

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



**Densidad larval de especies del género *Anopheles*
(Insecta: Diptera) y características fisicoquímicas
del agua de los criaderos larvales en el distrito de
Ayna (La Mar - Ayacucho), 2014.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO**

Con mención en la Especialidad de Biotecnología

Presentado por el:

Bach. QUISPE NUÑEZ, Alipio

AYACUCHO – PERÚ

2015

Con cariño a mi madre y hermanos por su permanente apoyo en mi formación personal y profesional . A la memoria de mi difunto padre.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.

A la Escuela de Formación Profesional de Biología y a la Especialidad de Biotecnología, a los docentes por motivarme e impartirme sus conocimientos y experiencias, que me permitieron formarme como un profesional competente. A mi asesor, Blgo. MC. Yuri Ayala Sulca, por su esfuerzo, paciencia y dedicación en el asesoramiento del presente trabajo de investigación.

Expreso mis sinceros agradecimientos a mis amigos y colegas de trabajo, en las personas de Juan Carlos Oré Osejo, Fernando Macizo Cervantes, Minardo Solier Guevara, por su contribución directa e indirecta en el desarrollo de la presente investigación que ahora la veo culminada.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	5
2.3. Bases teóricas	7
2.3.1. Características de la familia Culicidae (Diptera: Nematocera)	7
2.3.2. El género <i>Anopheles</i> y su incriminación en la transmisión de la malaria	10
2.3.3. Distribución geográfica de los miembros de la familia Culicidae	11
2.3.4. Morfología y desarrollo de los mosquitos culícidos	11
2.3.5. Ecología de las larvas de los mosquitos <i>Anopheles</i>	17
2.3.6. Diversidad (biodiversidad) de los seres vivos	21
2.3.7. Características físico químicas del agua de los criaderos	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Ubicación de la zona de estudio	25
3.2. Población y muestra	25
3.2.1. Población	25
3.2.2. Muestra	25
3.3. Metodología y recolección de datos	29
3.3.1. Colecta de larvas de <i>Anopheles</i> y determinación de la densidad poblacional larval	29
3.3.2. Montaje de larvas e identificación de mosquitos anofelinos	30
3.3.3. Determinación de la temperatura media ambiental y humedad	

relativa	31
3.3.4. Determinación de las características fisicoquímicas del agua de los criaderos de larvas de <i>anopheles</i>	31
3.4. Diseño de investigación	32
3.5. Análisis de datos	32
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	55
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Lugares de muestreo de larvas del mosquito <i>Anopheles</i> , geoposicionamiento y tipos de criaderos evaluados, distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho, enero a abril de 2014.	28
Tabla 2. Número de puntos a evaluar para la colecta de larvas del mosquito <i>Anopheles</i> de acuerdo al perímetro del cuerpo de agua. ⁷⁴	30
Tabla 3. Características fisicoquímicos del agua determinados en los criaderos larvales de dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar – Ayacucho). Enero a abril de 2014.	32
Tabla 4. Densidad media mensual (Media larval por litro) del mosquito <i>Anopheles</i> , por centro poblado evaluado. distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho. Enero a abril de 2014.	34
Tabla 5. Media larval por litro de tres especies de <i>Anopheles</i> spp., detectados en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho. Enero a abril de 2014.	35
Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos mensuales evaluados en el agua procedente de los criaderos permanentes de larvas de <i>Anopheles</i> spp., ubicados en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna. La Mar – Ayacucho. 2014.	
Tabla 7. Promedio de las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales del mosquito <i>Anopheles</i> spp. ubicados en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.	44

Tabla 8	Correlación lineal de Spearman para las características físicoquímicas del agua de los criaderos con relación a la densidad larval y especies de <i>Anopheles</i> spp. presentes en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014	45
---------	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo biológico de <i>Anopheles</i> sp. ³⁷	12
Figura 2. Factores internos y externos que influyen en la selección de los sitios de oviposición de los mosquitos <i>Anopheles</i> . ¹¹	18
Figura 3. Ubicación de los criaderos larvales del mosquito <i>Anopheles</i> en el centro poblado de San Francisco. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho	26
Figura 4. Ubicación de los criaderos larvales del mosquito <i>Anopheles</i> en el centro poblado de Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.	27
Figura 5. Densidad media larval por litro por especies de <i>Anopheles</i> hallados en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.	36
Figura 6. Densidad media larval por litro de <i>Anopheles dunhami</i> en relación a la temperatura media ambiental por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.	37
Figura 7. Densidad media larval por litro de <i>Anopheles dunhami</i> en relación a la humedad relativa por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.	38
Figura 8. Densidad media larval por litro de <i>Anopheles rangeli</i> en relación a la temperatura media ambiental por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.	39

- Figura 9. Densidad media larval por litro de *Anopheles rangeli* en relación a la humedad relativa por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014. 40
- Figura 10. Densidad media larval por litro de *Anopheles pseudopunctipennis* en relación a la temperatura media ambiental por mes evaluado. Centros poblados de San Francisco y Rosario. Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014. 41
- Figura 11. Densidad media larval por litro de *Anopheles pseudopunctipennis* en relación a la humedad relativa por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014. 42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Ficha de recolección de datos de campo para la encuesta larval	64
Anexo 2. Criadero larval del mosquito <i>Anopheles</i> . Estación de muestreo considerada como lugar permanente de monitoreo de la densidad larval en el periodo de evaluación. Centro poblado de San Francisco. La Mar-Ayacucho. 2014	65
Anexo 3. Criadero larval de <i>Anopheles</i> (Diptera:Culicidae), ubicado en el centro poblado de Rosario. La Mar-Ayacucho. 2014.	66
Anexo 4. Toma de muestra y conteo larval para la determinación mensual de la densidad media larval por litro, en uno de los criaderos permanentes del distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho. 2014.	67
Anexo 5. Identificación de especies de <i>Anopheles</i> , previo montaje y preservación de las larvas muestreadas en los criaderos larvales del distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho.2014.	68
Anexo 6. Preparación de los materiales para el montaje y preservación de las larvas de los mosquitos <i>Anopheles</i> .	69
Anexo 7. Selección de los mejores especímenes de larvas de <i>Anopheles</i> colectadas en los criaderos larvales, para su posterior proceso de montaje, preservación e identificación de las especies. distrito de Ayna, La Mar, Ayacucho. 2014	70
Anexo 8. Adultos de <i>Anopheles</i> (Diptera: Culicidae), obtenidos en la crianza de larvas en el laboratorio, para la confirmación de las especies del mosquito.	71
Anexo 9. Monitoreo mensual de temperatura ambiental y humedad relativa (almacén central de medicamentos insumos médicos de la Red de Salud San Francisco). distrito de Ayna, La Mar, Ayacucho. 2014.	
Anexo 10 Matriz de consistencia	73

RESUMEN

La distribución geográfica de las poblaciones de insectos vectores, entre ellos los mosquitos *Anopheles*, están relacionadas con las características ambientales: temperatura, humedad, etc., que generan criaderos larvales apropiados para el desarrollo de las larvas de los mosquitos, factores que fueron evaluados en la presente investigación. El objetivo principal fue determinar la densidad larval de las especies del género *Anopheles* (Insecta: Diptera) y las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales en dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho), 2014. Las larvas fueron muestreadas mensualmente entre enero a abril de 2014; se evaluaron cinco puntos de muestreo seleccionados determinísticamente (tres en el centro poblado de San Francisco y dos en Rosario), en las que se determinaron la densidad larval por litro de agua, estableciéndose las características ambientales y fisicoquímicas del agua de los criaderos. Se documenta a *Anopheles pseudopunctipennis* y *An. dunhami* (Diptera: Culinae), como las especies de mayor distribución y abundancia en los centros poblados de San Francisco y Rosario (entre 965 a 596 msnm). De distribución más restringida, *An. rangeli* presente solo en el centro poblado de San Francisco (entre 596 a 615 msnm). Las medias larvales (ML/litro), catalogan a *An. pseudopunctipennis* como la especie más abundante (1,8 a 2,6 ML/litro), seguido de *An. rangeli* y *An. dunhami* (0,2 a 1,8, y 1,6 larvas/litro), en San Francisco. En Rosario, la especie dominante fue *An. dunhami* (0,6 a 1,2 larvas/litro), seguido de *An. pseudopunctipennis* (0,6 larvas/litro). Densidades larvales de tendencia decreciente para *Anopheles pseudopunctipennis* y *An. dunhami*, en los meses de evaluación influenciados principalmente por la disminución de la temperatura y humedad relativa ambiental. En caso de *Anopheles rangeli*, estos parámetros aparentemente no intervinieron en las medias larvales reportadas. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, el análisis de correlación lineal de Spearman ($n = 15$; $\alpha = 0,05$), demostró que ninguno de los componentes evaluados tienen influencia directa en la densidad larval de ninguna de las especies halladas.

Palabras claves: *Anopheles pseudopunctipennis*, *Anopheles dunhami*, *Anopheles rangeli*, densidad larval media, temperatura, humedad.

I. INTRODUCCIÓN

Las poblaciones larvarias pueden desarrollarse en un amplio abanico de diferentes cuerpos hídricos. Las larvas de los culícidos (ej. *Anopheles*) suelen habitar aguas lénticas, ya que la ausencia de apéndices torácicos y abdominales, así como cualquier otro tipo de órgano o estructura que le permita anclarse o fijarse al sustrato, tal y como sucede en los estados preimaginales acuáticos de otros dípteros, dificulta su vida bajo la influencia de corrientes hídricas. Sin embargo, debido al frecuente y casi restrictivo hallazgo durante muchos años de diversas especies del género *Anopheles* en aguas lóxicas, tales como ríos, arroyos, canales, etc., se llegó a pensar que debían estar circunscritas a estos ambientes. Hoy en día sabemos que también se encuentran en ecosistemas lénticos, y que su hallazgo en aguas lóxicas, aunque siempre en los márgenes más remansados de las mismas, es una adaptación que les permite desarrollarse en aguas frescas, poco eutrofizadas y bien oxigenadas, tal y como prefieren estas especies. Las larvas anofelinas presentan una respuesta al contacto con cuerpos sólidos, es decir, una tigmotaxis que, además, es negativa, por lo que en realidad se produce una reducción de la locomoción tras un leve roce con algún objeto flotante. En consecuencia, se asocian asiduamente a cuerpos emergentes en la superficie del agua y así pueden protegerse de los efectos de arrastre que provocarían las continuas corrientes.¹

En el Perú es muy poco conocida o poco difundida la información relacionada con las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales y su influencia en la colonización y desarrollo de los estados inmaduros del mosquito *Anopheles*, género involucrado como vector de la malaria, precisamente porque estos individuos suelen desarrollarse en diferentes hábitats acuáticos, lo que dificulta en gran medida el establecimiento de diversas medidas de control. Por lo que resulta de gran importancia realizar investigaciones sobre la ecología y biología del mosquito *Anopheles* vector involucrado en la transmisión de la malaria, conociendo aún más que esta enfermedad está reportada entre las enfermedades emergentes que han venido incrementándose en el mundo en las últimas décadas,

como consecuencia de cambios ambientales drásticos, crecimiento de la población, aumento de migraciones humanas, viajes aéreos, junto con el incremento de sitios que favorecen la proliferación de los mosquitos vectores.² Situación que nos ha motivado a proponer la presente investigación con el fin de conocer las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales donde habitan los anofelinos y que resulten influyentes en el desarrollo de estos organismos, con lo que pretendemos llenar el vacío de información existente y contribuir al conocimiento de la bioecología larval de estos insectos, planteándonos los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Determinar la densidad larval del género *Anopheles* (Insecta: Diptera) y las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales en dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho), 2014.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Identificar las larvas de género *Anopheles* (Insecta: Diptera) presentes en criaderos permanentes de dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho), durante los meses de enero a abril del 2014.
- b) Cuantificar y determinar la densidad poblacional del género *Anopheles* (Insecta: Diptera) presentes en los criaderos permanentes de dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho) durante los meses de estudio.
- c) Determinar las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales permanentes, como: pH, temperatura, dureza total, alcalinidad, cloruros, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, durante los meses de enero a abril de 2014.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A partir de la década de los noventa, que fue testigo de la emergencia y reemergencia de las enfermedades transmitidas por vectores, como por ejemplo, el incremento de enfermedades como la malaria y el dengue. En el caso de la malaria por *Plasmodium falciparum* para 1991 fueron reportados 730 casos; siete años después, esta cifra llegó a superar los setenta mil, ocasionando un costo económico total para la sociedad peruana, que superó los 100 millones de soles. En el caso del dengue, este se reintrodujo en nuestro país en 1990, inicialmente en las ciudades de la selva, extendiéndose posteriormente a la costa norte del país. Actualmente, se calcula que aproximadamente el 50% de los habitantes en las áreas afectadas ya han tenido infección primaria por el serotipo 1 ó 2 del virus dengue.^{3, 4}

Estos hechos son el reflejo nacional de un problema mundial, que no se circunscribe solamente al territorio peruano y que son resultado, entre otros condicionantes, del fracaso de las estrategias de erradicación de vectores. Por esta razón, la Organización Mundial de la Salud (OMS) formuló en Amsterdam (1993) la "Estrategia mundial de lucha contra el Paludismo", la cual está basada en cuatro pilares, uno de los cuales establece el desarrollo de medidas preventivas, selectivas y sostenibles para el control de la malaria. Es en el marco de esta estrategia que, posteriormente, en 1995, se desarrolló el concepto de "Control Selectivo de Vectores" que es un conjunto de herramientas y tecnologías apropiadas y de bajo costo diseñadas para obtener una reducción efectiva y sostenida de la población de vectores.³ La aplicación de esta estrategia implica el conocimiento de la presencia, distribución y hábitos de los vectores en las localidades sujetas a intervención. Sin embargo, luego de los estudios entomológicos realizados en la década del 50 (durante la época de las campañas de erradicación de la malaria) y su actualización en la década del 60, la vigilancia vectorial sistemática decayó significativamente en el país, realizándose solamente estudios puntuales y por tanto incompletos. Una excepción es la vigilancia de las

larvas del *Aedes aegypti*, que se realizó de manera sistemática desde mediados de la década del 90.³

Los cambios climatológicos y ecológicos inusuales que se vienen presentando a nivel mundial como consecuencia del incremento de la temperatura por encima de los valores habituales para la estación: mayor humedad en otras zonas, precipitaciones pluviales intensas; que se han traducido en inundaciones, deshielos y, afectación y/o destrucción de viviendas. Estos cambios ecológicos adicionados a los sociales han incrementado los riesgos de transmisión de enfermedades infecciosas de origen vectorial y la diversificación de especies en las diferentes zonas biogeográficas, las mismas que siguen constituyendo un serio problema de salud pública en el Perú.⁵ La distribución geográfica de las poblaciones de insectos vectores, están relacionadas con los cambios ambientales como los patrones de temperatura, lluvia y humedad, que generan criaderos larvales apropiados para el desarrollo de las larvas de los mosquitos. La elevación en la temperatura acelera la tasa de metabolismo en los insectos, se incrementan el desove y su frecuencia de alimentación de sangre, lo que motiva a un incremento poblacional y a una mayor distribución geográfica de los insectos vectores.⁶

El efecto de factores inherentes al criadero, puede reflejarse en la reducción o abundancia de una especie de mosquito. Estos factores, en las condiciones de ciertos criaderos pueden verse limitados a temperatura, disponibilidad de alimento, relación con patógenos y depredadores, características fisicoquímicas del agua de los criaderos y de la vegetación litoral.⁷

Trabajos de investigación desarrolladas en Venezuela (estado Sucre), sobre criaderos larvales del mosquito *Anopheles aquasalis*, coinciden en que la especie está fuertemente asociada con la presencia de manglares y su abundancia se correlaciona positivamente con la salinidad del agua, siendo este parámetro muy útil para predecir la distribución espacial y la variación estacional en la abundancia de la especie, mientras que el oxígeno disuelto fue útil para predecir la presencia y abundancia de *Anopheles oswaldoi*.⁸ Según Berti *et al.*,⁹ la especie *An. aquasalis* fue más frecuente en criaderos donde los valores de salinidad fluctuaron entre 5,2 y 38,4 g/L; asimismo Grillet *et al.*,¹⁰ afirman que la especie fue más frecuente y abundante principalmente en manglares con predominio del mangle *Avicenia germinans* y con una salinidad promedio de 27,5 ppm. No obstante, la presencia de larvas de la especie ocurre en una amplia variedad de tipos de

hábitat, con un amplio gradiente de salinidades que varían desde manantiales y quebradas con salinidad menor de 0,5 ppm, pantanos herbáceos con salinidades entre 0,5 y 5,1 ppm, hasta marismas salobres y manglares con salinidades entre 5,1 y 18 ppm, e incluso manglares costeros o de franja con valores de salinidad mucho mayores de 18 ppm.

Anopheles albimanus es una especie que se reproduce en una gran diversidad de hábitats acuáticos. La calidad del agua va desde clara a moderadamente turbia, puede ser salobre o fresca, relativamente limpia o con moderada polución.¹¹ Compuestos que se obtienen a partir de infusiones de hongos de madera en descomposición tienen un efecto de atracción hacia los sitios de oviposición a concentraciones de 10% sobre *Aedes aegypti* y *Anopheles subpictus*, pero no para *Culex quinquefasciatus*. Se ha informado que las plantas presentes en los criaderos liberan sustancias químicas que las hembras de *Anopheles albimanus* captan, por lo que son atraídas para depositar sus huevos en esos sitios, por ello existe una relación entre la presencia de larvas y las plantas emergentes y sumergidas. Exhiben este mismo comportamiento las hembras grávidas de *An. pseudopunctipennis*, el principal vector del paludismo en México y otros países de Meso y Sudamérica, al ser atraídas por algas filamentosas del género *Spirogyra* spp. y por sus extractos orgánicos. El conocimiento de los vínculos entre las variables que constituyen un criadero positivo para larvas de mosquitos anofelinos ha servido de herramienta para el desarrollo de nuevas estrategias de control de larvas de *An. pseudopunctipennis*, como el deslame, y para la manipulación ambiental de criaderos destinada a disminuir las poblaciones larvarias de *An. albimanus* en la zona costera del sur de Chiapas, México.¹¹

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Clase Insecta.- En esta clase se encuentran aquellos animales que poseen cabeza, tórax y abdomen, un par de antenas, la mayoría tienen alas, presentan seis pares de patas por lo que se les denomina hexápodos. Los órganos reproductores están situados en los últimos segmentos abdominales. Su tamaño y capacidad de volar les ha permitido colonizar gran cantidad de zonas climáticas.¹²

2.2.2. Díptera: Nematocera.- El orden díptera lo forman todos los insectos con dos alas, transparentes y bien desarrolladas que nacen en el mesotórax, las posteriores son rudimentarias y están representadas por dos estructuras llamadas

balancines que están claramente presentes en todos los dípteros, aun cuando las alas anteriores o mesotorácicas estén ausentes. Los nematóceros (Nematocera) son un suborden de dípteros que se caracterizan por presentar largas antenas filiformes, multisegmentadas, frecuentemente con muchas sedas en los machos. En este grupo se incluyen la mayoría de los dípteros conocidos de forma general como mosquitos.¹³

2.2.3. Familia Culicidae.- Son una familia de dípteros nematóceros conocidos vulgarmente como mosquitos, y en algunas partes de América como zancudos. Incluye, entre otros, los géneros *Anopheles*, *Culex*, *Psorophora*, *Ochlerotatus*, *Aedes*, *Sabethes*, *Culiseta* y *Haemagogus*. En la actualidad existen un total de 39 géneros y 135 subgéneros reconocidos con algo más de 3 500 especies reconocidas. El descubrimiento de nuevas especies así como cambios en la sistemática y las dificultades en la aceptación de algunos taxones hace imposible reflejar cifras exactas. Son insectos voladores, que poseen un cuerpo delgado y patas alargadas; el tamaño de los adultos varía según las especies, pero rara vez superan los 15 mm. Las larvas y pupas se desarrollan en el agua.¹⁴

2.2.4. Subfamilia Anophelinae.- Esta subfamilia reúne a tres subgéneros: *Anopheles*, cosmopolita; *Chagasia*, restringido a la región neotropical y *Bironella*, existente apenas en la región australiana.¹⁵ Los adultos de estos mosquitos se caracterizan por permanecer en posición con el eje longitudinal del cuerpo nunca paralelo a la superficie sobre la que están posados y con la probóscide en línea con el eje mencionado; las adaptaciones de la larva para la vida en la superficie del agua, que consisten en la pérdida o no desarrollo del sifón respiratorio, con presencia de setas palmeadas en los segmentos abdominales y en la capacidad de girar la cabeza 180°; por último es propio de estos mosquitos la forma del huevo provistos con flotadores.¹⁶

2.2.5. Larvas o instar.- las larvas son las fases juveniles de los insectos con desarrollo indirecto (con metamorfosis y muda) y que tienen una anatomía, fisiología y ecología diferente del adulto. Las larvas difieren siempre muy significativamente de los adultos, en aspectos como tamaño, forma externa, e incluso anatomía interna y fisiología (desarrollo de sus funciones). Las diferencias guardan relación con las diferencias ecológicas, tanto en cuanto a hábitat como en cuanto a los recursos. Para la mayoría de especies de insectos, el término instar se utiliza para denotar la etapa de desarrollo de las larvas o ninfas formas de holometabolous (metamorfismo completa) o hemimetabolous (metamorfismo

incompleta) de los insectos, pero el término puede ser usado para describir cualquier etapa de desarrollo incluyendo pupa o imago (el adulto, que no mudan en los insectos).¹⁷

2.2.6. Densidad larval.- Un atributo básico de las poblaciones de mosquitos es determinar su abundancia (densidad), factor clave para el análisis de tablas de vida, así como para las evaluaciones de las estrategias de control y de su capacidad vectorial.¹⁸ La estimación de las densidades larvarias se lleva a cabo mediante muestreos de poblaciones en sus hábitats de crianza, con el empleo de caladores estándar que expresan su abundancia en función de los índices larvarios (número de larvas por calado o por metro cuadrado).^{19, 20}

2.2.7. Criadero larval (hábitat larval).- Es cualquier superficie de agua adecuada para el desarrollo del ciclo vital de una u otra especie de mosquito, siempre y cuando el agua esté estancada o tenga poca corriente. Todas las especies de culícidos no tienen las mismas preferencias. Hay especies que colonizan aguas limpias; otras que prefieren aguas sucias para realizar la puesta. También la temperatura es un factor importante a la hora de determinar el hábitat, ya que hay especies que soportan mejor las bajas temperaturas, aunque, en general, la mayoría de las especies se ven favorecidas por el aumento de temperatura del agua.²¹

2.2.8. Características fisicoquímicas del agua.- Es una sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida, en pequeña cantidad incolora y verdosa o azulada en grandes masas. Es el componente más abundante en la superficie terrestre y más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales, y como agua de cristalización en muchos cristales.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Características de la familia Culicidae (Diptera: Nematocera) El orden Diptera lo forman todos los insectos con un par de alas funcionales, es decir, que le sirven para el vuelo; el otro par está muy reducido y constituye los halterios o balancines, que están claramente presentes en todos los dípteros los cuales actúan como órganos para el equilibrio durante el vuelo. Su tamaño y capacidad de volar les ha permitido colonizar gran cantidad de zonas climáticas. La familia Culicidae incluye cerca de 3 507 especies en el mundo; cuenta con 38 géneros de

mosquitos, distribuidos en tres subfamilias: Anophelinae, Culicinae y Toxorhynchitinae, que comprenden especies vectores de diferentes patógenos (arbovirus, protozoos, nematodos) que producen variadas enfermedades de importancia en salud pública y veterinaria.²²

La historia filogenética de los culícidos no parece clara. Al respecto, comparaciones de secuencias del DNA ribosomal de diferentes subgéneros apoyan la hipótesis de una primera divergencia de Anophelinae a partir del ancestro común, y posterior separación de Toxorhynchitinae y Culicinae ya en una época más cercana a nuestro tiempo.²³

Los mosquitos culícidos (grupo al que pertenece *Anopheles*), son los más abundantes de los numerosos tipos de artrópodos hematófagos que molestan al hombre, otros mamíferos y aves. Entre sus miembros se encuentran 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.^{24, 25}

La subfamilia Toxorhynchitinae es la que presenta un mayor número de peculiaridades dentro de los culícidos. El único género del taxón incluye especies de mosquitos que destacan por presentar el mayor tamaño corporal de la familia, tanto a nivel larvario como imaginal, la probóscide está fuertemente curvada, carácter indicativo de una alimentación exclusivamente fitófaga en ambos sexos, y las larvas exhiben una dieta carnívora, convirtiéndose incluso en importantes depredadores de larvas de mosquitos, hecho que, unido a sus preferencias por desarrollarse en hábitats hídricos de reducidas dimensiones, ha potenciado su utilización como agentes para el control biológico de diversas especies de interés sanitario que comparten los mismos biotopos larvarios.^{26,27} Pese a que su distribución abarca la región Oriental, Afrotropical, Neotropical, Australiana e incluso Paleártica, ningún representante del taxón se encuentra en Europa.²⁸ La gran mayoría de los culícidos pertenecen a la subfamilia Culicinae, que congrega a más de 3 000 especies. Obviamente esta diversificación específica también ha proporcionado una variada pluralidad de las estrategias vitales adoptadas para adaptarse al medio, lo que acaba traduciéndose en una distribución prácticamente mundial de la subfamilia a excepción hecha del continente antártico. En Europa, está ampliamente representada por los géneros

Aedes Meigen, 1818, *Coquillettidia* Dyar, 1905, *Culex* Linnaeus, 1758, *Culiseta* Felt, 1904, *Ochlerotatus* Lynch-Arribáizaga, 1891, *Ortopodomyia* Theobald, 1904 y *Uranotaenia* Lynch-Arribáizaga, 1891.²³

La subfamilia Anophelinae destaca por albergar en exclusividad a los transmisores de la malaria humana. Las decenas de especies capaces de mantener ciclos de transmisión activa y continuada de paludismo, quedan todas instaladas dentro del género *Anopheles*, que además es el único presente en el viejo continente. Los otros dos géneros de Anophelinae (*Bironella* y *Chagasia*) poseen una representación específica menor. El primero se considera altamente primitivo por acoger a las únicas especies que poseen cuatro pares de cromosomas en lugar de tres y su distribución se limita únicamente a la isla de Nueva Guinea y sistemas insulares circundantes, mientras que *Chagasia* se halla exclusivamente en Sudamérica.²³

Los vectores de la malaria frecuentemente se clasifican como vectores primarios (o principales) y vectores secundarios (o menores). Los vectores primarios son aquellas especies con una distribución amplia y son responsables de la transmisión endémica en grandes áreas. Los vectores secundarios son especies de menor importancia ya que transmiten la enfermedad solo en forma irregular o tienen una distribución limitada. Sin embargo, en determinadas circunstancias pueden ser más importantes que un vector principal o ser el único vector presente.¹

En América, cuatro especies de mosquitos son considerados como los principales vectores del paludismo: *Anopheles albimanus* Wiedemann, *An. darlingi* Root, *An. pseudopunctipennis* Theobald y *An. Vestitipennis* Dyar & Knab. Especies zoofílicas, que fueron encontradas alimentándose en animales domésticos como el ganado, caballos mulas, burros, cerdos, y entre 15 a 20% en el hombre. Desarrollan una dispersión entre ocho a 32 km. Sin embargo la mayoría de estudios con especímenes marcados y liberados, muestran que estas especies se dispersan menos de tres kilómetros del lugar de donde fueron liberados. Por otra parte estudios realizados principalmente en México, El Salvador, Belice, Guatemala, Brasil y otras regiones biogeográficas demuestran que estos anofelinos sobreviven hasta 14 días después de ser liberados. Resultados que correlacionan bien con los provenientes de México que indican una supervivencia de por lo menos 17 días.^{29,15,11}

En el Perú, la primera encuesta entomológica sobre la fauna Anophelina fue realizada entre 1953 a 1957 por el MINSA (Ministerio de Salud del Perú).

Posteriormente, estos datos fueron complementados por encuestas entomológicas que actualizaban la distribución altitudinal y longitudinal de las especies reconocidas.³ Entre los años 1997 y 1999, se confirmó la presencia de *Anopheles (Kerteszia) neivai* en Putinapunco (San Juan del Oro, Puno), *An. argyritarsis* y *An. laneanus* en Machupicchu, Cusco. Asimismo, se reportó la presencia de *An. (Ker) neivai* y *An. (Ker) homunculus* en Ayabaca (Piura) y *An. intermedius* en Madre de Dios. Actualmente se conoce la presencia de 40 especies del género *Anopheles* y 3 de *Chagasia*, aunque está pendiente la confirmación del hallazgo de *An. rondonia* en Loreto, con el que sumarían 41 las especies de *Anopheles* en el Perú.³ Para el año 2002 han sido incriminados como vectores principales de la transmisión de la malaria en el Perú las siguientes especies: *Anopheles darlingi*, *An. pseudopunctipennis*, *An. albimanus* y *An. benarrochi*, y como secundarios las especies *An. calderoni*, *An. nuneztovari*, *An. rangeli*, *An. oswaldoi*, *An. trinkae* (= *dunhami*) y *An. evansae*, adicionalmente *An. mattogrossensis* y *An. fluminensis*.³

2.3.2. El género *Anopheles* y su incriminación en la transmisión de la malaria

Los mosquitos (Diptera: Culicidae) han sido denominados de diversas formas en nuestro idioma, tales como cínifes, cénzalos o zancudos. No obstante, el término “mosquito”, tan internacionalizado y arraigado también en otros idiomas, parece ser originario precisamente del español, ya que en el siglo XVI aparecen las primeras referencias existentes en la bibliografía al respecto, en las que se cita la palabra “musketa”, a partir de la cual derivarían los semejantes términos que se utilizan en la actualidad, como vocablo común entre los españoles para referirse a estos dípteros nematóceros.¹

Pese a que durante decenas de siglos los mosquitos transitaron por la historia como meros insectos molestos de menor importancia, lo cierto es que únicamente a partir de ellos podemos entender los últimos 500 años de la historia occidental, el desarrollo contemporáneo de buena parte de la ciencia y el impacto de diversas enfermedades sobre el progreso de las naciones. Conociendo lo que conocemos hoy en día, es fácil situar a los mosquitos y a sus enfermedades asociadas como las más firmes barreras a la expansión colonial europea en África, Centro y Sur de América y Asia. Así por ejemplo, *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 y la fiebre amarilla se postulan como los principales factores que posibilitaron hechos históricos de

evidente importancia para explicar el mapa geopolítico actual en numerosas regiones, como la angosta construcción del Canal de Panamá y el posterior nacimiento de este país, así como los resultados de las guerras hispanoamericanas y sublevación de esclavos que finalmente desembocaron en la independencia de Cuba y Haití respectivamente.³⁰ Diversas especies del género *Anopheles* Meigen, en 1818 difundieron la malaria también por las regiones templadas de Europa, originándose apasionantes controversias entre diferentes autores para determinar la época a la que remontar estos episodios palúdicos, siendo las hipótesis más aceptadas aquéllas que avalan la llegada de las formas terciana benigna y cuartana en algún momento entre la Edad de Hielo y la antigua Grecia (500 a.C.), así como la posterior aparición de los primeros brotes de la terciana maligna a partir de la época del Imperio Romano.³¹

2.3.3. Distribución geográfica de los miembros de la familia Culicidae La familia Culicidae es un grupo bastante grande, abundante, bien conocido e importante.³² En general son cosmopolitas. Tienen distribución mundial, desde altitudes de 4300 msnm tanto en regiones tropicales como templadas llegando incluso al círculo Ártico. Los únicos lugares en los que aún no han sido hallados son la Antártida e islas cercanas.³³

La región Neotropical se conoce como el área de más alto nivel de endemismo de los géneros y subgéneros de mosquitos. Esta ecozona incluye Sur y Centroamérica, las tierras bajas mexicanas, las islas caribeñas, y el sur de Florida. Estas regiones comparten un gran número de plantas y grupos de animales, no obstante, tienen fauna y flora diferente de la región neártica por su separación temprana del norte del continente. De los 37 géneros reconocidos, 10 (27%) están restringidos a los neotrópicos (*Chagasia*, *Galindomyia*, *Haemagogus*, *Johnbelkinia*, *Limatus*, *Phoniomyia*, *Runchomyia*, *Sabethes*, *Shannoniana* y *Trichoprosopon*). El mismo porcentaje de los 135 subgéneros (27,4%) está confinado a la región Neotropical. El género *Aedes* contiene aproximadamente 60 especies, *Anopheles* 400 y el género *Culex* 775 especies, de las cuales 343 se encuentran en América.³⁴

2.3.4. Morfología y desarrollo de los mosquitos culícidos

Los mosquitos tienen un ciclo biológico de cuatro etapas, descritas inicialmente por Bates,³⁵ con base en la cual sus ciclos de vida pueden ser clasificados de acuerdo a estrategias compartidas por diferentes especies de mosquitos. Posteriormente, Pratt,³⁶ clasifica los mosquitos de Norteamérica, basado en tres

características biológicas: la etapa en que el mosquito hiberna, el lugar donde coloca sus huevecillos y el número de generaciones producidas al año. Actualmente se consideran cuatro etapas morfológicas: huevo – larva - pupa y adulto. Cada una de estas etapas se puede diferenciar fácilmente por su apariencia. Los estados inmaduros (huevo, larva y pupa) son acuáticos, en tanto que el adulto es de vida terrestre (Fig. 1).

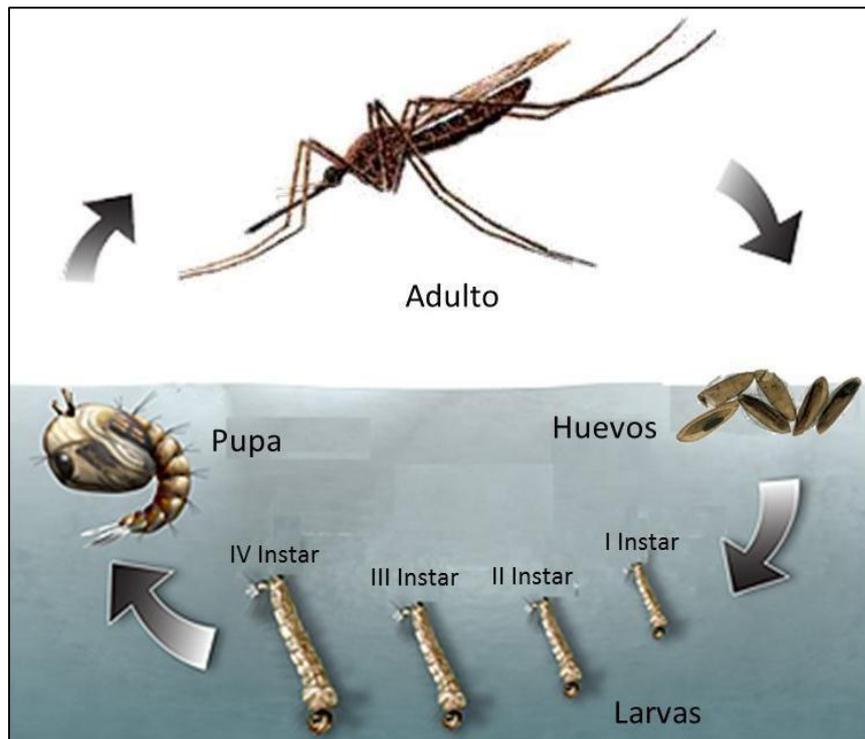


Figura 1. Ciclo biológico de *Anopheles* sp.³⁷

El tamaño de los huevos varía de acuerdo a las especies y dentro de ellas, pero en general, no alcanzan el milímetro de longitud, en términos generales miden aproximadamente 0,6 mm.³⁸ La mayoría de los mosquitos tienen ciclos de vida y hábitos similares, aunque a nivel de género se aprecian diferencias. Los huevos pueden ser divididos en dos categorías en cuanto a la eclosión: 1) aquellos que eclosionan inmediatamente después del desarrollo embrionario, como ocurre en *Anopheles*, *Culex*, *Mansonia* y *Uranotaenia* y 2) aquellos que presentan un período de reposo luego del desarrollo embrionario que antecede a la eclosión, como ocurre en *Aedes*, *Ochlerotatus* y *Psorophora*. En términos generales las hembras del género *Anopheles* ponen sus huevecillos solitarios, con presencia de flotadores impidiendo que se sumerjan; las hembras del género *Aedes* y *Ochlerotatus* depositan sus huevecillos próximos al agua, en forma individual,

eclosionan cuando el agua los cubre, además, estos huevos resisten la desecación, pudiendo permanecer por meses y aún años en criaderos que estén secos;³² las especies de *Culex* y *Culiseta* ponen sus huevecillos juntos en grupos de hasta 200 como una corona “balsa flotante” formando grupos, o fijados a la vegetación acuática, en los más diversos ambientes.³⁹ De la mayoría de los huevos eclosionan a larvas en 48 horas.

El estado de larva es esencialmente acuático y dotado de gran movilidad. En el cuerpo de la larva se distinguen tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. Se observan en muy variados hábitat acuáticos principalmente lenticos cerca de vegetación, suelos saturados, lagos, lagunas, orillas o remansos de arroyos y ríos, charcos, pantanos, ciénagas, huecos de árboles, estanques generalmente en calmados y pequeños cuerpos de agua con poco o nulo movimiento y en cualquier depresión o contenedores donde el agua se acumula.⁴⁰ Frecuentemente se encuentran en aguas salobres y marismas.³⁴ Las larvas representan el estadio evolutivo en el que el mosquito se alimenta vorazmente con su aparato bucal masticador. La alimentación de las larvas incluye microorganismos acuáticos como bacterias, algas, además de partículas de detritus derivadas de tejidos animales.²¹ Respiran mientras se suspenden en la superficie del agua, con el tubo respiratorio posterior o directamente con los espiráculos caudales.⁴⁰ La presencia o ausencia del sifón respiratorio permiten clasificar tres subfamilias: Anophelinae cuyos representantes en sus estadios larvales carecen de sifón bien desarrollado, presenta una placa con aberturas espiraculares, se disponen paralelo a la superficie; Culicinae tienen el sifón bien desarrollado y comúnmente con 30 o más pelos en los cepillos bucales, cuelgan con la cabeza hacia abajo oblicuo respecto a la superficie; por último, Toxorhynchitinae que tienen sifón y los cepillos bucales le sirven para sostener el alimento.³⁴

Comúnmente las larvas de *Aedes* se desarrollan en recipientes artificiales tales como enormes depósitos de almacenamiento de agua, envases desechados; naturales como troncos o huecos de árboles, temporales como charcos; inservibles como llantas que sirven a las larvas para su desarrollo.⁴¹ Las larvas de *Culex* ocupan un amplio rango de hábitats: se encuentran en charcos temporales, lagos y lagunas, ciénagas, huecos en troncos, de rocas, huecos de cangrejo, huecos en bambú, bromelias, recipientes artificiales, pozos de quebradas. Las larvas de *Anopheles* viven principalmente en charcos, pantanos y lugares donde hay vegetación abundante.³²

Las pupas representan el estadio evolutivo en el que el mosquito no se alimenta y sólo responde a los cambios de luz para protegerse.³⁴ Las pupas de los mosquitos son también acuáticas y diferentes a la mayoría de las pupas de insectos; son muy activas.³² Representa un organismo móvil con dos partes esenciales, el cefalotórax y el abdomen. El cefalotórax es de aspecto redondo y se conecta con el abdomen que posibilita la locomoción veloz en medios acuáticos. En este estadio ocurren transformaciones profundas que llevan a la formación del adulto. Presenta estructuras denominadas trompetas respiratorias por medio de las cuales realiza intercambio de gases. Tiene en la extremidad distal del abdomen las paletas natatorias, las cuales le permiten la realización de movimientos. Al paso de tres o cuatro días, el mosquito adulto emerge de la pupa. En general, la duración del estado pupal es de alrededor de dos días en condiciones favorables. Se diferencian algunos géneros de la familia Culicidae por las características de las trompetas respiratorias, *Anopheles*: son cortas casi no diferenciadas, en *Aedes*: medianas en bisel y en *Culex*: largas cilíndricas y estrechas.⁴²

Cuando se completa su desarrollo el nuevo adulto reposa sobre la superficie del agua por un corto tiempo hasta que su exoesqueleto se endurece y el mosquito puede volar. La alimentación y el apareamiento se inician dos días después que emerge el adulto. La duración de cada una de estas etapas depende de la temperatura del ambiente y de las características de cada especie.³²

Los adultos presentan una apariencia general de insectos pequeños, de aspecto delgado, patas largas, delgadas y estrechas. Miden de tres a nueve mm de longitud. Con cabeza globosa, grandes ojos compuestos con 35-900 omatides, los cuales cubren alrededor de la frente y los lados de la cabeza, no presentan ocelos. Las antenas largas y finas, nacen de los lados de la frente, constituidas por 15 segmentos. En la base de cada segmento, nacen pelos que en el caso de los machos son largos y densamente dispuestos, dando la apariencia de una pluma; en la hembra por el contrario, los pelos son cortos y escasos. Las piezas bucales, de tipo estiletiforme, son incluidas en un estuche, formando la llamada probóscide; aparato de succión que se ha adaptado para penetrar y perforar los tejidos del hospedador, es prominente, proyectándose por lo menos 2/3 parte del abdomen. A cada lado de la probóscide se encuentran los palpos, cuya morfología sirve para distinguir a los sexos y para separar la subfamilia Anophelinae de la subfamilia

Culicinae.²⁴ Los adultos de algunos géneros de la familia Culicidae se diferencian por la longitud de los palpos maxilares respecto a la probóscide. *Anopheles*: palpos largos, de igual longitud que la probóscide; *Aedes* y *Culex*: en los machos largos y encurvados y en las hembras cortos. En los culicinos los palpos de las hembras miden menos de la mitad de la longitud de la probóscide. En los anofelinos, los palpos de ambos sexos son casi tan largos como la probóscide. El protórax en los culícidos está representado por un lóbulo saliente a cada lado del cuello, llamado lóbulo pronotal. El mesotórax se presenta muy desarrollado, cubierto por una placa quitinosa conexas o mesonoto que cubre toda la región dorsal; en el borde posterior del mesonoto se proyecta hacia atrás una estructura denominada escutelo que puede ser trilobulado (*Culex* y *Aedes*) o con un lóbulo (*Anopheles*). El metatórax es muy reducido y está situado por detrás y por debajo del escutelo.⁴³

Una de las características más notorias y diferenciales de esta familia la constituyen las alas largas y angostas, su venación y la presencia o ausencia de escamas tanto sobre las venas como en el borde posterior del ala.¹³

El abdomen es claramente segmentado, presenta de siete a ocho segmentos visibles capaz de moverse y de expandirse considerablemente, esto permite obtener una gran cantidad de sangre durante la alimentación. Al emerger el adulto la genitalia del macho está invertida durante las primeras horas, los segmentos ocho y nueve rotan para asumir la posición madura. Las estructuras de la genitalia son un elemento importante en la identificación de la especie.¹³

Los machos son generalmente de menor tamaño que las hembras. Luego de la emergencia, generalmente procuran lugares húmedos y sin corrientes de aire donde puedan reposar. Machos y hembras se alimentan de sustancias azucaradas como néctar y exudados de frutos, pero las últimas a su vez necesitan, en la mayoría de las especies, excepto Toxorhynchitae ingerir sangre (hematofagia), para poder desarrollar los huevos.²⁵

Este hábito probablemente ocurrió en algún momento de su evolución cambiando su preferencia alimenticia a sangre de vertebrados, quizás gradualmente succionado sangre de la piel hasta llegar a picarla.⁴⁴ Las hembras adultas dependen de los nutrientes de la sangre para completar su ciclo gonadotrófico y llevar a cabo la oviposición.⁴⁵ La búsqueda de alimento en los mosquitos tiene tres fases: 1) Una conducta de dispersión no orientada en grupos de mosquitos que se

dispersan en una zona, 2) localización del hospedero orientada una vez que reciben los estímulos del hospedero y 3) la atracción del hospedero específico una vez que éste es identificado.⁴⁶ Los machos frecuentemente se posan sobre los animales de los que se alimentan las hembras, en espera de éstas para realizar el apareamiento.

Sobre el vuelo de los mosquitos influyen muchos factores, como la temperatura, humedad, niveles de iluminación, el viento y el estado fisiológico del mosquito.⁴⁷ Los mosquitos que vuelan grandes distancias muestran dos conductas de dispersión: migración activa y pasiva.⁴⁸ En la fase migración pasiva, los mosquitos vuelan ayudados por las corrientes de aire, lo cual favorece la percepción de estímulos. La migración activa comienza 24 horas después de la emergencia de los mosquitos volando aproximadamente un metro por segundo. La dispersión tiene la función de encontrar las señales de los hospederos potenciales. La mayoría presentan actividad nocturna, pero otras son diurnas. La dispersión de vuelo desde los puntos de cría suele ser en *Anopheles* 300 metros, en *Aedes* 100-150 metros y en *Culex* hasta 300 metros.⁴⁹

Hay diferencias entre los microclimas preferidos entre especies;⁵⁰ la localización orientada del hospedero se basa en encontrar estímulos provenientes del mismo. Los mosquitos detectan las moléculas odoríferas y orientan su vuelo en zigzag hasta alcanzar el origen de estas, este proceso se llama anemotaxis optomotora.⁵¹ Los mosquitos están expuestos a una gran variedad de estímulos: visuales, olfatorios, gustativos y físicos; los estímulos visuales y físicos como variación de la temperatura del cuerpo, humedad y color de la piel en conjunto con el olor permiten localizar el alimento. En especies que utilizan el sonido para atraer a la hembra en el vuelo, el flagelo de la antena del macho tiene espirales de fibrillas largos que dan la apariencia de ser plumas; el pedicelo de la base de la antena es ancho y contiene el órgano de Jhonston, una masa de mecanorreceptores que responden a las vibraciones individuales en el flagelo por el sonido. Los olores son detectados por una vía que se inicia en sensores localizados en las antenas y en los palpos que detectan el dióxido de carbono. El humano despiden en la respiración concentraciones de CO₂ de 4,5 %, alta en comparación con los niveles atmosféricos que son de 0,03-0,04% de tal forma que el mosquito se orienta donde exista CO₂ y ayudado por los palpos que pueden detectar cambios de hasta 0,01% en la concentración del mismo. La edad y el estado fisiológico del mosquito pueden determinar si el mosquito va a mostrar una conducta de repuesta a éstos.⁵²

Respecto a la temperatura, los mosquitos pueden detectar el calor corporal de los posibles hospederos, siendo capaces de divisar diferencias de temperatura de hasta 0,2 °C, que actúa en la atracción a corta distancia.⁵³ En cuanto a la visibilidad, los ojos del mosquito le permiten distinguir entre forma, movimiento, intensidad de la luz, contraste y color respondiendo más a los colores oscuros como el negro, azul y rojo y poco al blanco y amarillo, siendo más activos con luz de luna.^{48,53}

Sus ritmos circadianos determinan su preferencia en el horario lo cual influye si son antropofílicos, zoofílicos, domésticos y peridomésticos.⁵⁴ Una vez que el mosquito es atraído por un hospedero específico, éste elige el sitio de picadura. En general, prefieren picar áreas sin pelos y sin plumas, las cuales están más vascularizadas para regular la temperatura y en los humanos prefieren picar en los pies.⁵⁵

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 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.²¹

2.3.5. Ecología de las larvas de los mosquitos *Anopheles*

En cuanto a la ecología de los criaderos larvales, numerosos autores señalan a diversos parámetros físicos y químicos del agua como algunos de los principales factores que explican la presencia, abundancia y distribución de las poblaciones larvales de culícidos en diferentes ambientes,⁵⁶ incluso hasta el punto de ser utilizados para predecir la aparición de diferentes especies.⁵⁷ Entre estos parámetros, la salinidad es uno de los más estudiados. La cantidad total de sales disueltas únicamente es un factor limitante por encima de ciertos valores que varían según especies, puesto que estas sales casi siempre se encuentran en cantidad suficiente para posibilitar los equilibrios osmóticos en la mayoría de ambientes naturales.⁵⁸ Por tanto, pese a que es posible que hayan intervalos de salinidad preferente, podemos afirmar que existen especies capaces de adaptarse a aguas de un amplio rango de salinidades (eurihalinas) y especies cuyos intervalos de tolerancia salina son más estrechos, pero siempre alejados de los

niveles más altos de salinidad (estenohalinas del componente dulceacuícola); es decir, las especies estenohalinas, las encontraremos habitualmente en aguas dulces u oligosalobres.⁵⁹ La razón de esta asimetría en la tolerancia salina puede residir en la capacidad, constatada únicamente en especies eurihalinas, de modificar su patrón de osmorregulación en base a la salinidad del medio circundante.⁶⁰ De forma extrema, inclusive se han hallado en zonas costeras, algunas de estas especies en reductos localizados de agua marina.^{61,21}

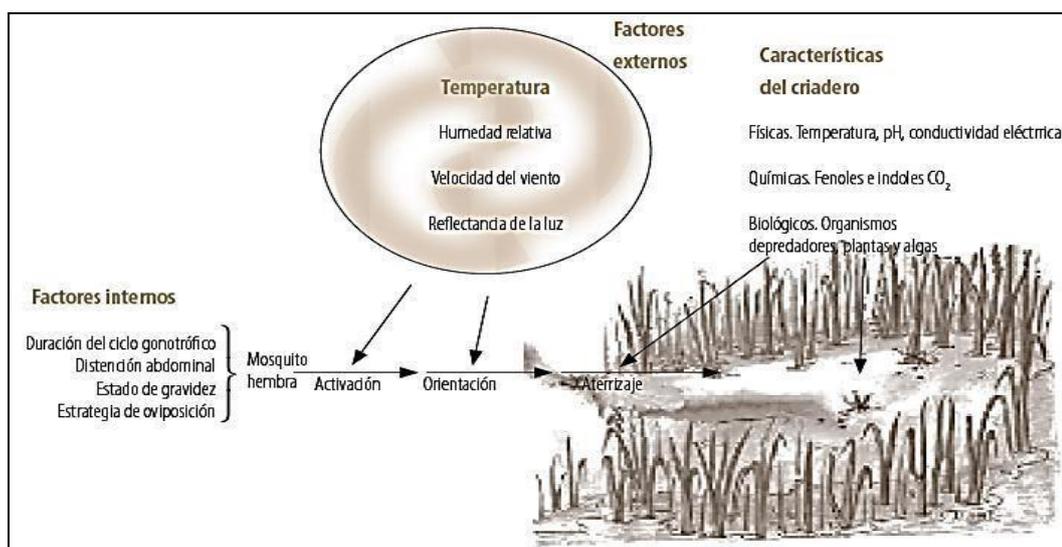


Figura 2. Factores internos y externos que influyen en la selección de los sitios de oviposición de los mosquitos *Anopheles*.¹¹

El pH es otro de los parámetros físico-químicos comúnmente estudiados para tipificar los ambientes hídricos y que nos proporciona valiosa información acerca de diferentes procesos ecológicos influyentes en el desarrollo larvario. Aguas con una pequeña reserva alcalina, entendiendo por alcalinidad la cantidad de compuestos que en conjunto modifican el pH hacia el lado alcalino de la neutralidad,⁵⁹ mientras que aquéllas con una alcalinidad media o fuerte, mantienen su pH regulado entre 7 y 8, manteniendo niveles altos y constantes de carbono inorgánico a disposición de algas y bacterias,⁵⁸ siendo estas dos últimas parte importante de la dieta alimenticia larvaria.

Como organismos poiquilotermos, la influencia de la temperatura es evidente durante los cuatro estados de desarrollo, afectando de manera general a la actividad, supervivencia y quiescencia. Para las larvas en particular, se sabe que el crecimiento corporal y la velocidad de desarrollo son dos parámetros que se

correlacionan positivamente con la temperatura,⁶² evidentemente dentro de unos rangos determinados y con variaciones importantes entre especies, cepas y diferentes estadios larvarios.⁶³ Además de la temperatura, hay otros factores que afectan a estos dos parámetros como son la nutrición, la densidad larvaria e incluso la salinidad del medio. Por debajo de cierto nivel de alimento disponible en el biotopo, las larvas presentan un menor ratio de crecimiento corporal y una reducción de la velocidad de desarrollo que se traduce en la necesidad de que transcurran más días para alcanzar la fase de pupa.⁶² Una elevada densidad larvaria también puede provocar un agotamiento del alimento, así como otros efectos que, fruto de la intensa competición interespecífica e intraespecífica, alargan el tiempo de desarrollo y reducen el tamaño y peso de las larvas. Sin duda, esta última cuestión no es trivial, ya que las larvas deben alcanzar al menos cierto peso o “masa crítica” para poder llevar a cabo la metamorfosis y pupar, con lo que la disminución del fenómeno de la pupación, en estas condiciones, también se ha constatado.⁶⁴ En densidades elevadas, el continuo contacto físico entre individuos también reduce los ratios de crecimiento,⁶⁵ en ciertas especies, se ha observado incluso modificaciones en la dieta alimenticia dirigidas hacia un claro canibalismo.⁶⁶ En especies eurihalinas también se ha verificado que, bajo la influencia de salinidades elevadas del medio circundante, se prolonga significativamente la duración de la fase larvaria. Las bajas temperaturas propias del periodo invernal tampoco son un impedimento para el hallazgo larvario de ciertas especies. Al respecto, aquellas especies que hibernan en estado de larva han de presentar diversas adaptaciones metabólicas entre las que destacan las acumulaciones de reservas energéticas y, en los casos más extremos, modificación del patrón respiratorio.⁶⁶

Las larvas son metapneústicas, es decir, de los diez pares de espiráculos que presentan, únicamente aquel par presente en el octavo segmento abdominal es el que presenta funciones respiratorias. Las larvas suelen hallarse en el hiponeuston, es decir, por debajo de la película superficial del agua, y son aeropneústicas, por tanto, respiran oxígeno atmosférico, lo cual, como para cualquier organismo acuático, supone un reto fisiológico y anatómico. Habitualmente la toma de oxígeno es a través de un sifón respiratorio que se proyecta a nivel dorsal de la larva y que presenta, no sólo los espiráculos en su extremo distal, sino también multitud de glándulas periespiraculares. Además, algunos géneros presentan sedas hidrófugas en el sifón que aumentan la flotabilidad del mismo y, por tanto, permiten su contacto con la atmósfera. No obstante, en el género *Anopheles*,

debido a la ausencia de sifón respiratorio, los espiráculos del octavo segmento son expuestos directamente al medio aéreo gracias a la adquisición de una disposición corporal paralela a la superficie hídrica, para la cual la participación de los lóbulos espiraculares y las sedas abdominales palmiformes, que además son hidrófugas, se postula necesaria. El género *Coquillettidia* se caracteriza, de manera distintiva, por respirar el oxígeno presente en tejidos vegetales a los que se ancla e inserta un sifón respiratorio modificado y adaptado para tal uso.⁶⁷ Pese a no ser tan común, los culícidos también pueden captar el oxígeno disuelto en el agua respirando a través de la cutícula. Esta adaptación es, sin duda, trascendental para maximizar distintos tipos de alimentación que exijan prolongadas estancias subacuáticas alejadas de la superficie así como para evadirse durante cierto tiempo de posibles depredadores. El oxígeno disuelto puede variar en función del movimiento hídrico que incrementa el intercambio gaseoso con la atmósfera, pero también según la temperatura y actividad fotosintética del ambiente acuático, por tanto, con importantes oscilaciones en los ciclos nictamerales, pudiendo además exhibir concentraciones diferentes en distintos biotopos del foco. La respiración cuticular implica una reducción del metabolismo y parece predominar sobre la atmosférica en aquellas especies que hibernan en estado de larva, encontrándose incluso en ciertos momentos aisladas de la atmósfera por una capa de hielo superficial. De forma general, el mayor porcentaje de respiración cuticular acontece en los primeros estadios larvarios ya que, según avanza el desarrollo, las necesidades metabólicas demandan más oxígeno que el obtenido a nivel cuticular, máxime cuando las nuevas cubiertas que se forman en cada muda son cada vez más gruesas y por tanto dificultan la absorción del oxígeno disuelto.⁵⁹ Paralelamente, algunos autores atribuyen a los primeros estadios larvarios de ciertas especies un fototropismo negativo que, conforme el desarrollo avanza hacia la ninfosis y posterior emergencia del imago, va cambiando de signo.⁶⁸ Este hecho también secundaría la aparición de los estadios iniciales en profundidades superiores. Sin embargo, la información al respecto es confusa, puesto que algunos investigadores opinan que, en general, tanto larvas como pupas presentan una fototaxis positiva, pero otros consideran preservado cierto fototropismo negativo que sería de vital importancia para la rápida adquisición de movimientos evasivos ante sombras de posibles depredadores, tales como peces, anfibios, reptiles o incluso diversos insectos como coleópteros, heterópteros y odonatos. La combinación de estos estímulos fototácticos junto con otros geotácticos, básicamente vibraciones del agua que

serían menos detectables en estadios larvarios más desarrollados por presentar cubiertas más gruesas, parecen ser dos de los principales mecanismos que regulan el comportamiento evasivo o de escape.⁶²

La mayoría de especies presentan una dieta alimenticia larvaria prácticamente omnívora, en la que la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados es un factor fundamental. Esta alimentación queda interrumpida durante un corto periodo de tiempo, habitualmente escasas horas, en los momentos previos y posteriores a la ecdisis que acontece entre la desaparición y aparición de cada estadio larvario.⁴² Tradicionalmente los tipos de alimentación han proporcionado la clasificación de las larvas en filtradoras, ramoneadoras y depredadoras.⁶⁹ El carácter pasivo de las primeras se contrarrestaba con la búsqueda activa de, fundamentalmente, algas y bacterias en las ramoneadoras, y diversos invertebrados de su tamaño o inferior en las depredadoras. No obstante, en la actualidad es más utilizada una clasificación más detallada que engloba a especies colectoras-filtradoras, colectoras-recogedoras, detritívoras, trituradoras y depredadoras.⁷⁰

Las larvas de los culícidos suelen habitar aguas lenticas, ya que la ausencia de apéndices torácicos y abdominales, así como cualquier otro tipo de órgano o estructura que le permita anclarse o fijarse al sustrato, tal y como sucede en los estados preimaginales acuáticos de otros dípteros, dificulta su vida bajo la influencia de corrientes hídricas. Sin embargo, debido al frecuente y casi restrictivo hallazgo durante muchos años de diversas especies del género *Anopheles* en aguas lóaticas, tales como ríos, arroyos, canales, etc., se llegó a pensar que debían estar circunscritas a estos ambientes. Hoy en día sabemos que también se encuentran en ecosistemas lénticos, y que su hallazgo en aguas lóaticas, aunque siempre en los márgenes más remansados de las mismas, es una adaptación que les permite desarrollarse en aguas frescas, poco eutrofizadas y bien oxigenadas, tal y como prefieren estas especies. Las larvas anofelinas presentan una respuesta al contacto con cuerpos sólidos, es decir, una tigmotaxis que, además, es negativa, por lo que en realidad se produce una reducción de la locomoción tras un leve roce con algún objeto flotante. En consecuencia, se asocian asiduamente a cuerpos emergentes en la superficie del agua y así pueden protegerse de los efectos de arrastre que provocarían las continuas corrientes.³¹

2.3.6. Diversidad (biodiversidad) de los seres vivos

La diversidad o biodiversidad es la variedad de formas de vida que se desarrollan en un ambiente natural. Esta variedad de formas de vida sobre la tierra involucra a todas las especies de plantas, animales, microorganismos y su material genético. Expresa el número de especies y abundancia relativa de las mismas en una comunidad. Se pueden distinguir comunidades de baja diversidad como los médanos, charcos efímeros y comunidad es de alta diversidad, como las selvas tropicales y los arrecifes de coral. La diversidad es un interesante parámetro del conjunto del ecosistema.⁷¹

En toda comunidad, cada especie cumple una determinada función que ecológicamente se denomina nicho ecológico. Dos especies no pueden ocupar nunca el mismo nicho, pero puede haber ciertas superposiciones y por lo tanto cuantas más especies haya en una comunidad, mayor será la superposición de nichos.⁵⁶ Esta cualidad es importante en cuanto al funcionamiento de un ecosistema, ya que la extinción de una especie no ocasiona diferencias respecto al conjunto, pues puede ser reemplazada rápidamente en sus funciones por otra especie. Esta redundancia es fundamental desde el punto de vista del flujo energético, ya que permite vías alternativas al mismo y constituye para el sistema una medida protectora contra los factores disruptivos no predictivos, como son aquellos provocados por el hombre.^{56,67}

La pérdida de la diversidad causada por el manipuleo del hombre en los sistemas naturales, como ser la extensión de los monocultivos, la destrucción de las especies, la contaminación, significan una menor regulación del sistema. Los sistemas diversos sufren menos cambios que los simples. Aunque existen fluctuaciones periódicas o cíclicas que tienen lugar como fenómenos naturales incluso en ecosistemas estables, las especies sufren pérdidas periódicas, de las que están capacitadas para recuperarse. Cuando la comunidad comienza a perder diversidad a favor de pocas especies que se adaptan a ese nuevo medio perturbado, pierde al mismo tiempo su capacidad de autorregulación.^{56,67}

2.3.7. Características físico químicas del agua de los criaderos

a) Sólidos disueltos totales

Las aguas normalmente contienen materiales, principalmente sólidos disueltos o sólidos suspendidos. Los primeros se refieren a la materia orgánica en forma iónica y los segundos, a la materia orgánica como detritus y de origen aluvial como

restos de rocas, arcilla, arena y similares. Los sólidos suspendidos pueden verse a simple vista como pequeñas partículas y son los que dan turbiedad al agua. Desde el punto de vista ecológico, aguas con elevadas cantidades de sólidos disueltos indican alta conductividad que puede ser un factor limitante para la vida de muchas especies por estar sometidas a una presión osmótica. Por su parte un alto contenido de sólidos en suspensión o alta turbiedad, también es limitante para el ecosistema acuático ya que impide el paso de los rayos solares, daña y tapona el sistema de intercambio gaseoso en los animales acuáticos y destruye su hábitat natural ^{72,73}

b) Alcalinidad

Este parámetro está íntimamente ligado con las formas en la cual se encuentran el dióxido de carbono. Cuando el CO₂ penetra en el agua, rápidamente se hidrata formando el ácido carbónico. La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos (capacidad amortiguadora), esto es atribuible en gran medida a los bicarbonatos, hidróxidos y carbonatos. Es por esta característica que las aguas naturales tienen la capacidad de resistir a los cambios radicales de pH. ^{74,73}

c) Calcio y magnesio

El calcio es un elemento importante en las aguas continentales (quinto en abundancia) y es el resultado del poder solvente del agua sobre las rocas calcáreas con las que pone en contacto. Se presenta principalmente bajo la forma de carbonato de calcio y está relacionada con la concentración del ión catión Ca⁺⁺, alcalinidad, pH, temperatura y concentración total de sólidos disueltos. El calcio está muy relacionado con la dureza del agua y es importante para los seres vivos: nutriente en el metabolismo de las plantas superiores, para las membranas celulares, para la formación de estructuras calcáreas. El magnesio es requerido por las plantas por ser parte estructural de la clorofila como integrante de enzimas. En aguas naturales se presentan en concentraciones que van de 5 a 50 mg/l. Los carbonatos en aguas duras están presentes por lo general como CaCO₃ en una proporción de más del 95%, con una presión parcial de CO₂ normal. ^{72,73}

d) Cloruros

Los cloruros ocupan un tercer lugar del porcentaje de los aniones en el agua, estos por lo general expresan la salinidad, por lo mismo es un factor importante en la distribución geográfica de los organismos. La determinación de los cloruros es una

prueba relativamente sencilla: se utiliza el cromato de potasio como indicador (amarilla) y se titula con nitrato de plata hasta la obtención de un color anaranjado o rojo ladrillo.⁷³

e) Dióxido de carbono

EL CO₂ en el agua se encuentra en equilibrio con la que se halla en la atmósfera. En el agua es el resultado de los procesos de descomposición y respiración, así como aquella que ingresa de la atmósfera. El dióxido de carbono juega dos papeles importantes en el agua: primero está relacionado con la capacidad buffer del agua, lo que permiten que no representen cambios bruscos de pH en el agua, y el segundo, es que constituye la materia prima para la fotosíntesis.^{73,19}

f) Dureza total

En las aguas continentales está determinada por la concentración de metales alcalinotérreos originados por depósitos calcáreos de la superficie terrestre. Los iones de calcio y magnesio se combinan fácilmente con los bicarbonatos y carbonatos, dando origen a la dureza temporal y con los sulfatos, cloruros, nitratos lo que se conoce como dureza permanente. Debido a que en las aguas naturales los iones más comunes son los de Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ la dureza se define como la concentración de estos iones expresados como carbonato de calcio.⁷³

g) Oxígeno

La determinación del oxígeno disuelto en las aguas continentales es de mayor interés, pues depende de un conjunto de factores ecológicos, así como determina la presencia de organismos superiores. La turbulencia, actividad de los organismos autótrofos, la respiración, reducción y oxidación generada por las bacterias son los principales factores que afectan su concentración en las aguas. El método de Winckler es el más usado actualmente, la precisión de este método varía de 0,1 a 0,6%, debiéndose los errores a la presencia de sustancias que interfieren como grasas y el SH₂.⁷³

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.2.1. Ubicación política

La investigación se llevó a cabo en criaderos larvales naturales ó artificiales seleccionados deterministamente tomando en cuenta la permanencia del criadero en el tiempo y espacio, abundancia de larvas de *Anopheles* en los criaderos, centros poblados con antecedentes de haber desarrollado la malaria, ubicados políticamente en:

Región : Ayacucho

Provincia : La Mar

Distrito : Ayna

Centros poblados : San Francisco y Rosario (Figuras 3 y 4)

3.2.2. Ubicación geográfica

Geográficamente, los puntos de muestreo en los centros poblados establecidos como lugares de la investigación, respondieron a las siguientes características:

- Centro poblado de San Francisco (Coordenadas UTM: 631551.78 m E; 8604141.89 m S; 581 msnm), con tres puntos de muestreo (Tabla 1; Figura 3).
- Centro poblado de Rosario (Coordenadas UTM: 627035.82 m E; 8606903.95 m S; 989 msnm), con dos puntos de muestreo (Tabla 1; Figura 4).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Larvas de mosquito *Anopheles* (Insecta: Diptera) presentes en criaderos de tipo permanentes (naturales y artificiales) de las localidades de San Francisco y Rosario.

Muestra

Larvas extraídas de las especies *Anopheles* presentes en los criaderos evaluados.



Figura 3. Ubicación de los criaderos larvales del mosquito *Anopheles* en el centro poblado de San Francisco. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho.

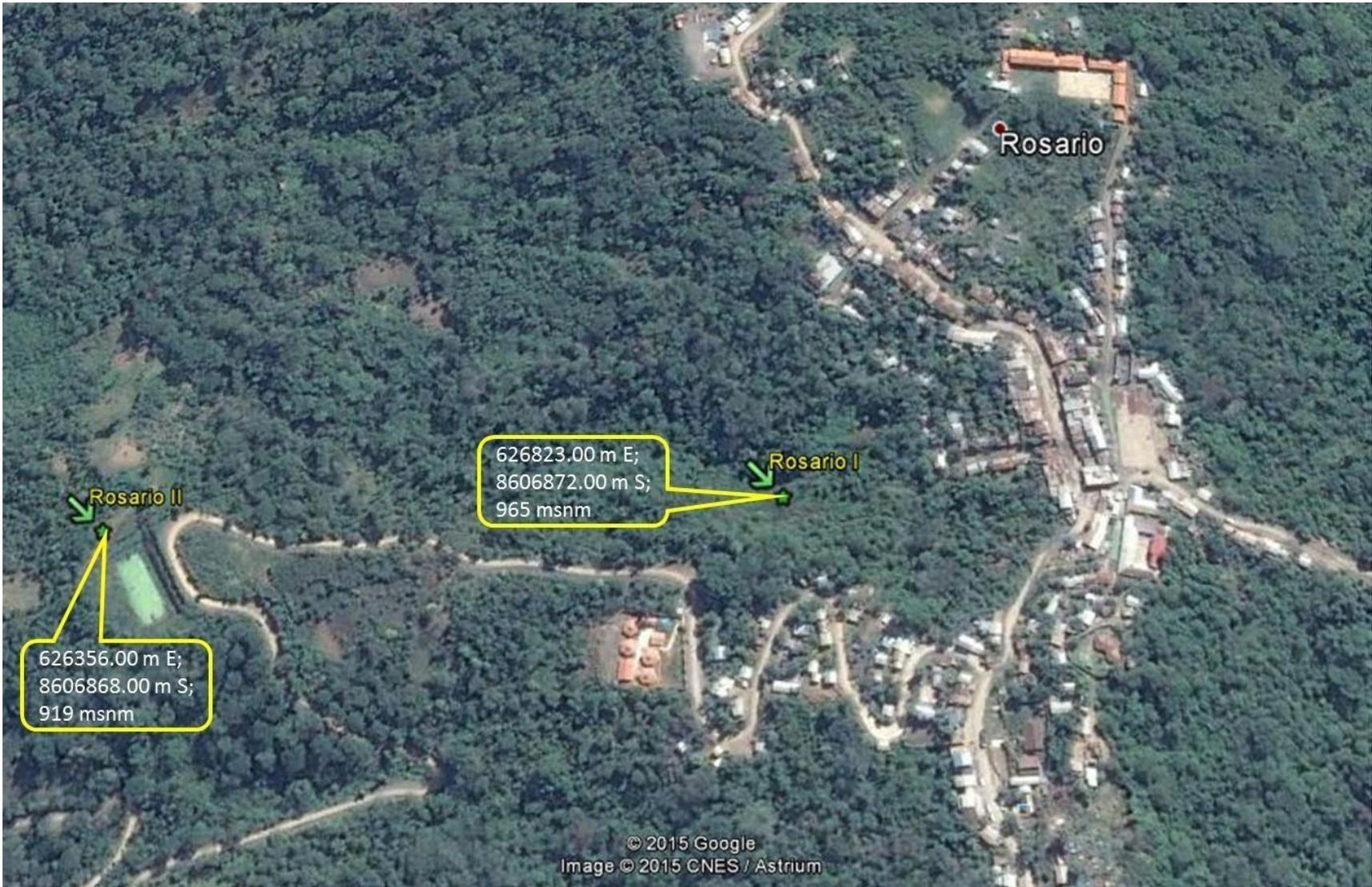


Figura 4. Ubicación de los criaderos larvales del mosquito *Anopheles* en el centro poblado de Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.

Tabla 1. Lugares de muestreo de larvas del mosquito *Anopheles*, geoposicionamiento y tipos de criaderos evaluados. distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho. Enero a abril de 2014.

Centro Poblado	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM			Tipo de criadero
		Longitud (E)	Latitud (S)	Altitud (msnm)	
San Francisco	San Francisco I	633901.00 m	8601020.00 m	610	Laguna de formación natural (5 x 2 m), aguas de manantial de característica permanente, con vegetación acuática emergente. Puquial de formación natural (2 x 2 m), con vegetación acuática emergente.
	San Francisco II	633667.00 m	8600877.00 m	615	
	San Francisco III	629691.00 m	8606103.00 m	596	Laguna de formación natural (4 x 8 m), aguas de procedencia de efloraciones subterráneas y de la lluvia, con vegetación acuática emergente
Rosario	Rosario I	626823.00 m	8606872.00 m	965	Puquial de aguas naturales (2 x 3 m), con vegetación acuática emergente
	Rosario II	626356.00 m	8606868.00 m	919	Laguna artificial (2 x 3 m), aguas de procedencia de filtraciones del subsuelo y de procedencia de las lluvias, con vegetación acuática emergente.

3.3. Metodología y recolección de datos (enero a abril de 2014)

3.3.1. Colecta de larvas de *Anopheles* y determinación de la densidad poblacional larval

Para la colecta de las larvas de los mosquitos anofelinos, previamente fueron ubicados y evaluados los criaderos larvales de origen natural o artificial (principalmente los del tipo permanente, a fin de garantizar las evaluaciones posteriores), los cuales fueron georeferenciados en cada una de las dos comunidades del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho). Cada criadero larval fue evaluado tomando en cuenta los siguientes criterios: tamaño de criadero, tipo de vegetación presente, fauna (peces y artrópodos) y demás variables que se indican en la ficha de recolección de datos (Anexo 1).

Las larvas fueron muestreadas mediante un recipiente de capacidad de 500mL a fin de determinar la densidad poblacional que fue estimada mediante el cálculo de la media de larvas por litro (ML/litro), que es el promedio de larvas encontradas por cada litro de muestra agua obtenida, en términos estandarizados y reproducibles, obteniéndose de esta manera la frecuencia relativa porcentual.¹⁹ En caso de criaderos pequeños (que no superaron los cinco metros), se tomaron cinco litros por punto, realizándose el conteo larval correspondiente. En criaderos grandes como estanques y lagunas, cuyo perímetro total aproximado excedió de los 100 m, fueron elegidos 10 puntos como máximo, con unos 10 m aproximadamente entre cada punto, considerando que cada punto equivale a un área de un metro cuadrado, y dentro de esta área se tomaron cinco litros como muestra, una en cada esquina y la otra al centro del punto. Para el caso de bebederos y contenedores se eligió un punto por cada cinco metros del perímetro; en ningún caso el número de puntos por criadero evaluado superó de 10.⁷⁴

$$\text{ML/litro} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de larvas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de litros}}$$

Tabla 2.- Número de puntos a evaluar para la colecta de larvas del mosquito *Anopheles* de acuerdo al perímetro del cuerpo de agua.⁷⁴

Perímetro del criadero (m)	Nº de puntos
1 - 50	Un punto cada cinco metros, no más de 10 puntos en total.
51 - 100	Un punto cada ocho metros, no más de 10 puntos en total.
101 - 500	Un punto cada 10 metros, no más de 10 puntos en total.
501 a más	Un punto cada 50 u 80 metros, no más de puntos en total.

Una vez recolectadas las larvas, estas fueron transportadas en bolsas de *whirlpak*® y cámaras de emergencia codificadas según los puntos de muestreo de cada una de los dos centros poblados del distrito de Ayna evaluados, acondicionados en termos tipo cooler con tapa hermética a fin de ser trasladadas hasta el laboratorio de análisis clínico del Hospital de San Francisco (AynaAyacucho) donde fueron separadas las larvas por especie y zona de estudio. Muestras de larvas de anofelinos conservadas en alcohol al 70% contenidas en recipientes de tapa de hermética y rotulados por lugar de muestreo fueron trasladados hasta el laboratorio de Zoología de la FCB-UNSCH, para su adecuado tratamiento, montaje e identificación.

3.3.2. Montaje de larvas e identificación de mosquitos anofelinos

Las larvas de los mosquitos anofelinos conservadas en alcohol glicerinado fueron sumergidas en viales de vidrio conteniendo 50 mL de hidróxido de sodio al 10% por no más de ocho horas, periodo en el cual se logró el ablandamiento del exoesqueleto y la clarificación de la muestra. Luego fueron sacadas utilizando estiletes finos para no maltratar las larvas y posteriormente fueron colocadas en viales conteniendo solución de lactofenol hasta por 12 horas a fin de permitir el aclaramiento completo de las larvas y la preservación de los mismos, finalmente fueron sumergidas en fenol puro por otras 12 horas. Las larvas tratadas fueron montadas en láminas portaobjeto conteniendo una gota de solución de Hoyers en el centro, donde fueron acomodadas teniendo cuidado en no romper las partes más representativas de su anatomía (cerdas del cuerpo, pecten, sifón, cabeza, tórax y abdomen) y luego se las cubrió con laminilla cubreobjeto evitando no hacer

burbujas. Para el montaje completo de las larvas, las muestras secadas en una estufa atemperada a 50°C por 24 horas. En estas condiciones, las larvas fueron identificadas utilizando las claves taxonómicas propuestas por Consoli y Laureco de Oliveira,¹⁵ Calderón Falero,⁷⁶ Rueda,⁷⁷ y Clark-Gil y Darsie Jr.⁷⁸

Una vez identificadas las larvas de los anofelinos, la confirmación se hizo utilizando insectos adultos que fueron criadas en el laboratorio siguiendo las pautas propuestas por Ross,⁷⁹ y las claves taxonómicas planteadas por Consoli y Laureco de Oliveira,⁷⁶ Rueda,⁷⁷ y Clark Gil y Darsie, Jr.⁷⁸

3.3.3. Determinación de temperatura media ambiental y la humedad relativa

La humedad temperatura media ambiental y la humedad relativa media ambiental fueron medidas mediante los termohigrómetros debidamente calibradas, las cuales están localizadas en las instalaciones de almacén general de medicamentos e insumos médicos de la Red de Salud San Francisco las mismas que cuentan con un libro de control de registros diario, de donde se transcribió los datos de temperatura media y la humedad relativa media diariamente, luego se procedió la determinación media mensual correspondientes a los meses de enero, febrero, marzo y abril del año 2014.

3.3.4. Determinación de las características fisicoquímicas de agua de los criaderos de larvas de anofeles

Para este propósito las muestras de agua fueron tomadas de cada uno de los criaderos considerados como puntos de muestreo permanente de los dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar – Ayacucho), utilizando para ello frascos de plástico con capacidad de 700 mL adecuadamente codificados y rotulados con la información del lugar de toma de muestra. Posteriormente frascos conteniendo el agua de criadero, fueron acondicionadas y trasladadas en termos tipo cooler con tapa hermética conteniendo cubetas de hielo para evitar en lo posible la alteración de algunos de los parámetros a ser evaluados. En las próximas 12 horas las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Biodiversidad y SIG de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, donde fueron determinadas las siguientes características fisicoquímicas:

Tabla 3. Metodología para la determinación de las características físicoquímicas del agua de los criaderos larvales de dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar – Ayacucho), enero a abril de 2014.

Características	Unidad	Método	Comentario
Sólidos disueltos totales	mg/L	Electrométrico	
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	Colorimétrico	Titulación H ₂ SO ₄
Cloruro	mg Cl ⁻ /L	Colorimétrico	Titulación AgNO ₃
Dióxido de carbono	mg/l	indirecto	Empleando datos de alcalinidad y pH
Dureza total	mg/L CaCO ₃	Colorimétrico	Titulación EDTA
pH		Electrométrico	
Cloruros	mg/L		
Conductividad	μS/cm	Electrométrico	
Salinidad	%	Electrométrico	

3.4. Diseño de investigación

Dado que el nivel de investigación propuesta es del tipo descriptivo, el diseño de investigación fue ajustado a una sola casilla.

3.5. Análisis de datos

Con los datos obtenidos fueron estimados la densidad media larval por criadero y lugar de muestreo en los dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar – Ayacucho), así como las características físicoquímicas del agua de los criaderos, los cuales son reportados en tablas y figuras, componentes de la estadística descriptiva de tendencia central y de dispersión, utilizando el paquete estadístico SPSS 15. Con la finalidad de establecer la posible relación de los parámetros físicoquímicos del agua de criadero y la densidad media larval de las especies de anofelinos detectados, se realizó la prueba de correlación lineal de Spearman ($n = 15$; $\alpha = 0,05$).

IV. RESULTADOS

Tabla 4. Densidad media mensual (Media larva l por litro) del mosquito *Anopheles*, por centro poblado evaluado. Distrito de Ayna, La Mar -Ayacucho. Enero a abril de 2014.

	blado	Puntos de muestreo	Media larval por litro (mensual)			
			Enero	Febrero	Marzo	Abril
San Francisco		San Francisco I	26	18	16	10
		San Francisco II	24	20	12	8
		San Francisco III	18	8	10	4
Rosario		Rosario I	22	14	6	8
		Rosario II	30	18	20	14

Tabla 5. Media larval por litro de tres especies de *Anopheles* spp., detectados en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho. Enero a abril de 2014.

Sub Familia	Tribu	Especies	Centros poblados evaluados				
			San Francisco			Rosario	
			I	II	III	IV	V
		<i>Anopheles pseudopunctipennis</i>	1,8	2,6	0,0	0,6	0,0
		<i>Anopheles rangeli</i>	1,8	0,8	0,2	0,0	0,0
Anophelinae	Anophelini	<i>Anopheles dunhami</i>	0,0	0,0	0,2	3,2	2,4

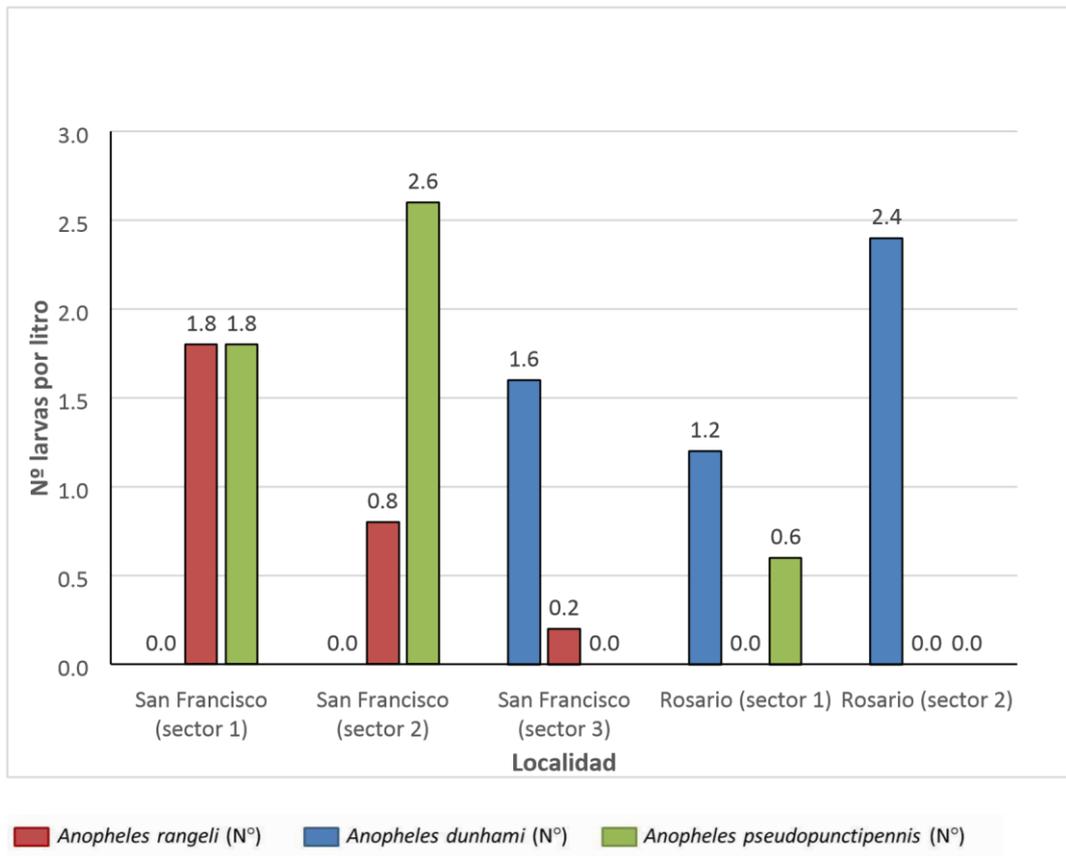


Figura 5. Densidad media larval por litro por especies de *Anopheles* hallados en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.

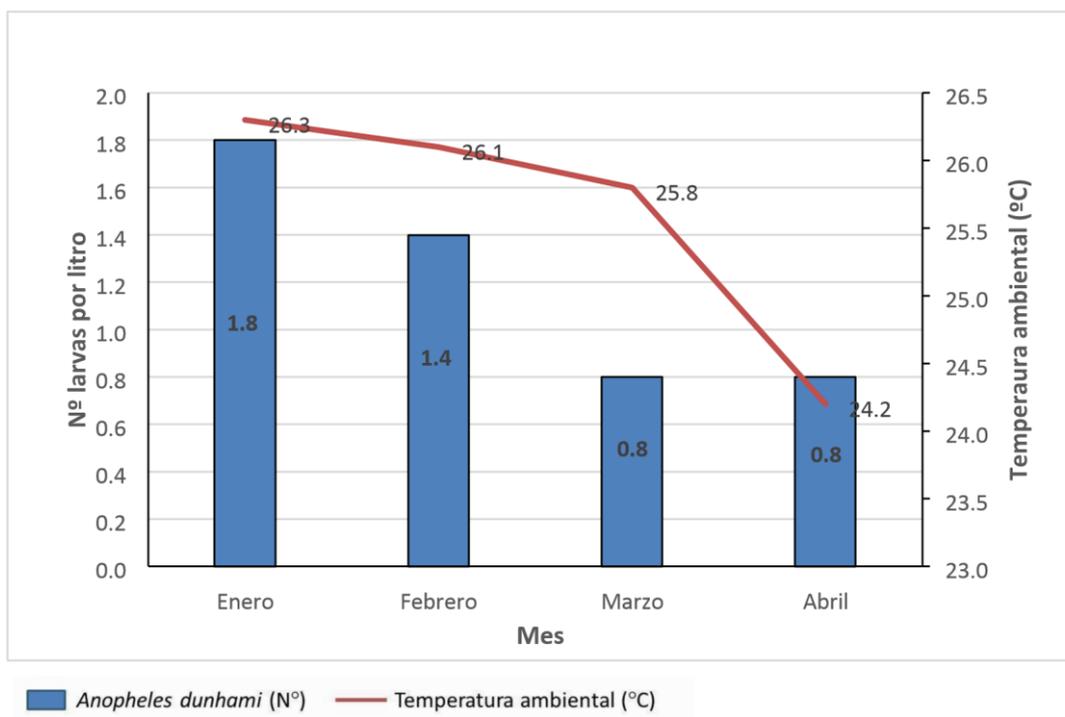


Figura 6. Densidad media larval por litro de *Anopheles dunhami* en relación a la temperatura media ambiental por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario, distrito de Ayna, La Mar, Ayacucho, 2014.

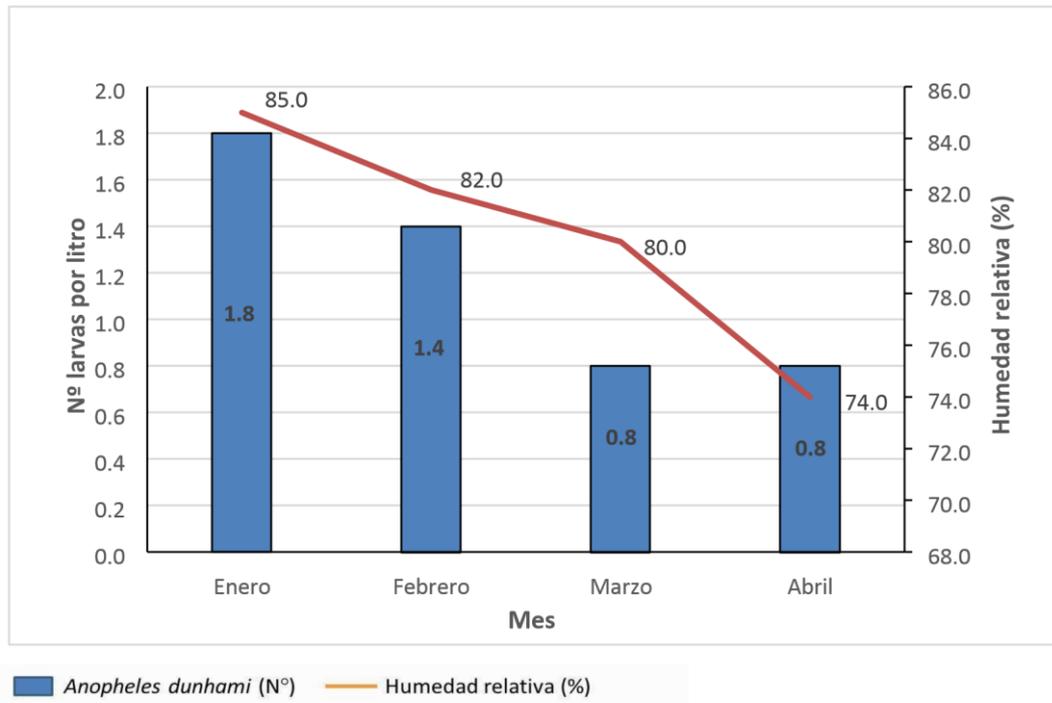


Figura 7. Densidad media larval por litro de *Anopheles dunhami* en relación a la humedad relativa por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario, distrito de Ayna, La Mar, Ayacucho, 2014.

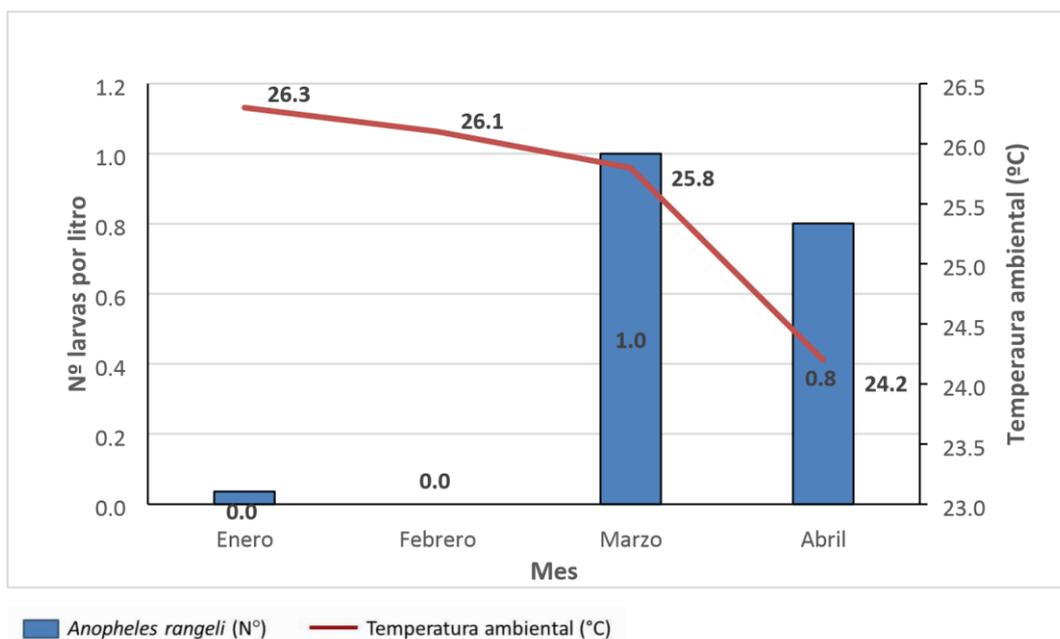


Figura 8. Densidad media larval por litro de *Anopheles rangeli* en relación a la temperatura media ambiental por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario, distrito de Ayna, La Mar, Ayacucho, 2014.

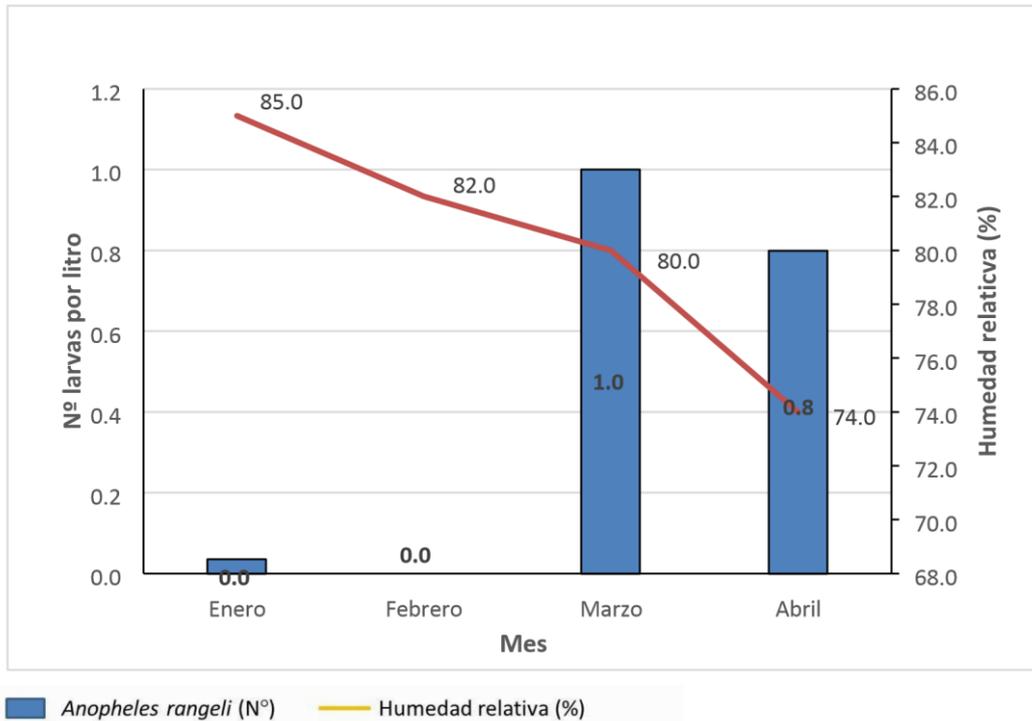


Figura 9 . Densidad media larval por litro de *Anopheles rangeli* en relación a la humedad relativa por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario, distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.

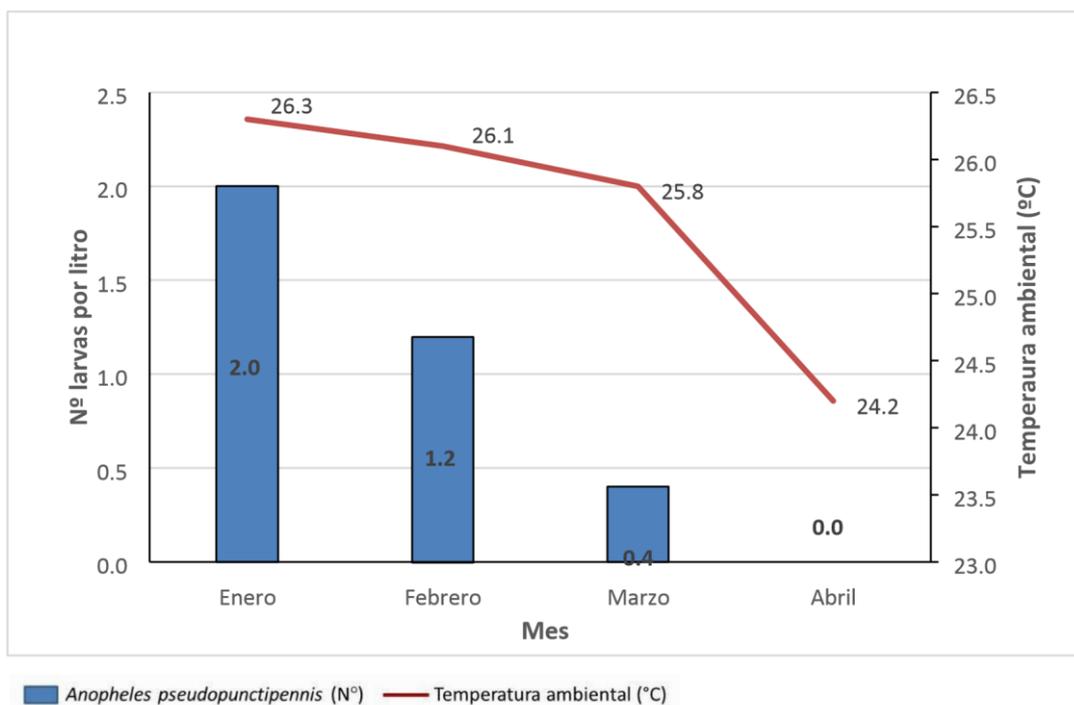


Figura 10 . Densidad media larval por litro de *Anopheles pseudopunctipennis* en relación a la temperatura media ambiental por mes evaluado. Centros poblados de San Francisco y Rosario. Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.

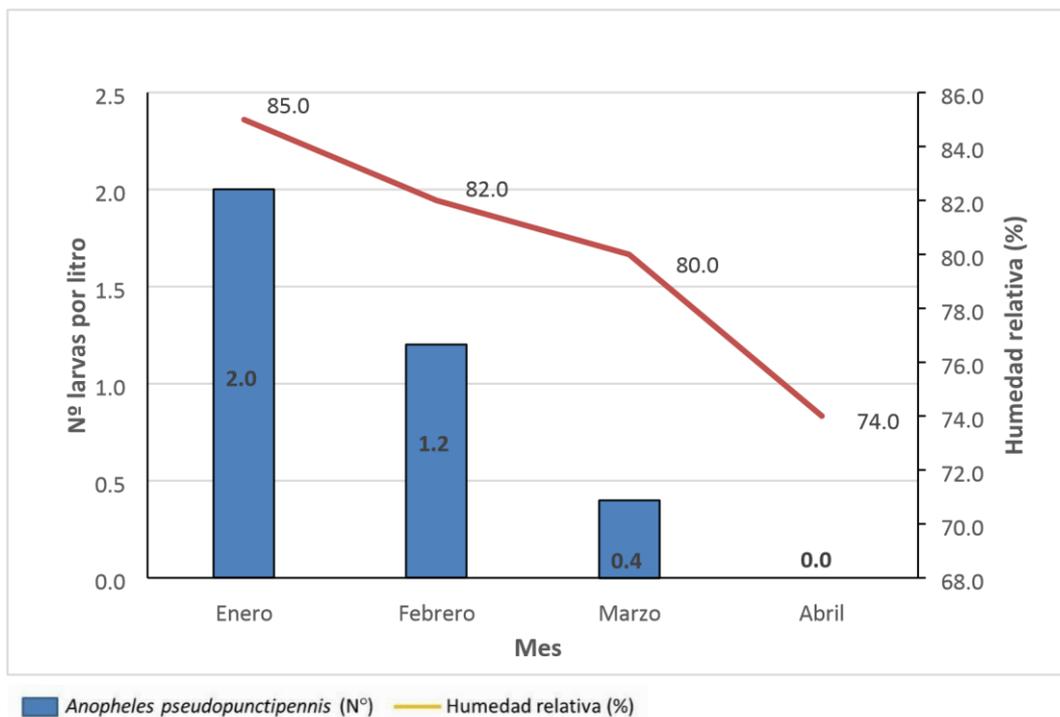


Figura 11 . Densidad media larval por litro de *Anopheles pseudopunctipennis* en relación a la humedad relativa por mes evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos mensuales evaluados en el agua procedente de los criaderos permanentes de larvas de *Anopheles* spp., ubicados en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna. La Mar – Ayacucho. 2014.

Parámetros fisicoquímicos	Centros poblados del distrito de Ayna, La Mar Ayacucho																			
	San francisco												Rosario							
	Criadero I				Criadero II				Criadero III				Criadero I				Criadero II			
	Ene	Feb	Mar	Abr	Ene	Feb	Mar	Abr	Ene	Feb	Mar	Abr	Ene	Feb	Mar	Abr	Ene	Feb	Mar	Abr
Dureza total (mg/L)	256	122	264	148	246	284	266	142	226	610	276	158	72	230	284	190	64	126	120	162
Dureza cálcica (mg/L)	50	86	230	134	38	92	238	114	102	198	240	124	58	18	162	170	54	94	118	132
Dureza magnésica (mg/L)	206	36	34	14	208	192	28	28	124	412	36	34	14	212	122	20	10	32	12	30
Cloruros (mg/L)	6,0	4,5	4,5	6,0	6,5	6,5	5,0	6,5	6,5	5,0	5,5	7,5	6,0	6,0	5,5	4,5	5,5	5,5	6,0	5,0
Amonio (mg/L)	0,9	0,8	0,9	0,7	1,0	0,7	0,9	0,7	0,7	1,0	0,6	0,7	0,7	0,6	0,1	0,8	0,7	0,9	0,7	0,6
Conductividad eléctrica (µS/cm)	612	244	521	283	613	767	530	300	592	557	542	330	207	605	564	386	196	255	618	313
Solidos totales disueltos (STD) (mg/L)	306	122	260	141	367	384	265	150	296	279	277	165	103	302	282	194	98	127	309	156
pH	7,9	7,8	7,6	7,5	7,7	7,6	7,5	7,6	7,6	7,5	7,1	7,6	7,8	7,6	7,2	7,2	7,2	7,8	7,1	7,5

Tabla 7. Promedio de las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales del mosquito *Anopheles* spp. ubicados en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.

Características fisicoquímicas	Localidades evaluadas por centros poblados				
	San Francisco I	San Francisco II	San Francisco III	Rosario I	Rosario II
Dureza total (mg/L)	175,3	224,0	331,3	164,0	117,3
Dureza cálcica (mg/L)	90,0	81,3	141,3	82,0	93,3
Dureza magnésica (mg/L)	85,3	142,7	190,0	82,0	24,0
Cloruro (mg/L)	5,5	6,5	6,3	5,5	5,3
Amonio (mg/L)	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
Conductividad eléctrica (μS/cm)	379,7	560,0	826,3	399,3	254,7
STD (mg/L)	189,7	300,3	413,3	199,7	127,0
pH	7,7	7,6	7,6	7,9	8,2

Tabla 8. Correlación lineal de Spearman para las características fisicoquímicas del agua de los criaderos con relación a la densidad larval y especies de *Anopheles* spp. presentes en los centros poblados de San Francisco y Rosario. distrito de Ayna, La Mar. Ayacucho, 2014.

Especies		Alcalinidad (mg/L)	Dureza total (mg/L)	Dureza cálcica (mg/L)	Dureza magnésica (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Amonio (mg/L)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	STD (mg/L)	pH
<i>Anopheles dunhami</i> (N°)	Coeficiente de correlación	-0,347	-0,501	-0,116	-0,560	-0,256	-0,429	-0,540	-0,540	0,270
	Sig. (bilateral)	0,204	0,057	0,681	0,030	0,357	0,111	0,038	0,038	0,330
	N	15	15	15	15	15	15	15		15
<i>Anopheles rangeli</i> (N°)	Coeficiente de correlación	0,166	-0,373	0,217	-0,311	-0,051	-0,073	-0,381	-0,381	-0,174
	Sig. (bilateral)	0,553	0,170	0,436	0,259	0,857	0,796	0,161	0,161	0,535
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<i>Anopheles pseudopunctipennis</i> (N°)	Coeficiente de correlación	-0,363	0,045	-0,136	0,182	-0,093	0,024	0,045	0,045	0,045
	Sig. (bilateral)	0,183	0,872	0,628	0,517	0,742	0,932	0,872	0,872	0,872
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

N = 15 (parámetros fisicoquímicos)

V. DISCUSIÓN

La Tabla 4, reporta los resultados de las densidades medias larvales halladas en los criaderos permanentes monitoreados en los dos centros poblados del distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho, en el periodo de enero a abril de 2014. De acuerdo a lo hallado podemos apreciar que las densidades en cada punto de muestreo y centro poblado evaluado, muestran una tendencia decreciente en los cuatro primeros meses de evaluación del año, así por ejemplo, en el centro poblado de San Francisco (Figura 3), donde fueron evaluados tres criaderos larvales permanentes, el mes de enero reportó los mayores promedios ($\bar{X} = 18$ a 26 larvas por criadero evaluado), alcanzando los mínimos valores en el mes de abril ($\bar{X} = 4$ a 10 larvas) (Tabla 4). Tendencia decreciente en las densidades larvales, seguramente influenciadas por el comportamiento estacional de la calidad y productividad de los criaderos y otros factores ambientales, a ser analizados en los resultados que son mostrados más adelante en las tablas y/o figuras. Este mismo comportamiento podemos apreciar en el centro poblado de Rosario (Figura 4), lugar donde fueron monitoreados dos criaderos larvales permanentes, en el periodo de evaluación (Tabla 4).

Taxonómicamente las especies de larvas halladas en los criaderos presentes en los dos centros poblados del distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho (Tabla 5), correspondieron a *Anopheles pseudopunctipennis*, distribuido en San Francisco I y II, así como en Rosario IV, especie incriminada como vector principal de la malaria, a nivel de Sudamérica y el Perú.^{11,80} Calderón *et al.*,⁸⁰ reportaron a esta especie distribuidos en los valles de la vertiente oriental, desde Tumbes hasta Tacna, en altitudes desde nivel del mar hasta los 2 373 msnm (Matucana-Lima). En los valles interandinos, desde el río Alto Marañón y sus efluentes (Cajamarca, La Libertad, Ancash), hasta el valle del río Mantaro (Junín, Huancavelica y Ayacucho), en altitudes de 2 600 msnm hasta los 3 200 msnm (Parco,

Jauja-Junín), alcanzando la vertiente oriental. Como se puede apreciar *An. pseudopunctipennis* es la principal especie de más amplia distribución en el Perú, reportado en casi todos los departamentos. *Anopheles rangeli* fue encontrado en todos los criaderos evaluados de San Francisco (Ayna, La Mar-Ayacucho) más no así en los criaderos ubicados en el centro poblado de Rosario. Esta especie, según manifiesta Calderon *et al.*,⁸⁰ tiene distribución amplia en todos los departamentos que se encuentran en la selva alta y baja, a excepción de Ancash, Apurímac y Ayacucho; sin embargo para el 2010 la DESA-Ayacucho,⁸¹ reportó la presencia de esta especie en buena parte del valle del río Apurímac y Ene, coincidiendo con los hallazgos obtenidos en la presente investigación. Esta especie se encuentra distribuida en el Perú entre los 650 a 750 msnm, y es reportado como la principal especie presente en la selva central de Ayacucho, ocupando el primer lugar en abundancia en Satipo (Junín).⁸⁰ Finalmente, reportamos la presencia de *Anopheles dunhami* (Figuras 3 y 4), distribuido en los criaderos de San Francisco III y en Rosario I – II, ambas especies consideradas como vectores potenciales secundarios en la transmisión de la malaria en el Perú, importantes sobre todo en los rebotes y las epidemias de la malaria ocurridas,⁸⁰ especies que pertenecen a la Tribu Anofelini. *Anopheles dunhami*, se encuentra distribuido entre los 400 a 520 msnm, en la selva central hasta el valle del río Ene,⁸⁰ espacio altitudinal que es superado en la presente investigación ya que esta especie fue hallada entre los 596 a 965 msnm. Según la DESA-Ayacucho,⁸¹ refieren que las principales especies de *Anopheles* reportados para el distrito de Ayna, provincia de La Mar (Ayacucho), correspondieron a *An. rangeli*, *An. pseudopunctipennis*, *An. dunhami* y *An. fluminensis*, tres de las cuales concordantes con las especies reportadas en la presente investigación.

En cuanto a las densidades medias larvales documentadas por especies de *Anopheles* presentes en los criaderos evaluados en cada centro poblado evaluado (Figura 5), podemos apreciar que *Anopheles pseudopunctipennis* y *An. rangeli*, son las especies de mayor presencia y distribución en San Francisco (\bar{X} larval/litro de 1,8 a 2,6 y 0,2 a 1,8, respectivamente), con razón, probablemente las responsables en los últimos años de los rebotes de la malaria en dicha zona,⁸¹ complementada con la presencia de *An. dunhami*, reportada solo en San

Francisco III (\bar{X} larval/litro = 1,6); en caso de los criaderos larvales evaluados en Rosario, denota la presencia de *An. dunhami* como el mosquito de mayor presencia

(\bar{X} larval/litro= 1,2 a 2,4 en criaderos I y II, respectivamente), seguido de *An. pseudopunctipennis* (\bar{X} larval/litro= 0,6, en criadero II).

La densidad poblacional de los mosquitos puede estar influenciada por la temperatura, la humedad relativa, la lluvia, características fisicoquímicas del agua de los criaderos, presencia de depredadores y algún tipo de control químico aplicado en la zona de estudio.⁸² La selección de un hábitat acuático para la reproducción y el desarrollo larval de los mosquitos, es de vital importancia, ya que de esta selección depende la abundancia y el mantenimiento de las poblaciones.¹¹ En este sentido, la presente investigación nos ha permitido encontrar algunos factores ambientales que probablemente estén influyendo en el desarrollo y abundancia larval reportada en los criaderos evaluados por centro poblado del distrito de Ayna (La Mar-Ayacucho). Las figura 6 y 7, nos muestran como la temperatura y la humedad relativa ambiental, guardaron relación con la densidad larval promedio mensual reportada para *Anopheles dunhami*, así se tiene que a los 26,3°C y humedad relativa (H.R.) de 85%, que correspondió al mes de enero, la media larval del mosquito fue de 1,8 larvas por litro, en tanto que la mínima densidad se alcanzó entre marzo a abril, con un promedio de 0,8 larvas por litro, cuando la temperatura oscilo entre 24,2°C y una H.R de 74%. En caso de *Anopheles rangeli*, se tiene una situación opuesta (Figuras 8 y 9), al parecer la temperatura media ambiental y la humedad relativa, no tienen injerencia directa en la densidad larval reportada en los centros poblados de San Francisco y Rosario. Por ejemplo, en enero cuando la temperatura ambiental fue de 26,3°C y la H.R. de 85%, la densidad larval no supero en promedio el 0,6 larvas por litro, en tanto que entre marzo y abril, cuando la temperatura estuvo entre los 25,8 a 24,2°C y la H.R. de 80 a 74%, respectivamente, la densidad larval se vio incrementada entre 0,5 a 0,4 larvas por litro. En este caso particular, es probable que otros factores relacionados con las características fisicoquímicas y biológicas (tipo de vegetación, presencia de depredadores, etc.), en los criaderos larvales, así como la distribución altitudinal del mosquito vector, sean los factores preponderantes para encontrar los resultados comentados líneas arriba. En caso de *Anopheles pseudopunctipennis* al igual que en *An. dunhami*, probablemente factores ambientales como la temperatura y humedad relativa, este ejerciendo influencia en la densidad poblacional de las larvas (Figuras 10 y 11). Así se tiene, en enero cuando la temperatura ambiental fue de 26,3°C y la H.R. de 85%, la densidad media larval alcanzó valores de 2,0 larvas/litro, mostrando su menor valor en el mes de marzo (\bar{X} = 0,4 larvas/litro), cuando la temperatura fue de 25,8°C y la H.R. de 80%. En este punto, es necesario

manifestar que algunas especies de anofelinos, influenciados por algunos parámetros ambientales como la temperatura y humedad, les permite alcanzar una amplia distribución estacional en los estados adultos en búsqueda de lugares de ovipostura, lo que favorece el ser hallados en criaderos de diversos tipos, tal como lo señalan McMichael y Githeko.⁸³ Al parecer la disminución en la abundancia de los anofelinos encontrados durante el presente estudio, pareciera coincidir con reportes previos, donde se señala una reducción en la abundancia de los adultos hacia el final del período de lluvias e inicio de la sequía en los centros poblados de San Francisco y Rosario (Ayna, La Mar-Ayacucho).⁸¹ Al respecto, estudios realizados en Cuba por Marquetti *et al.*,⁸⁴ en parámetros como la temperatura y la humedad y su influencia en el desarrollo y la densidad de los estadios larvales de *Anopheles*, encontraron que temperaturas entre 15,4°C y 25,1°C, con promedio de 22,1°C, aumentaron la densidad larval, estimulando la ovoposición de las hembras en el criadero, lo que trajo aparejado aumento en las poblaciones de *Anopheles*. Otros investigadores como Diéguez *et al.*,⁸⁵ reportaron no encontrar correlación entre la temperatura y la densidad larval de mosquito anofelino. En cuanto al comportamiento de la densidad larval en relación con la humedad relativa, García Gutiérrez *et al.*,⁸⁶ demostraron en estudios llevados a cabo en Cuba, que existe estrecha relación entre ambas variables siendo significativa al 99 % con las humedades relativas mínima y media. Berti *et al.*,⁸ al evaluar la abundancia mensual de *An. aquasalis* en un criadero correspondiente a un manglar ubicado en Venezuela, estableció correlación negativa y significativa según el análisis de Spearman ($r = 0,553$, $p < 0,062$), para las variables: abundancia mensual y precipitación mensual; en tanto que otros autores no encontraron significación para las variables precipitación y humedad relativa evaluados en la presente investigación.^{87,84}

Navarro *et al.*,⁸⁸ encontraron una estrecha correlación entre los totales de anofelinos capturados y las precipitaciones acumuladas (factor influyente en la humedad ambiental), hecho que también es observado en nuestra investigación, pues la humedad ambiental fue mayor precisamente en los meses en que fueron más abundantes las densidades larvales de *Anopheles pseudopunctipennis* y *An. dunhami* más no así la de *Anopheles rangeli*, lo que permitió inferir que las lluvias frecuentes que ocurrieron en el mes de enero y que paulatinamente se fueron disipando en los meses de marzo a abril en la selva ayacuchana, estarían asociados

con las condiciones favorables y la productividad de los criaderos, en relación a las especies involucradas con esta variable.

En cuanto a las características fisicoquímicas del agua de los criaderos evaluados en los dos centros poblados del distrito de Ayna, La Mar (Ayacucho), los resultados no muestran valores extremos en ninguno de los componentes (Tabla 6, Anexo 2); el análisis de correlación lineal de Spearman ($n = 15$; $\alpha = 0,05$) (Tabla 7), demostró que ninguno de los componentes tienen influencia directa en la densidad larval y/o preferencia para la oviposición en los criaderos evaluados por parte de las hembras adultas del mosquito anofelino, si bien se encuentran valores numéricos diferentes, estadísticamente no son significativos. Así por ejemplo, la dureza total resultado de la dureza cálcica y magnésica, los valores oscilaron entre 175,3 a 224 mg/L, valor numérico que permitió tipificar a las aguas de los criaderos evaluados como ligeramente duras (100 a 200 mg/L de CaCO_3) a moderadamente duras (200 a 300 mg/L de CaCO_3).⁶⁷ La dureza reportada en las aguas de los criaderos evaluados posiblemente tenga su origen en la descomposición de los residuos vegetales (fuente de Mg^+ responsable de la dureza del agua bajo la forma de carbonato, cuya importancia para la biota radica en que forma parte de la estructura de la clorofila), vertimientos de aguas naturales y en parte a la propia naturaleza de origen del agua, lo que en alguna forma favoreció a mejorar las características fisicoquímicas del agua de los criaderos evaluados y por tanto la producción larval.

En el pH los valores hallados en las aguas de los criaderos evaluados, oscilaron entre 7,6 a 8,2 (Tabla 7, Anexo 2), considerados como normales si tomamos en cuenta los rangos propuestos por Barrenechea-Martel⁸⁹ y la Norma Legal que aprueba los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua en el Perú,⁹⁰ que en su aspecto resolutivo plantea que el agua en sus diversas modalidades de uso deben de tener un pH de 5,5 a 9,0. Según Ponce *et al.*,⁹¹ las larvas de *Aedes albopictus* (mosquito que comparte la misma familia que *Anopheles*), en condiciones naturales, se pueden desarrollar en aguas poco turbias, con un pH que oscila entre 5,2 a 7,6 y con un pH óptimo de 6,8 a 7,6, en Asia. Al respecto Roldan,⁶⁷ manifestó que el rango de pH óptimo para el desarrollo de la vida acuática se encuentra entre 6,5 y 7,5 y que los organismos heterótrofos (bacterias y protozoarios, etc.), que finalmente determinan la productividad de un ambiente acuático, interfieren sobre el pH del medio en general, bajándolo.

En el resto de parámetros fisicoquímicos, el análisis de correlación lineal de Spearman ($n = 15$; $\alpha = 0,05$) (Tabla 7); no muestran significancia en relación a la

densidad larval hallada por criadero evaluado en los centros poblados de San Francisco y Rosario (Ayna, La Mar-Ayacucho), sin embargo estarían influyendo en el comportamiento de la biota acuática al condicionar la presencia de un tipo de especie de *Anopheles* en los referidos criaderos. Es necesario mencionar que muchos de los componentes físicos y químicos presentes en un ambiente acuático (criadero larval), son necesarios ya que actúan como atrayentes e inducen a la ovipostura de las hembras grávidas de los mosquitos.¹¹

En general, muchos de nuestros resultados coinciden con los que reportan Rejmánková *et al.*,⁹² en México y Belice para *Anopheles albimanus*, *An. pseudopunctipennis*, *An. vestitipennis* y *An. punctimacula*, sin embargo estos investigadores atribuyen la presencia de larvas de anofelinos, como controlada principalmente por la vegetación acuática dominante y no por las características físicoquímicas del agua de los criaderos; factor que al parecer, es la que estaría influyendo en las medias larvales halladas en la presente investigación.

VI. CONCLUSIONES

1. Se documenta a *Anopheles pseudopunctipennis* y *An. dunhami* (Diptera: Culinae), como las especies de mayor distribución y presencia en los centros poblados de San Francisco y Rosario (Ayna, La Mar-Ayacucho), entre las altitudes de 596 a 965 msnm. De distribución más restringida, *An. rangeli* presente solo en el centro poblado de San Francisco (entre 596 a 615 msnm), entre los meses de enero a abril de 2014.
2. *Anopheles pseudopunctipennis* y *An. rangeli*, reportaron una densidad media larval de 1,8 a 2,6 y de 0,2 a 1,8, larvas/litro, respectivamente, en criaderos del centro poblado de San Francisco, en tanto que *An. dunhami*, mostró una media larval de 1,6 larvas/litro. En Rosario, *An. dunhami* reportó una media larval de 1,2 a 2,4 larvas/litro, seguido de *An. pseudopunctipennis* con una densidad larval media de 0,6 larvas/litro.
3. De las características fisicoquímicas de agua registrado en los criaderos son muy variables según la época y localidad, así mismo de las especies halladas solo *Anopheles dunhami* muestra correlación significativa con dureza magnésica, conductividad eléctrica y solidos totales disueltos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Estudiar la ecología y duración del ciclo biológico de las especies de *Anopheles* reportados en los centros poblados de San Francisco y Rosario (Ayna, La Mar-Ayacucho), a fin de mejorar las medidas de control vectorial y la transmisión de la malaria en la zona de estudio.
2. Evaluar la capacidad y competencia vectorial de cada una de las especies de anofelinos hallados en la presente investigación, a fin de determinar el tipo de vector: primario o secundario, en la transmisión de la malaria en los centros poblados evaluados.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bueno Marí R. Bioecología, diversidad e interés epidemiológico de los culícidos mediterráneos (Diptera: Culicidae). [Tesis doctoral]. Departament de Zoologia. Universitat de València. Servei de Publicacions. ISBN: 97884370-7987-5. Valencia, España. 2010. 427 Pp.
2. Valdés V, Marquetti MC. Densidad larval y distribución espacio temporal de *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) en el municipio Boyeros, 2008. Rev Cubana Med. Trop. 2010; 62(2):107-11.
3. Instituto Nacional de Salud (INS). Distribución de los principales vectores de enfermedades en el Perú. Documento técnico: Enfermedades Infecciosas Emergentes y Reemergentes N° 04. Ministerio de Salud. Lima; 2008. 44 Pp.
4. Ayala Sulca YO. Entomología médica: fundamentos básicos. Emp. de Neg. e Inv. AMI Ayacucho E.I.R.L. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 2012. 204 Pp.
5. Dirección Regional de Salud Cusco (DIRESA-Cusco). Análisis de Situación de Salud Cusco. Ministerio de Salud. Cusco-Perú. 2008. 379 Pp.
6. Meléndez Herrada E, Ramírez Pérez M, Sánchez Dorantes BG, Cravioto A. Cambio climático y sus consecuencias en las enfermedades infecciosas. [Monografía]. Revista Facultad Medicina. UNAM. 2008; 51(5): Septiembre-Octubre. 205-208.
7. González R. Efecto del criadero sobre la duración del ciclo de vida y productividad de *Anopheles albimanus* Wiedemann (Diptera: Culicidae). Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. 2005; 6(1):16.
8. Berti J, González J, Navarro-Bueno E, Zoppi E, Gordon E, Delgado L. Estacionalidad de la densidad larval del mosquito *Anopheles aquasalis* (Diptera: Culicidae) y otros insectos asociados a su hábitat en Sucre, Venezuela. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744). 2010; 58(2): 777-787.
9. Berti J, Zimmerman R, Amarista J. Spatial and temporal distribution of Anopheline larvae in two malarious areas of Sucre State, Venezuela. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2005; 88: 353-362.
10. Grillet M, Montañez H, Berti J. Estudio Bio-sistemático y ecológico de *Anopheles aquasalis* y sus implicaciones para el control de malaria en el estado Sucre. II. Ecología de criaderos. Bol. Dir. Malariol. San. Amb. 2008; 38: 38-46.
11. Orozco-Bonilla A, Villarreal-Treviño C, Torres-Estrada JL, Ulloa-García A. Los anofelinos. En Manual para la vigilancia y el control del paludismo en Mesoamérica. Rodríguez MH, Ulloa-García A, Ramsey-Willoquet JM, Eds. Instituto Nacional de Salud Pública, Morelos-México. 2008. 208 pp.
12. McGavin G. Entomología esencial. Editorial Ariel. ISBN 10: 8434480468.

- Barcelona, España. 2002. 350 Pp.
13. Cova-García P, Pulido J, Escalante C. *Uranotaenia pifanoi* (Diptera: Culicidae) nueva especie de Venezuela. Bol. Dir. Malariol. y San. Amb. 1981; 21 (3-4): 210-218.
 14. <https://es.wikipedia.org/wiki/Culicidae>
 15. Consoli R, Laureço De Oliveira R. Principais mosquitos de importancia sanitaria no Brasil. Editorial Fiocruz. Brasil. 1999. 250 Pp.
 16. Encinas A. Taxonomía y biología de los mosquitos del área Salmantina (Diptera: Culicidae). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro de Edafología y Biología Aplicada. Universidad de Salamanca. España. 1982. Pp. 220.
 17. <http://es.wikipedia.org/wiki/Larva>
 18. Eldridge BF. Mosquitoes, the Culicidae. En: Marquardt (ed.): Biology of disease vectors. USA: Elsevier Academic Press 2005; 95-112.
 19. Service MW. Mosquito Ecology. Field Sampling Methods. 2nd edition. Editorial Elsevier Science Publishers. 1993. 988 Pp.
 20. Southwood TRE, Henderson PA. Ecological methods. 3rd ed. Oxford, UK: Blackwell Science 2000, Pp. 575.
 21. Clements A. The Biology of Mosquitoes. Chapman and Hall. UK. 1992; 509 Pp.
 22. Walter Reed Biosystematics Unit (WRBU). Systematic Catalog of Culicidae. Washington DC, USA. [Internet]. [Última visita: 29 de noviembre de 2013]. Disponible en: <http://www.mosquitocatalog.org>
 23. Beaty BJ, Marquardt WC. The Biology of disease vectors. University Press of Colorado. USA. 1996. 632 Pp.
 24. Harwood RF, James MT. Entomología Médica y Veterinaria. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México. 1987; 615 Pp.
 25. Marquardt WC, Demaree RS, Grieve RB. Parasitology Vector Biology. Second Edition. Academia Press. San Diego, California-U.S.A. 2000. 374 Pp.
 26. Collins LE, Blackwell A. The biology of *Toxorhynchites* mosquitoes and their potential as biocontrol agents. Biocontrol News and Information. 2000; 21:105-116.
 27. Augier LM, Dantur Juri MJ, Molina G.A. Redescrición de la larva y la pupa de *Toxorhynchites (Lynchiella) guadeloupensis* (Diptera: Culicidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina. 2003; 62(1-2): 99-106.
 28. Ribeiro H. Research on the mosquito subfamily Toxorhynchitinae (Diptera: Culicidae). II - Description of the Afrotropical subgenus *Afrorhynchus* subgen. Mosquito Systematics. 1991; 23 (3):195-198.
 29. Fleming G. Biología y ecología de los vectores de la malaria en las Américas. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C. 1986. 54 Pp.
 30. Machado Allison CE. Historia de la Entomología Médica. Entomotropica. 2004; 19(2): 65-77.
 31. Sallares R, Bouwman A, Anderung C. The Spread of Malaria to Southern Europe in Antiquity: New Approaches to Old Problems. Medical History. 2004; 48 (3): 311-328.
 32. Borror D, Triplehorn C, Johnson N. An introduction to the study of insects. Sixth Edition. Saunders College Publ. 1989; 875 Pp.
 33. Almirón W. Culicidae (Diptera) de la provincia de Córdoba. En: Actualizaciones en arropodología sanitaria Argentina. Serie Enfermedades transmisibles. Ed. Fundación Mundo Sano. 2002; 2: 97-106.

34. McCafferty P, Provonsha A. Aquatic Entomology: The Fisherman's and Ecologist's Illustrated Guide to Insects and Their Relatives. Science Book. Ins. Jones and Bartlett. Boston, USA. 1981; 448 Pp.
35. Bates M. The natural history of mosquitoes. New York, Macmillan Co. USA. 1949; 378 Pp.
36. Pratt H. A new classification of the life histories of North American mosquitoes. Proc. NJ Mosquito Exterm. Assoc. USA. 1959; 46: 148-152.
37. <http://www.paludismo.org/mosquitos-anopheles/>
38. Rossi G, Almirón W. Clave ilustrada para la identificación de larvas de mosquitos de interés sanitario encontradas en criaderos artificiales en la Argentina. Serie: Enfermedades Transmisibles. Monográf. N° 5. Ed. Mundo Sano. 2004; 53 Pp.
39. Balestrini N. Control de enfermedades transmisibles por vectores. Convención Rosenbusch. Buenos Aires, Argentina. 2007; 54 Pp.
40. Peckarsky B, Fraissinet P, Penton M, Conklin J. Freshwater macroinvertebrates of northeastern North America. Cornell University Press. London, UK. 1990; 442 pp.
41. Badii M, Garza V, Landeros J, Quiroz H. Diversidad y Relevancia de los mosquitos. Rev. Cul. Cien. Tec. 2006; 13: 13.
42. Forattini O. Entomología Médica. Vol I-H. Fac. Saúde Pública. Univ. São Paulo. 1965; 416 Pp.
43. Aguilar F. Parasitología Médica. 3ª Ed. Ed. Litografía Delgado. Guatemala. 1997; 281 Pp.
44. Waage J. The evolution of insect/vertebrate associations. Biol. J. Linn. Soc. 1979; 12: 187-224.
45. Vargas M. El Mosquito: un enemigo peligroso (Diptera: Culicidae). Ed. Univ. Costa Rica. 1998; 264 Pp.
46. Sutcliffe JF. Distance orientation of biting flies to their hosts. Insect. Sci. Applic. 1987; 8: 611-616.
47. Provost M. Motives behind mosquito flights. Mosquito News. 1953; 13(2): 106-109.
48. Bidlingmayer W. How mosquitoes see traps: Role of visual responses. J Am Mosq Control Assoc. 1994; 10:272-279.
49. Universidad Complutense de Madrid (UCM). Aula virtual de prácticas de Entomología ambiental y aplicada. Bloque III. Entomología MédicoVeterinaria. 2004. [Internet]. [Última visita: 05 de diciembre de 2013]. Disponible en: <http://darwin.bio.ucm.es/usuarios/ea/sesiones.php?sesion=104&bloque=3>
50. Gillies M. Some aspects of mosquito behaviour in relation to the transmission of parasites. In E.U. Canning & C.A. Wright (Eds.), Behavioral Aspects of Parasite Transmission London, England: Academic Press. 1972. 69-810 pp.
51. Murlis J, Elkinton J, Cardé R. Odor plumes and how insects use them. Annu. Rev. Entomol. 1992; 37: 505-532.
52. Smith C, Smith H, Gouck O, Weidhaas I, Gilbert M, Mayer B. Lactic acid as factor in the attraction of *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) to humana host. Ann Entomol. Soc. An. 1970; 63: 760-770.
53. Lehane M. Vector insects and their control. In: Olfaction in mosquito-host interactions. Wiley, Chichester. Ciba. Found. Symp. 1996; 200: 8-16.
54. Gibson G. Genetics, ecology, and behaviour of anophelines. Olfaction in mosquito-host interactions. Ciba. Found. Symp. 1996; 200: 22-37.
55. De Jong R, Knols B. Selection of biting sites mosquitoes. Olfaction in Mosquito-Host Interactions. Ed. G.R. Bock and G. Cardew. Cib. Found. Symp. 1996; 200: 89-103.

56. Margalef R. Ecología. Editorial Omega, Barcelona. España. 1974; 951 Pp.
57. López Sánchez S. Control integral de mosquitos en Huelva. Editorial Junta de Andalucía, Consejería de Salud y Servicios Sociales. España. 1989; 340 Pp.
58. Garrett M, Bradley TJ. The pattern of osmotic regulation in larvae of the mosquito *Culiseta inornata*. Journal of Experimental Biology. 1984; 113: 133141.
59. Trimble RM, Wellington WG. Effects of salinity on site selection by ovipositing *Aedes togoi* (Diptera: Culicidae). Canadian Journal of Zoology. 1979; 57: 593-596.
60. Reisen WK, Siddiqui TF, Aslamkhan M, Malik GM.. Larval interspecific associations and physico-chemical relationships of the ground-water breeding mosquitoes of Lahore. Pakistan Journal of Scientific Research. 1981; 3: 1-23.
61. Mosha FW, Subra R. Salinity and breeding of *Culex quinquefasciatus* Say, *Anopheles funestus* Giles and *Anopheles gambiae* Giles sensu stricto (Diptera: Culicidae) on the Kenya coast. Entomologie médicale et parasitology. 1983; 21 (3): 135-138.
62. Broadie KS, Bradshaw WE. Mechanisms of interference competition in the western treehole mosquito, *Aedes sierrensis*. Ecological Entomology. 1991; 16: 145-154.
63. Dye C. Competition amongst larval *Aedes aegypti*: the role of interference. Ecological Entomology, 1984; 9: 355-357.
64. Seifert RP, Barrera R. Cohort studies on mosquito (Diptera: Culicidae) larval living in the water-filled floral bracts of *Heliconia caribaea* (Zingiberales, Musaceae). Ecological Entomology, 1981; 6: 191-197.
65. McGinnis KM, Brust RA. Effect of different sea salt concentrations and temperatures on larval development of *Aedes togoi* (Diptera, Culicidae) from British Columbia. Environmental Entomology, 1983; 12: 1406-1411.
66. Christophers SR. *Aedes aegypti*. The yellow fever mosquito. Its life history, bionomics and structure, Cambridge University Press. London, United Kingdom, 1960; 738 Pp.
67. Roldán G. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. 1999.
68. Surtees G. Functional and morphological adaptations of the larval mouthparts in the subfamily Culicinae (Diptera) with a review of some related studies by Montschadsky. Proceedings of the Royal Entomological Society of London. 1959; 34: 7-16.
69. Di Pace M. Las utopías del Medio Ambiente. Desarrollo sustentable en Argentina. Centro Editor de América Latina. IIED-AL, GASE, CEA. 1992. 204 Pp.
70. Mc Naughton SJ, Wolf LL. Ecología general. Editorial Omega. Barcelona. España. ISBN 10: 8428207305. 1984. 710 Pp.
71. Vila A, Bertoni C. Situación ambiental de la Argentina; Recomendaciones y Prioridades de Acción. Bol. Téc. N° 14. FVSA. 1993.
72. Wetzel RG. Limnología. Editorial Omega, Barcelona. España. 1981; 679 Pp.
73. Cole GA. Manual de Limnología. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 1988. 405 Pp.
74. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Manual de campo para la vigilancia entomológica. Ministerio de Salud. Lima, Perú. 2002. 142 Pp.
75. Dirección Regional de Salud Ayacucho (DIGESA-Ayacucho). Análisis de la situación de salud de Ayacucho – 2011. [Informe técnico]. Dirección de Epidemiología, Emergencias y Desastres. Ministerio de Salud. Ayacucho, Perú. 2012.

76. Calderón Falero G. Clave para identificar especies de Anopheles (Diptera: Culicidae, Anophelinae) del Perú (adultos hembras). Revista Peruana de Entomología. Lima. 1995.
77. Rueda LM. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with Dengue Virus Transmission. Zootaxa-Magnolia Press, Auckland, New Zealand. 2004. 60 Pp.
78. Clark Gil S, Darsie Jr RF. The mosquitoes of Guatemala. Their identification, distribution and bionomics. With Keys to Adult Females and Larvae. In English and Spanish. Mosquito Systematics. 1983; E(3).
79. Ross H. How to collect and preserve insects. Printed Natural History Survey División, Urbana, Illinois, EEUU. 1966.
80. Calderón F, Fernández R, Valle T. Especies de la fauna anofelina, su distribución y algunas consideraciones sobre su abundancia e infectividad en el Perú. Revista Peruana de Epidemiología 1995; 8(1):5-23.
81. Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental-Ayacucho (DESA-Ayacucho). Distribución de vectores de enfermedades metaxénicas en la Región Ayacucho. Dirección de Saneamiento Básico, Higiene Alimentaria y Zoonosis. Unidad de Vigilancia y Control de Vectores. Documento técnico. 2010.
82. Ministerio de la Protección Social (MPS). Guía de vigilancia entomológica y control de malaria. En: Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de la malaria. Dirección General de Salud Pública. Grupo Salud Ambiental. Enfermedades Transmitidas por Vectores. Documento técnico producido por el Instituto Nacional de Salud. Colombia. 2012. 131 Pp.
83. McMichael A, Githeko A. Human health. En: McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS (eds.): Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press 2001:453-485.
84. Marquetti MC, Rojas L, Pomier O. Asesoría cubana en el control de los vectores de malaria durante un brote epidémico en Jamaica y en dos países endémicos de África. Rev Biomed. 2008;19:17-25.
85. Diéguez FL, Cifuentes Alas J, For Juárez J, Avelar Hernández C, García Santos A, Salinas de la Cruz O. Índices maláricos como factores de riesgo en el Departamento del Petén Norte, Guatemala. Rev Cubana Med Trop. [Internet]. 2008-Agosto [citado 2011 Jun 16]; 60(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037507602008000200008&lng=es
86. García Gutiérrez S, Pérez Bastidas JA, Fimia Duarte R, Osés Rodríguez R, Garín Landa GM, González González R. Influencia de algunas variables climatológicas sobre las densidades larvarias en criaderos de Culícidos. Pol Cap. Roberto Fleites 2009-2010. Rev. Elect. Vet. 2012 (13 N° 05B). [En línea]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050512B.html>
87. Hernández N, Doadrio I, Sostoa A, Fimia R, Odio N. Determinación de la ictiofauna que participa en el control de culícidos en sistemas acuáticos del municipio Guamá, Santiago de Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2006; 58(1):36-39. ISSN 0375-0760.
88. Navarro A, Bisset JA, Marquetti MC. Estudio de la actividad hematofágica de *Anopheles (N) albimanus* Wiedemann, 1821 (Diptera: Culicidae) y de su grado de endofagia. Rev Cubana Med Trop. 2006; 38(2):159-65.
89. Barrenechea-Martel A. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. CEPIS. Lima, 2004. 56 p.
90. El Peruano. Normas legales sobre estándares nacionales de calidad ambiental para agua. D.S. N° 002-2008-MINAM. 31 de julio de 2008. Lima.

91. Ponce G, Flores AE, Badii MH, Fernández I, Rodríguez ML. Bionomía de *Aedes albopictus* (Skuse). Revista de Salud Pública y Nutrición. 2014 (5):2 Abril - Junio.
92. Rejmánková E, Harbin-Ireland A, Lege M. Bacterial abundance in larval habitats of four species of Anopheles (Diptera: Culicidae) in Belize, Central America. J Vector Ecol. 2000; 25: 229-239.

ANEXO

Anexo 1

Ficha de recolección de datos de campo para la encuesta larval

Colector:			
Fecha:		Hora:	
Ubicación geográfica:		Altitud:	
		N:	
		Lugar:	
		E:	
Distrito:			
Estado del insecto			
01. Inmaduros	()	Algas	
02. Adulto	()	01. Presente	()
		a. Filamentosas	()
INFORMACIÓN DE ADULTOS			
b. Verdes flotantes ()		c. Verdes en sustrato ()	
Tipo colecta de adultos		d. Café o amarillo en sustrato ()	
01. Dipper	()	02. Ausente	()
02. Trampa de luz – CDC	()		
03. Otros	()	Vegetación acuática	
Especifique:		01. Presente	()
02. Ausente			
Densidad:			
Características del agua de criadero Ambiente			
01. Urbano	()	01. Salinidad	:
: 02. Urbano Marginal	()	02. Conductividad	
: 03. Rural	()	03. SDT	
: 05. Turbidez	:	04. Alcalinidad	
INFORMACIÓN DE LARVAS			
06. Dureza Total		:	
07. Dureza Cálctica		:	
Tipos de hábitat larval		08. pH	
01. Charcos Temporales	()	09. CO ₂	:
02. Canales de Riego	()		
03. Orillas de río	()	OBSERVACIONES:	
04. Estanques	()		
05. Otros	()		
.....			
Especifique:			
.....			
Profundidad (cm):			
.....			
Densidad:			
.....			
Tipo de criadero		01. Permanente ()	
.....			
02. Temporal	()	

Anexo 2

Criadero larval del mosquito *Anopheles*. Estación de muestreo considerada como lugar permanente de monitoreo de la densidad larval en el periodo de evaluación. Centro poblado de San Francisco. La Mar-Ayacucho. 2014.



Anexo 3

Criadero larval de *Anopheles* (Diptera:Culicidae), ubicado en el centro poblado de Rosario. La Mar-Ayacucho. 2014.



Anexo 4

Toma de muestra y conteo larval para la determinación mensual de la densidad media larval por litro, en uno de los criaderos permanentes del distrito de Ayna, La MarAyacucho. 2014.



Anexo 5

Identificación de especies de *Anopheles*, previo montaje y preservación de las larvas muestreadas en los criaderos larvales del distrito de Ayna, La Mar-Ayacucho.2014.



Anexo 6

Preparación de los materiales para el montaje y preservación de las larvas de los mosquitos *Anopheles*.



Anexo 7

Selección de los mejores especímenes de larvas de *Anopheles* colectadas en los criaderos larvales, para su posterior proceso de montaje preservación e identificación de las especies. Distrito de Ayna, La Mar, Ayacucho. 2014.



Anexo 8

Adultos de *Anopheles* (Diptera: Culicidae), obtenidos en la crianza de larvas en el laboratorio, para la confirmación de las especies del mosquito.



Anexo 9

Monitoreo mensual de temperatura ambiental y humedad relativa (almacén central de medicamentos insumos médicos de la Red de Salud San Francisco). distrito de Ayna, La Mar, Ayacucho. 2014.

ENERO 2014

DIA	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
TEMP °C	26	27	27	28	27	26	25	27	26	25	28	26	27	28	27	28	26	28	27	28	25	24	27	26	27	26	25.5	26	24.3	24	25
% HR	81	85	85	84	83	81	87	90	87	84	88	85	89	80	84	85	79	86	87	88	90	87	85	86	84	85	80	83	85	87	85

FEBRERO 2014

DIA	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TEMP °C	26	28	26	26	27.4	26	27	26	26	27	25	27	26	27	27.5	26	26	27	26	27	26	25.4	26	25	25	26	24.5	23
% HR	80	84	81	86	79	87	81	83	85	85	83	84	80	84	80	79	88	84	83	81	80	80	84	85	79	76	78	77

MARZO 2014

DIA	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
TEMP °C	24	26	27	26	27	26	27	25	27	25	27	26	27	26	26	27.8	27	26	25	25	26	26	26	25	26	25	24	25	26	25	24
% HR	76	80	84	82	78	80	85	84	80	76	75	79	81	84	82	80	78	76	80	82	78	76	81	83	84	78	82	81	78	77	78

ABRIL 2014

DIA	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
TEMP °C	24	25	25	24	25	25	24	26	25	24	23	22	23	23	25	24	25	25	24	23	25	26	24	23	24	25	24	24	23	24
% HR	78	80	80	76	80	76	78	78	82	78	80	80	78	76	70	71	74	70	75	72	74	72	70	60	67	66	69	71	73	66

PROMEDIO MENSUAL

MESES: 2014	T° AMB PROM	HR PROM
ENE	26.3	85
FEB	26.1	82
MAR	25.8	80
ABR	24.2	74

Anexo 10

Matriz de consistencia

Título: Densidad larval de especies del género *Anopheles* (Insecta: Diptera) y características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales en el distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho), 2014.

Autor: QUISPE NUÑEZ, Alipio

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MARCO TEÓRICO
<p>Problema principal:</p> <p>¿Cuál será la densidad poblacional de las especies de larvas del género <i>Anopheles</i> (Insecta: Diptera) y que características fisicoquímicas presentará el agua de los criaderos permanentes evaluados en dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho), 2014?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la densidad larval de las especies del género <i>Anopheles</i> (Insecta: Diptera) y las características fisicoquímicas del agua de los criaderos permanentes de dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho), 2014.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Identificar las especies de larvas del género <i>Anopheles</i> (Insecta: Diptera) presentes en criaderos permanentes de dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho), durante los meses de enero a abril de 2014.</p> <p>b) Cuantificar y determinar la densidad poblacional de las especies del género <i>Anopheles</i> (Insecta: Diptera) presentes en criaderos permanentes de dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho) durante los meses de estudio.</p> <p>c) Determinar las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales permanentes, como: pH, temperatura, dureza total, alcalinidad, cloruros, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, durante los meses de enero a abril del 2014.</p>	<p>Existen diversas especies de larvas del género <i>Anopheles</i>, los cuales se desarrollan en diferentes densidades en criaderos permanentes de dos centros poblados del distrito de Ayna (La Mar - Ayacucho), durante el periodo estacional lluvioso (enero a marzo) del 2014, con características fisicoquímicas del agua de los criaderos naturales y artificiales particular para cada criadero y especies de <i>Anopheles</i>.</p>	<p>VARIABLES INTERVINIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> Especies del género <i>Anopheles</i> en estado de larva. Densidad larval por criadero Características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales. <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de especies y larvas del género <i>Anopheles</i> Características fisicoquímicas: pH, temperatura, dureza total, alcalinidad, cloruros, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales. □ Tipo de criadero: permanente □ Naturaleza del criadero: natural o artificial Ubicación del criadero: urbano, periurbano o rural Otros: presencia o ausencia de vegetación; presencia o ausencia de algas. 	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicativo Nivel de investigación: Básica experimental Método: Básica descriptiva Diseño: Dado que el nivel de investigación propuesta es del tipo descriptivo, el diseño de investigación será ajustado a una sola casilla.</p> <p>Muestreo: Aleatorio Técnicas: Observación Determinación Experimentación Instrumentos: Estereoscopio Microscopio Cámara digital Computadora laptop GPS</p>	<p>Una de las dificultades que tienen que afrontar los programas de control vectorial de enfermedades, es el desconocimiento de la diversidad, ecología y lugares de reproducción (criaderos) de los insectos <i>Anopheles</i> que afectan a una población, ya sea por sus picaduras dolorosas que generan escozor, prurito, dermatitis, y en ocasiones la transmisión de agentes patógenos que causan la malaria. Las poblaciones larvales del mosquito anofelino puede desarrollarse en un amplio abanico de diferentes cuerpos hídricos, principalmente de aguas frescas, poco eutrofizadas y bien oxigenadas, tal y como prefieren estas especies. En el Perú es muy poco conocida o poco difundida la información relacionada con las características fisicoquímicas del agua de los criaderos larvales y su influencia en la colonización y desarrollo de los estados inmaduros del mosquito <i>Anopheles</i>, género involucrado como vector de la malaria, precisamente porque estos individuos suelen desarrollarse en diferentes hábitats acuáticos, lo que dificulta en gran medida el establecimiento de diversas medidas de control. Por lo que resulta de gran importancia realizar investigaciones sobre la ecología y biología del mosquito <i>Anopheles</i> vector involucrado en la transmisión de la malaria.</p>

