Estudio de los Simúlidos en la provincia de Buenos Aires. Disponible en URL:
<http://www.ugf.br/editora/revistas/entomologia/eyv2003/art20.pdf>.
33. **Santiesteban, F. y Dale, S. 2004.** Diagnóstico y control de simúlidos. Disponible en URL:

- www.google.com.pe/search?hl=es&q=simulidos&btnG=Buscar&meta=cr%3.
34. **Smith, R. y Smith, T. 2001.** Ecología. Cuarta edición. Pearson Educación S.A. Madrid, España.
 35. **SUNASS (Superintendencia de Servicios de Saneamiento). 1997.** Manual de procedimiento de análisis de agua. Lima, Perú.
 36. **URL:**www.veterinaria.org/revistas/parasitologiaveterinaria/10OtrosNematoceros.ppt.
 37. **Vargas, M. 1996.** Notas sobre arthropodología médica. Oficina de Publicaciones Universidad de Costa Rica. Disponible en **URL:**
<http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Referencias/Refbib130.htm>
 38. **Wetzel, R. 1981.** Limnología. Primera edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.

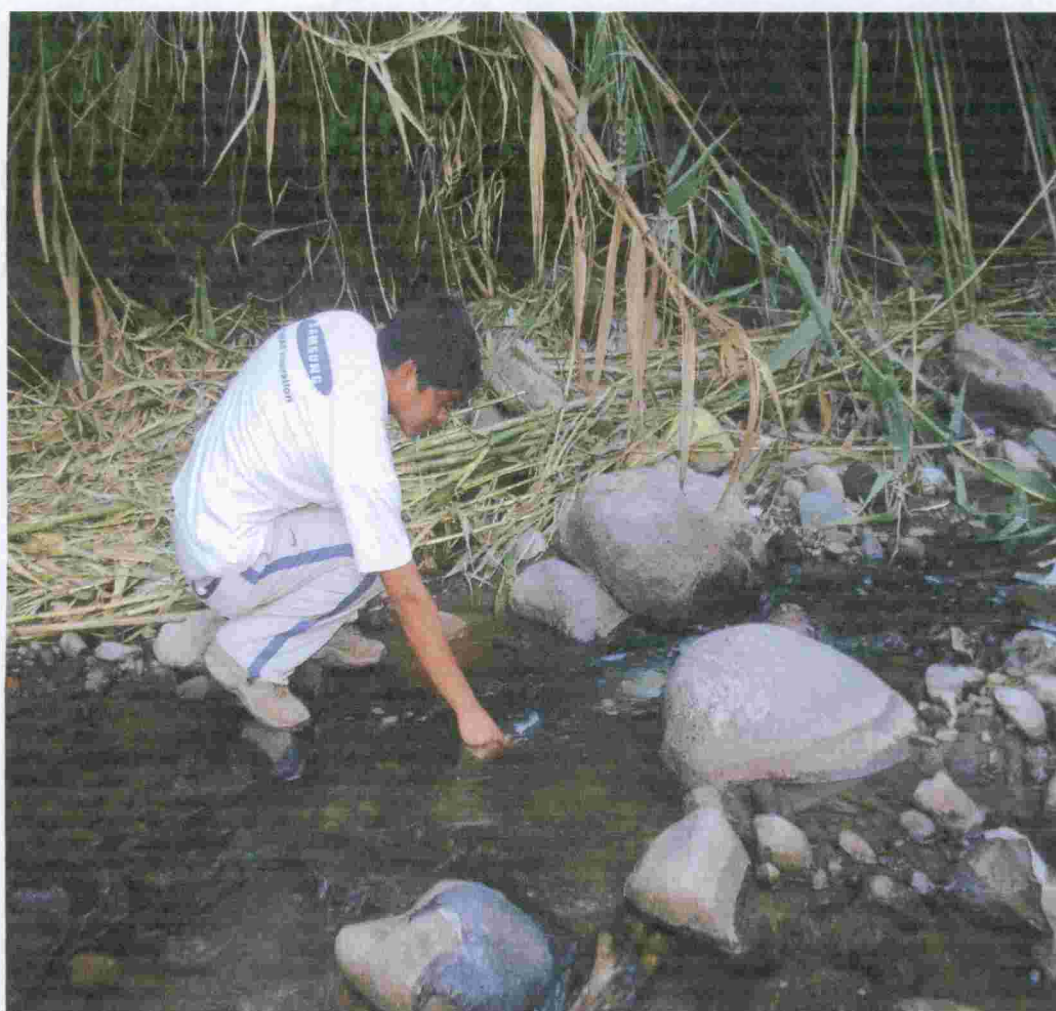
ANEXOS

Anexo N° 01



Fotografía N° 01: Muestreo de larvas y pupas de *Paraustrosimulium sp* en las aguas del río Alameda. Ayacucho, 2008

Anexo Nº 02



Fotografía Nº 02: Muestreo de agua en el río Alameda. Ayacucho, 2008.

Anexo N° 03



Fotografía N° 03: Muestreo y captura de los mosquitos adultos de la familia Simuliidae en el parque Mariscal Cáceres. Ayacucho, 2008.

Anexo N° 04



Fotografía N° 04: Muestras de agua del río Alameda para el análisis fisicoquímico realizadas en el laboratorio de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, 2008.

Anexo Nº 05



Fotografía Nº 05: Proceso de análisis fisicoquímico de las muestras de agua del río Alameda realizadas en el laboratorio de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, 2008.

Anexo Nº 06



Fotografía Nº 06: Equipos para análisis instrumental de las aguas del río Alameda del laboratorio de la planta de tratamiento de aguas residuales La Totorá. Ayacucho, 2008.

Anexo N°07:

Cuadro N° 06: Estadísticos descriptivos y prueba de Kruskal Wallis para la densidad de larvas de *Paraustrosimulium sp* para los meses de julio a noviembre en el río Alameda. Ayacucho, 2008.

	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Julio	8	337,63	195,784	173,95	501,30	117	692
Agosto	8	1204,13	1623,090	-152,81	2561,06	142	4583
Setiembre	8	1038,63	1173,602	57,47	2019,78	117	3750
Octubre	8	1414,50	1725,920	-28,41	2857,41	100	5083
Noviembre	4	966,50	872,714	-422,18	2355,18	183	2150
Total	36	995,14	1273,022	564,41	1425,87	100	5083

	Número de larvas (N°/m ²)
Chi-cuadrado	2,795
gl	4
Sig. asintót.	0,593

a Prueba de Kruskal-Wallis
 b Variable de agrupación: Mes

Anexo N°08

Cuadro N° 07: Estadísticos descriptivos y prueba de Kruskal-Wallis para la densidad de larvas de *Paraustrosimulium sp* en las aguas para cuatro zonas de muestreo ubicadas en el río Alameda, Ayacucho 2008

	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
I	9	548,00	333,476	291,67	804,33	258	1283
II	9	1534,33	1425,737	438,42	2630,25	367	4583
III	9	1742,67	1723,659	417,75	3067,59	142	5083
IV	9	155,56	38,334	126,09	185,02	100	217
Total	36	995,14	1273,022	564,41	1425,87	100	5083

	Número de larvas (N°/m2)
Chi-cuadrado	18,408
gl	3
Sig. asintót.	0,000

a Prueba de Kruskal-Wallis

b Variable de agrupación: Puntos de muestreo

Anexo N° 09

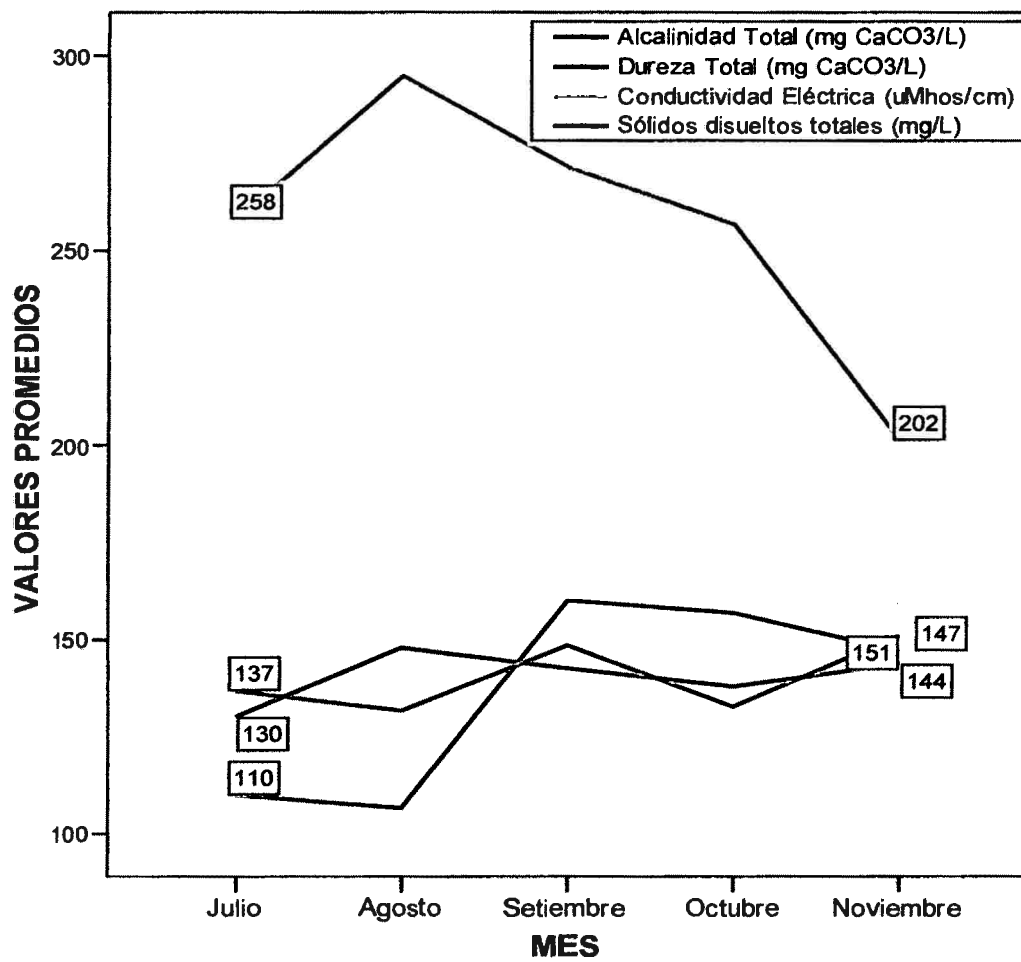


Figura N° 12: Tendencia de los valores promedios de las principales características fisicoquímicas de las aguas del río Alameda, entre los meses de julio a noviembre. Ayacucho, 2008.

Anexo Nº 10

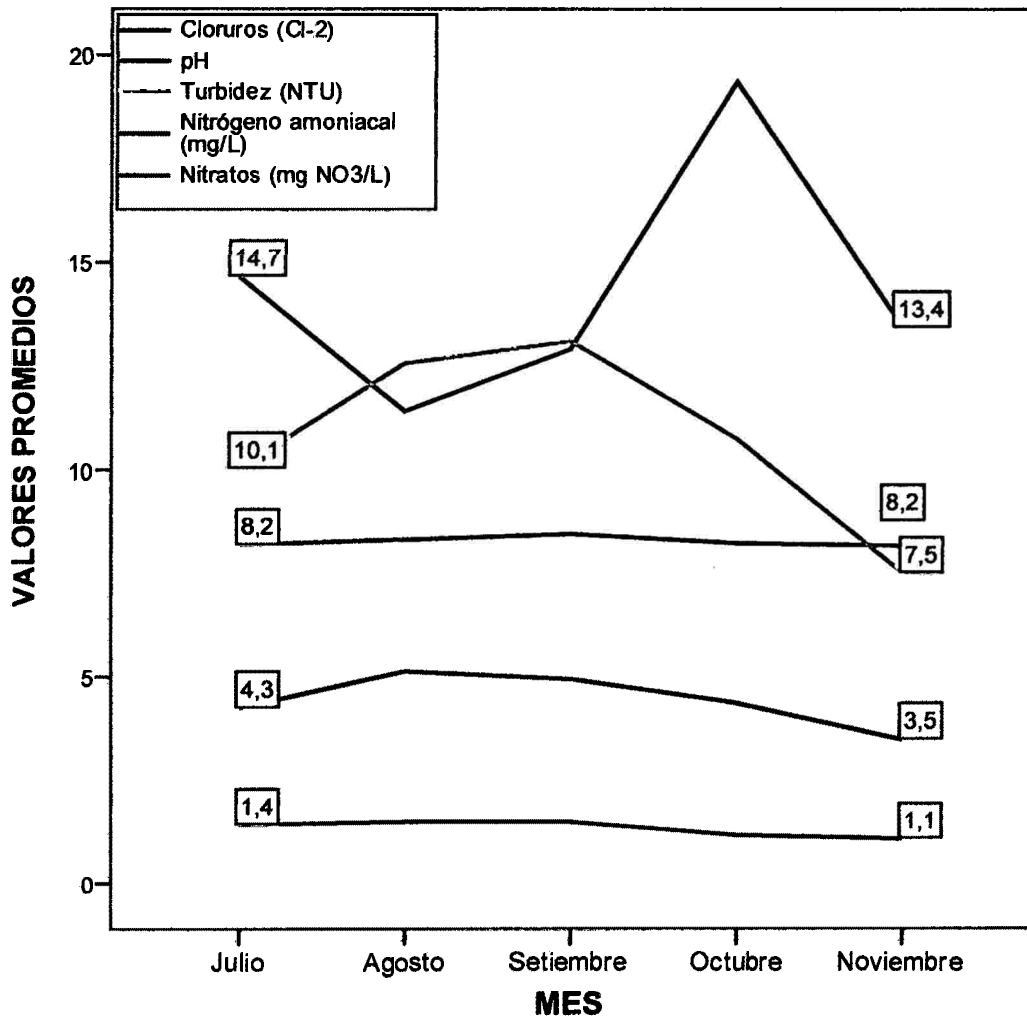


Figura Nº 13: Tendencia de los valores promedios de las principales características fisicoquímicas de las aguas del río Alameda, entre los meses de julio a noviembre. Ayacucho, 2008.

Anexo N° 11

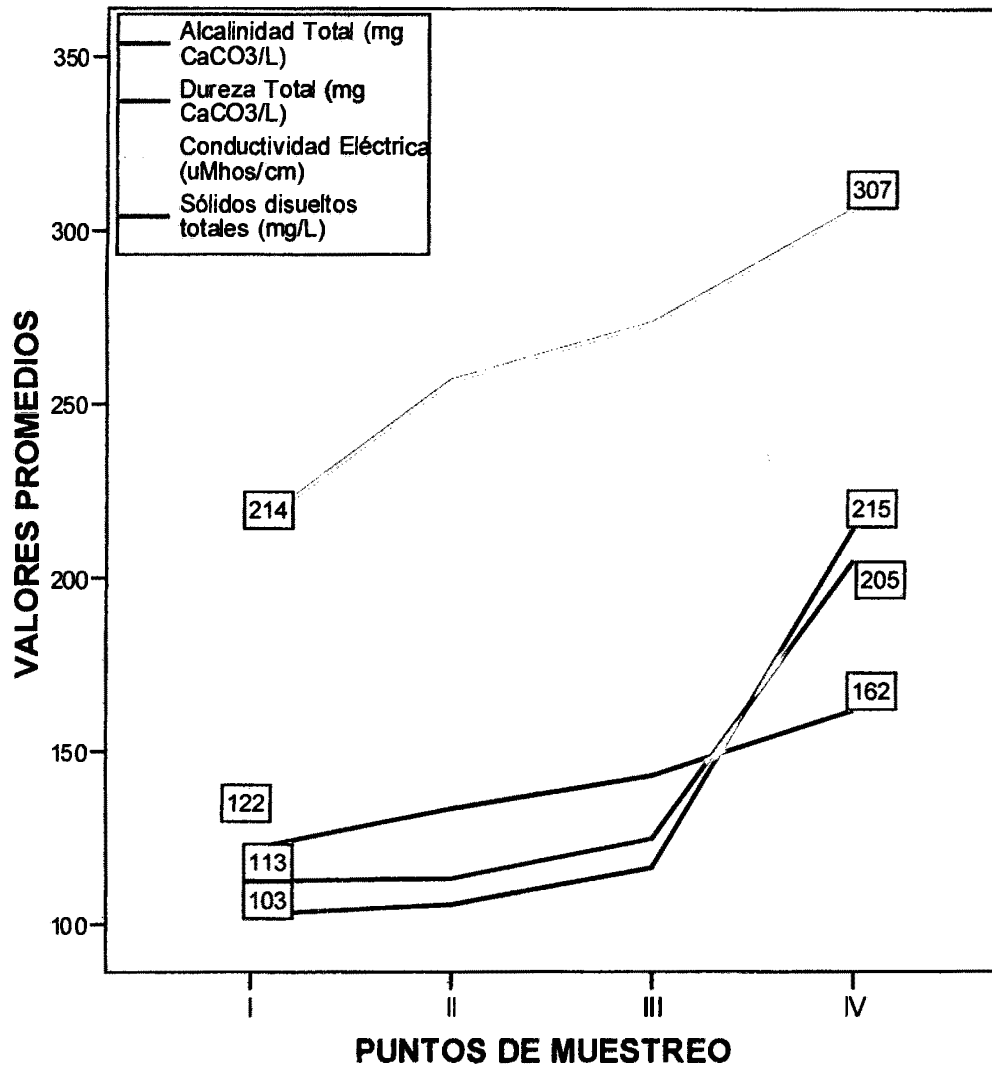


Figura N° 14: Tendencia de los valores promedios de las principales características fisicoquímicas en las aguas para cuatro zonas de muestreo ubicadas en el río Alameda. Ayacucho, 2008.

Anexo N° 12

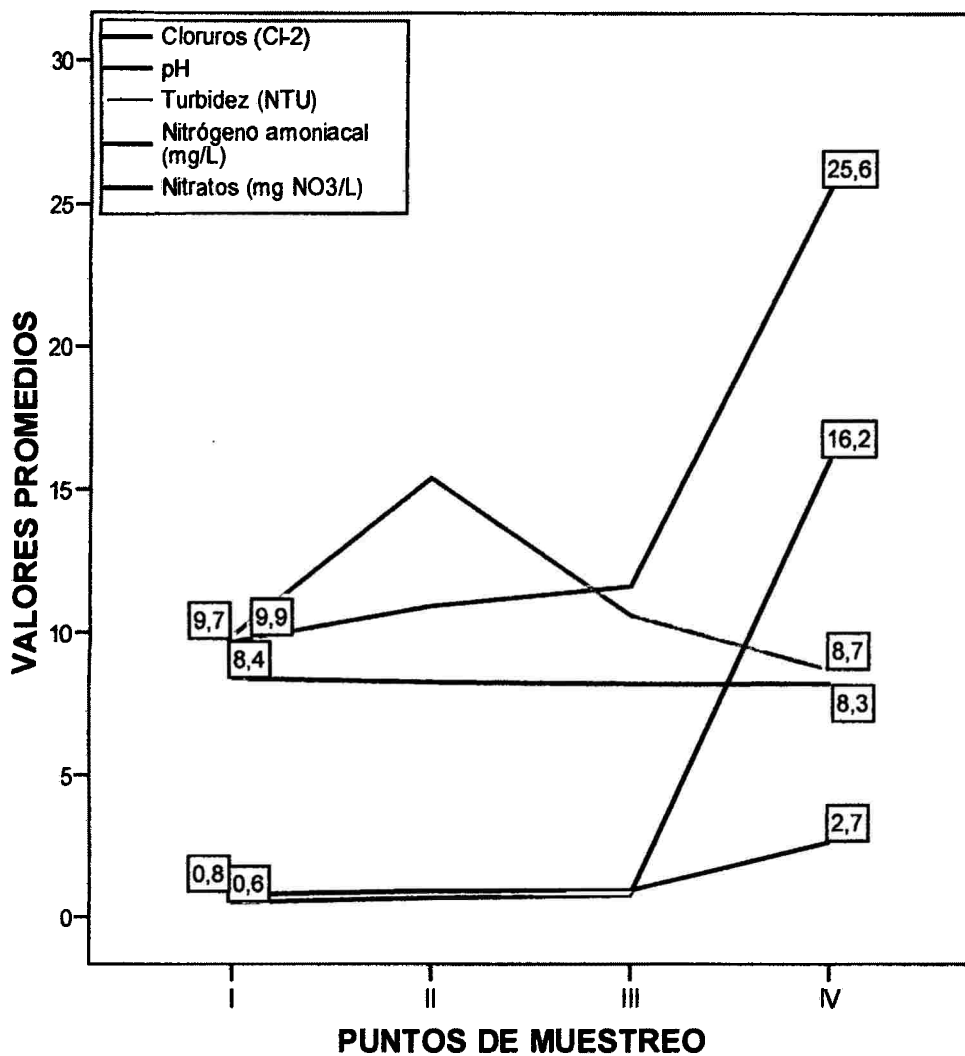


Figura N° 15: Tendencia de los valores promedios de las principales características fisicoquímicas en las aguas para cuatro zonas de muestreo ubicadas en el río Alameda, Ayacucho 2008

Anexo N° 13

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Simuliidae (Insecta: Díptera), densidad y caracterización ambiental de larvas en el río Alameda y de adultos en la ciudad de Ayacucho, 2008.					
Autor: Romel Villantoy Burgos		Asesor: Mcs. Carlos Emilio Carrasco Badajoz			
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cuáles son las especies de mosquitos adultos de la familia Simuliidae presentes en la ciudad de Ayacucho y de larvas en el curso del río Alameda entre los meses de julio a noviembre del 2008?	Existe probablemente una sola especie de "mosquitos" de la familia simuliidae en la ciudad de Ayacucho y en el curso del río Alameda.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificar lo más específico de los morfotipos de los mosquitos de la familia simuliidae. ❖ Determinar la densidad de las formas adultas mediante el índice de N° Adultos/hombre/h. ❖ Determinar la densidad de larvas en el río Alameda. ❖ Determinar la relación de los "mosquitos" adultos y larvas con las características ambientales de su hábitat. ❖ Determinar la tendencia alimentaria de los mosquitos adultos durante las horas del día mediante el índice N° picaduras/hombre/h. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Antecedentes. ❖ Generalidades. <ul style="list-style-type: none"> • Orden Díptera. • Familia Simuliidae. - Morfología de la familia Simuliidae. - Ciclo de vida de los simúlidos. - Comportamiento y ecología. - Importancia veterinaria ❖ Características fisicoquímicas de las aguas. <ul style="list-style-type: none"> • Nutrientes. • Gases disueltos. • Otros Iones. • Otras características derivadas ❖ Factores ambientales 	Variable Independiente: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Características ambientales de la ciudad de Ayacucho y características fisicoquímicas del río Alameda ❖ Épocas del año. Variable Dependiente: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Especies. ❖ Densidad de las formas adultas en la ciudad de Ayacucho y de larvas en el río Alameda. ❖ Tendencia alimentaria 	Población: Adultos y larvas de la familia simuliidae. Muestra: Para los adultos las muestras serán tomadas de 3 puntos de muestreo en la ciudad de Ayacucho y para larvas de 4 puntos de muestreo ubicados en el curso del río Alameda. Metodología: Los adultos serán capturados mediante un tubo succionador dejando descubierta la pierna durante 1 hora. En caso de las larvas serán capturadas con una red de tipo Surber de 30x40 cm.
¿Cuál es la densidad de las formas adultas en la ciudad de Ayacucho y de larvas en el río Alameda y cual es la relación con las principales características ambientales y calidad fisicoquímica del agua?	La densidad de las formas adultas (N° Adultos/hombre/h) y de larvas varía según la época del año existiendo estrecha relación con las características ambientales (precipitación y temperatura ambiental) y de larvas con algunas características fisicoquímicas del agua.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Determinar la relación de los "mosquitos" adultos y larvas con las características ambientales de su hábitat. ❖ Determinar la tendencia alimentaria de los mosquitos adultos durante las horas del día mediante el índice N° picaduras/hombre/h. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Características fisicoquímicas de las aguas. <ul style="list-style-type: none"> • Nutrientes. • Gases disueltos. • Otros Iones. • Otras características derivadas ❖ Factores ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Especies. ❖ Densidad de las formas adultas en la ciudad de Ayacucho y de larvas en el río Alameda. ❖ Tendencia alimentaria 	Metodología: Los adultos serán capturados mediante un tubo succionador dejando descubierta la pierna durante 1 hora. En caso de las larvas serán capturadas con una red de tipo Surber de 30x40 cm.
¿Cual es la tendencia alimentaria de las formas adultas durante las horas del día?	La tendencia alimentaria durante el día se da a mayor temperatura ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Determinar la tendencia alimentaria de los mosquitos adultos durante las horas del día mediante el índice N° picaduras/hombre/h. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Factores ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tendencia alimentaria 	En caso de las larvas serán capturadas con una red de tipo Surber de 30x40 cm.

Simuliidae (Insecta: Diptera), densidad y caracterización ambiental de larvas en el río Alameda y adultos en la ciudad de Ayacucho, 2008.

Romel Villantoy.¹ C. Carrasco.²

¹ Escuela de Formación Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga -Ayacucho
² Laboratorio de Ecología y Control Ambiental, Escuela de Formación Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - Ayacucho

RESUMEN

Los mosquitos simuliidae, han sido estudiados por diversas razones, entre ellas el ser agentes transmisores de enfermedades. La presente investigación se desarrolló en el curso del río Alameda estableciéndose cuatro zonas de muestreo para larvas y tres zonas de muestreo para adultos en la ciudad de Ayacucho, durante los meses de julio a noviembre del 2008. El tipo de investigación fue diseño básico - descriptivo y correlacional. Los objetivos planteados fueron: Identificar los morfotipos de los "mosquitos" Simuliidae en las formas larvales y adultas, determinar la densidad de las formas adultas y de larvas, determinar la relación de las formas adultas y larvales con las principales características ambientales de su hábitat, determinar las horas de preferencia alimentaria de las formas adultas. Los muestreos fueron sistemáticos cada 15 días; para larvas y pupas se empleó una red tipo Surber de 1 200 cm² mientras los mosquitos adultos se capturaron con un tubo succionador. Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron en los laboratorios de Ecología de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y de la Empresa Prestadora de Servicios – Ayacucho S.A. (EPSASA). Se identificó a *Paraustrosimulium sp* para la ciudad de Ayacucho, para la densidad de larvas se halló que el mes de julio y noviembre presentan menor densidad y los meses de agosto y octubre mayor densidad, siendo el punto de muestreo IV con 156 larvas/m² y el punto de muestreo III con 1743 larvas/m², en caso de adultos, se encontró que los meses de setiembre, octubre y noviembre presentan menor densidad, siendo los meses de julio y agosto los de mayor densidad, encontrándose en el Parque de las Banderas 46 adultos/hombre/hora, seguido del parque Mariscal Cáceres con 35 y la Plaza Mayor de Huamanga con 22 adultos/hombre/hora, en relación a las características fisicoquímicas del agua se observó menores valores en los puntos I y II (río Arriba) y mayores en los puntos de muestreo III y IV (río abajo), así mismo se observó que los adultos de *Paraustrosimulium sp* presentan relación negativa con las características ambientales de temperatura y precipitación y relación directa con las horas de sol.

Palabras clave: Simuliidae, morfotipos, río y densidad.

ABSTRACT

Simuliidae Mosquitoes have been studied for various reasons, including being transmitters of diseases. This study was conducted in the course of the river Alameda established four sampling areas for larvae and three adult sampling areas in the city of Ayacucho, in the months from July to November 2008. The research was basic design - descriptive and correlational. The objectives were: To identify the morphotypes of the "mosquito" Simuliidae in larval and adult forms, determine the density of adult and larval forms, determine the relationship of adult and larval forms of the main environmental characteristics of their habitat, determine the hours of food preference of the adult forms. The systematic sampling was every 15 days for larvae and pupae were used a Surber net rate of 1200 cm² while the adult mosquitoes were collected with a suction tube. Physicochemical determinations were made in the laboratory of Ecology at the Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga and Service company - Ayacucho SA (EPSAS). *Paraustrosimulium sp* were identified for the city of Ayacucho for the density of larvae were found in July and November have lower density and the months of August and October higher density, with the sampling IV with 156 larvae/m² and sample point III with 1743 larvae/m² with adults, found that the months of September, October and November have lower density, with the months of July and August the highest density found in the Park Flags 46 adults / man / hour, followed Mariscal Cáceres park with 35 and the Plaza Mayor Huamanga with 22 adults/man/hour, in relation to physicochemical characteristics of water lower values were observed in I and II (river above) and higher in sampling points III and IV (downstream), also found that adults have *sp Paraustrosimulium* negative relationship with the environmental characteristics of temperature and precipitation and directly related to the hours of sunshine.

Keywords: Simuliidae, morphotypes, river and density.

INTRODUCCIÓN

Los mosquitos, utilizando este término en un amplio sentido, fueron estudiados a lo largo del tiempo por diversas razones, entre las que se incluye el ser agentes transmisores de determinadas enfermedades, por tal motivo está catalogada como tercera en importancia entre

todos los artrópodos por las molestias que causan, aun sin llegar a ser demasiado nocivos y, por supuesto, el interés como grupo zoológico para su estudio taxonómico y faunístico materia de investigación.

Los simúlidos son una familia de insectos voladores que pertenecen al orden de los dípteros conocidos genéricamente como moscas negras, encontrándose entre sus miembros a especies excesivamente agresivas; son de hábitos diurnos y atacan de preferencia en días soleados durante el día, su distribución está afectada principalmente por

Correspondencia:
 Romel Villantoy Burgos (romelvb@hotmail.com)
 Fac. Cs. Biológicas UNSCH. Ciudad Universitaria. Av. Independencia
 s/n. Telf.: (066) 31-8553 anexo 145. E-mail: Bio.unsch@gmail.com

la disponibilidad del agua en movimiento principalmente para el desarrollo de las etapas inmaduras. El Ministerio de Salud (MINSA), a través de su Programa de Vigilancia y Control Vectorial tiene reportado algunas especies de dípteros faltando la identificación de otras, entre ellos los simúlidos, lo que dificulta en gran medida el control eficiente, además se hace necesario estudiar a estos organismos porque permitirá complementar la información que se tiene generada en la zona y/o confirmar la diversidad de insectos que reporta el MINSA, motivo por el cual se desea conocer cuál es la composición de especies y su relación con las características ecológicas (calidad fisicoquímica del agua, temperatura ambiental, precipitación, etc.) de larvas y adultos de los mosquitos (Diptera: Simuliidae) en el río Alameda y en la ciudad de Ayacucho. Por las razones señaladas el presente trabajo de investigación se ha desarrollado planteándose los siguientes objetivos:

- Identificar lo más específicamente posible los morfotipos de los "mosquitos" de la familia Simuliidae en las formas larvales y adultas en el curso del río Alameda y la ciudad de Ayacucho, entre los meses de julio a noviembre del 2008.
- Determinar la densidad de las formas adultas de los "mosquitos" simúlidos en la zona de estudio mediante el índice de número de picaduras/hombre/hora en el periodo de evaluación.
- Determinar la densidad de las larvas de los "mosquitos" simúlidos en los puntos ubicados en el curso del río Alameda entre los meses de julio a noviembre del 2008.
- Determinar la relación entre la densidad de las formas adultas y larvales de los mosquitos simúlidos con las principales características ambientales de su hábitat.
- Determinar las horas de preferencia alimentaria de los mosquitos simúlidos adultos en la ciudad de Ayacucho a lo largo de las horas del día mediante el índice de número de picaduras/hombre/hora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área De Estudio.

Políticamente, el área de trabajo se ubica en la ciudad de Ayacucho que comprende a los Distritos:

Ayacucho
San Juan Bautista
Carmen Alto
Jesús de Nazareno

El área de estudio estuvo comprendida en el curso del río Alameda, para lo cual se ubicaron cuatro zonas de muestreo (altura del puente Pérez, Comunidad de Andamarca, Colegio San Ramón y Cere-La Totorilla) de igual manera se tomaron tres puntos en la ciudad de Ayacucho (parques) los cuales fueron: parque Mariscal Cáceres, parque de las Banderas y la Plaza Mayor de Huamanga.

Población: Adultos de los mosquitos Simuliidae ubicados en la ciudad de Ayacucho
Larvas ubicadas en el curso de las aguas del río Alameda

Muestra: Adultos Simuliidae obtenidos aleatoriamente siguiendo un muestreo sistemático, para lo cual se ubicaron 3 zonas de muestreo (plazas o parques). Para el caso de larvas las muestras fueron tomadas de 4 zonas a lo largo del río Alameda, en ambos casos durante 5 meses. Las muestras de agua fueron tomadas en las mismas zonas donde se muestrearon las larvas.

Metodología:

Adultos: Los mosquitos adultos fueron colectados siguiendo la técnica de Nº de picaduras/hombre/hora, para lo cual fue necesario que una persona deje descubierta la pierna y en el lapso de 1 hora coleccionar los adultos que se acercaron a picar mediante un tubo succionador durante las horas del día (desde las 07:00 h hasta las 18:00 h). Así mismo la técnica permitió estimar la densidad de los adultos, establecer las horas de preferencia alimentaria de las hembras de estos mosquitos.

Larvas: Para la colecta de muestras de larvas se utilizó una red de tipo Surber con un área de muestreo 50 x 30cm y con una luz de malla de 0.5mm. En cada zona de muestreo se tomó muestras por tres veces, tratando de abarcar lechos con el mismo tipo de sustratos y en profundidades comprendidas entre 10 a 40 cm, (orillas y parte central), el proceso de toma de muestras se realizó colocando la boca de la red en contra de la corriente de agua y con la ayuda de las manos se removió los guijarros componentes del lecho con la finalidad de que los organismos adheridos o bajo ellos, sean arrastrados por la corriente hacia el fondo de la red. Para la identificación de las larvas, pupas y adultos se utilizó la clave propuesto por Coscarón & Coscarón (2007, observándose directamente al microscopio-estereoscopia).

Aguas: Las muestras de agua fueron tomadas en frascos de polietileno de aproximadamente 700 mL para las determinaciones fisicoquímicas. El procedimiento de colección fue sumergiendo los frascos en la parte media del curso del agua, haciendo que ingrese cuidadosamente el agua sin producir mucha turbulencia, empleándose como metodología lo recomendado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

Análisis estadístico

Con las medidas de las variables consideradas, se construyó una base de datos en el software SPSS 15 y el MINITAB 14, obteniéndose estadísticos descriptivos los que se presentó en cuadros y gráficos. Se utilizó el análisis estadístico de:

Prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis.

Con la finalidad de detectar posibles diferencias entre las zonas de muestreo, para las características fisicoquímicas del agua, ya que los datos aparentemente no mostraban una distribución normal.

Regresión correlación de Spearman.

Para determinar la existencia de asociación lineal entre la densidad de los mosquitos simúlidos (larvas) con las principales características fisicoquímicas de las aguas.

RESULTADOS

El género identificado para la ciudad de Ayacucho fue *Paraustrosimulium* sp, para lo cual se muestran a continuación las características morfológicas más importantes:

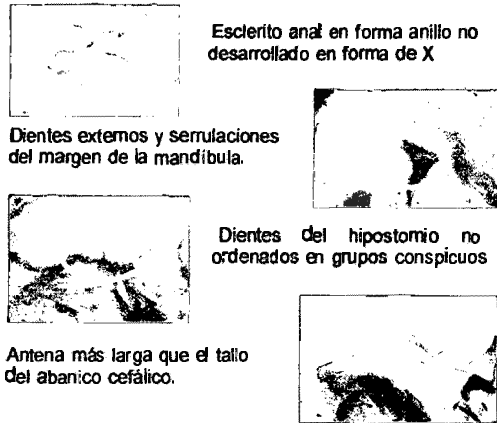


Figura N° 01: Características morfológicas del género *Paraustrosimulium* sp en el estado de larva. Laboratorio de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, 2008.

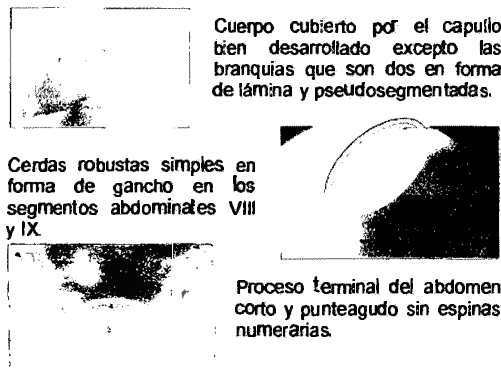


Figura N° 02: Características morfológicas del género *Paraustrosimulium* sp en el estado de pupa. Laboratorio de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, 2008.

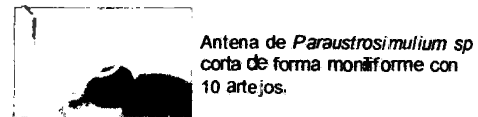
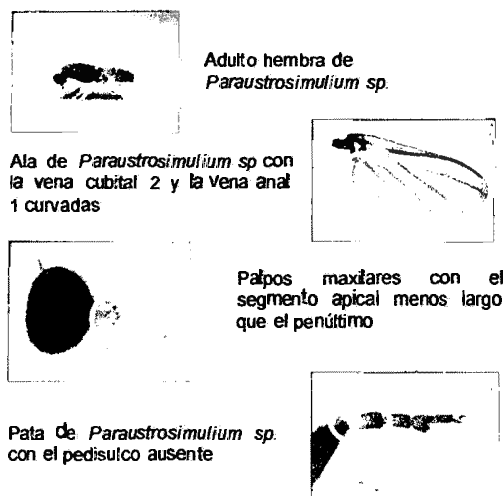
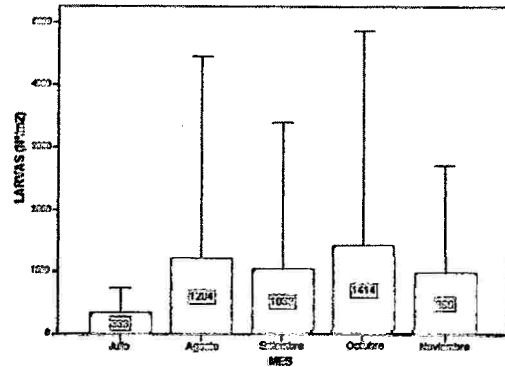
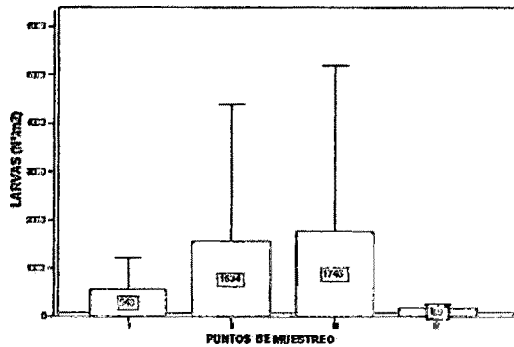


Figura N° 03: Características morfológicas del género *Paraustrosimulium* sp en el estado de adulto. Laboratorio de ecología y control ambiental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, 2008.



Kruskal Wallis: $\chi^2 = 2.795$; GL = 4; P = 0.593
Figura N° 04: Media y desviación típica para la abundancia de larvas de *Paraustrosimulium* sp durante los meses de julio a noviembre en el río Alameda. Ayacucho, 2008.



Kruskal Wallis: $\chi^2 = 18.408$; GL = 3; P = 0.000
Figura N° 05: Media y desviación típica para la abundancia de larvas de *Paraustrosimulium* sp en las aguas para cuatro zonas de muestreo ubicadas en el río Alameda. Ayacucho, 2008.

Cuadro N° 01: Valores promedio de las características fisicoquímicas en las aguas del río Alameda, durante los meses de julio a noviembre, Ayacucho 2008

	Mes				
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /l)	137	132	140,0	133	137,2
Oxígeno Total (mg O ₂ /l)	110,3	107	100,2	107	97,3
Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /l)	71,0	61,0	61,4	67,0	62,2
Oxígeno Consumido (mg O ₂ /l)	39,6	23,3	60,0	40,3	55
Conductividad	14,7	11,4	12,0	10,4	12,5
pH	6,8	6,8	6,6	6,3	6,2
Concentración de Sólidos Totales (mg/l)	210,4	201,1	271,0	227,1	211,0
Sólidos Totales (ST)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Turbidez (NTU)	10,4	12,5	10,1	10,0	7,5
Conductividad eléctrica (µS/cm)	130,4	140,1	142,0	110,2	144
Conductividad térmica (mg/l)	1,5	1,5	1,5	1,2	1,1
Sólidos (mg O ₂ /l)	60,2	67,0	60,0	60,2	57,0
Nitrato (mg O ₂ /l)	4,2	5,2	4,0	4,4	2,5

Cuadro N° 02: Valores promedios de las características fisicoquímicas de las aguas del río Alameda, en cuatro zonas de muestreo, Ayacucho 2008.

	Puntos de muestreo			
	I	II	III	IV
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)	112,8	113,6	125,1	205,1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	103,1	106,1	116,7	214,7
Dureza Cálcica (mg CaCO ₃ /L)	65,3	68	78,0	133,8
Dureza Magnésica (mg MgCO ₃ /L)	37,8	38,1	38,1	80,9
Cloruros (Cl ⁻²)	9,7	10,9	11,7	25,6
pH	8,4	8,2	8,3	8,2
Conductividad Eléctrica (µMhos/cm)	214,2	257,1	273,9	306,8
Salinidad(‰)	0,1	0,1	0,1	0,1
Turbidez (NTU)	9,9	12,4	10,6	8,7
Sólidos disueltos totales (mg/L)	122,2	133,8	143,3	162,1
Nitrógeno amoniacal (mg/L)	0,8	0,9	1,0	2,7
Sulfatos (mg SO ₄ /L)	1,8	1,4	6,72	16,72
Nitratos (mg NO ₃ /L)	0,6	0,7	0,8	16,2

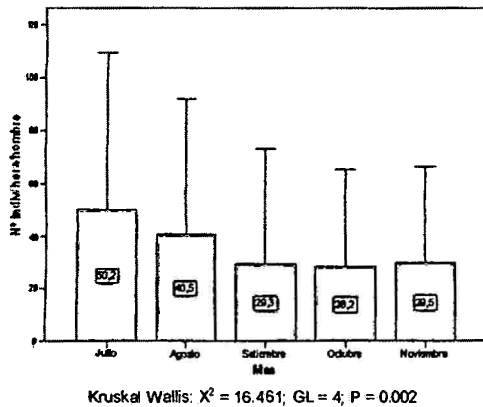


Figura N° 06: Media y desviación típica (N° adulto/hombre/h) para hembras adultas de *Paraustrosimulium* sp. entre los meses de julio a noviembre en tres parques de la ciudad de Ayacucho, 2008.

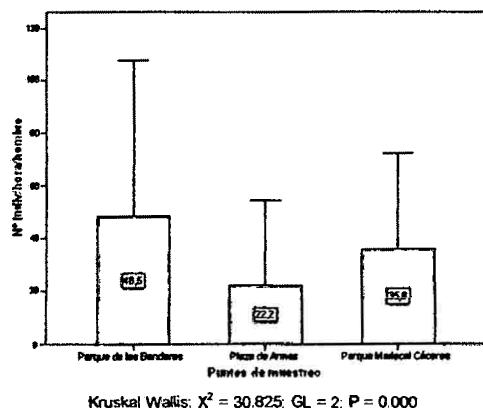


Figura N° 07: Media y desviación típica (N° adulto/hombre/h) para hembras adultas de *Paraustrosimulium* sp. en tres parques de la ciudad de Ayacucho, 2008.

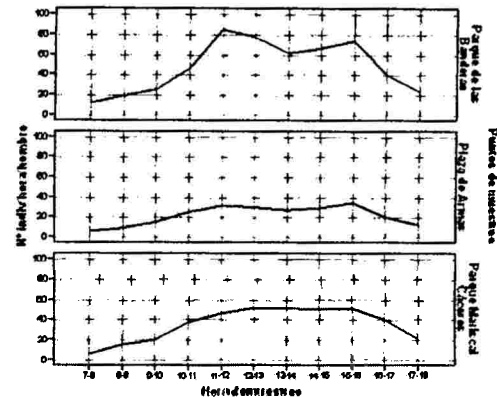


Figura N° 08: Tendencia del comportamiento alimentario de las hembras adultas de *Paraustrosimulium* sp. en relación a las horas del día para tres parques ubicados en la ciudad de Ayacucho, 2008.

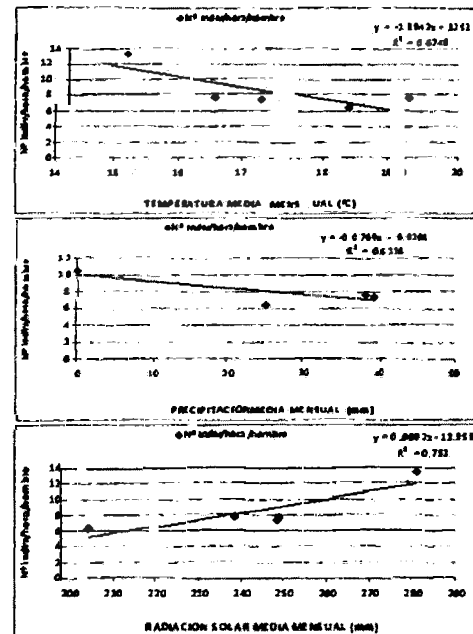


Figura N° 09: Relación de la densidad de *Paraustrosimulium* sp. (N° hembras/hombre/h) con los factores ambientales (temperatura, precipitación y radiación solar) en la ciudad de Ayacucho, 2008.

DISCUSIÓN

El taxón de la familia Simuliidae del orden Díptera, para la ciudad de Ayacucho fue identificado como *Paraustrosimulium* sp., por las siguientes características morfológicas que presentó: En estado de larva (Figura N° 01) muestran longitudes de 5.0 a 10.0 mm, forma alargada, presencia del esclerito anal, sin esclerito accesorio en forma de anillo no desarrollado en forma de X, mandíbulas con 2 dientes externos, serrulaciones del margen de las mandíbulas poco numerosas, dientes del hipostomio no ordenados en grupos conspicuos, la antena más larga que el tallo del abanico cefálico, con el artejo distal de la antena notoriamente más largo que el proximal y mediano juntos. El estadio de pupa (Figura N° 02) se caracteriza por presentar un capullo bien desarrollado cubriendo todo el cuerpo de la pupa

excepto las branquias, que son dos en forma de lámina y pseudosegmentadas, abdominales VI y VII divididos longitudinalmente, ganchos de los tergitos VI y VIII simples, segmentos abdominales VIII y IX presentan cerdas robustas curvas, proceso terminal del abdomen corto y puntiagudo, el abdomen poco esclerotizado, con espinas en poca cantidad.

El estadio de adulto (Figura Nº 03) presenta tamaños que van desde 1.5 a 5.0 mm de longitud, de color negro a rojizo y castaños amarillentos, cabeza ancha y redondeada, las alas con célula basal presente, la vena cubital 2 y vena anal 1 curvadas, en la pata el pedisulco se encuentra ausente, la antena corta de forma moniliforme con 10 artejos, la porción apical de endoparámetros con numerosos denticulos alargados, características que concuerdan con las señaladas para este género por Coscarón & Coscarón (2007) y Fernández y Domínguez (2001).

En figura Nº 04, se muestra las abundancias medias de larvas (N°/m^2) entre los meses de julio a noviembre en el río Alameda observándose que el mes de julio presenta un promedio mínimo de 338 larvas/ m^2 , mientras que para los meses de agosto, setiembre y octubre se registraron mayores densidades de larvas con 1204, 1039 y 1414 larvas/ m^2 respectivamente, disminuyendo en el mes de noviembre con 966 larvas/ m^2 . Es de notar que en los meses de Agosto, Setiembre, Octubre y Noviembre presenta una desviación típica sumamente elevada, lo que quiere decir que las densidades de las larvas en las zonas de muestreo durante los meses de estudio fueron muy variables, esta característica posiblemente se debe a que durante los meses donde se llevo a cabo el estudio la precipitación pluvial fue mínima, lo que determino la presencia de condiciones ambientales (calidad de agua) sea muy variables a lo largo del río Alameda, como consecuencia de la incorporación de materia contaminante, distinguiéndose claramente 3 o 4 zonas, zonas con poca alteración, mediana alteración y zonas sumamente alteradas lo que como consecuencia trae las fluctuaciones extremas según sea la zona. Lo mencionado coincide con lo manifestado por Roldán (1992) que afirma que la precipitación influye en la densidad de los macroinvertebrados acuáticos existentes en los ríos ya que el caudal de estos crece incrementando su capacidad de arrastre, además de llevar en suspensión y arrastre mayor cantidad de solutos que afecta negativamente la existencia de dichos organismos.

En la figura Nº 05, se observa el número de larvas/ m^2 según los puntos de muestreo, siendo los puntos I y IV los de menor densidad con 548 y 156 larvas/ m^2 respectivamente, y mayor en los puntos de muestreo II y III con 1534 larvas/ m^2 y 1743 larvas/ m^2 , lo que se explica a que posiblemente en el punto de muestreo I, el agua está poco contaminada por lo que sus densidades disminuyen, mientras que en el punto de muestreo IV al estar ubicado luego de la ciudad de Ayacucho, las aguas están muy contaminadas (incorporación de residuos líquidos y sólidos de la ciudad) afectando negativamente la densidad. Mientras que en los puntos de muestreo II y III muestran las mayores densidades, debido posiblemente a que al estar relativamente contaminada, arrastra materia orgánica en suspensión (alimento), así como la mayor presencia de sustratos adecuados que permite la adhesión de las larvas. Los resultados hallados coincidieron con los hallados por Leiva

(2004) y Figueroa (2003), quienes realizaron investigaciones similares en ríos de Chile, reportando un menor número de familias y especies de dípteros a medida que las aguas de los ríos están cercanas a centros urbanos y aún más si estos atraviesan o se hallan inmediatamente luego de ellos.

Los promedios de las 13 variables fisicoquímicas determinadas en las aguas del río Alameda, según los meses y puntos de muestreo se muestran en el Cuadro Nº 01 y Cuadro Nº 02, siendo los meses de julio y agosto los que presenta en la mayoría de las características fisicoquímicas menores valores a excepción de la conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, mientras los meses de setiembre y octubre presentan mayores valores esto puede explicarse a que en los meses de julio y agosto la precipitación es mínima o escasa lo que no sucede con los meses de setiembre, octubre y noviembre donde la precipitación es mayor a lo cual podemos decir que la precipitación es un factor determinante, con relación a los puntos de muestreo III y IV se observan los mayores valores, siendo los puntos I y II los que presentan menores valores, esto se explica a que las aguas del río a medida que circula incorpora materia orgánica que influye en la Alcalinidad y Dureza Total, mientras que en los cloruros se reporta mayores valores en los puntos III y IV, posiblemente derivados de las aguas residuales (orina) vertidos por la ciudad de Ayacucho, con lo cual podemos afirmar que las larvas de los simúlidos prefieren aguas que no han sido alteradas, resultados que concuerdan con lo mencionado por Roldán (1992), quien menciona que la principal fuente de contaminación de las aguas continentales son las aguas que han sido empleadas en los hogares los que son denominadas como aguas negras, aguas servidas, así mismo Cole (1988), menciona que los valores máximos se hallan en aquellas zonas influenciadas por la actividad antropogénica.

En la figura Nº 06, se observa la densidad promedio de los adultos de *Paraustrosimulium sp.*, en relación a los meses de muestreo (julio a noviembre), en tres parques de la ciudad de Ayacucho, encontrándose mayor densidad para los meses de julio y agosto con 50 y 40 adultos/hombre/hora, y menor densidad en los meses de setiembre, octubre y noviembre, muy posiblemente se deba a que su densidad está relacionado con las características ambientales reinantes en dichos meses, siendo la precipitación pluvial el factor de mayor importancia ya que las mayores densidades coinciden con las épocas donde no hay lluvia y las menores en las épocas de lluvia, la temperatura ambiental también influye posiblemente sobre la densidad de estos organismos, tal como lo señala Coscarón & Coscarón (2007), quienes manifiestan que estos mosquitos por lo general vuelan de día cuando la temperatura es mayor de 10 °C y menor a 16 °C, con la finalidad de alimentarse, buscar aparearse y encontrar lugares donde ovipositar.

En la figura Nº 07, se muestra la densidad promedio de los adultos de *Paraustrosimulium sp.*, en relación a los puntos de muestreo ubicados en tres parques de la ciudad de Ayacucho, se halló mayor densidad en el parque de las Banderas con 48 hembras/hombre/hora, seguido del parque Mariscal Cáceres con 35 hembras/hombre/hora y la plaza Mayor de Huamanga con 22 hembras/hombre/hora, posiblemente es mayor la densidad en el parque de Las Banderas, debido a que geográficamente se halla cercano al río Alameda por un lado y por el

otro al río Huatatas, además de presentar abundante vegetación arbórea y arbustiva que actúan como refugios, mientras el parque Mariscal Cáceres presenta una densidad intermedia, si bien aparenta no estar cercana a una fuente hídrica posiblemente se debe a que estos mosquitos vuelan largas distancias en busca de alimento, lo que influencia sobre las densidades halladas; mientras que en la Plaza Mayor de Huamanga, presenta menor densidad posiblemente a que no habiendo fuentes hídricas, exista la presencia de una mayor contaminación por ruido (parque automotor) que altera la actividad de los mosquitos lo cual influye en las densidades halladas.

En la figura Nº 08, se muestra la comparación de la densidad de los mosquitos adultos de *Paraustrosimulium sp.* en relación a las horas de muestreo en tres parques, se observó que los mosquitos tienen mayor actividad entre las 11:00 a 12:00 h y las 15:00 a 16:00 h, posiblemente se deba a que en estas horas la temperatura sea ideal, mayor brillo solar lo cual favorece la actividad de éstos mosquitos, tal como lo menciona Coscarón & Coscarón (2007).

En la figura Nº 09, observamos la tendencia de los "mosquitos adultos" de *Paraustrosimulium sp.* según los factores ambientales (temperatura, precipitación y horas de sol), la tendencia de la densidad es negativa con la temperatura ambiental y la precipitación, mientras que es positiva con la radiación solar, lo que podría explicarse de la siguiente manera. Se ha podido determinar que existe una mayor densidad de adultos durante los meses donde la precipitación pluvial es mínimo o se halla ausente, lo que coincide con meses donde el brillo solar (horas de sol) es máximo y a la vez la temperatura ambiental en la zona de Ayacucho disminuye, por lo que nos atrevemos a mencionar que el factor más importante que influye en la densidad viene a ser la precipitación pluvial influenciando sobre dos aspectos, por un lado sobre las densidades de las larvas (a mayor precipitación menor densidad y viceversa), y sobre la densidad de los adultos, ya que genera mortalidad como consecuencia de ser golpeadas y arrastradas por las gotas de lluvia, resultados que concuerda con lo mencionado por Fernández y Domínguez (2001), quienes mencionan que estos mosquitos tienen mayor actividad a temperaturas de 15 °C, y en días donde la radiación solar es mayor.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carrasco, C. 2005. Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la provincia de Huamanga. Ayacucho 2003 – 2004. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho- Perú.
- Carrasco, C. 2001. Composición Estructural de la Comunidad de los Macroinvertebrados Acuáticos y su Relación con las Características Físico Químicas en el río Alameda, UNSCH. Ayacucho-Perú.
- Carrasco, C. 2003. Limnología-Guía de Trabajos Prácticos, UNSCH. Ayacucho-Perú.
- Cole, G.A. 1988. Manual de Limnología. Hemisferio Sur. Buenos Aires-Argentina.
- Coscarón, S y Coscarón, C. 2007. Biodiversidad Acuática en América Latina Simuliidae Neotropicales (Diptera: Insecta). Vol. 3 Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.
- De la Fuente, C 1994. Biodiversidad Faunística y Florística de Macroinvertebrados Acuáticos, Cuarta edición Tolima –México.
- Fernández, H. y Domínguez, E. 2001. Guía para Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.
- Ibáñez-Bernal, C. 1996. Entomología Médica y Veterinaria. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona-España.
- Marino, H. 2003. Los simúlidos (díptera:Simuliidae) en la cuenca del río Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina: ecología y control. Disponible en: <http://www.ugf.br/editora/revistas/entomologia/eyv2003/art20.pdf>.
- Mariño, M. 2001. Comportamiento de los Simúlidos en la cuenca del río Salado en la provincia de Buenos Aires - Argentina. En url <http://www.ugf.br/editora/revistas/entomologia/eyv2001/art13>.
- Martínez, R y Portillo, M. 1999. Estudio faunístico y ecológico de los Simúlidos (Diptera, Simuliidae) del río Cidacos a su paso por La Rioja.
- Méndez y Petersen 1981 Especies de insectos acuáticos Tercera Edición Panamá. En <http://www.pancanal.com/esp/cuenca/r0cc/6-9.pdf>.
- Mosino, P. 1999. Estudios de Meteorología y Climatología – Universidad Nacional Autónoma de México (I y II cuaderno de trabajo).
- Pérez, B y Segnini, S. 2005. Variación espacial de la composición y diversidad de géneros de Dípteros (Insecta) en un río tropical altoandino. Entomotropica Vol. 20(1): 49-57. Abril 2005.
- Roldan, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Roldan, G. 1996. Guía Para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Roque, O. 1997. Guía de Meteorología Práctica. Oficina de Investigaciones Ayacucho-Perú
- Salomón, C. 2005. Estudio de los Simúlidos en la provincia de Buenos Aires. En url <http://www.ugf.br/editora/revistas/entomologia/eyv2003/art20.pdf>.
- Santesteban y Dale. 2004. Diagnóstico y control de simúlidos. En url www.google.com.pe/search?hl=es&q=simulidos&btnG=Buscar&meta=cr%3.
- Smith, R. y Smith, T. 2001. Ecología. Cuarta edición. Pearson Educación S.A. Madrid
- SUNASS (Superintendencia de Servicios de Saneamiento). 1997. Manual de procedimiento de análisis de agua. Lima.
- Wetzel, R. 1981. Limnología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona – España.

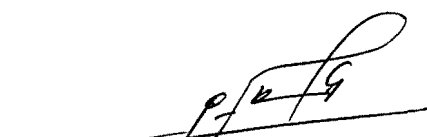
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Resolución Decanal Nº 018-2010-FCB-D
Bach. Romel VILLANTOY BURGOS

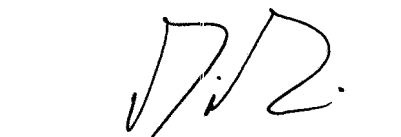
En la ciudad de Ayacucho a los 28 días del mes de enero del dos mil diez, reunidos en el Auditorium de la Facultad de Ciencias Biológicas, reunidos los miembros del jurado calificador de sustentación de tesis integrado por el Mg. Pedro Ayala Gómez (Presidente (e)-Jurado), MCs. Carlos Emilio Carrasco Badajoz (Miembro-Asesor), MSc. Julio Vilca Vivas (Miembro jurado) y el MCs. Yuri Olivier Ayala Sulca (Secretario (e)-Jurado), a fin de recepcionar la sustentación de tesis, titulado "Simuliidae (Insecta: Díptera), densidad y caracterización ambiental de larvas en el río Alameda y adultos en la ciudad de Ayacucho, 2008", presentado por el Bach. Romel Villantoy Burgos, para optar el título profesional de Biólogo, especialidad de Recursos Naturales y Ecología. El presidente encargado invito al sustentante a iniciar la sustentación y defensa del trabajo de investigación, previa lectura de la Resolución decanal Nº 018-2010-FCB-D y la documentación presentada por el interesado. Concluida la exposición el presidente encargado invito a los miembros del jurado poder realizar sus preguntas y/o aclaraciones que consideren pertinentes.

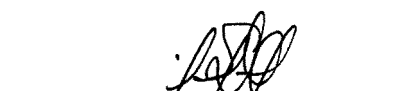
Concluida la ronda de preguntas por parte de los miembros jurados, el presidente (e) invito al sustentante y público asistente abandonar temporalmente el Auditorium de la Facultad, para que el jurado pueda deliberar y evaluar el trabajo de investigación y poner la calificación pertinente, del cual se desprende:


Miembros del Jurado	Exposición	Resp. Preguntas	Promedio
MSc. Julio Vilca Vivas	16	16	16
Mg. Pedro Ayala Gómez	17	17	17
MCs. Yuri O. Ayala Sulca	17	16	17
MCs. Carlos E. Carrasco Badajoz	17	18	<u>18</u>
	PROMEDIO FINAL		17

Como resultado de la calificación y evaluación el sustentante tuvo como promedio la nota de Diecisiete (17), de lo cual dan Fe los jurados de este acto estampando su firma al pie del acta, siendo las 16:30 h, concluyó el acto de sustentación.


Mg. Pedro Ayala Gómez
PRESIDENTE-JURADO


MSc. Julio Danilo Vilca Vivas
JURADO


MCs. Yuri Olivier Ayala Sulca
JURADO


MCs. Carlos Emilio Carrasco Badajoz
ASESOR-JURADO