

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Unidad de Investigación e Innovación

**Programa de Investigación en Biodiversidad y Gestión
Ambiental**

Sub Programa de Biodiversidad



INFORME FINAL

**"INSECTOS DEPREDAADORES POTENCIALES EN EL CONTROL DE
LARVAS DE MOSQUITOS CULÍCIDOS DE IMPORTANCIA MÉDICA.
DISTRITO DE PICHARI (LA CONVENCION – CUSCO), 2015."**

Responsable: Blgo. MC. Yuri Ayala Sulca
Miembro: Blgo. Dr. Carlos Carrasco Badajoz
Colaborador: Blgo. Percy Colos Galindo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Unidad de Investigación e Innovación
Blgo. MC. Yuri Ayala Sulca
COORDINADOR

09/03/2016

AYACUCHO – PERÚ

2015

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
I. INTRODUCCIÓN	5
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Generalidades	7
2.2. El control biológico: características e importancia	8
2.2.1. Tipos de enemigos naturales	9
2.3. Controladores biológicos de larvas de mosquitos	11
2.4. Los mosquitos: morfológica y biología de los culícidos	13
2.5. Los mosquitos y la transmisión de enfermedades	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Área de estudio	16
3.2. Población y muestra	16
3.3. Tipo de estudio	16
3.4. Metodología y recolección de datos	16
3.4.1. Colecta de larvas de mosquitos culícidos e insectos depredadores	16
3.4.2. Montaje, preservación e identificación de los insectos depredadores	17
3.4.3. Montaje, preservación e identificación de larvas de mosquitos culícidos	17
3.4.4. Georeferenciación de los criaderos larvales evaluados	19
3.5. Diseño de investigación	19
3.6. Análisis de datos	19
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIONES	27
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	38

RESUMEN

La investigación estuvo orientado a coleccionar e identificar los insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos de importancia médica, presentes en criaderos naturales y artificiales de la localidad de Pichari, La Convención – Cusco, durante el año 2015. Las larvas de los mosquitos culícidos fueron coleccionadas con un *dipper* de 350 mL de capacidad y una duya de 150 mL, dependiendo del tipo de criadero a evaluar. Los insectos depredadores hallados en los mismos criaderos de las larvas de los mosquitos, fueron muestreados con una red de arrastre tipo Surber y/o una red entomológica. Se hizo el montaje y la preservación de los insectos coleccionados a fin de ser caracterizarlos taxonómicamente mediante el uso de claves taxonómicas convencionales, adicionalmente se georeferencio cada zona de muestreo. *Coquilletidia* sp., *Culex quinquefasciatus*, *Psorophora dimidiata*, *Aedes aegypti*, *Anopheles pseudopunctipennis* y *Anopheles rangeli* fueron coleccionados en la localidad de Pichari, La Convención-Cusco, colonizando diversos tipos de criaderos, entre los 562 a 591 msnm (Coordenadas UTM: 626868.93 m E, 8614667.97 m S; 628599.25 m E, 8615645.09 m S). Los insectos identificados en el orden Odonata, fueron: Libellulidae (*Orthemis* sp. y *Dythemis* sp.), Aeshnidae (*Coryphaesha* sp.) y Coenagrionidae (*Acanthagrion* sp.). Hemiptera: Belostomatidae (*Belostoma* sp.), Notonectidae (*Buenoa* sp.), Gerridae (*Limnogonus* sp.) y Nepidae (*Coricta* sp.). Finalmente Coleoptera: Hydrophilidae (*Tropisternus* sp.). *Buenoa* sp. fue el más abundante de los depredadores (50.41%), seguido de *Limnogonus* sp. (13.93%), *Belostoma* sp. (11.89%) y *Acanthagrion* sp. (Odonata: Coenagrionidae) con 7.38%. Los demás géneros no superaron el 4.10%. Palabra clave: Insectos depredadores, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, mosquitos culícidos.

ABSTRACT

The research was aimed to collect and identify potential insect predators in controlling mosquito larvae mosquitoes of medical importance, present in natural and artificial breeding of the town of Pichari, the Convention - Cusco during 2015. The larvae of mosquitoes were collected to a dipper capacity of 350 mL and 150 mL of duya depending on the type of farm to be evaluated. Insect predators found in the same breeding of mosquito larvae were sampled with a trawl type Surber and / or entomological net. Assembly and preservation of insects collected in order to be taxonomically characterize using conventional taxonomic keys was additionally each sampling area geographically referenced. *Coquillettidia* sp., *Culex quinquefasciatus*, *Psorophora dimidiata*, *Aedes aegypti*, *Anopheles pseudopunctipennis* and *Anopheles rangeli* were collected in the town of Pichari, the Convention-Cusco, colonizing various types of farms, between 562-591 meters (UTM coordinates: 626868.93 m E 8614667.97 m S; 628599.25 m E 8615645.09 m S). Insects identified in the Odonata order, were: Libellulidae (*Orthemis* sp. and *Dythemis* sp.), Aeshnidae (*Coryphaesha* sp.) and Coenagrionidae (*Acanthagrion* sp.). Hemiptera: Belostomatidae (*Belostoma* sp.), Notonectidae (*Buenoa* sp.), Gerridae (*Limnogonus* sp.) and Nepidae (*Coricta* sp.). Finally Coleoptera: Hydrophilidae (*Tropisternus* sp.). *Buenoa* sp. it was the most abundant predators (50.41%), followed by *Limnogonus* sp. (13.93%), *Belostoma* sp. (11.89%) and *Acanthagrion* sp. (Odonata: Coenagrionidae) with 7.38%. Other genres did not exceed 4.10%.

Keyword: predatory insects, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Culicidae mosquitoes.

I. INTRODUCCIÓN

Las estrategias empleadas en el control de larvas de mosquitos como por ejemplo *Culex quinquefasciatus*, va desde el uso de agentes químicos hasta los controladores biológicos (Fundación Universidad-Empresa de la región de Murcia, 2005). Dentro del control biológico de insectos de importancia médica, una alternativa es el estudio de los organismos asociados a los criaderos donde se desarrollan los estados inmaduros de los mosquitos, que pueden actuar como enemigos naturales (depredadores), potencialmente útiles como agentes de control, ya que casi todos los depredadores acuáticos se alimentan de larvas y pupas de mosquitos, además de otros artrópodos; peces, patógenos e insectos son considerados en este grupo (Andrade y Urbano dos Santos, 2004).

Los mosquitos, han sido estudiados a lo largo del tiempo por diversas razones, entre las que se incluyen el ser agentes transmisores de determinadas enfermedades, 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. El término mosquito se refiere de modo genérico a cualquier díptero (incluso otros insectos) de pequeñas dimensiones, pero en el contexto que nos ocupa, el mosquito que será objeto de estudio es *Culex quinquefasciatus* Say 1823 (Diptera: Culicidae) para los que, aparte del genérico término "mosquito", se utilizan otras denominaciones como: "cínife", "violero", "zancudo", etc. (Fundación Universidad-Empresa de la región de Murcia, 2005).

El hábito depredador se encuentra en muchos grupos de insectos, entre ellos los hemípteros, coleópteros y odonatos. La gran capacidad de depredación de las náyades de odonatos las convierte en parte fundamental para el equilibrio de los ecosistemas acuáticos, en los que en muchos casos representan los mayores depredadores. Esto, aunado a la gran cantidad de hábitats en los que se encuentran, ha motivado a algunos investigadores a utilizarlas en el control de plagas perjudiciales para el hombre, como los zancudos o mosquitos transmisores de enfermedades (Ramírez, 1997). Aspectos importantes que nos ha motivado a iniciar

esta línea de investigación, en principio, enfocado en conocer la diversidad de insectos depredadores existentes en el Valle del río Apurímac (Pichari, La Convención – Cusco), zona que ha reportado en los últimos años un incremento poblacional importante de mosquitos de importancia médica como *Aedes aegypti*, varias especies de *Anopheles*, entre otros y con ello la reemergencia de enfermedades metaxenicas como el dengue, fiebre amarilla, malaria y la alerta para la vigilancia de enfermedades como el chikungunya y zika, para lo cual nos hemos trazándonos los siguientes objetivos:

Objetivo general

Colectar e identificar los insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos de importancia médica, presentes en los criaderos naturales y artificiales de la localidad de Pichari, La Convención – Cusco, durante el periodo de investigación.

Objetivos específicos

- a) Identificar las larvas de mosquitos culícidos presentes en los criaderos larvales evaluados y con presencia de insectos depredadores, en la localidad de Pichari, La Convención – Cusco, durante el año 2015.
- b) Colectar e identificar mínimamente a nivel de género los insectos depredadores presentes en los criaderos naturales y artificiales, con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos, mediante el uso de claves taxonómicas convencionales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

Los mosquitos, utilizando este término en un amplio sentido, han sido estudiados a lo largo del tiempo por diversas razones, entre las que se incluyen el ser agentes transmisores de determinadas enfermedades, 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. El término mosquito se refiere de modo genérico a cualquier díptero (incluso otros insectos) de pequeñas dimensiones, pero en el contexto que nos ocupa, los mosquitos que serán objeto de estudio corresponden a las especies de *Anopheles* spp., *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* Say 1823 (Diptera: Culicidae) para los que, aparte del genérico término "mosquito", se utilizan otras denominaciones como: "cínife", "violero", "zancudo", etc. (Fundación Universidad-Empresa de la Región de Murcia, 2005).

Estos mosquitos tienen un desarrollo larvario acuático y en estado adulto, una vida terrestre y voladora, durante la cual las hembras, que son hematófagas, pican a varias especies de vertebrados para completar los ciclos gonotróficos que les permitirán realizar posturas de huevos en los ambientes acuáticos (criaderos) de diverso tamaño y características. Entre las especies afectadas por la picadura de estos mosquitos se encuentra el hombre y esto, unido al hecho de su desarrollo larvario acuático, hace que en el contexto de los criaderos naturales y artificiales de éstos sea un grupo de especial interés, sobre todo en relación con las molestias que pueden causar al hombre y animales domésticos que se encuentren en sus proximidades (Fundación Universidad-Empresa de la Región de Murcia, 2005).

Los mosquitos representan una amenaza para la salud del hombre y de los animales debido a que actúan como vectores de distintas enfermedades (Marquardt *et al.*, 2000). Provocan disminución en el rendimiento de la producción pecuaria y desalientan al hombre en la realización de actividades recreativas al aire libre. Una forma de disminuir sus densidades poblacionales es a través del control biológico (Russell *et al.*, 1996). Esta metodología resulta ser una medida de regulación

poblacional adicional a la tradicionalmente realizada por insecticidas o biocidas. Algunas especies de mosquitos son más abundantes en ambientes acuáticos permanentes como temporarios, entre ellas se tiene a *Anopheles* spp., *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus*, siendo sus larvas activas nadadoras (Marquardt *et al.*, 2000).

Según la revisión desarrollada por Andrade y Urbano dos Santos (2004), desde el punto de vista ecológico pueden existir más enemigos naturales de mosquitos que de otros insectos, principalmente de los estadios larvarios y de pupas, ya que los adultos son de ambiente aéreo y los huevos son ovipositados sobre el agua o en un entorno aéreo-acuático. Los enemigos naturales han sido validados en todo el mundo en el control de larvas de mosquitos destacando entre ellos los depredadores, que han sido utilizados eficientemente. De modo general, los vertebrados representados por los peces han sido los más utilizados si son comparados con los invertebrados. Para el control de vectores del dengue, por ejemplo, se han utilizado peces de forma restringida en función del tamaño del depredador y la preferencia por los mosquitos *Aedes* en pequeños criaderos. Estudios recientes de la relación entre depredador y presa han demostrado que los mosquitos del género *Aedes* son más vulnerables al ataque de depredadores como copépodos o el camarón girino cuando son comparados con los mosquitos del género *Anopheles* y *Culex*. Las larvas de *Culex quinquefasciatus* por ejemplo, poseen mayor capacidad de escape por la presencia de un mayor número de cerdas en el cuerpo en relación a otras especies de mosquitos, pudiendo inhibir y/o dificultar el ataque del depredador. Esas observaciones de preferencia de presas pueden reflejar la eficiencia de un controlador en la regulación poblacional de una presa.

2.2. El control biológico: características e importancia

El uso por el hombre de “enemigos naturales” (parasitoides, depredadores y patógenos de plagas) es lo que llamamos control biológico. Sus primeros relatos datan de 1200 a. C, cuando los chinos hacían puentes de bambú entre un árbol y otra, uniéndolas para facilitar el tránsito de hormigas predadoras de langostas. Esta forma de control era sin duda un resultado de la observación del control natural, que pasó a ser apoyado o alentado por el hombre. Con el avance del control biológico moderno ha evolucionado y ha sido ampliamente considerado como una verdadera ciencia de la agricultura y en menor medida en la lucha contra los vectores de enfermedades, donde son necesarios niveles altos de reducción poblacional. Pronto se comprobó que el control biológico por sí sola no podría controlar en todos los casos a los insectos, y por lo tanto debería de ser integrada a otras formas de control.

La terminología Manejo Integrado de Vectores, fue así aprobada, y propuesta por Service (1993) para los mosquitos, involucrando un enfoque más holístico: la integración de las diversas formas de control, y entre ellas los agentes de control biológico. Inmediatamente, el uso de enemigos naturales tomó fuerza que motivó que al año siguiente la Organización Mundial de la Salud recomendara su uso. Todos los insectos poseen enemigos naturales, tales como parasitoides (insectos que parasitan a otros insectos), depredadores y patógenos (hongos, virus, bacterias, protozoos, nemátodos). Las poblaciones naturales de insectos herbívoros y de interés médico se encuentran muchas veces reguladas por ellos, mientras que en los sistemas agrícolas, con un alto grado de simplificación, la presencia y acción de estos enemigos naturales suele ser mucho más reducida. Todas las técnicas de utilización de agentes de control biológico requieren conocimientos acerca del ciclo de vida, el comportamiento y las características de su interacción con la plaga, la planta o el organismo hospedante (Zapater, 1996).

El control biológico puede interpretarse de tres formas: a) como un campo de estudio en diferentes áreas, tales como Ecología de Poblaciones, Biosistemática, Comportamiento, Fisiología, y Genética; b) como un fenómeno natural, casi todas las especies cuentan con enemigos naturales que regulan sus poblaciones; y c) como una estrategia de control de plagas a través de la utilización de parasitoides, depredadores y patógenos (Barrera, 2007).

La definición más aceptada en la actualidad en lo que respecta al control biológico, es la que han utilizado tradicionalmente los entomólogos: es un método de control de plagas (insectos, ácaros, malezas, enfermedades de las plantas, etc.), mediante el uso de organismos. Entre los organismos usados como agentes de control se incluyen virus, bacterias y sus toxinas, hongos y otros microorganismos patógenos, nemátodos, caracoles, insectos, ácaros, y vertebrados de varias clases (Eilenberg *et al.*, 2001). Mientras que los organismos utilizados como agentes de control generalmente tienen como efecto la muerte directa del organismo que atacan, a veces pueden operar de otras formas, como el caso de los hongos antagonistas que inhiben el desarrollo de otros microorganismos mediante sustancias que excretan (antibióticos) o nemátodos que esterilizan a las hembras de los organismos afectados (Barrera, 2007).

2.2.1. Tipos de enemigos naturales

A partir del uso de insectos entomófagos para el control de insectos plaga, el control biológico se ha extendido al uso de una amplia gama de organismos para el control de insectos, ácaros, caracoles, algunos vertebrados, algas, hongos y plantas tan

diversas como hierbas, arbustos y árboles. Entre los principales enemigos naturales se tienen los siguientes (Barrera, 2007):

a) Depredadores. Son individuos que consumen varios organismos durante su vida, y activamente buscan su alimento. Al organismo que consume un depredador se le denomina presa y por lo general es más pequeña que éste. Algunos consumen un rango amplio de especies presa (polífagos), otros un rango más estrecho (oligófagos) y otros más son altamente específicos (monófagos). Desde el punto de vista del control biológico, los depredadores oligófagos y monófagos son mejores como agentes de control. La mayoría de los depredadores consumen el mismo tipo de presa como inmaduros o como adultos. Las mantis, arañas y muchas especies de catarinitas (Coccinellidae) son ejemplos de depredadores.

b) Parasitoides. Generalmente se les incluye en la categoría de parásitos, pero un parasitoide es una clase especial de depredador que generalmente es del mismo tamaño que el organismo que ataca, también se caracterizan porque se desarrollan dentro o sobre un organismo, el cual casi siempre muere al ser atacado. El estado larvario del parasitoide es parasítico, mientras que los adultos son de vida libre y activos para buscar a los organismos que parasitan (huéspedes). Cada parasitoide consume un sólo huésped. A diferencia de los parásitos verdaderos, los parasitoides matan a su huésped. Hay parasitoides enteramente monófagos. Las avispidas parasíticas son buenos ejemplos de parasitoides.

c) Patógenos. Son microorganismos parasíticos que frecuentemente matan a su huésped. Los cadáveres de los huéspedes liberan millones de microbios individuales, que son dispersados por el viento y la lluvia. Debido a su tamaño diminuto y a su rápida reproducción en el huésped, los patógenos son más fáciles de producir masivamente que los parasitoides y pueden ser liberados contra las plagas con los equipos desarrollados para la aplicación de plaguicidas químicos. Varios tipos de microorganismos han sido usados en control biológico, como las bacterias, virus, hongos y protozoarios; los nematodos que atacan artrópodos se consideran dentro de este grupo. La utilización de patógenos para el manejo de las poblaciones de las plagas se llama "control microbioal" y es considerado como una subdivisión del control biológico.

2.3. Controladores biológicos de larvas de mosquitos

En la actualidad nuestra sociedad está muy sensibilizada con los temas medioambientales y el uso indiscriminado de productos químicos, permitiendo el desarrollo de nuevas estrategias de control de plagas de mosquitos. Estas nuevas estrategias se fundamentan en el conocimiento preciso de las especies de mosquitos presentes en una zona, de su compleja biología y de sus hábitats, tanto de cría como de reposo (Fundación Universidad-Empresa de la región de Murcia). En estas nuevas estrategias, el uso de controladores biológicos, organismos con capacidad de parasitar, depredar o ser patógeno al insecto vector, es una alternativa real y viable (Andrade y Urbano dos Santos, 2004). Sin embargo, muchas de estas estrategias generan impactos que pueden ser invaluable para las comunidades biológicas y humanas. Pues en general, muchas de las especies empleadas hasta el momento para el control biológico de organismo son extrañas al hábitat en donde se han introducido, generando a su llegada desequilibrios entre poblaciones de los sitios intervenidos (Andrade y Urbano dos Santos, 2004).

En diferentes países tropicales se han empleado estrategias de control biológico de mosquito. En Brasil, por ejemplo, se ha empleado *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* como biocontrolador de mosquitos (Lima *et. al.*, 2005). También se registran estudios de control de mosquito con especies animales como peces (Lee, 2003; Hurst *et. al.*, 2004), ranas (Willems *et. al.*, 2005), planarias (Perich *et. al.*, 2004), decápodos (Mkoji *et. al.*, 2003), libélulas (Quiroz *et. al.*, 2005), larvas de otros mosquitos (Mercer *et. al.*, 2005) e incluso algunas especies del género *Notonecta* que han sido empleadas en conjunto con bacterias (Neri *et. al.*, 2007).

Las larvas de *Aedes aegypti* (un tipo de mosquito culícido), al igual que otros mosquitos, suelen ser depredadas por copépodos ciclopoideos de distintos géneros, entre ellos *Macrocyclus* y *Mesocyclops*. *Macrocyclus albidus* que poseen una distribución global; tienen gran tamaño y suele matar una gran cantidad de larvas aunque no las coma. *Mesocyclops longisetus*, es una de las especies más grandes del género (el género posee unas nueve especies o subespecies sudamericanas), se menciona no sólo como un voraz depredador sino que se caracteriza por una gran capacidad de supervivencia aún en ausencia de larvas de mosquito en los recipientes. Ambas especies han sido utilizadas en ensayos de laboratorio y de campo (Kay *et. al.*, 2002; Santos *et. al.*, 2006) y son usados como agentes de control biológico de *Aedes aegypti* en diversos programas ejecutados con participación comunitaria (Lacey y Orr, 2003).

Quiroz *et al.* (2005), al evaluar insectos acuáticos como los odonatos *Pantala hymenae* y *Archile stesgrandis*; varias especies de chinches acuáticos como los

“nadadores de dorso” o notonéctidos *Buenoa scimitra*, *Buenoa antigone* y *Notonecta irrorata*; otros chinches conocidos como *Ambrysus parviceps* “escorpión del agua” *Ranatra fusca* y la chinche gigante del agua *Abedus* sp.; así como los escarabajos ditiscidos: *Laccophilus* sp. y *Laccophilus fasciatus*, *Thermonectes mamoratus*; además de los hidrofílicos *Tropisternus lateralis* e *Hydrophilus* sp. Demostraron que el insecto acuático más prometedor y considerado como el mejor prospecto en los programas de control biológico de *Aedes aegypti* e insectos afines, son las chinches nadadoras de dorso: *Buenoa scimitra*, *Buenoa antigone* y *Notonecta irrorata* ya que fueron los depredadores con la más alta capacidad de búsqueda; razón por la cual se les dio seguimiento y fue posible obtener la cría masiva de estos hemípteros, de quienes se practicaron liberaciones de huevecillos, ninfas y adultos en depósitos artificiales lográndose obtener una disminución de la densidad larvaria de mosquitos. Según los mismos investigadores los agentes de control biológico como los notonectidos representaron una de las mejores herramientas de control que pueden aplicarse de forma conjunta con estrategias tales como la presentación comercial de *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* conocida como Bactimos® y otras alternativas no convencionales, complementando el efecto de control entre ambas, tales diseños repercuten en beneficios económicos ya que no se hacen aplicaciones repetitivas por el establecimiento de los depredadores, ecológicos por el bajo impacto que tienen en los ecosistemas y social por la disminución de casos al disminuir la densidad de adultos (Quiroz *et al.*, 2005; Chinery, 2006).

Son pocas las investigaciones desarrolladas en este campo a nivel nacional, o en todo caso, poco difundidas por revistas especializadas. En Ayacucho, Ayala (2009) al evaluar la capacidad de depredación del chinche *Notonecta* sp. en el control de larvas de *Culex quinquefasciatus* demostró que estos organismos desarrollan alta capacidad depredadora, bajos tiempos de manipuleo y alta capacidad de búsqueda, con características densodependiente inversa, en presencia y ausencia de refugios. Posteriormente Cisneros (2011), determinó que estos chinches acuáticos tienen mayor preferencia por el consumo de larvas de *Culex quinquefasciatus* en comparación a larvas de *Chironomus* sp.

No hay duda de que los principales enemigos naturales de los insectos estén entre los propios insectos. Así, son muchas las posibilidades de los programas de manejo que podrían involucrar a los insectos entomófagos como elementos claves. Si no fuera ese el caso, la protección de la fauna benéfica tendría que ser contemplada con el mayor cuidado (Andrade y Urbano dos Santos, 2004). Desde el punto de vista ecológico pueden existir más enemigos naturales de mosquitos que de otros insectos, que ocurre una vez que se dan las larvas y pupas acuáticas y los adultos

que se desarrollan en el ambiente aéreo. Desde el punto de vista de su utilización, es conveniente hacer algunas precisiones sobre el rol que cumplen los predadores. Una de las maneras sería analizando el modo de acción de éstos, y en cuanto a algunas de sus ventajas del uso de predadores serían (Andrade y Urbano dos Santos, 2004).

- a) Su alimentación generalmente incluye otras especies de invertebrados, pudiéndose mantener o así mismo multiplicarse en ausencia de la especie blanco (o mosquito)
- b) Son menos sensibles a los parámetros de calidad del agua
- c) Acostumbran matar más presas de lo que realmente irán a consumir, causando así mayor impacto en el control de las poblaciones y,
- d) En general procuran siempre matar sus presas.

Entre sus desventajas tenemos:

- a) En general, un predador posee un ciclo de vida más largo que los mosquitos, sus presas, necesitando por tanto una buena sincronización o superposición de generaciones para que la población del insecto blanco no escape a la depredación, y
- b) Acostumbran tener preferencias en la alimentación debido a la abundancia relativa de dos especies presa por ejemplo, pueden ignorar aquella de menor densidad (y vector) en desmerito de otra, con mayor población y sin importancia epidemiológica (Andrade y Urbano dos Santos, 2004; Woodring y Davidson, 1996).

2.4. Los mosquitos: morfológica y biología de los culícidos

Los miembros del orden Diptera - Culicidae se dividen en diferentes grupos separados estructuralmente y por el tipo de desarrollo. Las larvas que emergen de los huevos embrionados, cumplen su ciclo larval de cuatro estadios en el recipiente original; cada uno de estos culmina con la renovación del exoesqueleto. Las larvas de los Nematoceros, grupo al que pertenecen los mosquitos, se caracterizan por ser eucéfalas y poseer tórax y diez segmentos abdominales bien desarrollados, estando los dos últimos de éstos modificados para la respiración y la deposición, respectivamente. La morfología de las larvas de cuarto estadio define características sistemáticas para el grupo. El siguiente y último estadio larval en el desarrollo acuático del mosquito es la pupa, que se caracteriza por ser móvil, no alimentarse, es de difícil identificación taxonómica, y presenta el mayor número de cambios morfo-fisiológicos (metamorfosis holometábola). Finalizado este período, emerge del agua el mosquito adulto, no maduro sexualmente; requiere de diez a veinticuatro horas

para completar su desarrollo, convirtiéndose en un insecto volador y sexualmente apto (Lestani, *et al.* 1997). El insecto adulto se caracteriza por presentar solo un par de alas (las alas posteriores están reducidas en órganos denominados balancines o halteres) (Marquardt, *et al.* 2000). La etapa adulta es en general muy variable en cuanto a características físicas, que permiten su clasificación e identificación. Dentro de este grupo existen especies que habitan, se alimentan y reproducen en asentamientos humanos, quedando sus parámetros poblacionales altamente influenciados por las actividades del hombre. La vigilancia de la variedad específica, su ecología, los índices poblacionales de mosquitos, las tasas de migración de vectores, sus reservorios (hombre o animal) y su relación con los agentes etiológicos de enfermedades, deben ser la primer medida a tomar en las tareas de prevención y control epidemiológico (Lestani, *et al.* 1997).

El estudio de la biología y ecología de los culícidos permite perfeccionar las medidas de control, lo que adquiere gran importancia respecto a especies que se comportan como vectores de distintas familias de virus, bacterias, nemátodos y protozoarios que afectan al hombre y los animales. Sin embargo numerosos aspectos relacionados no solo con la biología y ecología sino también con la taxonomía y los hábitos de estos insectos permanecen desconocidos o escasamente abordados. Numerosas especies son de hábitos endófilos o con tendencia a la domesticidad, ambos comportamientos importantes en la transmisión de patógenos (Forattini, 1999).

2.5. Los mosquitos y la transmisión de enfermedades

Los mosquitos culícidos (Insecta: Diptera) son una familia de dípteros nematóceros conocidos vulgarmente como zancudos en algunas partes de América. Incluye, entre otros, los géneros *Anopheles*, *Culex*, *Psorophora*, *Ochlerotatus*, *Aedes*, *Sabethes*, *Culiseta* y *Haemagogus* (Harwood y James, 1987; Marquardt *et al.*, 2000).

Los mosquitos son los más abundantes de los numerosos tipos de artrópodos hematófagos que molestan al hombre, otros mamíferos y aves. Su población actual se calcula en aproximadamente 3 500 especies descritas pertenecientes a la familia Culicidae (orden Diptera) encontrándose entre sus miembros a especies excesivamente agresivas durante el día, aunque la mayoría de los mosquitos se alimentan de noche. Sus ataques no están limitados a animales homeotermos, ya que hay citas de su alimentación sobre peces, reptiles y anfibios y se sabe que transmiten patógenos a diversos grupos de animales incluyendo al hombre (Harwood y James, 1987; Marquardt *et al.*, 2000).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016), las enfermedades transmitidas por vectores como los mosquitos, son trastornos causados por agentes

patógenos, entre ellos los parásitos, en el ser humano. En todo el mundo se registran cada año más de 1000 millones de casos y más de 1 millón de defunciones como consecuencia de enfermedades transmitidas por vectores, tales como el paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana humana, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, fiebre amarilla, encefalitis japonesa y oncocercosis. En este contexto, según la OMS (2016), las enfermedades transmitidas por vectores representan más del 17% de todas las enfermedades infecciosas. La distribución de estas enfermedades está determinada por una compleja dinámica de factores medioambientales y sociales. En los últimos años, la globalización de los desplazamientos y el comercio, la urbanización no planificada y los problemas medioambientales, entre ellos el cambio climático, están influyendo considerablemente en la transmisión de enfermedades. Algunas, como el dengue, la fiebre chikungunya, zica y la fiebre del Nilo Occidental, están apareciendo en países en los que hasta hace poco eran desconocidas. Los cambios en las prácticas agrícolas debidos a las variaciones de temperatura y precipitaciones pueden influir en la propagación de enfermedades transmitidas por vectores. La información climática se puede utilizar para vigilar y predecir a largo plazo la distribución y las tendencias del paludismo y otras enfermedades variables en función del clima.

Más de 2500 millones de personas, en más de 100 países, corren el riesgo de contraer dengue. Cada año, el paludismo provoca más de 600 000 defunciones en todo el mundo, la mayor parte de ellas entre niños menores de cinco años. Otras enfermedades, tales como la enfermedad de Chagas, la leishmaniasis y la esquistosomiasis afectan a cientos de millones de personas en todo el mundo (OMS, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

La investigación fue desarrollando en la región Cusco, provincia de La Convención, distrito de Pichari, considerado como lugar de colecta de las muestras de insectos depredadores, para lo cual previamente fueron establecidos los criaderos larvales de los mosquitos culícidos con presencia de controladores biológicos. El procesamiento e identificación de los insectos depredadores por criadero larval evaluado, se llevó a cabo en el laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas, ubicados en la Ciudad Universitaria de la UNSCH (Ayacucho) (Figura 1).

3.2. Población y muestra

a) Población

Insectos depredadores de larvas de mosquitos culícidos, presente en los criaderos naturales y artificiales del distrito de Pichari (La Convención-Cusco), durante el año 2015.

b) Muestra

Géneros y/o especies de insectos depredadores capturados con red tipo surber o *dippers* muestreador en criaderos naturales y artificiales ubicados determinísticamente en la zona de estudio.

3.3. Tipo de estudio

Básico descriptivo

3.4. Metodología y recolección de datos

3.4.1. Colecta de larvas de mosquitos culícidos e insectos depredadores

Las larvas de los mosquitos culícidos fueron muestreadas mediante la técnica del *dipper* para el caso de criaderos tipo charcas, barriles y/o estanques o con una duya de 150 mL. cuando los criaderos fueron ubicados en las axilas de plantas bromelias. En criaderos grandes como estanques y lagunas (de formación natural o artificial), el muestreo de larvas fue realizando en forma determinística, previa observación del

criadero larval y distribución agrupada de las larvas de los mosquitos, el muestreo en dichos ambientes se realizó con un *dipper* de 350 mL. de capacidad.

Los insectos depredadores fueron colectados en los mismos criaderos larvales en donde fueron halladas las larvas de los mosquitos culícidos, para lo cual fue utilizando *dipper* o duya, dependiendo de la accesibilidad del criadero. En criaderos como lagunas, pozos, lechos de ríos de origen natural o artificial, el muestreo se llevó a cabo utilizando una red de arrastre tipo Surber y/o una red entomológica adecuada para este fin (Tabla 1).

Una vez colectadas las larvas de los mosquitos culícidos y los insectos depredadores por criadero evaluado, las muestras fueron trasladadas utilizando bolsas Whiel pak conteniendo alcohol al 75%, los cuales fueron acondicionados en baldes con tapa hermética codificados según los puntos de muestreo para su traslado desde la localidad de Pichari (La Convención-Cusco), hasta el laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSCH (Ayacucho).

3.4.2. Montaje, preservación e identificación de los insectos depredadores

Los insectos depredadores colectados en cada uno de los criaderos larvales de los mosquitos culícidos del distrito de Pichari (La Convención-Cusco), fueron conservados en viales conteniendo alcohol al 75%, de ser necesario fueron montados en alfileres entomológicos para facilitar su identificación, para lo cual fueron estudiadas las características anatómicas importantes que facilitaron su caracterización taxonómica. Los depredadores capturados fueron separados por lugar de muestreo e inicialmente según morfoespecies y/o morfotipos, para luego proceder a su identificación mediante uso de las claves taxonómicas propuestas por Heckman (2011), Domínguez y Fernández (2009), Fernández y Domínguez (2001) y Roldan-Pérez (1998).

3.4.3. Montaje, preservación e identificación de larvas de mosquitos culícidos

Las larvas muertas de los mosquitos culícidos fueron fijadas en forma permanente en láminas portaobjeto, material montado que fue utilizado para la identificación de las especies de los mosquitos culícidos. La identificación de los géneros y/o especies fue realizada tomando en cuenta las claves propuestas por Consoli y Laureco de Oliveira (1994), Calderón (1995) y Clark-Gil y Darsie, Jr. 1983.

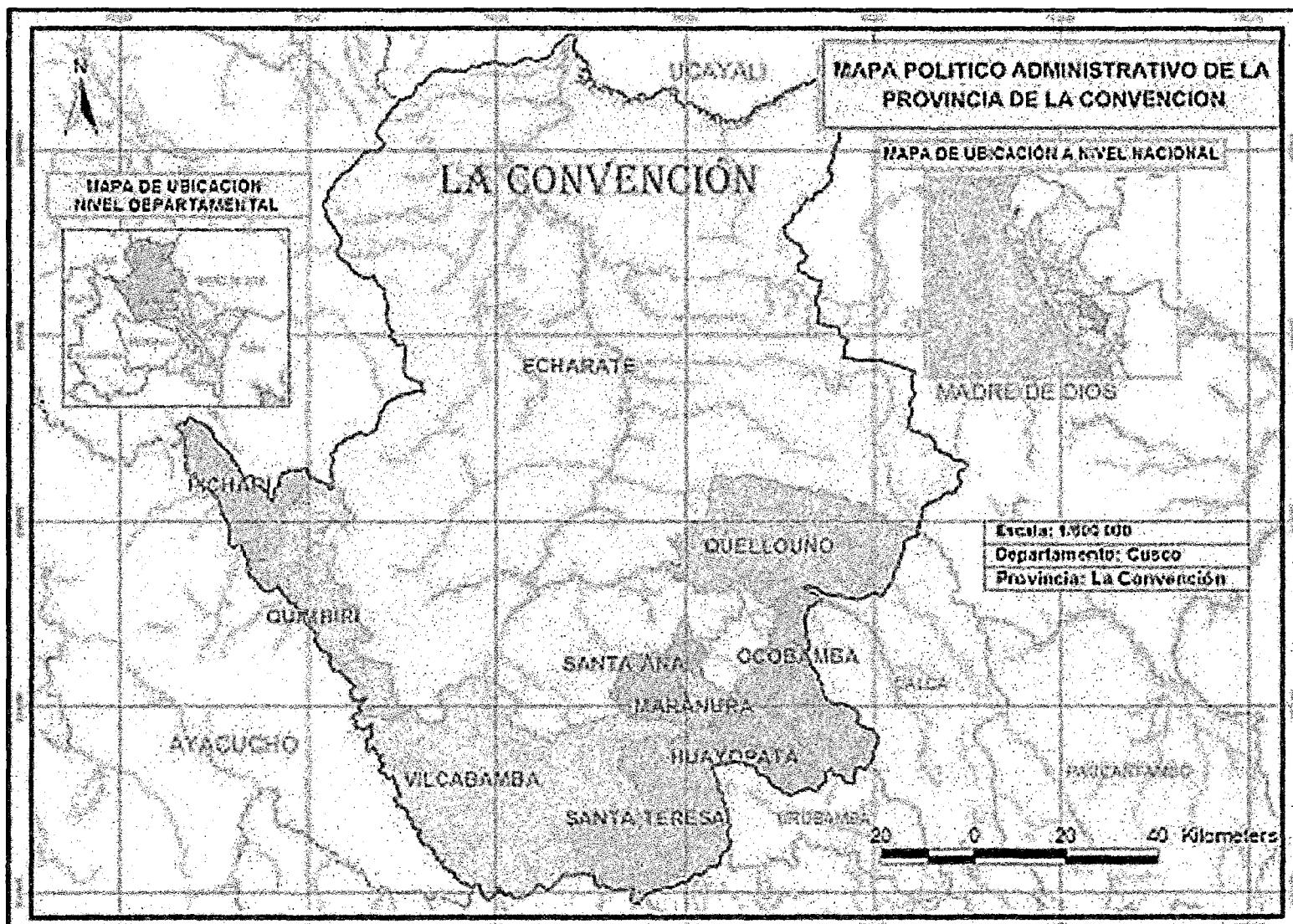


Figura 1.- Ubicación geográfica del distrito de Picharia, provincia de La Convención-Cusco. (Fuente: <http://quillabambanoticias.org/provincia/>)

3.4.4. Georeferenciación de los criaderos larvales evaluados

Los criaderos larvales establecidos como puntos de muestreo, fueron georeferenciados utilizando un equipo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), adicionalmente se recolectó información de las características ambientales preponderantes de cada criadero evaluado, cuya data fue consolidada en una Ficha de Evaluación de Campo (Anexo 1) (Tabla 1).

3.5. Diseño de investigación

Dado que el nivel de investigación propuesta para esta investigación es del tipo descriptiva, el diseño fue adecuado a una sola casilla.

3.6. Análisis de datos

Los resultados hallados en la presente investigación fueron reportados en figuras y/o tablas estimadas mediante las herramientas de la estadística descriptiva de tendencia central y/o de dispersión, para lo cual fue utilizado el paquete estadístico EXCEL de la versión Word 2010.

Tabla 1.- Georeferenciación y características ambientales de los criaderos evaluados con presencia de insectos depredadores y larvas de mosquitos culícidos. Pichari, Cusco. 2015.

Puntos de muestreo	Coordenadas (UTM)		Altitud (m.s.n.m.)	Tipo de criadero	Características
	Longitud (E)	Latitud (S)			
Zona 1	626160.00 m	8614771.00 m	586	Poza temporal	Agua parda con vegetación emergente
Zona 2	626868.93 m	8614667.97 m	562	Cause de riachuelo	Agua con ligera corriente, con formaciones de remansos
Zona 3	627237.94 m	8614523.49 m	563	Estanque temporal	Agua parda con presencia de materia orgánica y vegetación emergente
Zona 4	627178.58 m	8614947.67 m	577	Charca de formación natural	Aguas claras de afloramiento del subsuelo, con ligera cobertura vegetal
Zona 5	628996.95 m	8615836.51 m	674	Charca de formación natural	Aguas claras de afloramiento del subsuelo, con ligera cobertura vegetal
Zona 6	626592.96 m	8615799.82 m	597	Estanque temporal y plantas bromelias	Agua parda con vegetación emergente (estanque); en las bromelias, aguas claras de origen en las lluvias.
Zona 7	628599.25 m	8615645.09 m	591	Estanque de crianza de peces (paco y gamitana)	Aguas pardas.

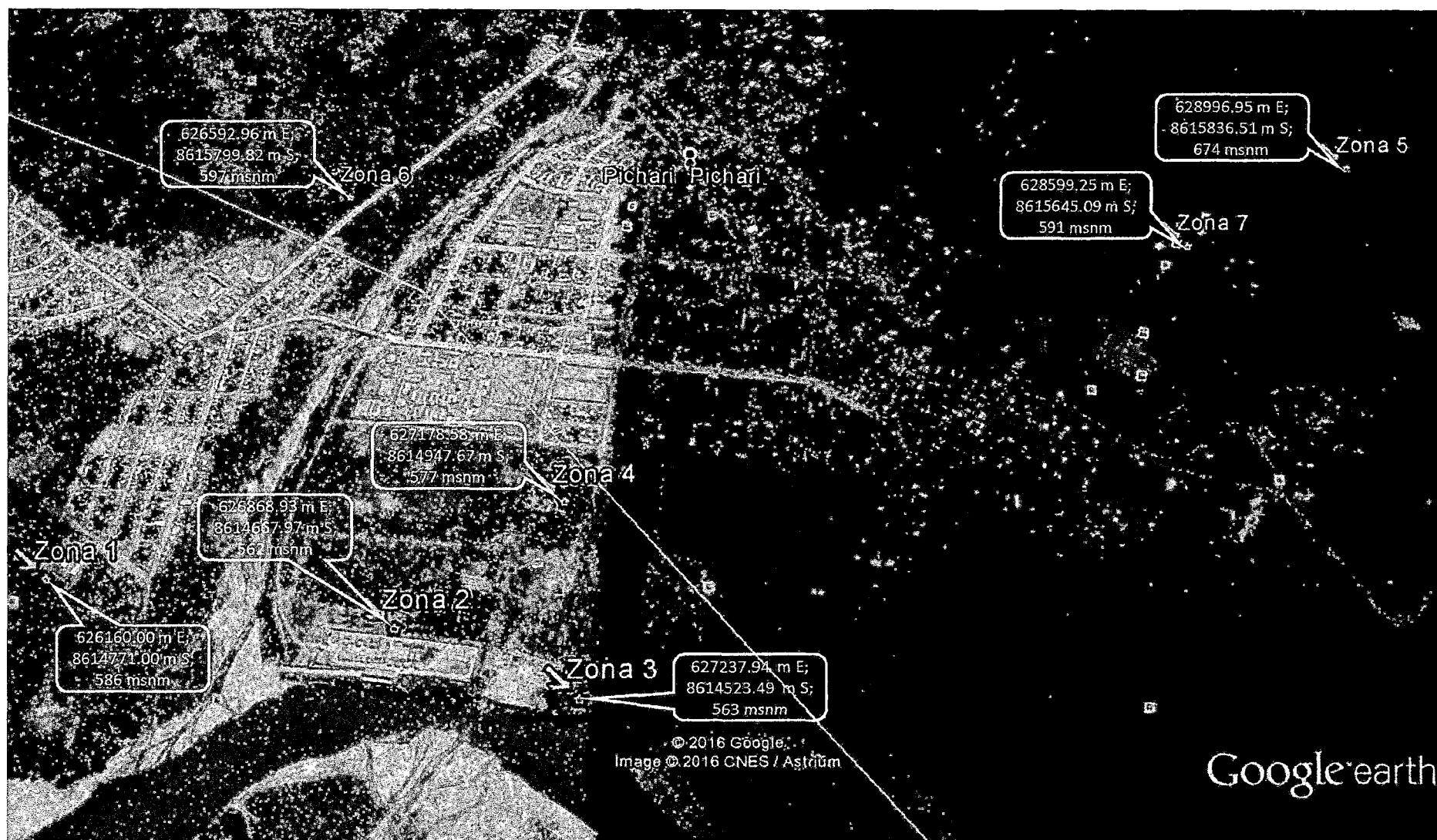


Figura 2.- Georeferenciación de los lugares de muestreo de insectos depredadores y larvas de mosquitos culícidos. Pichari, La Convención-Cusco, 2015.

IV. RESULTADOS

Tabla 2.- Especies de mosquitos culícidos, colectados en criaderos larvales de la localidad de Pichari, La Convención-Cusco. 2015.

FAMILIA CULICIDAE		
SUBFAMILIAS	TRIBU	GENERO y/o ESPECIE
CULICINAE	MANSONIINI	<i>Coquilletidia</i> sp.
	CULICINI	<i>Culex quinquefasciatus</i>
	AEDINI	<i>Psorophora dimidiata</i> <i>Aedes aegypti</i>
ANOPHELINAE	ANOPHELINI	<i>Anopheles pseudopunctipennis</i> <i>Anopheles rangeli</i>

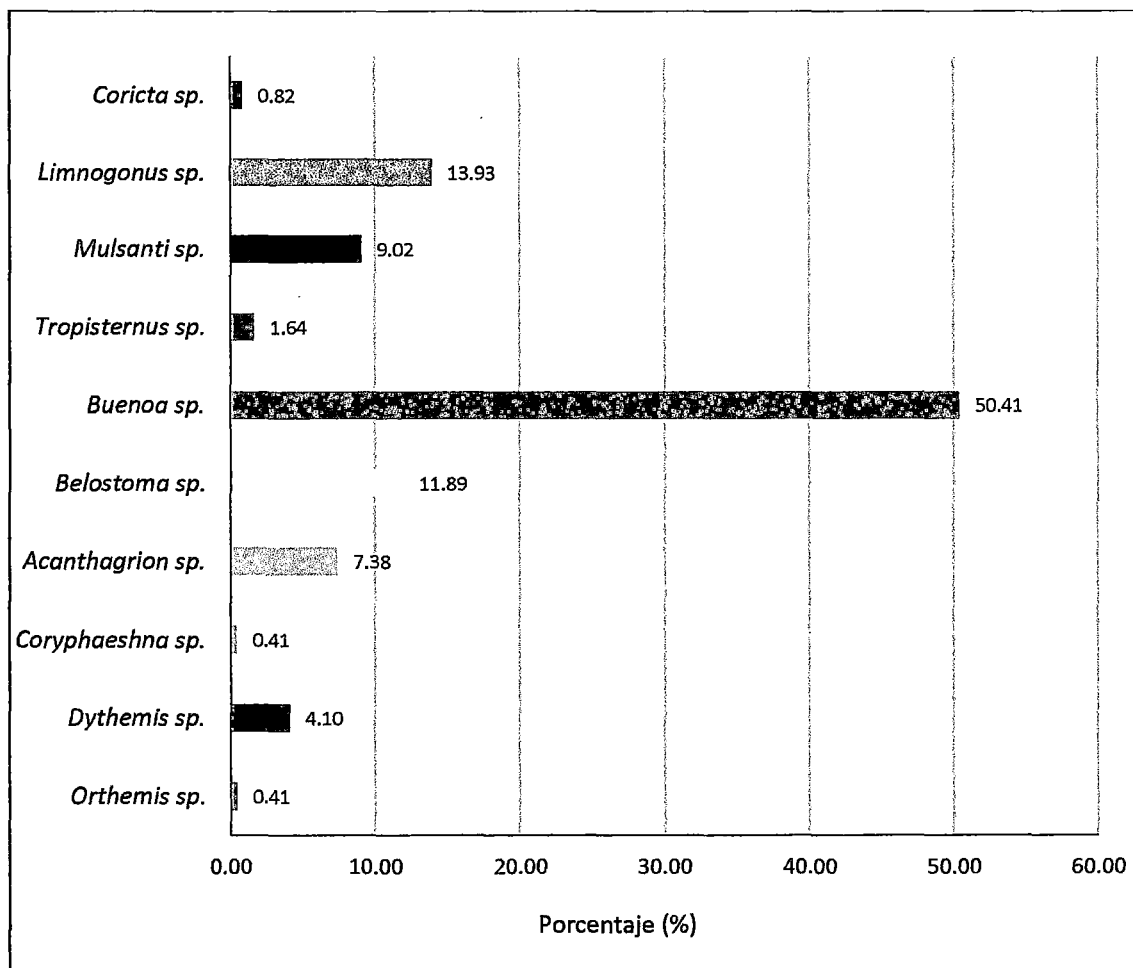
Tabla 3.- Ordenes, familias y géneros de insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos, colectados por zona de muestreo de la localidad de Pichari, La Convención-Cusco. 2015.

Orden	Familia	Género / Especie	Lugares de muestreo						
			Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
Odonata	Libellulidae	<i>Orthemis</i> sp.					x		
		<i>Dythemis</i> sp.	x	x	x			x	x
	Aeshnidae	<i>Coryphaeshna</i> sp.			x				
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.		x	x	x		x	x
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x
	Notonectidae	<i>Buenoa</i> sp.	x	x	x	x	x		
	Mesoveliidae	<i>Mulsanti</i> sp.	x	x	x	x		x	x
	Gerridae	<i>Limnogonus</i> sp.	x	x		x		x	x
	Nepidae	<i>Coricta</i> sp.	x						x
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i> sp.			x			x	

Tabla 4.- Ordenes, familias y géneros de insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos, colectados por zona de muestreo de la localidad de Pichari, La Convención-Cusco. 2015.

Orden	Familia	Género / Especie	Número de insectos depredadores							Total	Porcentaje (%)
			Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7		
Odonata	Libellulidae	<i>Orthemis</i> sp.					1			1	0.41
		<i>Dythemis</i> sp.	1	2	3			2	2	10	4.10
	Aeshnidae	<i>Coryphaeshna</i> sp.			1					1	0.41
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.		7	1	5		2	3	18	7.38
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i> sp.	1	10	6	1	5	4	2	29	11.89
	Notonectidae	<i>Buenoa</i> sp.	88	12	1	19	3			123	50.41
	Mesoveliidae	<i>Mulsanti</i> sp.	3	4	3	3		8	1	22	1.64
	Gerridae	<i>Limnogonus</i> sp.	1	7		3		21	2	34	9.02
	Nepidae	<i>Coricta</i> sp.	1						1	2	13.93
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i> sp.			2			2		4	0.82

Figura 3.- Porcentaje por géneros de insectos depredadores, con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos, colectados en la localidad de Pichari, La Convención-Cusco. 2015.



V. DISCUSIONES

La Tabla 2 reporta los géneros y especies de mosquitos que ha sido colectados en los criaderos larvales como pozas y estanques temporales, remansos en cause de riachuelos, charcas de formación natural y plantas bromelias, todas ellas consideradas como criaderos apropiados para el desarrollo de diversas especies de mosquitos culícidos implicados en la transmisión de patógenos que causan enfermedad o que generan molestias producto de sus picaduras dolorosas e irritantes en el hombre (Service, 1993; Ayala, 2009; Marquardt et al., 2000). *Coquillettidia* sp., por ejemplo, es un insecto que en el estado adulto, las hembras muestran hábitos nocturnos y crepusculares en su actividad hematofágica, son principalmente zoofílicos y exófilos. Pueden invadir las casas en épocas de elevada densidad poblacional. Son eclécticos y oportunistas, pican una variedad de hospederos de día o de noche. Estos insectos representan serio problema para los moradores de áreas próximas a sus criaderos, pues son generalmente numerosos y muy agresivos en su actividad alimenticia (Consoli y Laureco de Oliveira, 1994). *Culex quinquefasciatus* es un mosquito que acompaña los procesos de urbanización de las ciudades, es obligatoriamente nocturno en sus hábitos alimenticios hematofagos. Hembras y machos invaden las habitaciones humanas y allí se abrigan durante el día y la noche, las hembras solo se estimulan a una actividad hematofágica en horas crepusculares y al anochecer. Atacan al hombre y animales, situados dentro de las casas o en el peridomicilio, durante toda la noche. Este mosquito es considerado ornitofílico pudiendo atacar las hembras, aves domésticas. Se sabe que las especies de insectos que se alimentan del hombre y de las aves en forma mixta producen más huevos que aquellas que se alimentan de sangre de otros orígenes. Este insecto ha sido incriminado como vector de arbovirus dentro de zonas rurales y ciudades (Consoli y Laureco de Oliveira, 1994). Por otro lado *Psorophora dimidiata*, son mosquitos que están restringidos para el Nuevo Mundo. Son extremadamente voraces y sus picaduras son muy dolorosas. Atacan preponderantemente de día,

más el crepúsculo vespertino estimula su hematofagia. Son esencialmente exófilos, zoófilos y oportunistas y pueden atacar al hombre, muchas veces en gran número. Sus larvas pueden desarrollarse en criaderos naturales o artificiales, transitorios y localizadas generalmente en descampados, tales como lugares de drenaje, impresiones de patas de animales, con poco agua, con o sin vegetación (Consoli y Laureco de Oliveira, 1994).

Aedes aegypti por el contrario es una especie invasora, que últimamente ha sido reportado colonizando diversos ambientes de la selva del río Apurímac (DIGESA, 2015). Es una especie de culícido que puede ser portador del virus del dengue y de la fiebre amarilla, así como de otras enfermedades, como la chikungunya y la fiebre de Zika. Según la OMS (2016), ha estimado que esta especie de mosquito causa 50 millones de infecciones y 25 000 muertes por año como producto de la transmisión de dichas enfermedades. *Aedes aegypti* puede alimentarse en cualquier momento, suele picar con más frecuencia al amanecer y al atardecer. Los sitios donde mejor puede reproducirse son aquellos donde existe agua estancada y limpia: recipientes descubiertos y abandonados, tiestos de macetas, neumáticos desechados, agua de sumideros de los patios, etc. (Ministerio de Salud. (2011).

Anopheles pseudopunctipennis, es la especie más ampliamente distribuida en el suelo peruano, encontrándosele en casi todos los departamentos, a excepción de Ucayali y Loreto y en las regiones naturales de Costa, Yunga marítima, Yunga fluvial y Rupa Rupa (Selva Alta). Ascende con poblaciones capaces de transmitir la malaria hasta los 1800 m.s.n.m. en algunos valles de la costa hasta los 2400 m.s.n.m. en los valles interandinos propiamente dichos (Yunga fluvial), y alrededor de los 400 a 1200 m.s.n.m en selva alta (Calderón, *et al.* 1995). Es un insectos cuyas hembras prefiere criaderos larvales de aguas limpias y claras, con escasa materia orgánica, preferentemente sombreado y con presencia de algas filamentosas, las larvas pueden prosperar favorablemente en las axilas de plantas bromelias.

Finalmente *Anopheles rangeli*, es una especie considerada como vector secundario en la transmisión de la malaria, importante durante la ocurrencia de epidemias de esta enfermedad, de poca probada actividad antropofílica, si esta ocurre es por el incremento desmedido de su población de adultos (Rubio-Palis, 2000).

En este escenario, se han podido coleccionar tres órdenes de insectos con potencial capacidad de depredación de larvas de mosquitos culícidos, las que corresponden a los órdenes: Odonata, Hemiptera y Coleoptera (Tabla 3), coleccionados en los criaderos larvales temporales y permanentes, donde precisamente fueron muestreadas las larvas de los dípteros culícidos. En el orden Odonata, las náyades coleccionadas fueron identificadas al interior de tres familias: Libellulidae (*Orthemis* sp. y *Dythemis* sp.),

Aeshnidae (*Coryphaeshna* sp.) y Coenagrionidae (*Acanthogrion* sp.). En el orden Hemiptera, fueron caracterizados taxonómicamente cinco familias, cada una con un género de chinche: Belostomatidae (*Belostoma* sp.), Notonectidae (*Buenoa* sp.), Gerridae (*Limnogonus* sp.) y Nepidae (*Coricta* sp.), finalmente en Coleoptera, se identificó la familia Hydrophilidae (*Tropisternus* sp.)

En cuanto a la colonización de criaderos por parte de las familias y géneros de insectos depredadores identificados (Tabla 3), podemos evidenciar que el orden Odonata, es el que muestra mayor dispersión y consecuentemente un mayor número de criaderos habitados, destacando *Dythemis* sp. (Libellulidae) y *Acanthagrion* sp. (Coenagrionidae) como los géneros con mayor presencia ubicados en cinco zonas de muestreo; en tanto que en el orden Hemiptera, es notable la presencia de *Belostoma* sp. (Belostomatidae) hallado en todas las zonas de muestreo evaluados, seguido de *Mulsanti* sp. (Mesoveliidae) en seis zonas, finalmente *Buenoa* sp. (Notonectidae) y *Limnogonus* sp. (Gerridae), ambos géneros presentes en criaderos de cinco zonas de muestreo.

Debido a su voraz apetito los odonatos son considerados como auxiliares en el control de plagas, ya que no seleccionan una presa en particular, lo mismo les resulta devorar al mosquito portador del paludismo o a la mosca tse tse, que a una mariposa u otra libélula, por esto, son consideradas controladores naturales. Sin embargo, son importantes en el funcionamiento ecológico de los cuerpos de agua en que viven y en el medio aéreo, al ser consumidores intermediarios, esto es, consumen pero también son consumidos por otros organismos, como los peces cultivados por ejemplo. Pero pueden considerarse “plaga” si proliferan en exceso consumiendo las crías de estos peces (Vázquez y Villeda-Callejas, 2000).

En la revisión desarrollada por Andrade y Urbano dos Santos (2004), sobre el uso de depredadores en el control biológico de *Aedes aegypti*, menciona que no hay duda de que los principales enemigos naturales de los insectos está entre los propios insectos. Así son muchas las posibilidades de los programas de manejo y vigilancia de vectores, que podrían considerar a los insectos entomófagos como elemento clave para la protección de la fauna benéfica. Según los referidos investigadores, las ninfas de las libélulas han sido registradas como depredadoras de larvas de mosquitos, siendo encontradas con mayor frecuencia en aguas permanentes, así por ejemplo ninfas de Gomphidae fueron colectadas alimentándose de larvas de *Aedes aegypti* y *Ae. Albopictus*, durante un programa de monitoreo que duró ocho años.

Los pocos trabajos desarrollados sobre los odonatos depredadores, mencionan que especies del sub orden Zygoptera son más eficientes en el ataque a larvas de los mosquitos culícidos en relación a los miembros del sub orden Anisoptera. Ninfas del

último estadio pueden depredar cerca de seis larvas/día y cuando encuentran densidades elevadas de presas, matan más de las que pueden consumir. El uso de *Crocothemis servilia* en un programa local de control de *Aedes aegypti* en Yangon (Burma- Birmania) permitió establecer este tipo de comportamiento. La introducción de *Pantala* sp. (Libellulidae), fue evaluada como una alternativa de control de larvas del mosquito *Anopheles pseudopunctipennis* y *Culex pipiens* en México. Es interesante denotar que el potencial de las libélulas como controladores de mosquitos es tal vez una de las más antiguas en ser registrada (Andrade y Urbano dos Santos, 2004).

En los Hemiptera, las principales familias con potencial para el control de larvas de mosquitos son los Belostomatidae, Nepidae, Notonectidae y Naucoridae, los estudios de laboratorio en Cuba y en Brasil, permitieron establecer que los belostomátidos deberían ser los mejores aliados para el control de larvas de mosquitos. En Estados Unidos y Canadá por el contrario, los estudios sugieren que los notonectidos son los depredadores más voraces y por tanto los más fuertes candidatos para su inclusión en programas de control vectorial de larvas de mosquitos (Andrade y Urbano dos Santos, 2004). Trabajos desarrollados por Ayala (2009) y Cisneros (2011), en Ayacucho (Perú), demostraron que *Notonecta* sp. muestra alta capacidad depredadora, bajos tiempos de manipuleo y alta capacidad de búsqueda, con características densodependiente inversa, en presencia y ausencia de refugios en el control de larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus* y que estos chinches acuáticos demostraron mayor preferencia en el consumo de larvas de *Cx. quinquefasciatus* en comparación a larvas de *Chironomus* sp.

Los individuos de la familia Belostomatidae como *Diplonychus indicus* y *Ranata elongata*, ya fueron considerados como una alternativa al control químico, por su alto potencial para el control de larvas de mosquitos, presentan alta capacidad de depredación y selectividad de presas. La especie *Belostoma flumineum* ha sido considerada como una buena predadora de larvas, hallada con frecuencia asociada al hábitat de criadero de larvas de mosquitos. En la familia Notonectidae el interés está principalmente relacionado con el género *Notonecta* como agente de control biológico. En investigaciones llevadas a cabo de capacidad de depredación, destacaron las especies *N. unifasciata*, *N. hoffmani* y *N. kirbyi*, siendo *N. undulata* considerada como la más voraz depredadora entre los hemípteros evaluados. Observaciones llevadas a cabo en laboratorio con notonectidos del género *Buenoa*, mostraron cuatro formas diferentes de ataque a las larvas de mosquitos *Culex* sp. administradas diariamente durante un experimento. Estos notonectidos atacaron todos los estadios de larvas y apenas un solo depredador capturó a su presa, la mato

y en seguida se liberó para seguir consumiendo más presas (Andrade y Urbano dos Santos, 2004).

Según Trujillo-García *et al.* (1996), en el orden Coleoptera, los principales depredadores se encuentran en miembros de las familias Hydrophilidae, Dytiscidae y Gyrinidae, que en general actúan como buenos controladores de larvas de mosquitos en pequeños criaderos. Destacándose como depredadoras las especies de los géneros Dytiscus, Laccophilus, Agabus y Rhantus. En Canadá fueron evaluados en el control de *Aedes stimulans* y *Ae. Trichurus* destacando la especie *Agabus erichsoni* (Dytiscidae). En el ambiente natural, no se encuentran en densidades adecuadas para el control de las presas, en cuanto exista ausencia de larvas de mosquitos, con frecuencia ocurre canibalismo, este fenómeno cesa cuando las larvas de los mosquitos reaparecen. *Tropisternus lateralis* (Coleoptera: Hydrophilidae) es uno de los insectos depredadores más comunes en criaderos de mosquitos. Durante su estado larval se alimenta de larvas de mosquitos y otros invertebrados acuáticos. Esto ha motivado que varias especies del género *Tropisternus* sean consideradas como agentes potenciales de control biológico. Estudios llevados a cabo por varios investigadores, determinaron que la densidad de presas no afecta el número de presas consumidas por *T. lateralis*; observaron además que éstos cambian frecuentemente su comportamiento de ataque. Como podemos evidenciar, muchas de las especies reportadas por diferentes investigadores y en distintas realidades geográficas, concuerdan con los géneros que reportamos en la presente investigación al interior de los órdenes Odonata, Hemiptera y Coleoptera, coincidiendo en el hecho que representan estos insectos depredadores una alternativa ecológica y saludable para el ambiente, en el control de larvas de mosquitos culícidos (Tabla 3). Quiroz *et al.* (2005), al evaluar insectos acuáticos como los odonatos *Pantala hymenae* y *Archile stesgrandis*; varias especies de chinches acuáticos como los “nadadores de dorso” o notonéctidos *Buenoa scimitra*, *Buenoa antigone* y *Notonecta irrorata*; otros chinches conocidos como *Ambrysus parviceps* “escorpión del agua” *Ranatra fusca* y la chinche gigante del agua *Abedus* sp.; así como los escarabajos ditiscidos: *Laccophilus* sp. y *Laccophilus fasciatus*, *Thermonectes marmoratus*; además de los hidrofílicos *Tropisternus lateralis* e *Hydrophilus* sp. Demostraron que el insecto acuático más prometedor y considerado como el mejor prospecto en los programas de control biológico de *Aedes aegypti* e insectos afines, son las chinches nadadoras de dorso: *Buenoa scimitra*, *Buenoa antigone* y *Notonecta irrorata* ya que fueron los depredadores con la más alta capacidad de búsqueda; razón por la cual se les dio seguimiento y fue posible obtener la cría masiva de estos hemípteros, de quienes se practicaron liberaciones de

huevecillos, ninfas y adultos en depósitos artificiales lográndose obtener una disminución de la densidad larvaria de mosquitos. Según los mismos investigadores los agentes de control biológico como los notonectidos representaron una de las mejores herramientas de control que pueden aplicarse de forma conjunta con estrategias tales como la presentación comercial de *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* conocida como Bactimos® y otras alternativas no convencionales, complementando el efecto de control entre ambas, tales diseños repercuten en beneficios económicos ya que no se hacen aplicaciones repetitivas por el establecimiento de los depredadores, ecológicos por el bajo impacto que tienen en los ecosistemas y social por la disminución de casos al disminuir la densidad de adultos (Quiroz *et al.*, 2005; Chinery, 2006).

Al establecer la abundancia de individuos por género de insecto depredador colectado en cada una de las zonas de muestreo (Tabla 4 y Figura 3), podemos evidenciar que *Buenoa* sp. (Hemiptera: Notonectidae), es el más abundante de los depredadores (50.41%), seguido de *Limnogonus* sp. (Hemiptera: Gerridae) (13.93%), *Belostoma* sp. (Hemiptera: Belostomatidae) (11.89%) y *Acanthagrion* sp. (Odonata: Coenagrionidae) con 7.38%, como los insectos más representativos y en consecuencia probablemente los mejores cantaditos para ser evaluados en la capacidad de depredación de larvas de mosquito culícidos en la localidad de Pichari (La Convención-Cusco). Pese a que la literatura cita a *Tropisternus* sp. como un buen depredador de larvas de mosquitos (Quiroz *et al.*, 2005; Trujillo-Garcia *et al.* 1996), el muestreo llevado a cabo en los diferentes criaderos de la localidad de Pichari (La Convención-Cusco), demuestra que se encuentra poco dispersado (reportado tan solo en tres zonas de muestreo) y con limitado número de individuos representativos (1.64%). Sin embargo, es posible reproducir esta especie en laboratorio tal como lo señala Quiroz *et al.*, (2005), para de esta manera potenciar el control de las larvas de mosquitos culícidos. Por otro lado, es probable que los factores ambientales estén limitando el desarrollo de esta especie en Pichari. Sin embargo a la luz de esta experiencia podemos afirmar que existen depredadores con gran potencial, si tomamos en cuenta su densidad poblacional (Tabla 4 y Figura 3), a ser evaluados y consecuentemente poder ser incluidos como una alternativa válida, ecológicamente amigable en los programas de vigilancia y control vectorial de insectos de importancia médica.

VIII. CONCLUSIONES

1. Se reporta a *Coquillettia* sp., *Culex quinquefasciatus*, *Psorophora dimidiata*, *Aedes aegypti*, *Anopheles pseudopunctipennis* y *Anopheles rangeli* como los géneros y especies de larvas de mosquitos culícidos distribuidos en la localidad de Pichari, La Convención-Cusco, 2015, colonizando diversos tipos de criaderos, entre los 562 a 591 msnm (Coordenadas UTM: 626868.93 m E, 8614667.97 m S; 628599.25 m E, 8615645.09 m S).
2. Se han identificado tres órdenes de potenciales insectos depredadores de larvas de mosquitos culícidos: Odonata, Hemiptera y Coleoptera. En Odonata fueron identificados tres familias: Libellulidae (géneros *Orthemis* sp. y *Dythemis* sp.), Aeshnidae (*Coryphaesha* sp.) y Coenagrionidae (*Acanthagrion* sp.). Hemiptera: Belostomatidae (*Belostoma* sp.), Notonectidae (*Buenoa* sp.), Gerridae (*Limnogonus* sp.) y Nepidae (*Coricta* sp.). Finalmente en Coleoptera, la familia Hydrophilidae (*Tropisternus* sp.).
3. *Buenoa* sp. (Hemiptera: Notonectidae), es el más abundante de los depredadores (50.41%), seguido de *Limnogonus* sp. (Hemiptera: Gerridae) (13.93%), *Belostoma* sp. (Hemiptera: Belostomatidae) (11.89%) y *Acanthagrion* sp. (Odonata: Coenagrionidae) con 7.38%, como los más representativos y probablemente los mejores candidatos para ser evaluados en la capacidad de depredación de larvas de mosquito culícidos en la localidad de Pichari (La Convención-Cusco). Los demás géneros no superan el 4.10%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar la capacidad depredadora de los géneros de insectos reportados en la presente investigación con miras a su incorporación en programas de control y vigilancia de las larvas de mosquitos de importancia médica.
2. Establecer una crianza en laboratorio de insectos con potencial capacidad depredadora para el control biológico de larvas de mosquitos culícidos, a fin de llevar a cabo liberaciones inoculativas en criaderos naturales o artificiales, permanentes o temporales, que sirven de lugar de cría de larvas de mosquitos de importancia médica, en los lugares declarados con riesgo entomológico del valle del río Apurímac (región de Ayacucho y Cusco).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade CF, Urbano dos Santos L. 2004. O uso de predadores no controle biológico de Mosquitos, com destaque aos *Aedes*. Departamento de Zoologia. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Brasil. Disponible en: <http://www.pdfpdf.com/0.htm>
2. Ayala Y. 2009. Capacidad predadora y respuesta funcional de *Notonecta* sp. (Insecta: Hemiptera) frente a larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus* Say 1823 (Diptera: Culicidae) en presencia y ausencia de refugios. Informe final de investigación. Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas-UNSCH. Ayacucho-Perú.; 50 pp.
3. Barrera J F. 2007. Introducción, Filosofía y Alcance del Control Biológico. En: Teoría y aplicación del control biológico. Rodríguez del Bosque y Arredondo-Bernal (eds.). Sociedad Mexicana de Control Biológico. México..
4. Chinery M. 2006. Guía de los insectos de Gran Bretaña y Europa occidental. Collins. ISBN 0-00-219137-7..
5. Cisneros K. 2011. Capacidad predadora de *Notonecta* sp. (Hemiptera: Notonectidae) con relación al consumo de larvas de *Culex quinquefasciatus* y *Chironomus* sp. (Insecta: Díptera). [Tesis de pregrado]. Facultad de Ciencias Biológicas-UNSCH. Ayacucho-Perú..55 pp.
6. Eilenberg J, Hajek A, Lomer C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*.; 46: 387-400.
7. Forattini OP. 1999. Mosquitos Culicidae como vetores emergentes de infecções. *Rev. Saúde Pública, São Paulo. Brasil.* 32 (6): 497-502.
8. Fundación Universidad-Empresa de la región de Murcia. 2005. Sistemas de control biológico de las poblaciones de mosquitos en zonas húmedas. Universidad de Murcia. Editorial Novograf, S.A. España. ISBN 84-688-2565-4.[Internet] [consulta 15 de febrero de 2013]. Disponible en: <http://www.carm.es/cma/dgmn/mnatural/Humedal/publica/mosquito.pdf>
9. Harwood RF. y MT. James. (1987). *Entomología Médica y Veterinaria*. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México. 615 Pp.
10. Hurst T, Brown M, Kay B. 2004. Laboratory evaluation of the predation efficacy of native Australian fish on *Culex annulirostris* (Diptera: culicidae). *J Am Mosq Control Assoc.*; 20 (3): 286-291.
11. Kay B, Cabral C, Sleight A, Brown M, Ribeiro Z, Vasconcelos A. 2002. Laboratory evaluation of Brazilian *Mesocyclops* (Copepoda: Cyclopoidae) for mosquito control. *J Med Entomo.*; 29(4):599-602.

12. Lacey L, Orr BK. 2003. The role of biological control of mosquitoes in integrated vector control. *Am J Trop Med Hyg.*; 50(6):97-115.
13. Lee D. 2003. Predation efficacy of the fish muddy loach *Misgurnus mizolepis*, against *Aedes* and *Culex* mosquitoes in laboratory and small rice plots. *J Am Mosq Control Assoc.*; 16(3): 258-261.
14. Lestani E, Stein M, Liotta D, Martínez H, Tonón S. 1997. Estudio preliminar de diversidad de culicifauna en recipientes artificiales de la ciudad de posadas, argentina. Laboratorio de Biología Molecular Aplicada - Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales- Universidad Nacional de Misiones. Argentina.
15. Lima J, De Melo N, Valle D. 2005. Residual effect of two *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* products assayed against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in laboratory and outdoors at Rio de Janeiro, Brazil. *Rev Inst Med Trop.*; 47 (3):125-130.
16. Marquardt WC, Demaree RS, Grieve RB. 2000. Parasitology vector biology. Second edition. Academia Press. San Diego, California USA. 796 pp.
17. Marquardt WC., Demaree RS. y RB. Grieve. (2000). Parasitology vector biology. Second Edition. Academia Press. San Diego, California USA. 576 Pp.
18. Mercer D, Wettach G, Smith J. 2005. Effects of larval density and predation by *Toxorhynchites amboinensis* on *Aedes polynesiensis* (Diptera: Culicidae) developing in coconuts. *J Am Mosq Control Assoc.*; 21(4): 425-431.
19. Ministerio de Salud. (2011). Manual de Vigilancia y control de *Aedes aegypti*. Dirección General de Salud. División de Epidemiología. Uruguay. 34 Pp.).
20. Mkoji G, Boyce T, Mungai B, Copeland R, Hofkin B, Loker E. 2003. Predation of aquatic stages of *Anopheles gambiae* by the Louisiana red swamp crawfish (*Procambarus clarkii*). *J Am Mosq Control Assoc.*; 15(1): 69-71.
21. Neri J, Quiroz I, Rodríguez M, Tejada L, Badii M. 2007. Use of Bactimos briquets (B.t.i formulation) combined with the backswimmer *Notonecta irrorata* (Hemiptera: Notonectidae) for control of mosquito larvae. *J Am Mosq Control Assoc.*; 13 (1):97-99.
22. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). Enfermedades transmitidas por vectores. Nota descriptiva N°387. Centro de Prensa. Febrero. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/es/>
23. Perich M, Clair P, Boobar L. 2004. Integrated use of planaria (*Dugesia dorotocephala*) and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against *Aedes taeniorhynchus*: A laboratory bioassay. *J Am Mosq Control Assoc.*; 6(4): 667-671.

24. Quiroz H, Rodríguez V, Solís C, Maldonado M. 2005. Predatory capacity and prey selectivity of nymphs of the dragonfly *Pantala hymenaea*. J Am Mosq Control Assoc.; 21(3): 328-330.
25. Ramírez A. 1997. Lista de especies costarricenses del orden Odonata (Insecta) de las que se conoce la náyade. Rev. Biol. Trop.; 44(3) / 45(1): 225-232.
26. Rubio-Palis Y, Wirtz RA y CF Curtis (1992). Malaria tasas de inoculación entomológica en el oeste de Venezuela Acta Trop 52.167-174.
27. Santos L, Andrade C, Carvalho G. 2006. Biological control of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larvae in trap tyres by *Mesocyclops longisetus* (Copepoda: Cyclopidae) in two field trials. Mem. Inst. Oswaldo Cruz.; 91(2):161-162.
28. Service MW. 1993. Mosquito ecology: field sampling methods. 2da. Ed. Elsevier science publishers Ltd. Barking, Essex, UK; 988 pp.
29. Trujillo-Garcia J. C., Quiroz-Martinez H. y M. H. Badii. (1996). Efecto de la densidad de *Tropisternus lateralis* (Coleoptera: Hydrophilidae) en la depredación del mosquito *Culex pipiens quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). VEDALIA 3: 49-50. ISSN 1405-0420.
30. Vázquez JÁL y MP Villeda-Callejas. (2000). Libélulas: esos ágiles cazadores. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6(1): 55-61.
31. Willems K, Webb C, Russell R. 2005. Tadpoles of four common Australian frogs are not effective predators of the common pest and vector mosquito *Culex annulirostris*. J Am Mosq Control Assoc.; 21(4): 492-494.
32. Woodring J, Davidson E. 1996. Biological Control of Mosquitoes *In*: The Biology of Disease Vectors. Coord. Beaty BB, Marquardt WC. Univ. Press of Colorado.. Pp. 632.
33. Zapater, M. C. (ed.). 1996. El control biológico en América Latina. Actas de la III Mesa redonda de control biológico en el Neotrópico. SRNT/IOBC. Buenos Aires, Argentina.; 142 pp.

ANEXO



Figura 4.- Criadero de larvas de mosquitos ubicado en un desborde de riachuelo. Pichari, La Convención (Cusco)



Figura 5.- Criaderos de larvas de mosquitos ubicados en depresiones naturales. Pichari, La Convención (Cusco).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Laboratorio de Zoología

FICHA DE CAMPO DE COLECTA DE INSECTOS

Colector:

Fecha:..... **Hora:**..... **Ubicación geográfica:** **Altitud:**.....

N: **Lugar:**.....

E: **Distrito:**.....

Estado del insecto

01. Inmaduros ()
02. Adulto ()

Tipo colecta

01. Dipper ()
02. Trampa de luz – CDC ()
03. Otros ()
Especifique:

Algas

01. Presente ()
a. Filamentosas ()
b. Verdes flotantes ()
c. Verdes en sustrato ()
d. Café o amarillo en sustrato ()
02. Ausente ()

Vegetación acuática

01. Presente ()
02. Ausente

Densidad:

Ambiente

01. Urbano ()
02. Urbano Marginal ()
03. Rural ()

Tipos de hábitat

01. Charcos Temporales ()
02. Canales de Riego ()
03. Orillas de río ()
04. Estanques ()
05. Otros ()
Especifique:

Características del agua de criadero

01. Salinidad :
02. Conductividad :
03. SDT :
04. Alcalinidad :
05. Turbidez :
06. Dureza Total :
07. Dureza Cálrica :
08. pH :
09. CO₂ :

OBSERVACIONES:

Profundidad (cm):

Tipo de criadero

01. Permanente ()
02. Temporal ()

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MARCO TEÓRICO
Problema principal: ¿Cuál será la diversidad de insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culicidos de importancia médica, presentes en el distrito de Pichari (La Convención – Cusco), 2015?	Objetivo general: Colectar e identificar los insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culicidos de importancia médica, presentes en los criaderos naturales y artificiales de la localidad de Pichari, La Convención – Cusco, durante el periodo de investigación.. Objetivos específicos: a) Identificar las larvas de mosquitos culicidos presentes en los criaderos larvales evaluados y con presencia de insectos depredadores, en la localidad de Pichari, La Convención – Cusco, durante el año 2015. b) Colectar e identificar mínimamente a nivel de género los insectos depredadores presentes en los criaderos naturales y artificiales, con potencial en el control de larvas de mosquitos culicidos, mediante el uso de claves taxonómicas convencionales.	Por ser una investigación descriptiva, la hipótesis se encuentra implícita en la presente investigación, sin embargo, existen varios géneros y/o especies de insectos depredadores potenciales de larvas de mosquitos culicidos presentes en la localidad de Pichari (La Convención-Cusco), siendo su distribución en criaderos naturales y artificiales característico para cada taxón y especie de larvas de mosquitos a depredar, los mismos que controlan las poblaciones larvales de los mosquitos vectores de patógenos de importancia médica para el hombre y tiempo fijo de exposición.	Variables intervinientes • Taxones de insectos depredadores Indicador: especies y/o géneros de insectos depredadores • Taxones pertenecientes a la familia Culicidae Indicador: especies y/o géneros de larvas de mosquitos culicidos • Tipo de criadero evaluado Indicador: natural, artificial, permanente, estacional	Tipo de investigación: Básico descriptivo Nivel de investigación: Descriptivo Método: Analítico Diseño: Descriptivo de una sola casilla. Muestreo: Determinístico Técnicas: Observación Determinación Experimentación Instrumentos: Estereoscopio Microscopio Cámara digital Computadora laptop GPS	Los mosquitos representan una amenaza para la salud del hombre y de los animales debido a que actúan como vectores de distintos patógenos que causan enfermedad en el hombre y los animales (Marquardt <i>et al.</i>, 2000). Provocan disminución en el rendimiento de la producción pecuaria y desalientan al hombre en la realización de actividades recreativas al aire libre. Una forma de disminuir sus densidades poblacionales es a través del control biológico (Russell <i>et al.</i>, 1996). Esta metodología resulta ser una medida de regulación poblacional adicional a la tradicionalmente realizada por insecticidas o productos biocidas. Para limitar la presencia de insectos plaga o vectores de patógenos que se distribuyen en las diferentes regiones biogeográficas del país y el mundo, existen antecedentes relacionados con la búsqueda de métodos de control natural, biológico o químico. En el control biológico, el uso de los insectos depredadores como una estrategia de control vectorial es válido y viable. Sin embargo, muchas de las especies utilizadas con este fin generan impactos que pueden ser invaluable para las comunidades biológicas y humanas, ya que muchas de ellas son extrañas al hábitat en donde se han introducido, generando a su llegada desequilibrios entre las poblaciones de los sitios intervenidos, por lo que colectar e identificar insectos depredadores nativos a la zona de estudio (distrito de Pichari, La Convención-Cusco), con potencial en el control de larvas de mosquitos de importancia médica, es la propuesta que se plantea en la presente investigación, con miras a su evaluación de la capacidad depredadora y posibilidades de reproducción masiva en laboratorio a fin de recomendar su liberación en los criaderos detectados como potenciales para el desarrollo de las larvas de los mosquitos culicidos.

INSECTOS DEPREDAADORES POTENCIALES EN EL CONTROL DE LARVAS DE
MOSQUITOS CULÍCIDOS DE IMPORTANCIA MÉDICA. DISTRITO DE PICHARI
(LA CONVENCION – CUSCO), 2015.

AYALA SULCA, Yuri, CARRASCO BADAJOZ, Carlos, COLOS GALINDO, Percy.

Programa de Investigación en Biodiversidad y Gestión Ambiental

Sub Programa de Biodiversidad

yuriayala27@hotmail.com

RESUMEN

La investigación estuvo orientado a coleccionar e identificar los insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos de importancia médica, presentes en criaderos naturales y artificiales de la localidad de Pichari, La Convención – Cusco, durante el año 2015. Las larvas de los mosquitos culícidos fueron coleccionadas con un *dipper* de 350 mL de capacidad y una duya de 150 mL, dependiendo del tipo de criadero a evaluar. Los insectos depredadores hallados en los mismos criaderos de las larvas de los mosquitos, fueron muestreados con una red de arrastre tipo Surber y/o una red entomológica. Se hizo el montaje y la preservación de los insectos coleccionados a fin de ser caracterizarlos taxonómicamente mediante el uso de claves taxonómicas convencionales, adicionalmente se georeferencio cada zona de muestreo. *Coquillettia* sp., *Culex quinquefasciatus*, *Psorophora dimidiata*, *Aedes aegypti*, *Anopheles pseudopunctipennis* y *Anopheles rangeli* fueron coleccionados en la localidad de Pichari, La Convención-Cusco, colonizando diversos tipos de criaderos, entre los 562 a 591 msnm (Coordenadas UTM: 626868.93 m E, 8614667.97 m S; 628599.25 m E, 8615645.09 m S). Los insectos identificados en el orden Odonata, fueron: Libellulidae (*Orthemis* sp. y *Dythemis* sp.), Aeshnidae (*Coryphaesha* sp.) y Coenagrionidae (*Acanthagrion* sp.). Hemiptera: Belostomatidae (*Belostoma* sp.), Notonectidae (*Buenoa* sp.), Gerridae (*Limnogonus* sp.) y Nepidae (*Coricta* sp.). Finalmente Coleoptera: Hydrophilidae (*Tropisternus* sp.). *Buenoa* sp. fue el más abundante de los depredadores (50.41%), seguido de *Limnogonus* sp. (13.93%), *Belostoma* sp. (11.89%) y *Acanthagrion* sp. (Odonata: Coenagrionidae) con 7.38%. Los demás géneros no superaron el 4.10%.

Palabra clave: depredadores, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, mosquitos.

ABSTRACT

The research was aimed to collect and identify potential insect predators in controlling mosquito larvae mosquitoes of medical importance, present in natural and artificial breeding of the town of Pichari, the Convention - Cusco during 2015. The larvae of mosquitoes were you collected to a dipper capacity of 350 mL and 150 mL of duya depending on the type of farm to be evaluated. Insect predators found in the same breeding of mosquito larvae were sampled with a trawl type Surber and / or entomological net. Assembly and preservation of insects collected in order to be taxonomically characterize using conventional taxonomic keys was additionally each sampling area geographically referenced. *Coquillettidia* sp., *Culex quinquefasciatus*, *Psorophora dimidiata*, *Aedes aegypti*, *Anopheles pseudopunctipennis* and *Anopheles rangeli* were collected in the town of Pichari, the Convention-Cusco, colonizing various types of farms, between 562-591 meters (UTM coordinates: 626868.93 m E 8614667.97 m S; 628599.25 m E 8615645.09 m S). Insects identified in the Odonata order, were: Libellulidae (*Orthemis* sp. and *Dythemis* sp.), Aeshnidae (*Coryphaeshna* sp.) and Coenagrionidae (*Acanthogrion* sp.). Hemiptera: Belostomatidae (*Belostoma* sp.), Notonectidae (*Buenoa* sp.), Gerridae (*Limnogonus* sp.) and Nepidae (*Coricta* sp.). Finally Coleoptera: Hydrophilidae (*Tropisternus* sp.). *Buenoa* sp. it was the most abundant predators (50.41%), followed by *Limnogonus* sp. (13.93%), *Belostoma* sp. (11.89%) and *Acanthagrion* sp. (Odonata: Coenagrionidae) with 7.38%. Other genres did not exceed 4.10%.

Keyword: predatory, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, mosquitoes.

INTRODUCCIÓN

Los mosquitos representan una amenaza para la salud del hombre y de los animales debido a que actúan como vectores de distintas enfermedades. Algunas especies de mosquitos son más abundantes en ambientes acuáticos permanentes como temporarios, entre ellas se tiene a *Anopheles* spp., *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus*, siendo sus larvas activas nadadoras (Marquardt *et al.*, 2000).

Según la Organización Mundial de la Salud (2016), en todo el mundo se registran cada año más de 1000 millones de casos y más de 1 millón de defunciones como consecuencia de enfermedades transmitidas por vectores, como el paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana humana, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, fiebre amarilla, encefalitis japonesa y oncocercosis. Las enfermedades transmitidas por vectores representan más del 17% de todas las enfermedades infecciosas. La distribución de estas enfermedades está determinada

por una compleja dinámica de factores medioambientales y sociales. En los últimos años, la globalización de los desplazamientos y el comercio, la urbanización no planificada y los problemas medioambientales, entre ellos el cambio climático, están influyendo considerablemente en la transmisión de enfermedades. Algunas, como el dengue, la fiebre chikungunya, zica y la fiebre del Nilo Occidental, están apareciendo en países en los que hasta hace poco eran desconocidas. Los cambios en las prácticas agrícolas debidos a las variaciones de temperatura y precipitaciones pueden influir en la propagación de enfermedades transmitidas por vectores (OMS, 2016).

Una forma de disminuir la densidad poblacional de mosquitos vectores de patógenos que causan enfermedad en el hombre y los animales es a través del control biológico (Russell *et al.*, 1996). Esta metodología resulta ser una medida de regulación poblacional adicional a la tradicionalmente realizada por insecticidas o biocidas. En esta nueva estrategia, el uso de controladores biológicos, organismos con capacidad de parasitar (insectos que parasitan a otros insectos), depredar o ser patógeno al insecto vector (hongos, virus, bacterias, protozoos, nematodos), es una alternativa real y viable, ya que todos los insectos poseen enemigos naturales (Andrade y Urbano dos Santos, 2004; Zapater, 1996).

Quiroz *et al.* (2005), al evaluar insectos acuáticos como los odonatos *Pantala hymenae* y *Archile stesgrandis*; varias especies de chinches acuáticos como los “nadadores de dorso” o notonéctidos *Buenoa scimitra*, *Buenoa antigone* y *Notonecta irrorata*; otros chinches conocidos como *Ambrysus parviceps* “escorpión del agua” *Ranatra fusca* y la chinche gigante del agua *Abedus* sp.; así como los escarabajos ditiscidos: *Laccophilus* sp. y *Laccophilus fasciatus*, *Thermonectes marmoratus*; además de los hidrofílicos *Tropisternus lateralis* e *Hydrophilus* sp. Demostraron que el insecto acuático más prometedor y considerado como el mejor prospecto en los programas de control biológico de *Aedes aegypti* e insectos afines, son las chinches nadadoras de dorso: *Buenoa scimitra*, *Buenoa antigone* y *Notonecta irrorata* ya que fueron los depredadores con la más alta capacidad de búsqueda; razón por la cual se les dio seguimiento y fue posible obtener la cría masiva de estos hemípteros, de quienes se practicaron liberaciones de huevecillos, ninfas y adultos en depósitos artificiales lográndose obtener una disminución de la densidad larvaria de mosquitos. Según los mismos investigadores los agentes de control biológico como los notonectidos representaron una de las mejores herramientas de control que pueden aplicarse de forma conjunta con estrategias tales como la presentación comercial de *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* conocida como Bactimos® y otras alternativas no convencionales, complementando

el efecto de control entre ambas, tales diseños repercuten en beneficios económicos ya que no se hacen aplicaciones repetitivas por el establecimiento de los depredadores, ecológicos por el bajo impacto que tienen en los ecosistemas y social por la disminución de casos al disminuir la densidad de adultos (Quiroz *et al.*, 2005; Chinery, 2006).

Ayala (2009) al evaluar la capacidad de depredación del chinche *Notonecta* sp. en el control de larvas de *Culex quinquefasciatus* demostró que estos organismos desarrollaron alta capacidad depredadora, bajos tiempos de manipuleo y alta capacidad de búsqueda, con características densodependiente inversa, en presencia y ausencia de refugios. Posteriormente Cisneros (2011), determinó que estos chinches acuáticos tienen mayor preferencia por el consumo de larvas de *Culex quinquefasciatus* en comparación a larvas de *Chironomus* sp. No hay duda de que los principales enemigos naturales de los insectos estén entre los propios insectos. Así, son muchas las posibilidades de los programas de manejo que podrían involucrar a los insectos entomófagos como elementos claves. Si no fuera ese el caso, la protección de la fauna benéfica tendría que ser contemplada con el mayor cuidado (Andrade y Urbano dos Santos, 2004). Aspectos importantes que nos ha motivado a iniciar esta línea de investigación, en principio, enfocado en conocer la diversidad de insectos depredadores existentes en el Valle del río Apurímac (Pichari, La Convención – Cusco), zona que en los últimos años ha reportado un incremento poblacional importante de mosquitos culícidos de interés médico como *Aedes aegypti*, *Psorophora* sp., varias especies de *Culex* y *Anopheles* y con ello la reemergencia de enfermedades metaxenicas como el dengue, fiebre amarilla, malaria y enfermedades como el chikungunya y zika de actual vigilancia, teniendo como objetivo general: coleccionar e identificar los insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos de importancia médica, presentes en los criaderos naturales y artificiales de la localidad de Pichari, La Convención – Cusco, durante el año 2015.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue desarrollando en la región Cusco, provincia de La Convención, distrito de Pichari, considerado como lugar de colecta de las muestras de insectos depredadores y las larvas de los mosquitos culícidos, para lo cual previamente fueron establecidos determinísticamente los criaderos larvales apropiados, hábitat de las larvas de los mosquitos culícidos, con presencia de insectos depredadores

con potencial capacidad de ser controladores biológicos. Estableciéndose siete zonas de muestreo (Tabla 1).

Tabla 1.- Zonas de muestreo, georeferenciación y características ambientales de los criaderos larvales de mosquitos culícidos con presencia de insectos depredadores. Pichari, Cusco. 2015.

Puntos de muestreo	Coordenadas (UTM)		Altitud (m.s.n.m.)	Tipo de criadero	Características
	Longitud (E)	Latitud (S)			
Zona 1	626160.00 m	8614771.00 m	586	Poza temporal	Agua parda con vegetación emergente
Zona 2	626868.93 m	8614667.97 m	562	Cause de riachuelo	Agua con ligera corriente, con formaciones de remansos
Zona 3	627237.94 m	8614523.49 m	563	Estanque temporal	Agua parda con presencia de materia orgánica y vegetación emergente
Zona 4	627178.58 m	8614947.67 m	577	Charca de formación natural	Aguas claras de afloramiento del subsuelo, con ligera cobertura vegetal
Zona 5	628996.95 m	8615836.51 m	674	Charca de formación natural	Aguas claras de afloramiento del subsuelo, con ligera cobertura vegetal
Zona 6	626592.96 m	8615799.82 m	597	Estanque temporal y plantas bromelias	Agua parda con vegetación emergente (estanque); en las bromelias, aguas claras de origen en las lluvias.
Zona 7	628599.25 m	8615645.09 m	591	Estanque de crianza de peces (paco y gamitana)	Aguas pardas.

Colecta de larvas de mosquitos culícidos e insectos depredadores

Las larvas de los mosquitos culícidos fueron colectadas determinística, previa observación del criadero larval y distribución agrupada de las larvas de los mosquitos, utilizando un *dipper* de 350 mL. de capacidad en criaderos tipo charcas, barriles y/o estanques o con una duya de 150 mL. cuando los criaderos fueron ubicados en recipientes pequeños o axilas de plantas bromelias (Tabla 1). Los insectos depredadores fueron muestreados en los mismos criaderos larvales donde fueron halladas las larvas de los mosquitos culícidos, para lo cual fue utilizando un *dipper* o duya, dependiendo de la accesibilidad del criadero. En criaderos como lagunas, pozos, lechos de ríos de origen natural o artificial, el muestreo se llevó a

cabo utilizando una red de arrastre tipo Surber y/o una red entomológica adecuada para este fin.

Una vez colectadas las larvas de los mosquitos culícidos y los insectos depredadores por zona de estudio, las muestras fueron trasladadas utilizando bolsas Whiel pak conteniendo alcohol al 75%, los cuales fueron acondicionados en baldes con tapa hermética codificados según los puntos de muestreo, hasta las instalaciones del laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (Ayacucho, Perú).

3.1.1. Montaje, preservación e identificación de los insectos depredadores

Los insectos depredadores colectados en cada una de las zonas de estudio del distrito de Pichari (La Convención-Cusco) (Tabla 1), fueron conservados en viales conteniendo alcohol al 75%, muestras representativas fueron montados en alfileres entomológicos para facilitar su identificación sobre la base de sus características anatómicas. Los depredadores inicialmente fueron separados por lugar de muestreo y por morfoespecies y/o morfotipos, para luego proceder a su identificación mediante el uso de claves taxonómicas convencionales propuestas por Heckman (2011), Domínguez y Fernández (2009), Fernández y Domínguez (2001) y Roldan-Pérez (1998).

Montaje, preservación e identificación de larvas de mosquitos culícidos

Las larvas muertas de los mosquitos culícidos fueron fijadas en forma permanente en láminas portaobjeto, material montado que fue utilizado para la identificación de las especies de los mosquitos culícidos. La identificación de los géneros y/o especies fue realizada tomando en cuenta las claves propuestas por Consoli y Laureco de Oliveira (1994), Calderón (1995) y Clark-Gil y Darsie, Jr. 1983.

Georeferenciación de los criaderos larvales evaluados

Los criaderos larvales establecidos por zona de muestreo, fueron georeferenciados utilizando un equipo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), adicionalmente se recolectó información de las características ambientales preponderantes de cada criadero evaluado, cuya data fue consolidada en una Ficha de Evaluación de Campo (Figura 1).

Análisis de datos

Los resultados hallados en la presente investigación son reportados en figuras y/o tablas estimadas mediante las herramientas de la estadística descriptiva de

tendencia central y/o de dispersión, para lo cual fue utilizado el paquete estadístico EXCEL de la versión Word 2010.

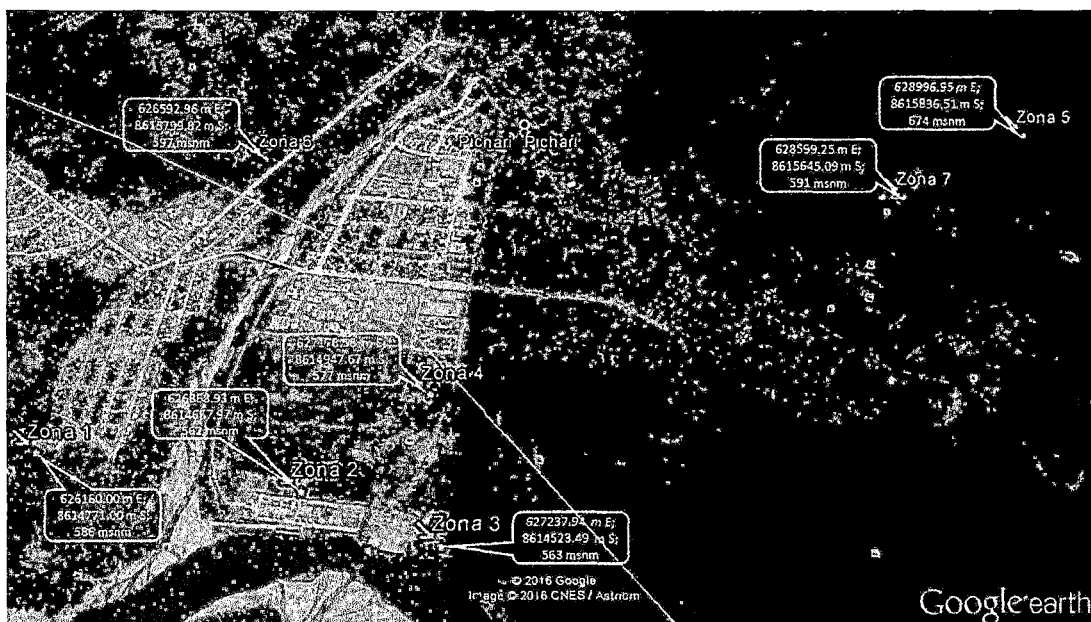


Figura 1.- Georeferenciación de las zonas de muestreo de insectos depredadores y larvas de mosquitos culícidos. Pichari, La Convención-Cusco, 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La Tabla 2 reporta los géneros y especies de mosquitos que ha sido colectados en los criaderos larvales como pozas y estanques temporales, remansos en cause de riachuelos, charcas de formación natural y plantas bromelias, todas ellas consideradas como criaderos apropiados para el desarrollo de diversas especies de mosquitos culícidos implicados en la transmisión de patógenos que causan enfermedad o que generan molestias producto de sus picaduras dolorosas e irritantes en el hombre (Service, 1993; Ayala, 2009; Marquardt *et al.*, 2000).

Tabla 2.- Especies de mosquitos culícidos, colectados en criaderos larvales de la localidad de Pichari, La Convención-Cusco. 2015.

FAMILIA CULICIDAE		
SUBFAMILIAS	TRIBU	GENERO y/o ESPECIE
CULICINAE	MANSONIINI	<i>Coquilletidia sp</i>
	CULICINI	<i>Culex quinquefasciatus</i>
	AEDINI	<i>Psorophora dimidiata</i> <i>Aedes aegypti</i>
ANOPHELINAE	ANOPHELINI	<i>Anopheles pseudopunctipennis</i>
		<i>Anopheles rangeli</i>

Coquillettidia sp., es un insecto que en el estado adulto, las hembras muestran hábitos nocturnos y crepusculares en su actividad hematofágica, son principalmente zoofílicos y exófilos. Pueden invadir las casas en épocas de elevada densidad poblacional. Son eclécticos y oportunistas, pican una variedad de hospederos de día o de noche. Estos insectos representan serio problema para los moradores de áreas próximas a sus criaderos, pues son generalmente numerosos y muy agresivos en su actividad alimenticia (Consoli y Laureco de Oliveira, 1994).

Culex quinquefasciatus es un mosquito que acompaña los procesos de urbanización, es obligatoriamente nocturno en sus hábitos alimenticios hematofagos. Hembras y machos invaden las habitaciones humanas y allí se abrigan durante el día y la noche, las hembras solo se estimulan a una actividad hematofágica en horas crepusculares y al anochecer. Atacan al hombre y animales, situados dentro de las casas o en el peridomicilio, durante toda la noche. Este mosquito es considerado ornitofílico pudiendo atacar las hembras, aves domésticas. Se sabe que las especies de insectos que se alimentan del hombre y de las aves en forma mixta producen más huevos que aquellas que se alimentan de sangre de otros orígenes. Este insecto ha sido incriminado como vector de arbovirus dentro de zonas rurales y ciudades (Consoli y Laureco de Oliveira, 1994). Por otro lado *Psorophora dimidiata*, es un mosquito restringido para el Nuevo Mundo. Son extremadamente voraces y sus picaduras son muy dolorosas. Atacan preponderantemente de día, más el crepúsculo vespertino estimula su hematofagia. Son esencialmente exófilos, zoofilos y oportunistas y pueden atacar al hombre, muchas veces en gran número. Sus larvas pueden desarrollarse en criaderos naturales o artificiales, transitorios y localizadas generalmente en descampados, tales como lugares de drenaje, impresiones de patas de animales, con poco agua, con o sin vegetación (Consoli y Laureco de Oliveira, 1994).

Aedes aegypti por el contrario es una especie invasora, que últimamente ha sido reportado colonizando diversos ambientes de la selva del río Apurímac (DIGESA, 2015). Es una especie de culícido que puede ser portador del virus del dengue y de la fiebre amarilla, así como de otras enfermedades, como la chikungunya y la fiebre de Zika. Según la OMS (2016), ha estimado que esta especie de mosquito causa 50 millones de infecciones y 25 000 muertes por año como producto de la transmisión de dichas enfermedades. *Aedes aegypti* puede alimentarse en cualquier momento, suele picar con más frecuencia al amanecer y al atardecer. Los sitios donde mejor puede reproducirse son aquellos donde existe agua estancada y limpia: recipientes descubiertos y abandonados, tiestos de macetas, neumáticos desechados, agua de sumideros de los patios, etc. (Ministerio de Salud, 2011).

Anopheles pseudopunctipennis, es la especie más ampliamente distribuida en el suelo peruano, encontrándosele en casi todos los departamentos, a excepción de Ucayali y Loreto y en las regiones naturales de Costa, Yunga marítima, Yunga fluvial y Rupa Rupa (Selva Alta). Ascende con poblaciones capaces de transmitir la malaria hasta los 1800 m.s.n.m. en algunos valles de la costa hasta los 2400 m.s.n.m. en los valles interandinos propiamente dichos (Yunga fluvial), y alrededor de los 400 a 1200 m.s.n.m en selva alta (Calderón, *et al.* 1995). Es un insectos cuyas hembras prefiere criaderos larvales de aguas limpias y claras, con escasa materia orgánica, preferentemente sombreado y con presencia de algas filamentosas, las larvas pueden prosperar favorablemente en las axilas de plantas bromelias.

Finalmente *Anopheles rangeli*, especie considerada como vector secundario en la transmisión de la malaria, importante durante la ocurrencia de epidemias de esta enfermedad, de poca probada actividad antropofílica, si esta ocurre es por el incremento desmedido de su población de adultos (Rubio-Palis, 2000).

En este escenario, se han podido coleccionar tres órdenes de insectos con potencial capacidad de depredación de larvas de mosquitos culícidos, las que corresponden a los órdenes: Odonata, Hemiptera y Coleoptera, muestreados en los criaderos larvales de los dípteros culícidos. En el orden Odonata, las náyades identificadas correspondieron a las familias: Libellulidae (*Orthemis* sp. y *Dythemis* sp.), Aeshnidae (*Coryphaesha* sp.) y Coenagrionidae (*Acanthagrion* sp.). En el orden Hemiptera, con cinco familias, cada una con un género de chinche: Belostomatidae (*Belostoma* sp.), Notonectidae (*Buenoa* sp.), Gerridae (*Limnogonus* sp.) y Nepidae (*Coricta* sp.), finalmente en Coleoptera, la familia Hydrophilidae (*Tropisternus* sp.) (Tabla 3).

En cuanto a la colonización de criaderos por parte de las familias y géneros de insectos depredadores identificados (Tabla 3), podemos evidenciar que el orden Odonata, es el que muestra mayor dispersión y consecuentemente un mayor número de criaderos habitados, destacando *Dythemis* sp. (Libellulidae) y *Acanthagrion* sp. (Coenagrionidae) como los géneros con mayor presencia ubicados en cinco zonas de muestreo; en tanto que en el orden Hemiptera, es notable la presencia de *Belostoma* sp. (Belostomatidae) hallado en todas las zonas de muestreo, seguido de *Mulsanti* sp. (Mesoveliidae) en seis zonas, finalmente *Buenoa* sp. (Notonectidae) y *Limnogonus* sp. (Gerridae), ambos géneros presentes en criaderos de cinco zonas de muestreo.

Tabla 3.- Ordenes, familias y géneros de insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos, colectados por zona de muestreo de la localidad de Pichari, La Convención-Cusco. 2015.

Orden	Familia	Género / Especie	Lugares de muestreo						
			Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
Odonata	Libellulidae	<i>Orthemis</i> sp.					x		
		<i>Dythemis</i> sp.	x	x	x			x	x
	Aeshnidae	<i>Coryphaesha</i> sp.			x				
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.		x	x	x		x	x
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x
	Notonectidae	<i>Buenoa</i> sp.	x	x	x	x	x		
	Mesoveliidae	<i>Mulsanti</i> sp.	x	x	x	x		x	x
	Gerridae	<i>Limnogonus</i> sp.	x	x		x		x	x
	Nepidae	<i>Coricta</i> sp.	x						x
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i> sp.			x			x	

Debido a su voraz apetito los odonatos son considerados como auxiliares en el control de plagas, ya que no seleccionan una presa en particular, lo mismo les resulta devorar al mosquito portador del paludismo o a la mosca tse tse, que a una mariposa u otra libélula, por esto, son consideradas controladores naturales. Sin embargo, son importantes en el funcionamiento ecológico de los cuerpos de agua en que viven y en el medio aéreo, al ser consumidores intermediarios, esto es, consumen pero también son consumidos por otros organismos, como los peces cultivados por ejemplo. Pero pueden considerarse "plaga" si proliferan en exceso consumiendo las crías de estos peces (Vázquez y Villeda-Callejas, 2000).

Andrade y Urbano dos Santos (2004), manifiestan que las ninfas de las libélulas han sido registradas como depredadoras de larvas de mosquitos, siendo encontradas con mayor frecuencia en aguas permanentes, así por ejemplo ninfas de Gomphidae fueron colectadas alimentándose de larvas de *Aedes aegypti* y *Ae. Albopictus*, durante un programa de monitoreo que duró ocho años.

Se ha reportado a especies del sub orden Zygoptera como los más eficientes en el ataque a larvas de los mosquitos culícidos en relación a los miembros del sub orden Anizoptera. Ninfas del último estadio de los Zygoptera pueden depredar cerca de seis larvas/día y cuando encuentran densidades elevadas de presas, matan más de las que pueden consumir. El uso de *Crocothemis servilia* en un programa local de control de *Aedes aegypti* en Yangon (Burma- Birmania) permitió establecer este tipo de comportamiento. La introducción de *Pantala* sp. (Libellulidae), fue evaluada como una alternativa de control de larvas del mosquito *Anopheles pseudopunctipennis* y *Culex pipiens* en México. Es interesante denotar que el potencial de las libélulas como controladores de mosquitos es tal vez una de las

más antiguas en ser registrada (Andrade y Urbano dos Santos, 2004).

En los Hemiptera, las principales familias con potencial para el control de larvas de mosquitos son los Belostomatidae, Nepidae, Notonectidae y Naucoridae, los estudios de laboratorio en Cuba y en Brasil, permitieron establecer que los belostomátidos deberían ser los mejores aliados para el control de larvas de mosquitos. En Estados Unidos y Canadá por el contrario, los estudios sugieren que los notonectidos son los depredadores más voraces y por tanto los más fuertes candidatos para su inclusión en programas de control vectorial de larvas de mosquitos (Andrade y Urbano dos Santos, 2004). Trabajos desarrollados por Ayala (2009) y Cisneros (2011), en Ayacucho (Perú), demostraron que *Notonecta* sp. muestra alta capacidad depredadora, bajos tiempos de manipuleo y alta capacidad de búsqueda, con características densodependiente inversa, en presencia y ausencia de refugios en el control de larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus* y que estos chinches acuáticos demostraron mayor preferencia en el consumo de larvas de *Cx. quinquefasciatus* en comparación a larvas de *Chironomus* sp.

Los individuos de la familia Belostomatidae como *Diplonychus indicus* y *Ranata elongata*, ya fueron considerados como una alternativa al control químico, por su alto potencial para el control de larvas de mosquitos, presentan alta capacidad de depredación y selectividad de presas. La especie *Belostoma flumineum* ha sido considerada como una buena predadora de larvas, hallada con frecuencia asociada al hábitat de criadero de larvas de mosquitos. En la familia Notonectidae el interés está principalmente relacionado con el género *Notonecta* como agente de control biológico. En investigaciones llevadas a cabo de capacidad de depredación, destacaron las especies *N. unifasciata*, *N. hoffmani* y *N. kirbyi*, siendo *N. undulata* considerada como la más voraz depredadora entre los hemípteros evaluados. Observaciones llevadas a cabo en laboratorio con notonectidos del género *Buenoa*, mostraron cuatro formas diferentes de ataque a las larvas de mosquitos *Culex* sp. administradas diariamente durante un experimento. Estos notonectidos atacaron todos los estadios de larvas y apenas un solo depredador capturó a su presa, la mato y en seguida se liberó para seguir consumiendo más presas (Andrade y Urbano dos Santos, 2004).

Según Trujillo-García *et al.* (1996), en el orden Coleoptera, los principales depredadores se encuentran en miembros de las familias Hydrophilidae, Dytiscidae y Gyrinidae, que en general actúan como buenos controladores de larvas de mosquitos en pequeños criaderos. Destacándose como depredadoras las especies de los géneros *Dytiscus*, *Laccophilus*, *Agabus* y *Rhantus*. En Canadá fueron evaluados en el control de *Aedes stimulans* y *Ae. Trichurus* destacando las especie

Agabus erichsoni (Dytiscidae). En el ambiente natural, no se encuentran en densidades adecuadas para el control de las presas, en cuanto exista ausencia de larvas de mosquitos, con frecuencia ocurre canibalismo, este fenómeno cesa cuando las larvas de los mosquitos reaparecen. *Tropisternus lateralis* (Coleoptera: Hydrophilidae) es uno de los insectos depredadores más comunes en criaderos de mosquitos. Durante su estado larval se alimenta de larvas de mosquitos y otros invertebrados acuáticos. Esto ha motivado que varias especies del género *Tropisternus* sean consideradas como agentes potenciales de control biológico. Estudios llevados a cabo por varios investigadores, determinaron que la densidad de presas no afecta el número de presas consumidas por *T. lateralis*; observaron además que éstos cambian frecuentemente su comportamiento de ataque. Como podemos evidenciar, muchas de las especies reportadas por diferentes investigadores y en distintas realidades geográficas, concuerdan con los géneros que reportamos en la presente investigación al interior de los órdenes Odonata, Hemiptera y Coleoptera, coincidiendo en el hecho que representan estos insectos depredadores una alternativa ecológica y saludable para el ambiente, en el control de larvas de mosquitos culícidos (Tabla 3). Quiroz *et al.* (2005), al evaluar insectos acuáticos como los odonatos *Pantala hymenae* y *Archile stesgrandis*; varias especies de chinches acuáticos como los “nadadores de dorso” o notonéctidos *Buenoa scimitra*, *Buenoa antigone* y *Notonecta irrorata*; otros chinches conocidos como *Ambrysus parviceps* “escorpión del agua” *Ranatra fusca* y la chinche gigante del agua *Abedus* sp.; así como los escarabajos ditiscidos: *Laccophilus* sp. y *Laccophilus fasciatus*, *Thermonectes marmoratus*; además de los hidrófilos *Tropisternus lateralis* e *Hydrophilus* sp. Demostraron que el insecto acuático más prometedor y considerado como el mejor prospecto en los programas de control biológico de *Aedes aegypti* e insectos afines, son las chinches nadadoras de dorso: *Buenoa scimitra*, *Buenoa antigone* y *Notonecta irrorata* ya que fueron los depredadores con la más alta capacidad de búsqueda; razón por la cual se les dio seguimiento y fue posible obtener la cría masiva de estos hemípteros, de quienes se practicaron liberaciones de huevecillos, ninfas y adultos en depósitos artificiales lográndose obtener una disminución de la densidad larvaria de mosquitos. Según los mismos investigadores los agentes de control biológico como los notonectidos representaron una de las mejores herramientas de control que pueden aplicarse de forma conjunta con estrategias tales como la presentación comercial de *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* conocida como Bactimos® y otras alternativas no convencionales, complementando el efecto de control entre ambas, tales diseños repercuten en beneficios económicos ya que no se hacen aplicaciones repetitivas

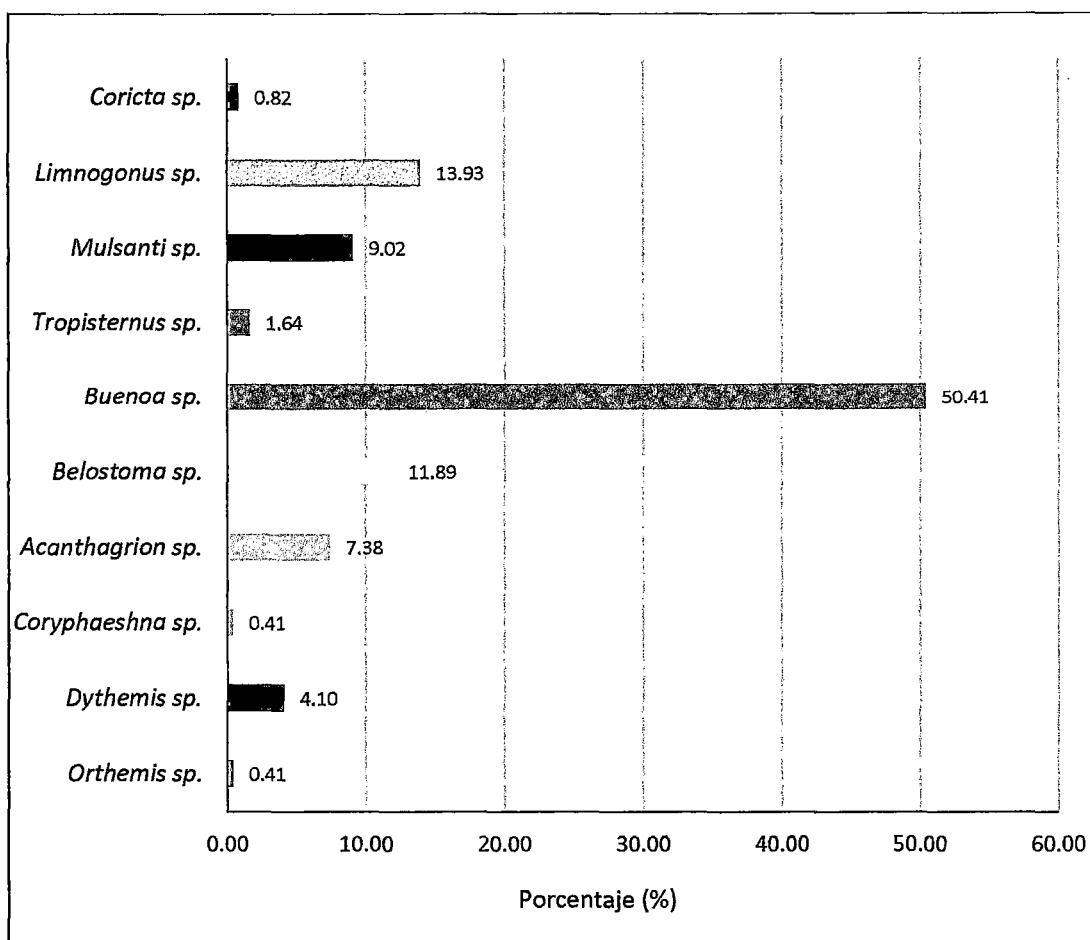
por el establecimiento de los depredadores, ecológicos por el bajo impacto que tienen en los ecosistemas y social por la disminución de casos al disminuir la densidad de adultos (Quiroz *et al.*, 2005; Chinery, 2006).

Tabla 4.- Ordenes, familias y géneros de insectos depredadores con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos, colectados por zona de muestreo de la localidad de Pichari, La Convención-Cusco. 2015.

Orden	Familia	Género / Especie	Número de insectos depredadores							Total	Porcentaje (%)
			Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7		
Odonata	Libellulidae	<i>Orthemis</i> sp.					1			1	0.41
		<i>Dythemis</i> sp.	1	2	3			2	2	10	4.10
	Aeshnidae	<i>Coryphaesha</i> sp.			1					1	0.41
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> sp.		7	1	5		2	3	18	7.38
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i> sp.	1	10	6	1	5	4	2	29	11.89
	Notonectidae	<i>Buenoa</i> sp.	88	12	1	19	3			123	50.41
	Mesoveliidae	<i>Mulsanti</i> sp.	3	4	3	3		8	1	22	1.64
	Gerridae	<i>Limnogonus</i> sp.	1	7		3		21	2	34	13.93
	Nepidae	<i>Corixa</i> sp.	1						1	2	0.82
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i> sp.			2			2		4	0.82

Al establecer la abundancia de los insectos depredadores por género en cada una de las zonas de muestreo (Tabla 4 y Figura 2), podemos evidenciar que *Buenoa* sp. (Hemiptera: Notonectidae), es el más abundante de los depredadores (50.41%), seguido de *Limnogonus* sp. (Hemiptera: Gerridae) (13.93%), *Belostoma* sp. (Hemiptera: Belostomatidae) (11.89%) y *Acanthagrion* sp. (Odonata: Coenagrionidae) con 7.38%, como los insectos más representativos y en consecuencia probablemente los mejores candidatos para ser evaluados en la capacidad de depredación de larvas de mosquito culícidos en la localidad de Pichari (La Convención-Cusco). Pese a que la literatura cita a *Tropisternus* sp. como un buen depredador de larvas de mosquitos (Quiroz *et al.*, 2005; Trujillo-García *et al.* 1996), el muestreo llevado a cabo en las diferentes zonas de la localidad de Pichari (La Convención-Cusco), demuestra que se encuentra poco dispersado (reportado tan solo en tres zonas de muestreo) y con limitado número de individuos representativos (1.64%). Sin embargo, es posible reproducir esta especie en laboratorio tal como lo señala Quiroz *et al.*, (2005), para de esta manera potenciar el control de las larvas de mosquitos culícidos. Por otro lado, es probable que los factores ambientales estén limitando el desarrollo de esta especie, sin embargo a la luz de esta experiencia podemos afirmar que existen depredadores con gran potencial, si tomamos en cuenta su densidad poblacional (Tabla 4 y Figura 3), a ser evaluados y consecuentemente poder ser incluidos como una alternativa válida, ecológicamente amigable en los programas de vigilancia y control vectorial de insectos de importancia médica.

Figura 3.- Porcentaje por géneros de insectos depredadores, con potencial en el control de larvas de mosquitos culícidos, colectados en la localidad de Pichari, La Convención-Cusco. 2015.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por el apoyo económico recibido a través del fondo de ayuda a la investigación otorgado por la Oficina de Gestión de la Investigación. A los estudiantes de la asignatura de Entomología Médica por su colaboración en el muestreo y desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade CF, Urbano dos Santos L. 2004. O uso de predadores no controle biológico de Mosquitos, com destaque aos *Aedes*. Departamento de Zoologia. Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Brasil. Disponible en: <http://www.pdfpdf.com/0.htm>
2. Ayala Y. 2009. Capacidad predadora y respuesta funcional de *Notonecta sp.* (Insecta: Hemiptera) frente a larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus* Say 1823 (Diptera: Culicidae) en presencia y ausencia de refugios. Informe final

- de investigación. Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas-UNSCH. Ayacucho-Perú.; 50 pp.
3. Barrera J F. 2007. Introducción, Filosofía y Alcance del Control Biológico. En: Teoría y aplicación del control biológico. Rodríguez del Bosque y Arredondo-Bernal (eds.). Sociedad Mexicana de Control Biológico. México..
 4. Chinery M. 2006. Guía de los insectos de Gran Bretaña y Europa occidental. Collins. ISBN 0-00-219137-7.
 5. Cisneros K. 2011. Capacidad predadora de *Notonecta* sp. (Hemíptera: Notonectidae) con relación al consumo de larvas de *Culex quinquefasciatus* y *Chironomus* sp. (Insecta: Díptera). [Tesis de pregrado]. Facultad de Ciencias Biológicas-UNSCH. Ayacucho-Perú. 55 pp.
 6. Eilenberg J, Hajek A, Lomer C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*.; 46: 387-400.
 7. Forattini OP. 1999. Mosquitos Culicidae como vetores emergentes de infecciones. *Rev. Saúde Pública, São Paulo. Brasil.* 32 (6): 497-502.
 8. Fundación Universidad-Empresa de la región de Murcia. 2005. Sistemas de control biológico de las poblaciones de mosquitos en zonas húmedas. Universidad de Murcia. Editorial Novograf, S.A. España. ISBN 84-688-2565-4.[Internet] [consulta 15 de febrero de 2013]. Disponible en: <http://www.carm.es/cma/dgmn/mnatural/Humedal/publica/mosquito.pdf>
 9. Harwood RF. y MT. James. (1987). Entomología Médica y Veterinaria. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México. 615 Pp.
 10. Hurst T, Brown M, Kay B. 2004. Laboratory evaluation of the predation efficacy of native australian fish on *Culex annulirostris* (Diptera: culicidae). *J Am Mosq Control Assoc.*; 20 (3): 286-291.
 11. Kay B, Cabral C, Sleight A, Brown M, Ribeiro Z, Vasconcelos A. 2002. Laboratory evaluation of Brazilian *Mesocyclops* (Copepoda: Cyclopoidae) for mosquito control. *J Med Entomo.*; 29(4):599-602.
 12. Lacey L, Orr BK. 2003. The role of biological control of mosquitoes in integrated vector control. *Am J Trop Med Hyg.*; 50(6):97-115.
 13. Lee D. 2003. Predation efficacy of the fish muddy loach *Misgurnus mizolepis*, against *Aedes* and *Culex* mosquitoes in laboratory and small rice plots. *J Am Mosq Control Assoc.*; 16(3): 258-261.
 14. Lestani E, Stein M, Liotta D, Martínez H, Tonón S. 1997. Estudio preliminar de diversidad de culicifauna en recipientes artificiales de la ciudad de posadas, argentina. Laboratorio de Biología Molecular Aplicada - Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales- Universidad Nacional de Misiones. Argentina.

15. Lima J, De Melo N, Valle D. 2005. Residual effect of two *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* products assayed against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in laboratory and outdoors at Rio de Janeiro, Brazil. *Rev Inst Med Trop.*; 47 (3):125-130.
16. Marquardt WC, Demaree RS, Grieve RB. 2000. Parasitology vector biology. Second edition. Academia Press. San Diego, California USA. 796 pp.
17. Mercer D, Wettach G, Smith J. 2005. Effects of larval density and predation by *Toxorhynchites amboinensis* on *Aedes polynesiensis* (Diptera: Culicidae) developing in coconuts. *J Am Mosq Control Assoc.*; 21(4): 425-431.
18. Ministerio de Salud. (2011). Manual de Vigilancia y control de *Aedes aegypti*. Dirección General de Salud. División de Epidemiología. Uruguay. 34 Pp.).
19. Mkoji G, Boyce T, Mungai B, Copeland R, Hofkin B, Loker E. 2003. Predation of aquatic stages of *Anopheles gambiae* by the Louisiana red swamp crawfish (*Procambarus clarkii*). *J Am Mosq Control Assoc.*; 15(1): 69-71.
20. Neri J, Quiroz I, Rodríguez M, Tejada L, Badii M. 2007. Use of Bactimos briquets (B.t.i formulation) combined with the backswimmer *Notonecta irrorata* (Hemiptera: Notonectidae) for control of mosquito larvae. *J Am Mosq Control Assoc.*; 13 (1):97-99.
21. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). Enfermedades transmitidas por vectores. Nota descriptiva N°387. Centro de Prensa. Febrero. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/es/>
22. Perich M, Clair P, Boobar L. 2004. Integrated use of planaria (*Dugesia dorotocephala*) and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against *Aedes taeniorhynchus*: A laboratory bioassay. *J Am Mosq Control Assoc.*; 6(4): 667-671.
23. Quiroz H, Rodríguez V, Solís C, Maldonado M. 2005. Predatory capacity and prey selectivity of nymphs of the dragonfly *Pantala hymenaea*. *J Am Mosq Control Assoc.*; 21(3): 328-330.
24. Ramírez A. 1997. Lista de especies costarricenses del orden Odonata (Insecta) de las que se conoce la náyade. *Rev. Biol. Trop.*; 44(3) / 45(1): 225-232.
25. Rubio-Palis Y, Wirtz RA y CF Curtis (1992). Malaria tasas de inoculación entomológica en el oeste de Venezuela *Acta Trop* 52.167-174.
26. Russel, B.M.; Kuir, L.E.; Weinstein, P. y B.H. Kay, (1996). Surveillance of the mosquito *Aedes aegypti* and its biocontrol with the copepod *Mesocyclops aspericornis* in Australian wells and gold mines. *Medical and Veterinary Entomology* 10: 155-160.

27. Santos L, Andrade C, Carvalho G. 2006. Biological control of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larvae in trap tyres by *Mesocyclops longisetus* (Copepoda: Cyclopidae) in two field trials. Mem. Inst. Oswaldo Cruz.; 91(2):161-162.
28. Service MW. 1993. Mosquito ecology: field sampling methods. 2da. Ed. Elsevier science publishers Ltd. Barking, Essex, UK; 988 pp.
29. Trujillo-Garcia J. C., Quiroz-Martinez H. y M. H. Badii. (1996). Efecto de la densidad de *Tropisternus lateralis* (Coleoptera: Hydrophilidae) en la depredación del mosquito *Culex pipiens quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). VEDALIA 3: 49-50. ISSN 1405-0420.
30. Vázquez JÁL y MP Villeda-Callejas. (2000). Libélulas: esos ágiles cazadores. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6(1): 55-61.
31. Willems K, Webb C, Russell R. 2005. Tadpoles of four common Australian frogs are not effective predators of the common pest and vector mosquito *Culex annulirostris*. J Am Mosq Control Assoc.; 21(4): 492-494.
32. Woodring J, Davidson E. 1996. Biological Control of Mosquitoes *In: The Biology of Disease Vectors*. Coord. Beaty BB, Marquardt WC. Univ. Press of Colorado. Pp. 632.
33. Zapater, M. C. (ed.). 1996. El control biológico en América Latina. Actas de la III Mesa redonda de control biológico en el Neotrópico. SRNT/IOBC. Buenos Aires, Argentina.; 142 pp.