



IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS
POBLACIONES DE DíPTEROS Y SU RELACIÓN CON
EL EMBALSE DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
CERRO DEL ÁGUILA – PRIMERA TEMPORADA
DICIEMBRE 2019

**ELABORADO RYG CONSULTORA AMBIENTAL
Y BIOTECNOLOGICA SAC**



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	OBJETIVOS.....	6
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	6
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3.	HIPOTESIS.....	7
	<i>AFIRMATIVA</i>	7
	<i>NEGATIVA</i>	7
4.	MATERIALES.....	7
5.	METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN.....	8
6.1	ESTUDIO ECOLÓGICO.....	8
	<i>PARÁMETROS COMUNITARIOS</i>	10
6.1.2.	MUESTREO DE INSECTOS.....	12
6.1.3.	ESFUERZO DE MUESTREO.....	13
6.2	ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO.....	14
6.2.1.	ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO.....	15
6.3	ESTUDIO AGRÍCOLA.....	16
6.3.1.	RECONOCIMIENTO DE CULTIVOS E IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS PLAGAS.....	16
7.	RESULTADOS.....	16
7.1.	ESTUDIO ECOLÓGICO.....	16
7.1.1.	DESCRIPCIÓN DE UNIDADES ECOLÓGICAS.....	16
7.1.2.	COMPOSICIÓN COMUNITARIA DE INSECTOS PLAGA.....	19
7.1.3.	ABUNDANCIA.....	21
7.1.4.	ÍNDICES COMUNITARIOS.....	22
7.1.5.	ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO.....	25
7.1.5.1.	CORREDOR ECOLÓGICO DE LA ZONA DE LA REPRESA.....	25
7.1.5.2.	CORREDOR ECOLÓGICO DE LA ZONA DE CAMPAMENTO.....	26
7.1.5.3.	CORREDOR ECOLÓGICO EN LA ZONA DEL BOTADERO DE ANDAYMARCA.....	26
7.1.5.4.	CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE ANDAYMARCA..	28
7.1.5.5.	CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE PICHU.....	29
7.1.5.6.	CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE CAPCAS.....	29
7.1.5.7.	CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE LLOJE.....	30

7.1.5.8.	CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE JATUSPATA.....	31
7.1.6.	BALANCE ECOLÓGICO.....	32
7.2.	ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO.....	35
7.2.1.	DESCRIPCIÓN DE FACTORES ASOCIADOS A LA PROLIFERACIÓN DE VECTORES	35
	CENTRO POBLADO DE QUINTAO.....	35
	CENTRO POBLADO DE ANDAYMARCA.....	37
	CENTRO POBLADO PICHU	38
7.2.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS IDENTIFICADOS Y SU IMPORTANCIA EN LA SALUD PÚBLICA	39
7.3.	ESTUDIO AGRÍCOLA.....	41
7.3.1.	DETERMINACIÓN GENERAL DE CULTIVOS.....	41
7.3.2.	IDENTIFICACIÓN DE INSECTO PLAGA: LA MOSCA DE LA FRUTA <i>DROSOPHILA SP</i>	44
8.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
9.	CONCLUSIONES.....	49
9.1.	ESTUDIO ECOLÓGICO.....	50
9.2.	ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO.....	51
9.3.	ANÁLISIS AGRÍCOLA.....	52
10.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	52

Lista de Tablas

Tabla 1.	Coordenadas de los puntos de evaluación entomológica.....	14
----------	---	----

Lista de Gráficas

Gráfica 1.	Riqueza por familia taxonómica.....	19
Gráfica 2.	Abundancias relativas por especie.	21
Gráfica 3.	Riqueza general por estación de muestreo	22
Gráfica 4.	Abundancia general por estación de muestreo.....	23
Gráfica 5.	Dominancia general por estación de muestreo.....	24
Gráfica 6.	Índice de Shannon por estación de muestreo.....	24
Gráfica 7.	Abundancias relativas de dípteros en el corredor ecológico zona de la represa	25
Gráfica 8.	Abundancias relativas de dípteros en el corredor ecológico zona del campamento.....	26
Gráfica 9.	Abundancia relativa en el corredor ecológico zona de botadero Andaymarca	27
Gráfica 10.	Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Andaymarca.....	28

Gráfica 11. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Pichiu	29
Gráfica 12. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Capcas.....	30
Gráfica 13. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Lloje.....	31
Gráfica 14. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Jatuspata.....	31
Gráfica 15. Abundancia relativa de especies de dípteros según los corredores ecológicos.....	33
Gráfica 16. Intervalos de congregación	34
Gráfica 17. Rarefracción general	35

Lista de Figuras

Figura 2. Corredor ecológico en la zona de represa	8
Figura 1. Corredor ecológico en la zona de campamento.....	8
Figura 4. Corredor ecológico hacia el poblado de Capcas.....	8
Figura 3. Corredor ecológico hacia el poblado de Pichiu.....	8
Figura 6. Corredor ecológico hacia el poblado de Andaymarca.....	9
Figura 5. Corredor ecológico en la zona el botadero de Andaymarca.....	9
Figura 8. Corredor ecológico hacia el poblado de Jatuspata.....	9
Figura 7. Corredor ecológico hacia el poblado de Lloja	9
Figura 9. Instalación de trampas CDC	12
Figura 10. Planchas milimetradas.....	13
Figura 11. Visita a los puestos de salud de diferentes poblados.....	15
Figura 12. Identificación de insectos plagas	16
Figura 13. Reconocimiento de cultivos	16
Figura 14. Matorral arbustivo.....	17
Figura 15. Bosque ribereño	18
Figura 16. <i>Simulium</i> sp1.....	20
Figura 17. <i>Simulium</i> sp 2.....	20
Figura 18. <i>Simulium</i> sp 4.....	20
Figura 19. <i>Simulium</i> sp 3.....	20
Figura 20. <i>Culex</i> sp 2.....	20
Figura 21. <i>Culex</i> sp 1	20
Figura 22. <i>Anopheles</i> sp	21
Figura 23. <i>Drosophila</i> sp	21
Figura 24. Inadecuado manejo de residuos.....	36
Figura 25. Almacenamiento de agua	36
Figura 26. Acumulación de agua	36
Figura 27. Inadecuada higiene de los baños públicos	36
Figura 28. Inadecuada disposición de residuos solidos.....	37
Figura 29. Presencia de botadero.....	37
Figura 30. Presencia de moscas por alimentos	37
Figura 31. Arrojo de residuos en las quebradas.....	37
Figura 32. Presencia de charcos donde prolifera la presencia de mosquitos	38



Figura 33. Acumulación de materia orgánica	38
Figura 34. Zonas de agricultura andina de frutas.....	38
Figura 35. Cultivos de cítricos	38
Figura 36. Genero <i>Anopheles</i>	39
Figura 37. Genero <i>Culex</i>	40
Figura 38. Genero <i>Simulium</i>	41
Figura 39. Cultivo de Banano	42
Figura 40. Cultivo de Mango.....	43
Figura 41. Cultivo de Mango.....	44
Figura 42. Presencia de <i>Drosophila</i> sp.....	46
Figura 43. Inadecuado manejo de residuos.....	46

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas altoandinos suelen presentar una diversidad de insectos homogénea, sin dominancias evidentes de los taxones más abundantes y presentan controladores biológicos que son la principal barrera para evitar su proliferación. Cuando las actividades humanas típicas de un centro poblado desequilibran esa estructura ecológica, ocurren desequilibrios ecológicos que pueden desencadenar en una eventual plaga. Una plaga se define como, el desarrollo de una o más poblaciones de una especie que interfiere con la actividad humana ocasionando daños, y que requiere de un control.

Ante esta premisa se realizó el estudio ecológico, epidemiológico y agrario en el área de influencia directa, para determinar la relación existente entre el embalse y los mencionados insectos, así como su implicancia en la salud pública, su relación con el agro y con gestión de sus residuos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar el primer estudio epidemiológico, poblacional y biogeográfico de insectos dípteros para la temporada de transición climática diciembre 2019.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar taxonómicamente los dípteros más abundantes en las formaciones acuáticas de la central Cerro del Águila y determinar si son vectores de enfermedades.
- Analizar el estado poblacional de los dípteros en las formaciones de agua aledañas a la central hidroeléctrica Cerro del Águila siguiendo corredores ecológicos y determinar si existen vectores potenciales de enfermedades.
- Evaluar las variables bióticas y abióticas para su desarrollo, así como determinar la tasa poblacional relacionado con la estacionalidad.
- Revisar la presencia de factores que condicionen la presencia de estos insectos en los poblados próximos al proyecto.
- Evaluar nuevas zonas de crecimiento potencial de insectos en el área de estudio.
- Evaluar los datos epidemiológicos de los centros de salud más cercanos para determinar la tasa de incidencia de enfermedades transmitidas por insectos vectores.

3. HIPOTESIS

AFIRMATIVA

- Existe relación entre el incremento de las poblaciones de dípteros con el embalse de la central hidroeléctrica Cerro del Águila.

NEGATIVA

- No existe relación entre el incremento de las poblaciones de dípteros con el embalse de la central hidroeléctrica Cerro del Águila

4. MATERIALES

Para el inventario de insectos se usaron los siguientes materiales:

- Trampas CDC.
- Cebo orgánico
- Levaduras emanadoras de CO₂
- Planchas de captura y cuantificación de dípteros
- Feromonas de dípteros
- GPS
- Cámara fotográfica reflex
- Frascos de 500 ml
- Dipper
- Alcohol al 70 por ciento
- Guantes de látex
- Estereoscopio para la identificación
- Claves taxonómicas

5. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

6.1 ESTUDIO ECOLÓGICO

6.1.1. CARACTERIZACIÓN DE ECOSISTEMAS Y CORREDORES ECOLÓGICOS.

Para la caracterización de los ambientes evaluados por punto de evaluación se usó como base el Mapa Nacional de Formaciones Vegetales (Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, [MINAGRI], 2015). Estas formaciones vegetales, fueron tomadas como base para, según su continuidad, se determinen los corredores ecológicos que son líneas continuas de la misma formación vegetal que van desde las orillas del embalse, hasta zonas altas.



Figura 2. Corredor ecológico en la zona de campamento



Figura 1. Corredor ecológico en la zona de represa



Figura 4. Corredor ecológico hacia el poblado de Pichiu



Figura 3. Corredor ecológico hacia el poblado de Capcas



Figura 6. Corredor ecológico en la zona el botadero de Andaymarca



Figura 5. Corredor ecológico hacia el poblado de Andaymarca



Figura 8. Corredor ecológico hacia el poblado de Lloja

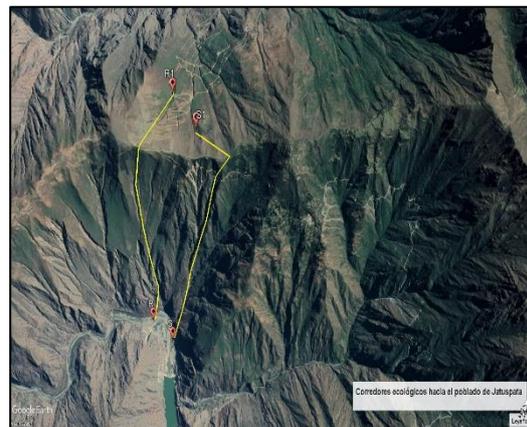


Figura 7. Corredor ecológico hacia el poblado de Jatuspata

6.1.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la descripción estadística univariada, proceso, análisis e interpretación de datos, se emplearon los Software: EXCEL 2016 y PAST 3.21. La riqueza de especies se calculó por familia taxonómica, evaluándose valores por cada punto y formación vegetal.

La abundancia Relativa se calculó en base al número de individuos por punto, dividido por el total de individuos registrados en el estudio, convertido a porcentaje.



$$Ar = (Ni \div N) 100$$

Donde:

Ar= Abundancia Relativa, Ni = Número de individuos por punto, N = Total de individuos.

La densidad relativa se calculó en base a la sumatoria de abundancias relativas de cada especie en el estudio.

$$\Sigma = [Ar1 + Ar2 + \dots + ArX]$$

Donde:

Ar1= Abundancia Relativa en el punto 1

ArX= Abundancia relativa en el punto "x"

PARÁMETROS COMUNITARIOS

Para el análisis de diversidad se calcularon los índices de Shannon Wiener, Dominancia, intervalos de congregación y Análisis de rarefacción descritos a continuación:

El índice de Shannon-Wiener se basa en la Teoría de la Información y toma en cuenta dos aspectos de la diversidad, la riqueza de especies y la heterogeneidad (la distribución del número de individuos de cada especie). El índice asume que los individuos de las poblaciones proceden de las colectas al azar y que las poblaciones son efectivamente infinitas. También el índice asume que todas las especies están representadas en la muestra.

$$H' = - \sum Pi \text{ Log}_2 Pi$$

Donde:

P_i = número de especies / número total de individuos en la muestra

La dominancia de Simpson se basa en la teoría de las probabilidades. Establece las probabilidades de que dos ejemplares seleccionados al azar es una comunidad infinita correspondan a la misma especie. De acuerdo a eso tenemos:

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

Donde:

P_i = número de especies / número total de individuos en la muestra

En ecología, la dominancia se refiere al grado en que un taxón es más numeroso o tiene mayor biomasa que sus competidores en una unidad ecológica.

Los intervalos de congregación permiten determinar las unidades ecológicas que congregan la mayor riqueza y las mayores abundancias en una gráfica de doble entrada. Con esta gráfica se determinará la estación de muestreo que más individuos y especies contiene.

En el análisis de rarefacción, permite comparar la diversidad en ecosistemas de características ecológicas distintas, en las cuales los muestreos se homogenizan, reduciendo estadísticamente los individuos de la muestra más grande, pero conservando la proporción advertida entre las especies. A través de este método se realizó una comparación objetiva entre las comunidades evaluadas, corrigiéndose el tamaño muestral estandarizándose a través de la rarefacción basada en individuos, con una confianza del 95 %.

6.1.2. MUESTREO DE INSECTOS

Se realizaron muestreos con diferentes métodos de captura y dirigidos a hacer el inventario de los insectos y la vigilancia de vectores de importancia para salud pública.

Los sitios de toma de muestras se determinaron teniendo en cuenta:

- Las poblaciones humanas del área de influencia
- Los pisos de altitud
- La cobertura vegetal
- La cercanía a los frentes de obra
- La percepción de los pobladores sobre sitios donde picaban los insectos

Los métodos que se utilizaron para la captura de insectos fueron los siguientes:

✓ **TRAMPAS CDC.**

Es una trampa utilizada para la captura de dípteros pequeños, en especial vectores de enfermedades como los mosquitos, flebótomos y otros pequeños insectos atraídos por la luz. En el caso del presente estudio, se usaron cebos emanadores de CO₂, con levaduras en pastillas para generar la atracción de dípteros en horarios nocturnos para las zonas aledañas al embalse.



Figura 9. Instalación de trampas CDC

✓ **PLANCHAS MILIMETRADAS.**

Se usaron planchas para la captura de dípteros milimetradas enriquecidas con gomas atrayentes de dípteros para complementar los datos de abundancia por estación de muestreo.



Figura 10. Planchas milimetradas

6.1.3. ESFUERZO DE MUESTREO

Se evaluaron 44 puntos, dispersos en las zonas aledañas al embalse, zonas intermedias siguiendo al corredor ecológico y zonas aledañas a centros urbanos, con el objetivo de establecer la relación entre la diversidad alrededor del embalse y en las zonas de intervención humana propiamente dicha.

En cada estación de muestreo, se dejaron 2 trampas CDC con cebos emisores de CO₂, y 4 planchas milimetradas para el cálculo de la diversidad alfa. Las planchas milimetradas presentan longitudes de 60 cm x 30 cm.

Las trampas fueron dejadas por 24 horas, y los horarios de evaluación fluctuaron desde las 7 am hasta las 4 pm.

Las coordenadas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de evaluación entomológica

AREA DE ESTUDIO	PUNTO	ZONA	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
CORREDORES ECOLÓGICOS DE LA ZONA DE REPRESA	A	18 L	534573	8641036
	A 1	18 L	534612	8641085
	A 2	18 L	534663	8641109
	B	18 L	534677	8640958
	B 1	18 L	534763	8641094
	C	18 L	534797	8640743
	C 1	18 L	535201	8640909
CORREDORES ECOLÓGICOS ZONA DEL CAMPAMENTO	D	18 L	535286	8640235
	D 1	18 L	536035	8640843
	D 2	18 L	536565	8641002
	E	18 L	536372	8638820
CORREDORES ECOLÓGICO HACIA BOTADERO DE ANDAYMARCA	E 1	18 L	537347	8640401
	F	18 L	537135	8638671
	F 1	18 L	537878	8639357
	F 2	18 L	538588	8639147
	BOTADERO	18 L	539120	8639321
	G	18 L	537232	8638307
CORREDORES ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE ANDAYMARCA	G 1	18 L	538841	8638968
	H	18 L	537008	8637839
	H 1	18 L	538021	8638334
	H 2	18 L	539328	8638095
	I	18 L	536527	8637261
CORREDORES ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE PICHU	I 1	18 L	538975	8637478
	J	18 L	537972	8635993
	J 1	18 L	539561	8635542
CORREDORES ECOLÓGICO HACIA POBLADO DE CAPCAS	J 2	18 L	540352	8635919
	K	18 L	537248	8636031
	K 1	18 L	534687	8635086
	L	18 L	536884	8636593
	L 1	18 L	534863	8635552
	M	18 L	536553	8637020
	M 1	18 L	534619	8636328
CORREDORES ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE LLOJE	N	18 L	536952	8637988
	N 1	18 L	535058	8637044
	O	18 L	535990	8638819
	O 1	18 L	533487	8636240
	P	18 L	535674	8638840
	P 1	18 L	533356	8637339
CORREDORES ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE JATUSPATA	Q	18 L	535289	8640038
	Q 1	18 L	532907	8637308
	R	18 L	533666	8641710
CORREDORES ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE JATUSPATA	R 1	18 L	532731	8644594
	S	18 L	534145	8641667
	S 1	18 L	533380	8644418

ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019

6.2 ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO

Parte de esta investigación se realizó también un estudio epidemiológico, ya que constituyen una herramienta para la prevención de enfermedades transmitidas por vectores, debido a que, con frecuencia, las alteraciones

causadas en el medio producen un aumento de criaderos naturales y artificiales en el área de influencia y, por ende, incremento de las poblaciones de artrópodos, entre ellos, insectos de interés en salud pública.

Ante esto se busca determinar si la presencia de estos insectos estaba causando algún problema en la salud de los habitantes de los centros poblados de Quintao, Andaymarca, Pichiu, Capcas, Lloje y Jatuspata.

6.2.1. ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO

Para el estudio epidemiológico se visitó todos los centros poblados mencionados con el objetivo de determinar la existencia de factores que podrían estar asociados a la proliferación de insectos en la zona. Así como la descripción general de los vectores identificados.

Se realizó un registro fotográfico, así como una entrevista en cada centro de salud. Se analizó el informe N°174-2019-JCPG (GOB.HVCA/UERST que detalla la vigilancia entomológica en las localidades de Colcabamba (Colcabamba, Locce, Capcas, Huantacero, Pichiu, Huaranhuay, Siete Heroes y Patuspata) realizado en noviembre del 2019.



Figura 11. Visita a los puestos de salud de diferentes poblados

6.3 ESTUDIO AGRICOLA

Se realizó una visita técnica en los poblados donde predominaba los cultivos y crianza de animales, para determinar si existe una relación entre la presencia de insectos y los tipos de cultivos presentes en las zonas.

6.3.1. RECONOCIMIENTO DE CULTIVOS E IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS PLAGAS

El presente trabajo se inició con el reconocimiento general de cultivo en los diferentes poblados, así como la descripción de las características de los frutos más predominantes y sus plagas afines, con el objetivo de relacionarlas con la plaga de dípteros objeto del presente estudio.



Figura 13. Reconocimiento de cultivos



Figura 12. Identificación de insectos plagas

7. RESULTADOS

7.1. ESTUDIO ECOLÓGICO

7.1.1. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES ECOLÓGICAS

En el área de estudio se registran las siguientes formaciones vegetales:

✓ **MATORRAL ARBUSTIVO**

Este tipo de cobertura vegetal se encuentra distribuido ampliamente en la región andina, desde aproximadamente 1500 hasta 3800 m. s. n.

m. en la zona sur y centro del país, y desde 1000 hasta los 3000 m. s. n. m. en la zona norte del país, es decir, en ambos casos, hasta el límite de los pajonales naturales. Ocupa una superficie de 7 496 882 ha, que representa el 5,83 % del total nacional. Presenta dominado por las condiciones subhúmedas. La vegetación está conformada por comunidades arbustivas tanto de carácter caducifolio como de carácter perennifolio, mostrando una mayor diversidad florística que el subtipo descrito anteriormente. Entre las especies más frecuentes se mencionan a las siguientes: *Dodonea viscosa* (“chamana”), *Kageneckia lenceolata* (“lloque”), *Mutisia acuminata* (“chinchilcuma”), *Barnadesia dombeyana* (“yauli”), *Agave americana* (“maguey azul”), *Tecoma sambucifolia* (“huaranhuay”), *Ophryosporus peruvianus* (“arenilla”), *Ambrosia arborescens* (“marco”), *Grindelia* sp., *Heliotropium* sp., *Spartium junceum* (“retama”), *Senecio* sp., *Bidens* sp., *Aristeguietia* sp., etc; entre las cactáceas más frecuentes se encuentran *Opuntia subulata* “anjokishka”, etc. Se incluyen en este piso algunas especies arbóreas de porte bajo y de manera dispersa, tales como: *Acacia macracantha* (“faique”), *Schinus molle* (“molle”) y *Caesalpineia spinosa* (“tara”).

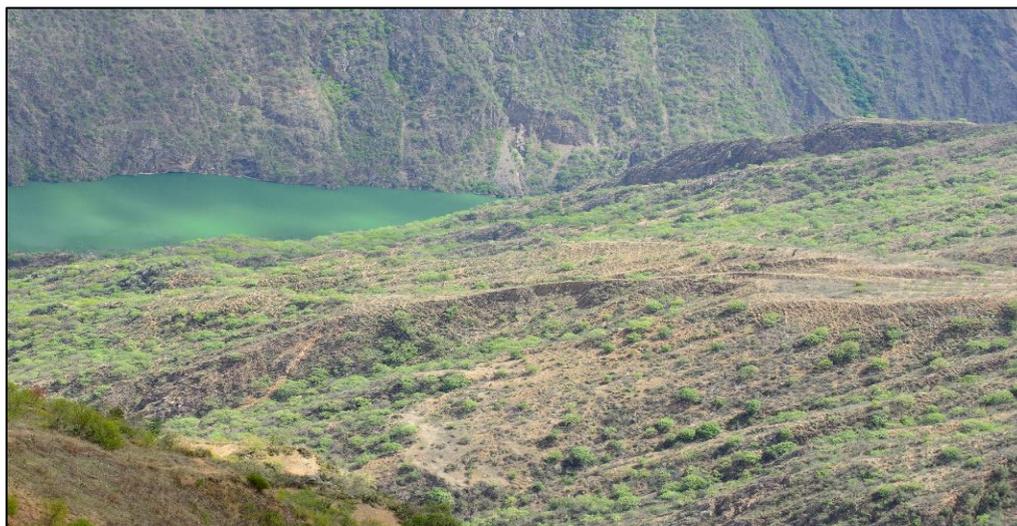


Figura 14. Matorral arbustivo

✓ **BOSQUE RIBEREÑO**

El bosque se caracteriza por su porte bajo o achaparrado, con árboles dispersos y con alturas máximas que oscilan entre 3 y 9 m. Entre las especies arbustivas asociadas se mencionan a las siguientes: *Aristeguietia* sp., *Dodonea viscosa*, *Ophryosporus heptanthus*, *Jungia* sp., *Hesperomeles* sp., *Colletia* sp., *Berberis* sp., etc.; entre las herbáceas figuran: *Viguiera* sp. y manojos de *Festuca* sp.

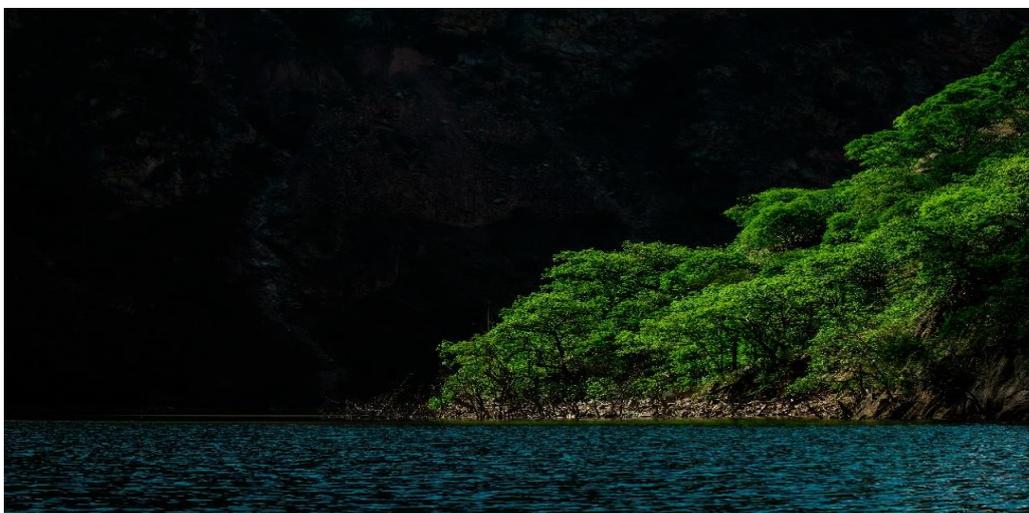


Figura 15. Bosque ribereño

✓ **AGRICULTURA ANDINA**

Comprenden los cultivos bajo riego y en seco, tanto anuales como permanentes. Asimismo, se incluye en esta cobertura la vegetación natural ribereña que se extienden como angostas e interrumpidas franjas a lo largo de los cauces de los ríos y quebradas, como por ejemplo en la zona costera y las porciones inferiores andinas donde es frecuente las especies *Salix humboldtiana* “sauce”, *Acacia macracantha* “huarango” y *Shinus molle* “molle”.

Se registraron plantaciones de bananos, mangos, papa, entre otros.

✓ **PLANTACIÓN FORESTAL DE EUCALIPTO**

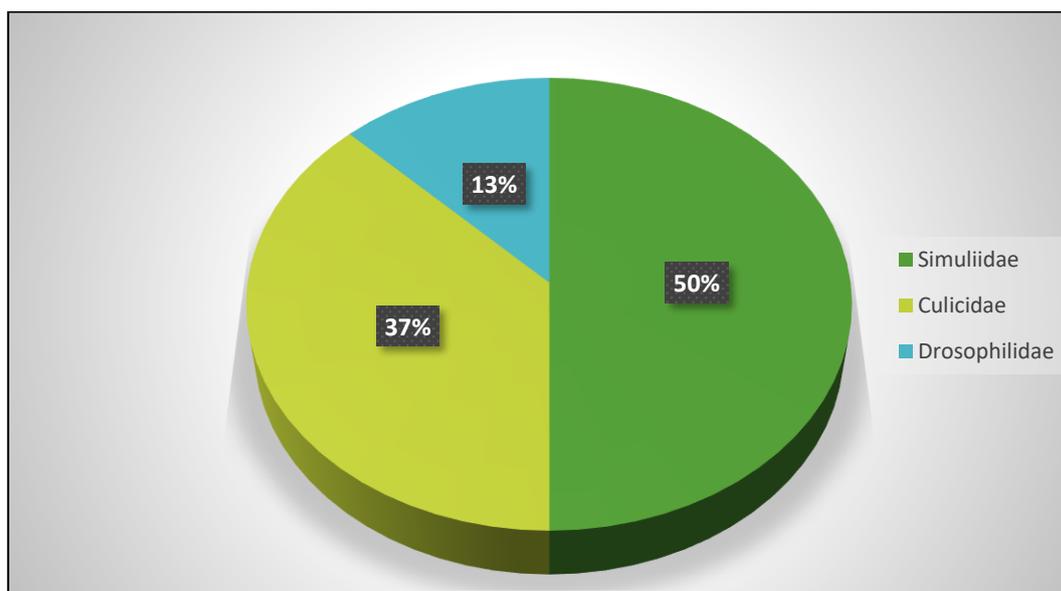
Masa boscosa instaurada por la presencia humana predominante de eucaliptos, que ha ocupado una considerable área nativa. Los eucaliptos son especies invasivas que presentan una alta tolerancia a las condiciones climáticas, además de tener un metabolismo complejo y agresivo, produciendo insecticidas naturales y ocasionando la resequedad del suelo en que son sembradas.

7.1.2. COMPOSICIÓN COMUNITARIA DE INSECTOS PLAGA

A nivel composicional, se registran 08 especies de insectos dípteros: 04 especies correspondiente al género *Simulium*, perteneciente a la familia Simuliidae. Representando a la familia Culicidae, tenemos 02 especies del género *Culex* y 01 especie del género *anopheles*. Y de la familia Drosophilidae, se registra 01 especie.

Así, tenemos que el 50 % de especies dípteras que componen al área de estudio, son de la familia Simuliidae, la familia Culiciidae representa el 37 % y Drosophilidae el 13 %.

Gráfica 1. Riqueza por familia taxonómica



FOTOS DE LOS INSECTOS IDENTIFICADOS



Figura 17. *Simulium* sp 2



Figura 16. *Simulium* sp1



Figura 18. *Simulium* sp 4



Figura 19. *Simulium* sp 3



Figura 20. *Culex* sp 2



Figura 21. *Culex* sp 1



Figura 23. *Drosophila* sp

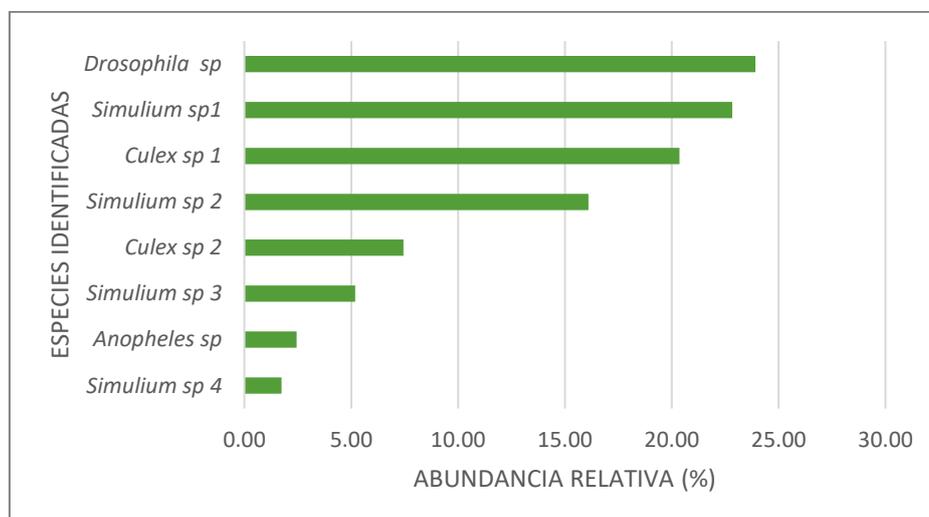


Figura 22. *Anopheles* sp

7.1.3. ABUNDANCIA

La especie más abundante en el área del estudio es *Drosophila* sp, conocida como “mosca de la fruta, presenta su mayor abundancia en las zonas cercanas a las áreas urbanas ésta especie representa el 23.91 % del total de registros (646 individuos), seguido de *Simulium* sp 1 que representa el 22.83 % (617 individuos) y en tercer lugar en términos de abundancia, lo ocupa *Culex* sp representando el 20.36 % (550 individuos). Los mayores registros ocurren en el botadero de Andaymarca y zonas pobladas. (Ver anexo 1).

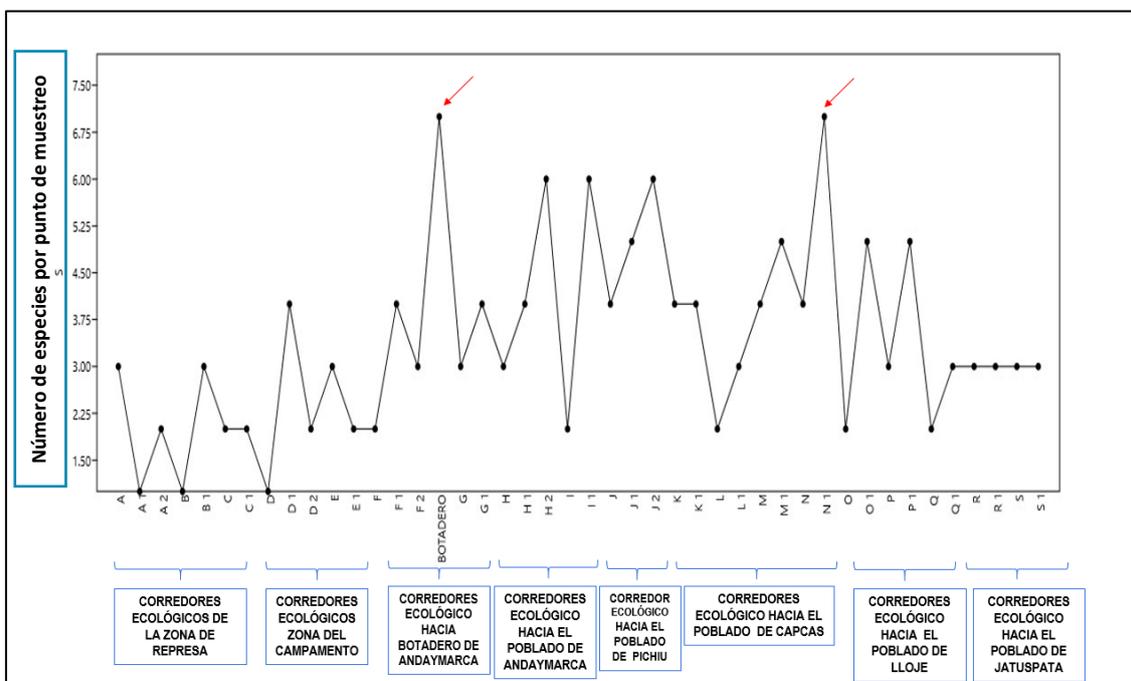
Gráfica 2. Abundancias relativas por especie.



7.1.4. ÍNDICES COMUNITARIOS

A nivel de riqueza, es evidente que en las estaciones Botadero (Andaymarca) y N1 (Capcas) presenta el mayor número de especies plaga. El número de especies es notablemente menor en los puntos que corresponden a los alrededores del embalse, que en la gráfica se encuentran próximos al eje x, y se evidencia un incremento exponencial conforme el muestreo se aproxima a los centros urbanos, agrícolas y botadero.

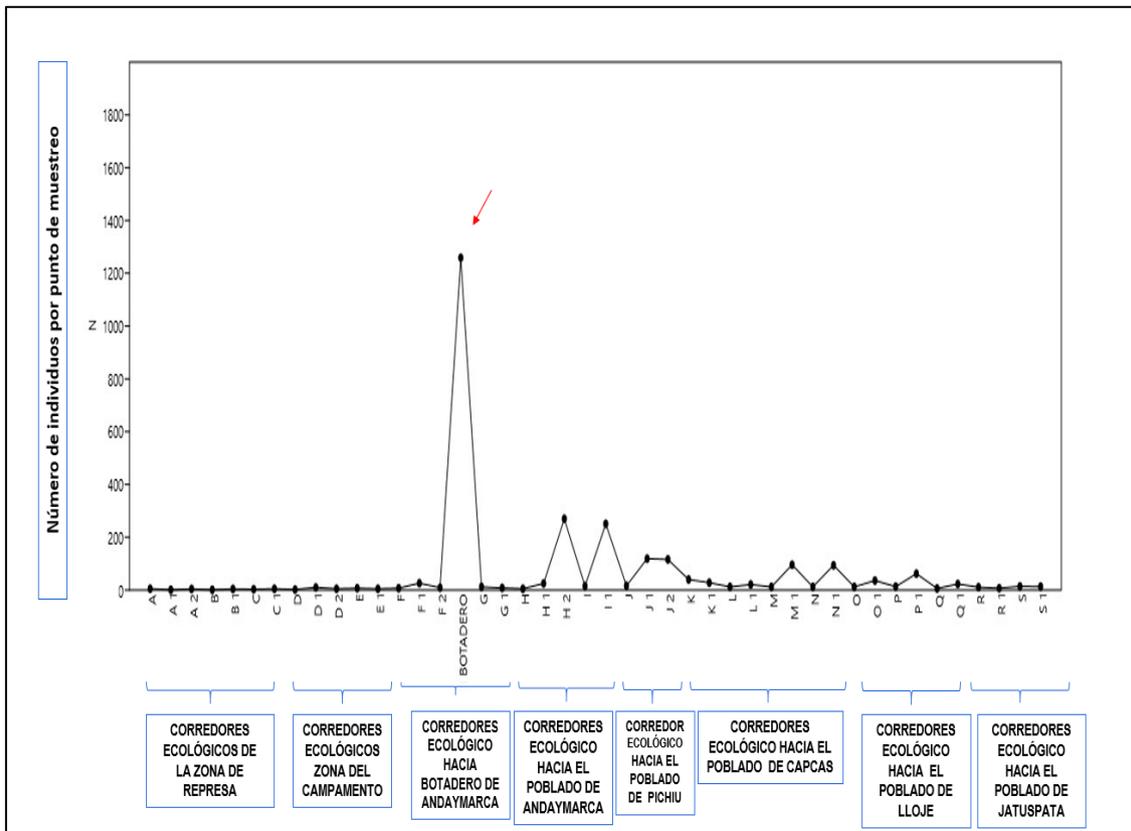
Gráfica 3. Riqueza general por estación de muestreo



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

Del mismo modo, a nivel de abundancia la gráfica denota un pico en la zona del “botadero de Andaymarca”, siendo éste un ambiente evidentemente congregatorio de diversidad y abundancia. Las abundancias en las áreas aledañas al embalse son muy bajas, casi nulas, ya que no existen condiciones para un crecimiento desmesurado de las 05 especies plaga registradas en el estudio.

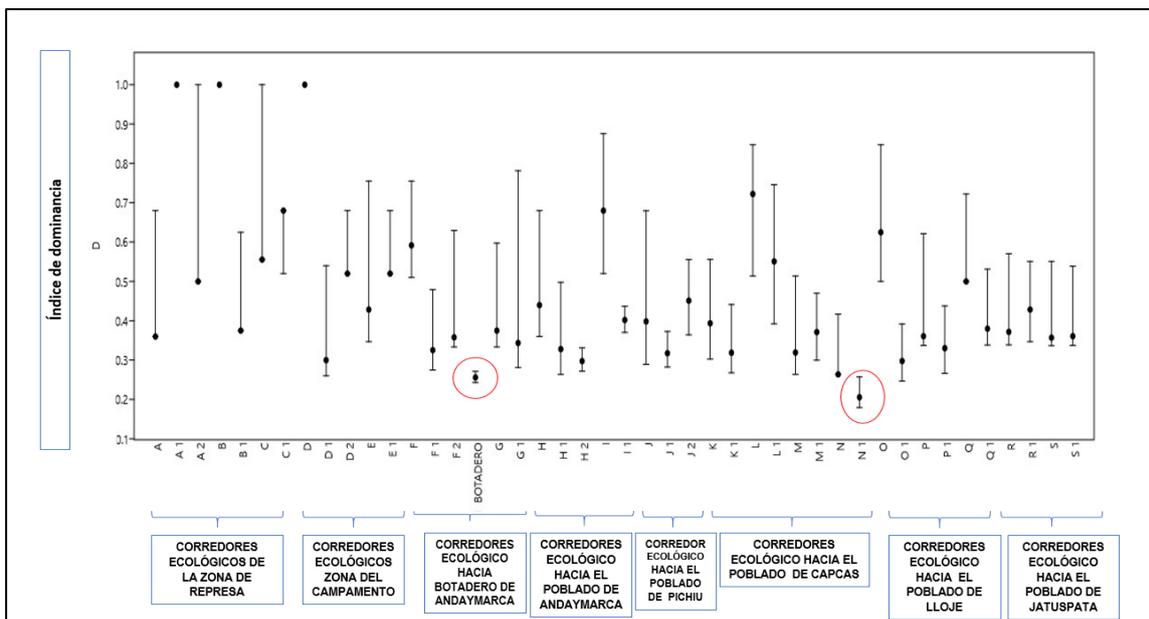
Gráfica 4. Abundancia general por estación de muestreo



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

El análisis de dominancia evidencia que el punto denominado “Botadero Andaymarca” y el punto ubicado en el corredor ecológico hacia poblado de Capcas (N1), presentan valores cercanos al cero (hacia eje x del histograma) lo cual representa que son los ambientes con mayor incidencia poblacional de especies y que la tasa reproductiva es mayor, ocurriendo un desbalance ecológico con el potencial de producir una plaga. Este índice de diversidad nos indica que las zonas mencionadas son un foco de reproducción masivo de las especies plaga registradas en el presente estudio.

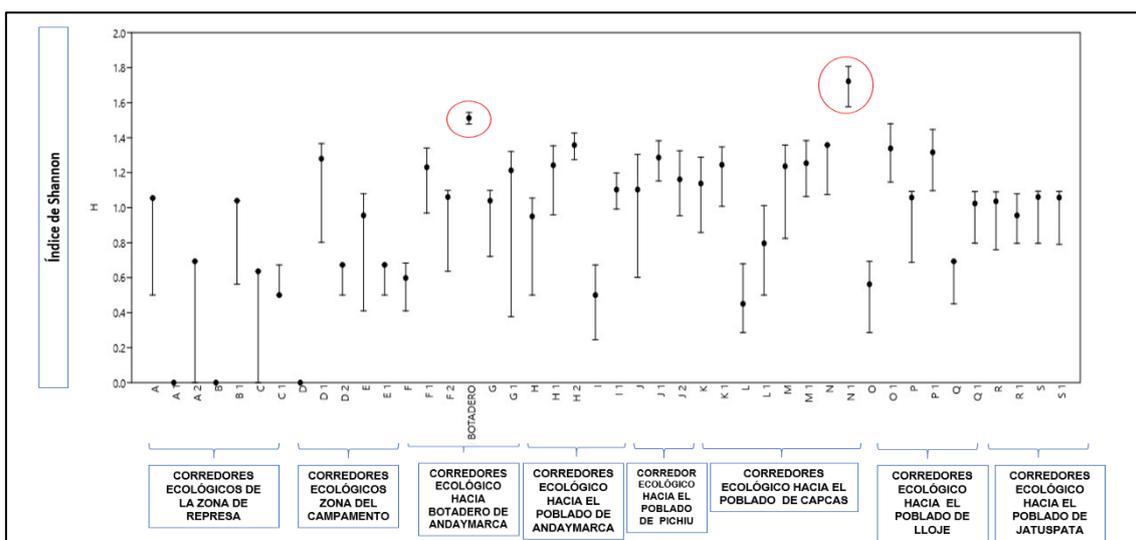
Gráfica 5. Dominancia general por estación de muestreo



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

La diversidad alfa representada por el índice de Shannon sigue el mismo patrón ecológico evidenciado en los índices previamente descritos, siendo las estaciones de monitoreo de mayor diversidad son el Botadero y el punto ubicado en el corredor ecológico hacia poblado de Capcas (N1).

Gráfica 6. Índice de Shannon por estación de muestreo



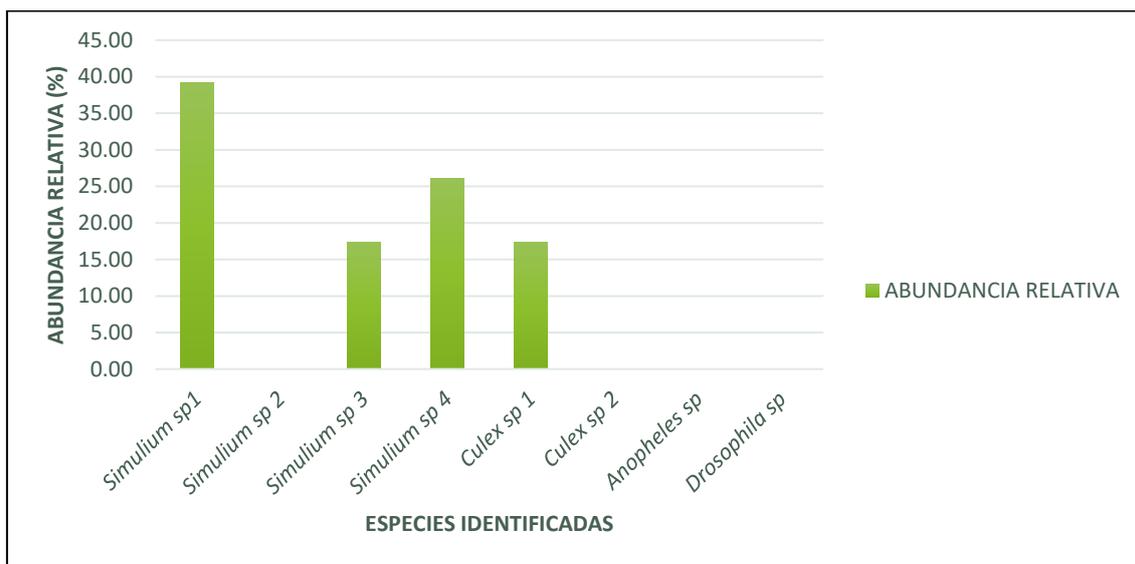
ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

7.1.5. ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO

7.1.5.1. CORREDOR ECOLÓGICO DE LA ZONA DE LA REPRESA

Este corredor tiene como unidad ecológica al Matorral Arbustivo, se registra el mayor valor de abundancia de la especie *Simulium* sp. Las máximas abundancias son de 05 individuos y se registraron en el punto A que es aledaño al embalse y en C1, zona alta de la represa (Ver anexo 1).

Gráfica 7. Abundancias relativas de dípteros en el corredor ecológico zona de la represa



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

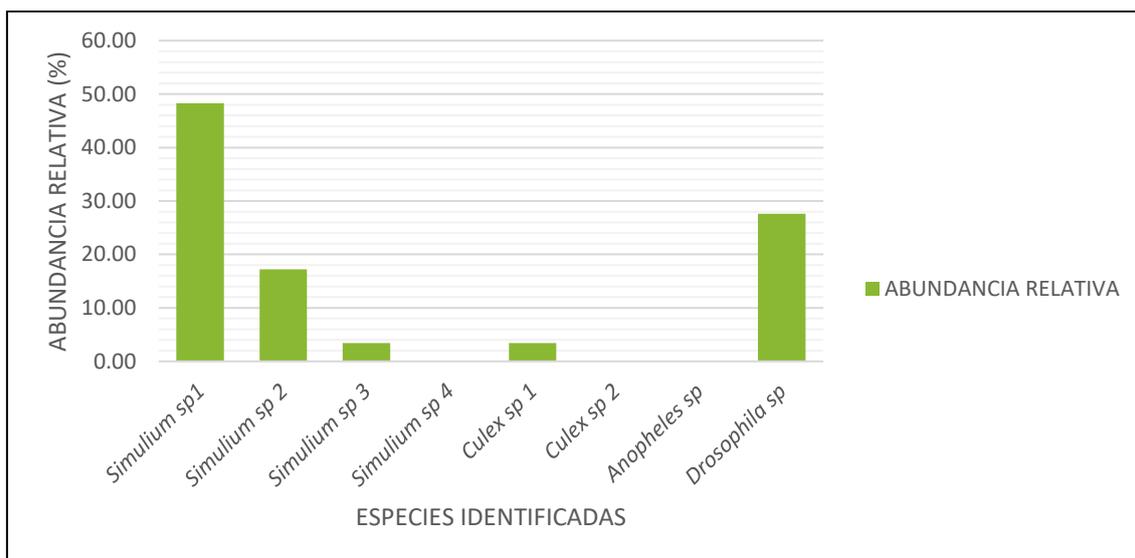
Este corredor presenta una estructura ecológica adecuada, con una diversidad baja de insectos y no se evidencia ser el foco del desarrollo de las plagas de dípteros.

7.1.5.2. CORREDOR ECOLÓGICO DE LA ZONA DE CAMPAMENTO

Para la zona del campamento, la especie más abundante es *Simulium* sp1 con 14 individuos, seguido de *Drosophila* sp con 8 individuos. Las mayores abundancias ocurren en los puntos D1 (10 individuos en total) y E (10 individuos).

El corredor ecológico está dominado por matorral arbustivo, y los resultados son los esperados, la diversidad y abundancias son bajas y este sector no evidencia ser el foco de origen de la plaga de dípteros.

Gráfica 8. Abundancias relativas de dípteros en el corredor ecológico zona del campamento



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

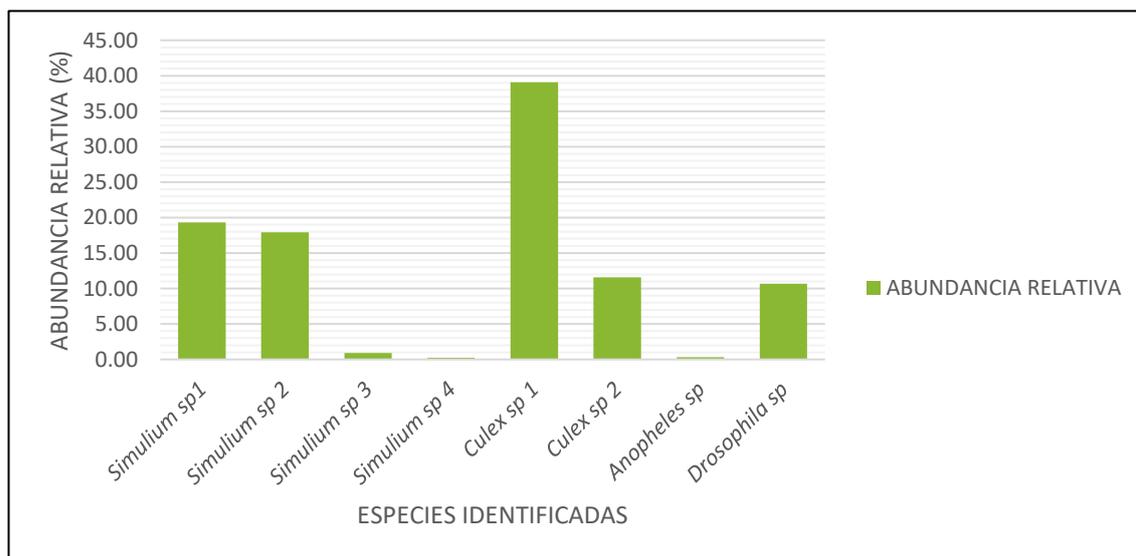
7.1.5.3. CORREDOR ECOLÓGICO EN LA ZONA DEL BOTADERO DE ANDAYMARCA

Este sector es dominado por las unidades ecológicas Matorral Arbustivo en las zonas intermedias y Bosque Ribereño en las zonas aledañas al embalse, así como plantación forestal en las zonas aledañas al botadero.

La riqueza es la mayor de todo el estudio, con las 08 especies presentes, sobresale *Culex* sp1 como la más abundante, con 516 individuos, seguido por *Simulium* sp 1 (255) y *Simulium* sp 2 (237). A nivel de nicho ecológico, las mayores abundancias ocurren en la estación de muestreo Botadero de Andaymarca, con 1259 individuos. En los demás puntos evaluados hacia el sector del embalse, presentan abundancias menores de 30 individuos.

Las características de este sector son: Abundante materia orgánica de tipo sustrato, humedad elevada, congregación de especies. Estas variables conllevan a que la abundancia sea la más alta en todo el estudio, la presencia del botadero, el cual funciona desde el año 2015, y las características ecológicas del mismo son indicios de que es una zona focal de origen de la plaga de dípteros registrada en el área de estudio.

Gráfica 9. Abundancia relativa en el corredor ecológico zona de botadero Andaymarca



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

7.1.5.4. CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE ANDAYMARCA

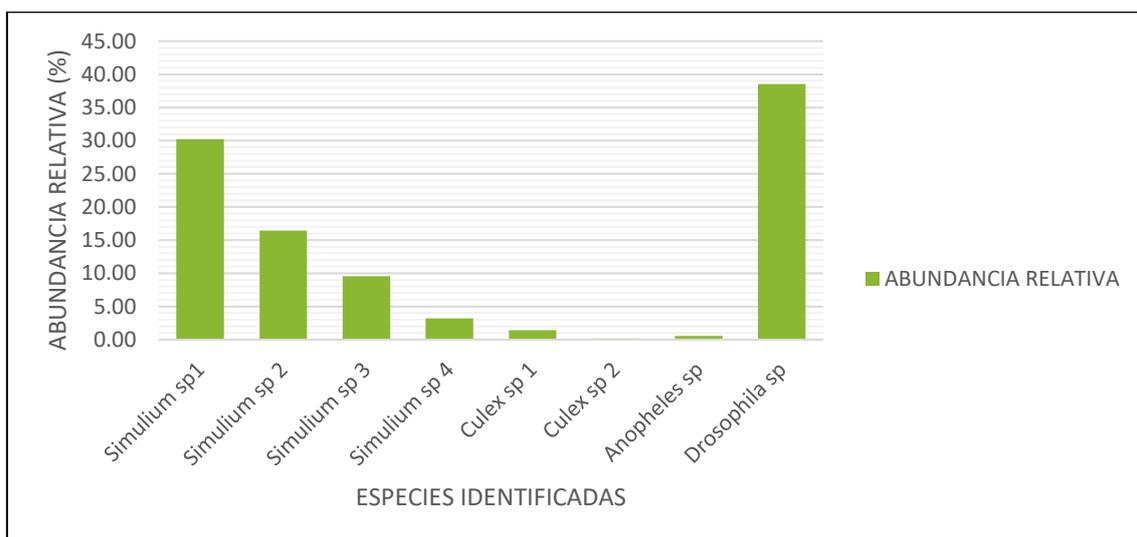
En este sector, se evidencian las mayores abundancias en H2 (270 individuos) e I1 (251), puntos aledaños a las casas y ambientes agrícolas (ver anexo 3).

La especie más abundante en este sector es *Drosophila* sp, especie totalmente relacionada con la agricultura de frutas, y va acorde con las actividades de la zona. Existe predominancia de plantaciones forestales de eucalipto y agricultura andina, con “parches” de matorral.

También existe una abundante presencia de *Simulium* sp1 “mosca negra”, cuya presencia es contundente en el área de estudio.

Estos ambientes son congregatorias, sumados a la cercanía del botadero, simbolizan un área focal para el desarrollo de plagas.

Gráfica 10. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Andaymarca

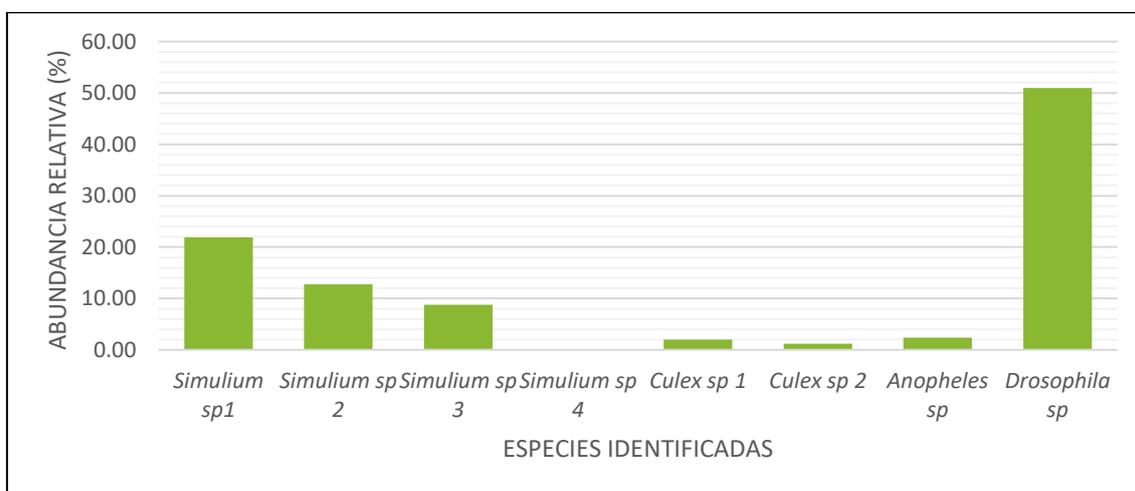


ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

7.1.5.5. CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE PICHIU

En este corredor que es dominado por agricultura andina, básicamente de frutas, predomina *Drosophila* sp. Y es de esperarse considerando la actividad agrícola en el área. Las abundancias de las especies *Simulium* y *Culex* registradas en el estudio son demasiado bajas como para representar un foco de origen de las plagas.

Gráfica 11. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Pichiu



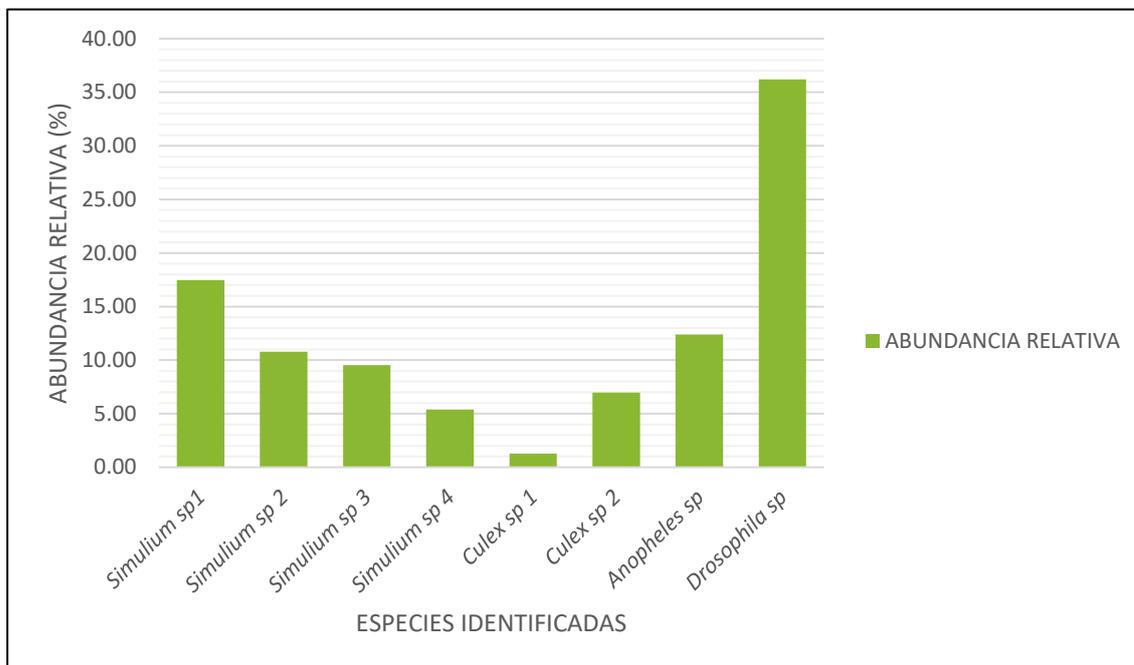
ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

7.1.5.6. CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE CAPCAS

En Capcas, la especie más abundante también es *Drosophila* sp, con 114 individuos. Las mayores abundancias ocurren en los puntos M1 y N1, que son los más alejados al embalse, ya en la zona poblada. Los puntos del embalse no representan un foco de desarrollo de plagas debido a su baja abundancia.

Las unidades ecológicas que predominan son el Bosque Ribereño, Matorral y la agricultura andina. En esta zona, *Anopheles* sp (Zancudo) presenta una mayor abundancia y se relaciona con las pozas con agua presentes en el poblado.

Gráfica 12. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Capcas



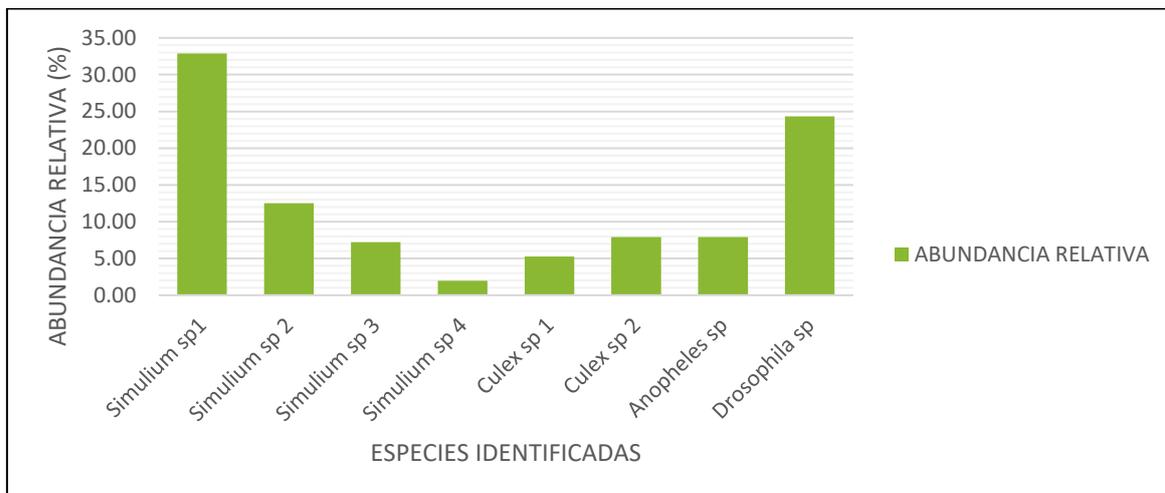
ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

7.1.5.7. CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE LLOJE

En este ambiente, predomina el bosque ribereño y el matorral arbustivo, así como la agricultura.

Existe una notable abundancia de *Simulium* sp1 “Mosca negra”, y *Drosophila* sp. Las mayores abundancias ocurren en los puntos O1, P1 y Q1, que son los ambientes aledaños a los centros poblados, los puntos que representan la zona del embalse presentan abundancias casi nulas.

Gráfica 13. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Lloje

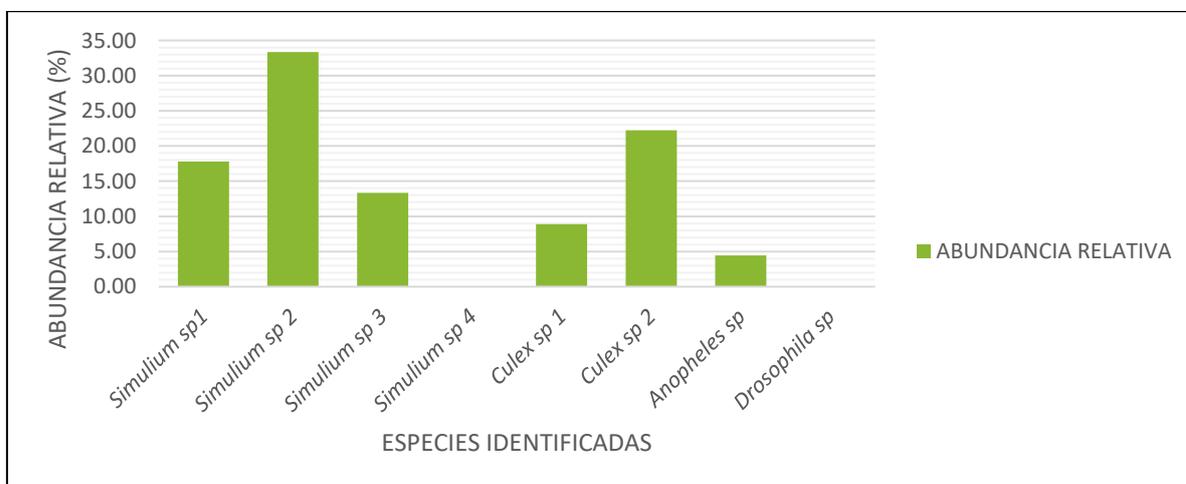


ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

7.1.5.8. CORREDOR ECOLÓGICO HACIA EL POBLADO DE JATUSPATA

Ambiente dominado por Bosque Ribereño en las partes aguas abajo del embalse, matorral arbustivo en zonas intermedias y agricultura andina en las altas. Básicamente las abundancias son bajas en todos los puntos, que incluyen aguas debajo de embalse y centro poblado, se registran solo 03 especies en esta zona.

Gráfica 14. Abundancia relativa de dípteros en el corredor ecológico hacia el poblado de Jatuspata



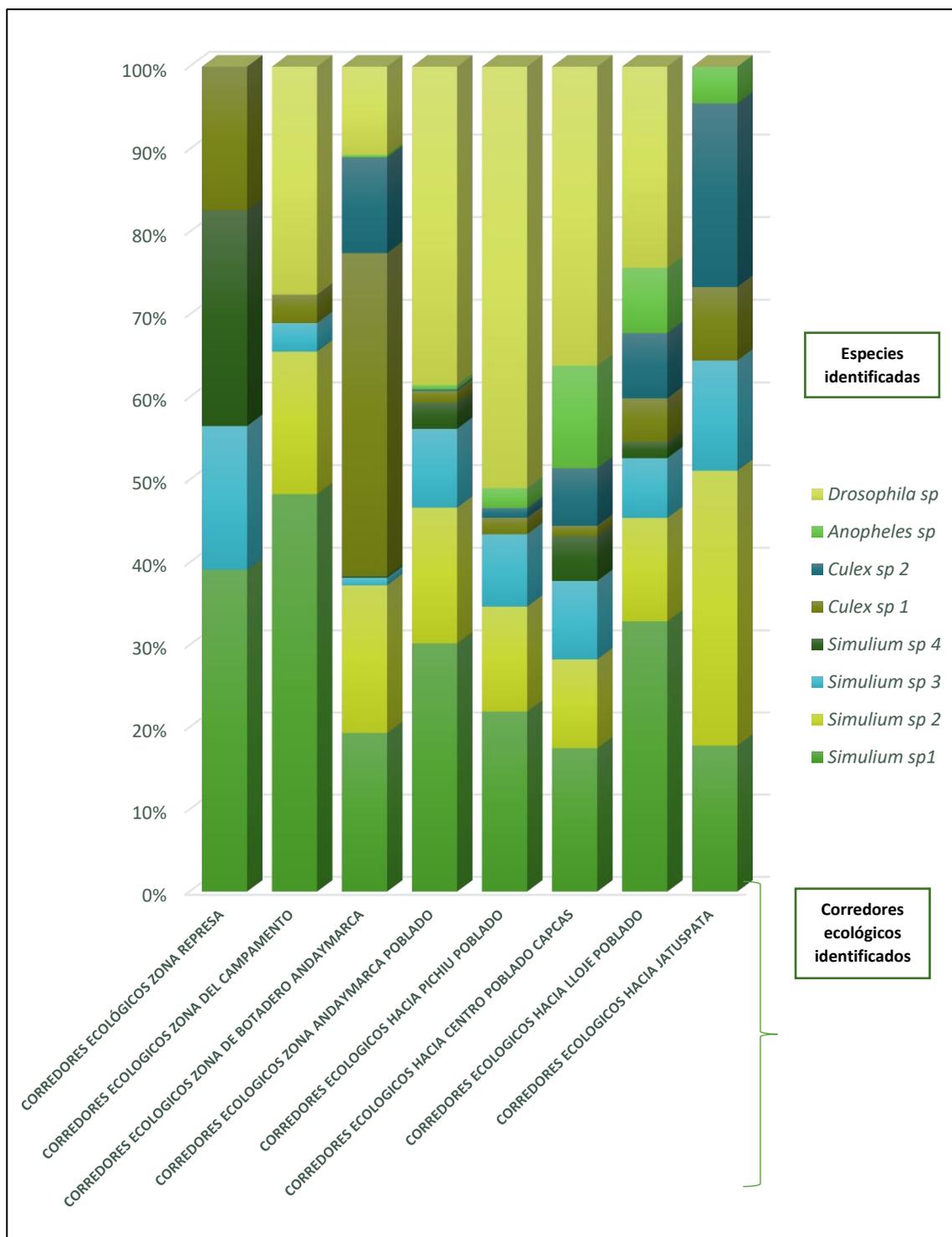
ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

7.1.6. BALANCE ECOLÓGICO

Las mayores abundancias ocurren en el corredor ecológico Botadero de Andaymarca, que presenta mayor número de especies y mayor número de individuos. Este ambiente se determina como foco de origen de la plaga en ese sector. A nivel proporcional, las abundancias mayores ocurren en el mismo botadero, siendo en zonas aledañas al embalse de este corredor casi nulas.

En los demás corredores, existe un balance esperado en la diversidad de especies plaga, con incrementos del género *Simulium* y *Culex* en los centros urbanos de Andaymarca, así como *Drosophila* en Pichiu y centros agrícolas. Se descarta que en los mismos se origina la plaga de dípteros para la temporada intermedia.

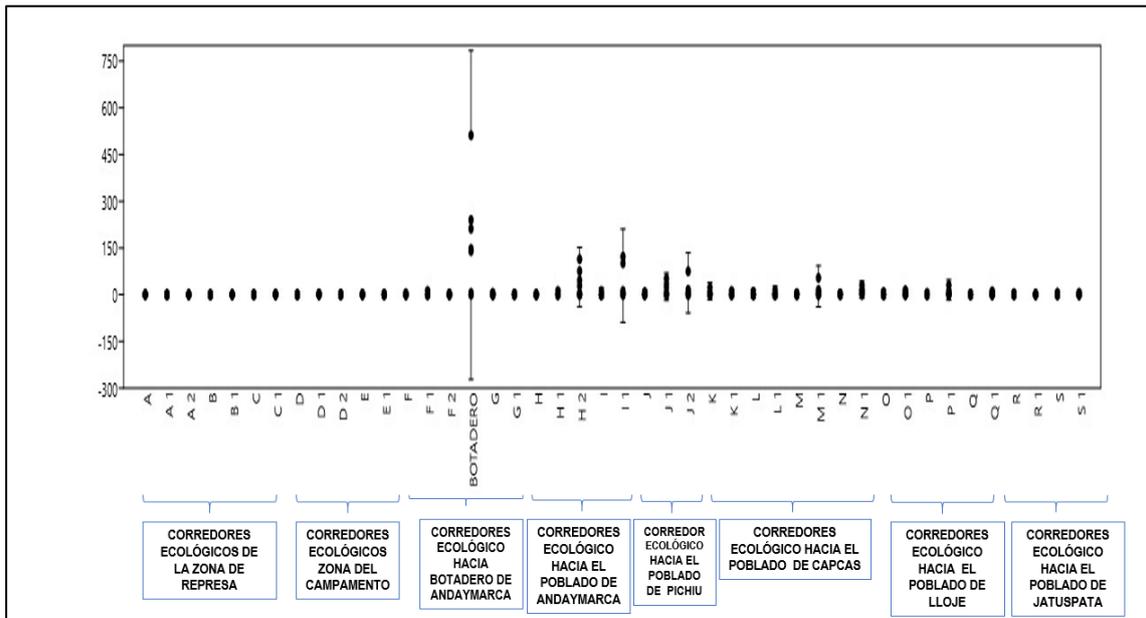
Gráfica 15. Abundancia relativa de especies de dípteros según los corredores ecológicos



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

El análisis de intervalos de congregación evidencia contundentemente, que las mayores congregaciones ocurren en el Botadero de Andaymarca, y relacionado con los valores de diversidad alfa, se define al botadero como un foco ecológico de proliferación de especies plaga.

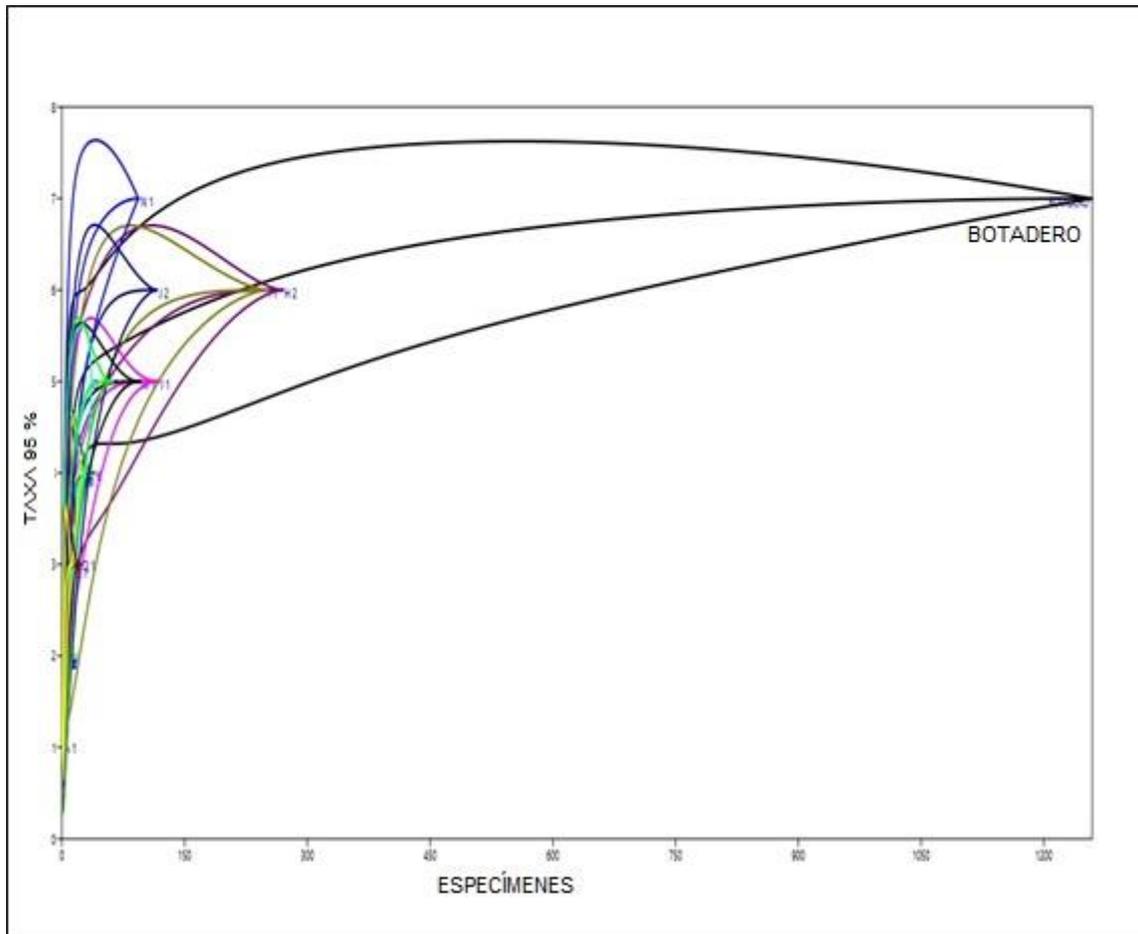
Gráfica 16. Intervalos de congregación



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

A nivel de riqueza general por unidad, el análisis de rarefacción también es contundente, se presenta una comparación objetiva de 08 especies de dípteros plaga distribuidos en 44 puntos o estaciones de muestreo los cuales se agrupan en 09 corredores ecológicos, siendo evidente la notable asíntota graficada en el Botadero de Andaymarca.

Gráfica 17. Rarefracción general



ELABORADO POR R Y G S.A.C. 2019.

7.2. ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO

Con respecto al estudio epidemiológico, se realizó la descripción de algunos centros poblados, donde se visualizó las siguientes características:

7.2.1. DESCRIPCIÓN DE FACTORES ASOCIADOS A LA PROLIFERACIÓN DE VECTORES

CENTRO POBLADO DE QUINTAO

- ✓ **CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y AMBIENTALES:** Ubicado en el distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaca en Huancavelica, consta de aproximadamente 57 viviendas y se categoriza como zona rural. A nivel ecológico es un ambiente altoandino donde predominan

matorrales xerófitos, bosques ribereños, agricultura andina y plantaciones forestales de eucaliptos. Presenta precipitaciones estacionales.

- ✓ **IDENTIFICACIÓN DE FACTORES:** Se observó principalmente un inadecuado manejo de los residuos, así como almacenamiento de agua en recipientes y agua empozada en diferentes puntos.

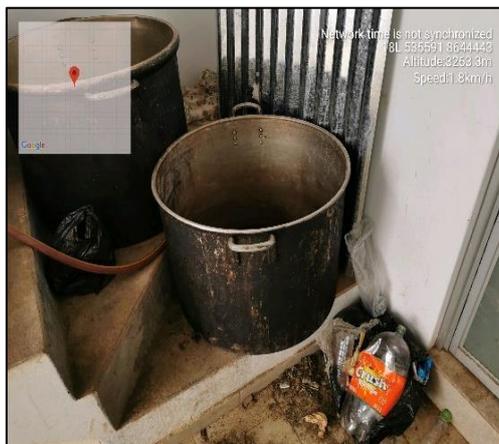


Figura 25. Almacenamiento de agua

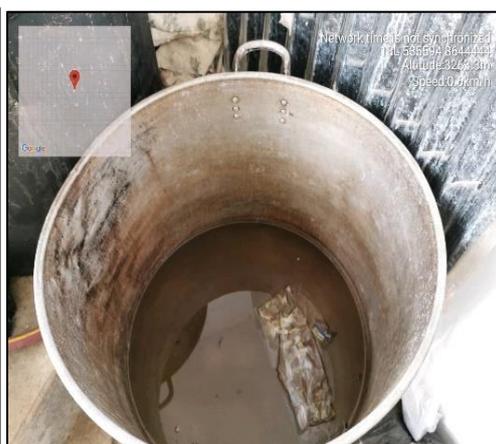


Figura 24. Inadecuado manejo de residuos



Figura 26. Acumulación de agua



Figura 27. Inadecuada higiene de los baños públicos

CENTRO POBLADO DE ANDAYMARCA

- ✓ **CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y AMBIENTALES:** Distrito perteneciente a la provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica. Se encuentra ecológicamente en la unidad ecológica de tipo Matorral xerófito y bosque seco ribereño, con presencia de agricultura andina y plantaciones de eucalipto.
- ✓ **IDENTIFICACIÓN DE FACTORES:** Se identificó un botadero cerca al centro poblado, evidenciando la presencia de abundantes moscas y mosquitos, así como residuos en las quebradas de la zona.



Figura 29. Presencia de botadero



Figura 28. Inadecuada disposición de residuos sólidos

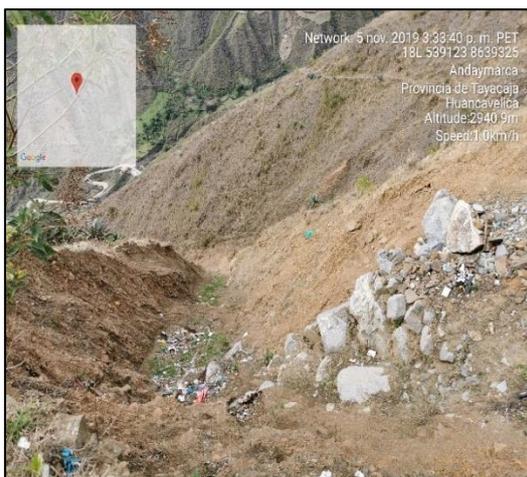


Figura 31. Arrojo de residuos en las quebradas



Figura 30. Presencia de moscas por alimentos

CENTRO POBLADO PICHU

- ✓ **CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y AMBIENTALES:** Pertenece al distrito de Colcabamca, provincia Tayacaja, departamento de Huancavelica. Se encuentra ecológicamente en la unidad ecológica de tipo Matorral xerófito y bosque ribereño, con presencia de agricultura andina y plantaciones de frutas.
- ✓ **IDENTIFICACIÓN DE FACTORES:** Se identificó un botadero cerca al centro poblado, evidenciando la presencia de abundantes moscas y mosquitos, así como residuos en las quebradas de la zona.



Figura 33. Acumulación de materia orgánica



Figura 32. Presencia de charcos donde prolifera la presencia de mosquitos



Figura 35. Cultivos de cítricos



Figura 34. Zonas de agricultura andina de frutas

7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS IDENTIFICADOS Y SU IMPORTANCIA EN LA SALUD PÚBLICA

- ✓ **EL GÉNERO ANOPHELES SP.** identificado en la zona, es considerado un vector muy antropofílico. La mayoría de las hembras tienen hábitos nocturnos o crepusculares, pican a mamíferos de sangre caliente (incluyendo al hombre) tanto dentro como fuera de las habitaciones; las hembras pueden volar hasta 3 kilómetros para buscar el hospedador y realizar la hemossucción. La temperatura, la humedad relativa e incluso la intensidad luminosa tanto en los periodos crepusculares como en los nocturnos (luna) son factores que inciden en el vuelo de estos insectos.



Figura 36. Genero *Anopheles*

- ✓ **EL GÉNERO CULEX**, más conocido como el mosquito común, es una especie de díptero que se distribuye en casi todo el mundo. Con tamaños que oscilan entre los 4 y los 10 milímetros.

Las hembras poseen una trompa a modo de estile con el que se alimenta de sangre. Estos insectos prefieren los cuerpos de agua residuales y pantanosas con presencia de materia orgánica.



Figura 37. Genero Culex

- ✓ **EL GÉNERO SIMULIUM O “MOSCA NEGRA”**, Los simúlidos son insectos nematóceros, de pequeño tamaño (3-5 mm) con un aparato lacerador-chupador corto. Sus estructuras bucales son las encargadas de cortar los tejidos dérmicos, generando un acúmulo de sangre que es aspirado por el insecto. De una coloración oscura, son insectos de cuerpo rechoncho, con el tórax prominente, lo que les hace tener un aspecto muy característico: “giboso”, y alas grandes en proporción al cuerpo.

Únicamente son las hembras las que realizan la hemosucción, ya que utilizan las proteínas de la sangre para cerrar los ciclos gonotróficos y producir huevos.

De hábitos diurnos, las hembras atacan ferozmente a mamíferos y aves en las cercanías de su lugar de cría, que son arroyos, ríos o torrentes, en general con corriente, en los que el agua es muy oxigenada y con cierta cantidad de materia orgánica en suspensión, pero no contaminadas, condiciones bióticas necesarias para el desarrollo de las larvas.

Los adultos tienen una alta tendencia a la agregación, formando nubes de mosquitos o enjambres, sobre todo durante el amanecer o el crepúsculo, por lo que es posible sufrir picaduras de más de un

individuo si el hospedador se acerca a las zonas de vegetación alrededor de los lugares de cría.



Figura 38. Genero Simulium

7.3. ESTUDIO AGRÍCOLA

Con respecto al estudio agrícola, se realizó la descripción de los diferentes tipos de cultivos y su relación con los insectos plagas.

7.3.1. DETERMINACIÓN GENERAL DE CULTIVOS

Se realizaron las labores de inspección y evaluación de los puntos propuestos y se observa que sus cultivos predominantes son los frutales entre los cuales tenemos banano, mango y el palto. El único poblado que presenta problemas de plagas agrícolas es Pichiu. Se evidenció la presencia de la mosca de la fruta *Drosophila* sp. La cual es la esperada en este tipo de cultivos.

Adicionalmente, se listan las características de los frutos más predominantes y sus plagas afines, con el objetivo de relacionarlas con la plaga de dípteros objeto del presente estudio.

✓ EL BANANO

Puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, con temperatura promedio para clima medio entre 22°C y de 29°C. Requiere de 2000 horas luz promedio anual y una precipitación anual promedio de 2000 mm. Los suelos más aptos para su siembra y explotación son los de reacción neutra (pH 6.5 – 7), aunque también tolera los ligeramente ácidos y alcalinos, considerándose por lo tanto apropiado para su siembra, todos aquellos suelos que presentan un pH comprendido entre 5.5 y 7.2. Los suelos deben ser sueltos, ricos en materia orgánica, fértiles y con buen drenaje.

Existen una diversidad de plagas que afectan el cultivo del banano, entre las principales tenemos a la: *Drosophila* sp, Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), *Erwinia* sp, Virus: CMV (Virus del Mosaico del banano) y BSV (virus del estriado del banano), Gusano Tornillo (*Metamasius hemipterus*), Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), Nematodos, etc. Estas especies no forman parte de las plagas de dípteros que afecta al área de estudio, por lo cual se descarta la relación.

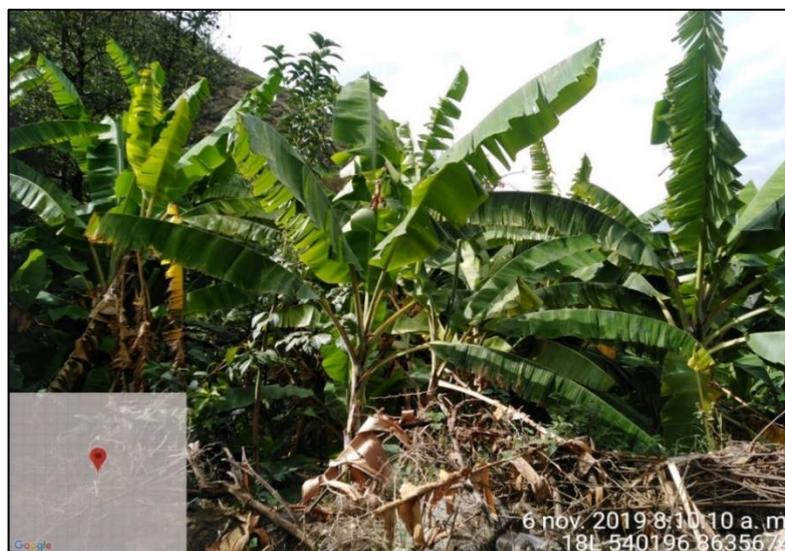


Figura 39. Cultivo de Banano

✓ MANGO

Las condiciones ideales de temperatura son entre los 22°C y 33°C para su cultivo. Las plantaciones productoras están limitadas a zonas por debajo de los 800 metros de elevación en clima tropical. Esto puede variar un poco dependiendo de la latitud y las condiciones de microclima. El mango es una especie que se adapta muy bien a diferentes condiciones de precipitación, desde los 250mm (con riegos frecuentes) hasta los 5,000mm. Los suelos ideales para el cultivo del mango son aquellos de textura limosa, con una capa mínima de 80cm de profundidad y un pH entre 5.5 y 7.0. El mango puede desarrollar bien en suelos arenosos, ácidos o alcalinos moderados, siempre y cuando se fertilicen adecuadamente.

Las plagas que usualmente afectan al cultivo de mango son: Mosca de la fruta (*Drosophila* sp), zompopos (hormiga arriera), áfidos o pulgón (*Toxoptera aurantii*), Trips (*Selenothrips rubrocinctus*). De estas especies *Drosophila* sp sí forma parte de las plagas de dípteros, por lo que se establece la relación de este cultivo con esta especie.

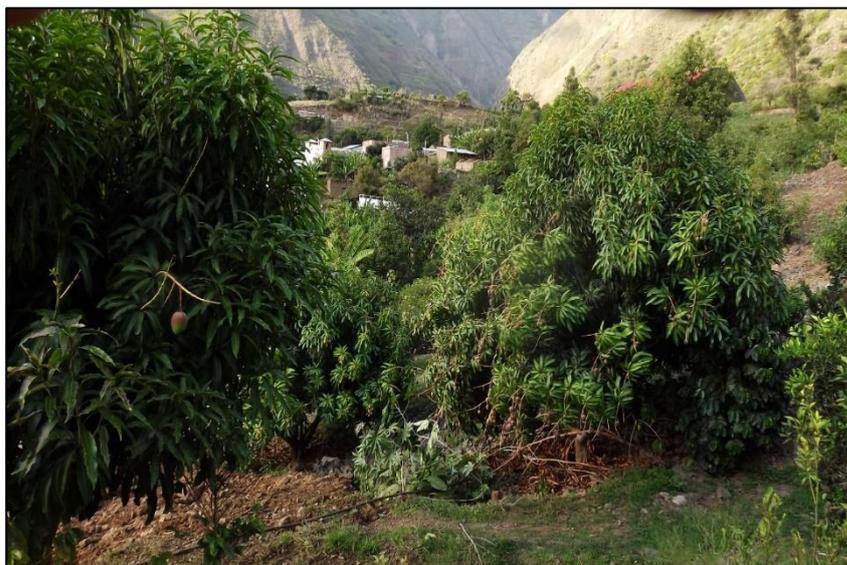


Figura 40. Cultivo de Mango

Los paltos se cultivan desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, en cuanto la profundidad para el caso del palto se requiere de 1,0 – 1,2 metros de suelo libre de impedimento que dificulte o impida el normal desarrollo de las raíces. Se recomienda suelos con pH 5.6 a 6.5; el contenido de sal no debe ser superior a los 3 mmhos/cm, a 25 °C. Las zonas productoras de paltas poseen temperaturas promedio anuales entre 15 °C y 25 °C.

El palto puede ser atacado por las siguientes plagas: Thrips, Arañita roja, minador de hojas, queresas, gusanos comedores o polillas del palto, hormiga Coqui y Mosca blanca. Estas especies no guardan relación con la plaga de dípteros, por lo que se descarta su relación.



Figura 41. Cultivo de Mango

7.3.2. IDENTIFICACIÓN DE INSECTO PLAGA: LA MOSCA DE LA FRUTA *DROSOPHILA SP*

La densidad poblacional de las moscas de la fruta está directamente relacionada con la disponibilidad de sus hospederos primarios. Un hospedero primario es una fruta, en la que una especie de mosca de la fruta se desarrolla y logra completar su ciclo de vida en el menor tiempo posible. La identificación de los hospederos es fundamental, desde el punto de vista práctico para la implementación de un programa de manejo integrado.

La existencia de una alta diversidad de hospederos con frutos en diferentes estados de maduración durante el año mantiene una alta densidad de moscas de la fruta.

La temperatura influye directamente en la duración de los estados y por consiguiente es determinante en el número de generaciones por año; mientras que la humedad relativa influye en la fertilidad y fecundidad de los adultos y en el comportamiento de migración.

Se toma en cuenta que estos cultivos los posibles hospederos de la mosca de la fruta son solo el mango ya que en los demás no se evidencio la captura por medio de los insectos atrapadores por cebo con pegante.

Las otras zonas afectadas por la mosca se evaluó la zona en interior del embalse mediante pegantes atrayentes colores amarillos el cual evidencio muy baja abundancia de moscas.

Mientras que en las zonas pobladas cercanas se evidencio abundancia baja, pero en la zona del botadero de la comunidad se obtuvo una abundancia muy alta siento este el posible foco de reproducción de estos vectores.



Figura 42. Presencia de *Drosophila* sp

Además, se pudo evidenciar un mal manejo de residuos sólidos puesto que hay evidencia que se segregan estos residuos por diferentes zonas aledañas las cuales no están autorizadas por lo que demanda la ley de manejo de residuos sólidos, lo cual puede fomentar la aparición de este vector.



Figura 43. Inadecuado manejo de residuos

En cumplimiento de las BPA (buenas prácticas Agrícolas) de SENASA las zonas de cultivo deberían conocer el uso anterior del predio y detectar posibles fuentes de contaminación (desechos orgánicos, industriales, químicos).

Por lo cual de lo evaluado se evidencia que el botadero y zonas de segregación no autorizadas son una fuente de vectores propagadores de enfermedades tanto para el cultivo como para las personas.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1. ESTUDIO ECOLÓGICO

A nivel ecológico se determinaron 04 formaciones vegetales, de las cuales el Matorral Arbustivo y el Bosque Ribereño son naturales, y en ellas existen comunidades de insectos cuya diversidad es equilibrada. En base a estas formaciones es que se determinaron los corredores ecológicos que rodean el embalse y se dirigen hacia los centros de actividad humana más representativas. Adicionalmente en el área de estudio se registraron Bosques de Eucaliptos y Agricultura Andina; sobre el Bosque de Eucalipto, es una unidad antrópica, insertada por las poblaciones humanas desde hace décadas, y se ha convertido en parte del paisaje andino, el género *Eucalyptus* posee propiedades insecticidas (Quispe 2018) en sus aceites esenciales (Citronelal, cineol, canfeno, fencheno, felandreno y pineno, y actúa como barrera ecológica para el asentamiento de insectos, por ende, no existe relación entre el bosque de eucaliptos y su afectación con los insectos identificados. A nivel de la Agricultura Andina, sí es una unidad antrópica congregatoria de insectos, al usarse material orgánico como abono, y es común en zonas altoandinas ver un incremento de insectos en estos ambientes, para ello existen métodos de control asociadas al agro.

A nivel comparativo, la riqueza de especies en cada corredor ecológico indica que los puntos aledaños al embalse presentan una menor abundancia relativa en comparación a los puntos cercanos a los centros poblados, en los cuales las abundancias son tan altas por unidad muestral que se define como una plaga de dípteros. Estas riquezas presentan sus mayores picos en el Botadero de Andaymarca que es el punto de mayor congregación, punto N1 del centro poblado de Capcas, punto J2 del

centro poblado de Pichiu y H1 del centro poblado de Andaymarca. Y los menores valores en los puntos aledaños al embalse.

A nivel de abundancias relativas, es evidente que el mayor número de individuos se congrega en el punto Botadero de Andaymarca, y esto se debe a que, en este ambiente, se encuentran todas las condiciones para el desarrollo de plagas de dípteros, con material orgánico en descomposición donde se registran larvas, lixiviado orgánico donde crían larvas acuáticas y un mal manejo o distribución de los residuos. Los valores de abundancias en este punto permiten definir como Plaga de Dípteros a las poblaciones registradas.

A nivel biogeográfico, los intervalos de congregación indican que en el Botadero se congrega la mayor riqueza. Posteriormente, en el análisis de rarefacción general, se hace contundente la asíntota graficada en el sector Botadero de Andaymarca, ambos análisis, sustentan la rarefacción indicando la estación de muestreo como un centro donde las especies de dípteros se congregan siguiendo el patrón de un foco para el desarrollo de esta plaga.

8.2. ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO

Aunque existe la presencia de insectos vectores en la zona de evaluación, que son de vigilancia epidemiológica, desde el año 2015, no se ha reportado ningún caso de enfermedades transmitidas por estos vectores.

El género *Anopheles* sp. es uno de los vectores de malaria más importantes en el Perú. Sin embargo, debido a su baja endemicidad en la zona, los casos se presentan de manera muy irregular y de manera estacionaria. Según los reportes del Boletín Epidemiológico del Perú, no se han reportado ningún caso desde el año 2014.

El género *Culex*, no ha sido incriminado como vector de ninguna enfermedad en el Perú, pero tiene importancia en la medida que su población aumenta en gran magnitud en determinadas épocas del año y llegan a ser muy molestos por las picaduras que producen y las reacciones alérgicas que algunas personas presentan. Como se mencionó estos insectos prefieren los cuerpos de agua residuales y pantanosas con presencia de materia orgánica.

El género *Simulium* o “mosca negra”, aparecen en mayor densidad por el incremento del calor, ya que, a mayor temperatura, el ciclo de reproducción se acelera, desarrollándose principalmente en áreas verdes, ríos rápidos y arroyos, cerca de aldeas remotas situadas cerca de tierras fértiles donde la población depende de la agricultura y donde existe acumulación de residuos. Los 'simulium' pueden actuar en 50 kilómetros a la redonda, desde el lugar donde nacieron. Viven un promedio de 5 días. En algunos países de Latinoamérica como Brasil y Venezuela, según la OMS (Organización Mundial de la Salud), algunos insectos infectados pueden transmitir al humano el parásito *Onchocerca volvulus*.

También se registró una especie perteneciente al género *Drosophila*, conocida comúnmente como “mosca de la fruta” cuya implicancia en la salud humana es nula, sin embargo, si afecta a las plantaciones de frutas.

8.3. ANÁLISIS AGRÍCOLA

La presencia de la “Mosca de la Fruta” *Drosophila* sp, en el área de estudio asociado con el cultivo de frutos, con una mayor incidencia en Pichiu, y asociado a cultivos de mangos y naranjos. Esta especie se registra con abundancias esperadas, y no representa un problema para la salud pública.

9. CONCLUSIONES

9.1. ESTUDIO ECOLÓGICO

- De las 04 formaciones vegetales registradas en el área de estudio, en Matorral Arbustivo y Bosque Ribereño ocurren las menores incidencias de insectos dípteros, en Plantación Forestal de Eucalipto la incidencia de insectos es nula y en Agricultura Andina, sí se registra una notable abundancia de dípteros.
- A nivel de composición, la familia de dípteros más abundante es Simuliidae, que contiene 04 especies de *Simulium sp*, Seguida de Culicidae con 02 especies de *Culex sp*, y 01 especie de la familia Drosophilae; *Drosophila sp*.
- En términos generales, la especie *Drosophila sp* es la más abundante del estudio, representado el 23.91 % del total de registros, seguido por *Simulium sp 1* que representa el 22.83 %. De estas especies, *Simulium sp 1* es considerada plaga que afecta a las comunidades humanas, siendo representativa en este estudio. *Drosophila sp*, si bien presenta mayor abundancia, ésta va acorde a sus estructuras ecológicas naturales en zonas de cultivo de frutas, y solo representa problemas agrícolas mas no en salud pública.
- Se determinaron 08 corredores ecológicos que van desde el embalse hacia los centros poblados que las rodean. En el corredor que se dirige al Botadero de Andaymarca, específicamente en este sitio es donde mayor numero de especies de dípteros se registran, seguido del corredor ecológico de Capcas. Es notable la diferencia de la riqueza de puntos aledaños al embalse con respecto a los puntos cercanos a los centros poblados, que son los que presentan las mayores riquezas, sobresaliendo los puntos Botadero de Andaymarca y N1 del centro poblado de Capcas.
- A nivel de abundancias reales, el corredor ecológico hacia Andaymarca, en el punto Botadero de Andaymarca, presenta la mayor abundancia de

todo el estudio. La cantidad de dípteros registradas en este punto indican que es un área congregatoria y el principal punto de origen de las poblaciones de las mismas, siendo considerada por estos valores, como una plaga.

- El índice de dominancia y el índice de Shannon determinan que en El Botadero de Andaymarca existe la mayor diversidad de especies, siendo considerado el foco principal de desarrollo de estas especies. En las estaciones de muestreo aledañas al embalse la diversidad alfa es baja, casi nula en algunos puntos, estableciéndose así la relación entre las condiciones ecológicas del botadero y el origen de la plaga.
- Se usó el análisis de rarefacción para homogenizar los esfuerzos según el tipo de ecosistemas, y los resultados confirman al El Botadero de Andaymarca como el centro congregatorio de los insectos de dípteros plaga. Esto se refuerza considerando que el análisis de intervalos de congregación denota al mismo punto como foco de la plaga de dípteros.
- Entonces, se valida la hipótesis: No existe relación entre el incremento de las poblaciones de dípteros con el embalse de la central hidroeléctrica Cerro del Águila en la temporada climática de transición.

9.2. ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO

- A nivel epidemiológico, tenemos que, en los reportes regionales de salud revisados históricamente desde el 2015, NO SE REPORTAN CASOS DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES.

- *Anopheles* sp es el único vector antropofílico. Según el Boletín Epidemiológico del Perú, no se han reportado casos en las comunidades evaluadas desde el año 2014.
- Referente a *Culex* sp, en el Perú no se considera vector de ninguna enfermedad. Su población es variable según época del año, por lo que se establecerá su estado poblacional completo luego de evaluarse las épocas húmeda y seca complementando este estudio.
- *Simulium* tiene un rango de distribución de 50 kilómetros, y se relaciona con la agricultura en valles interandinos, según la OMS puede transmitir al parásito *Onchocerca volvulus*. No hay registro de contagio en los boletines epidemiológicos nacionales referente a esta plaga.

9.3. ANÁLISIS AGRÍCOLA

- La presencia de *Drosophila* sp es la única especie relacionada con las plagas agrícolas de producción de mangos y naranjos, y se relaciona directamente con los cultivos del pueblo de Pichiu.
- En el botadero de Andaymarca no se cumplen las BPA (Buenas prácticas agrícolas) debido a que la norma nacional indica que no puede haber cultivos a menos de 100 metros del botadero, y en el área de estudio, aledaño al botadero hay campos de cultivo, esta puede ser una vía que dispersa la plaga de insectos hacia el centro poblado.

10. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Aluja S., M. 1993. Manejo Integrado de la Mosca de la Fruta. Editorial Trillas. México.
- Alfaro, F.; Llorens J.M. y Morner, P. 1998. Tratamiento terrestre contra la mosca de la fruta en cítricos. Consejería de agricultura, pesca y alimentación. Ficha técnica. Serie de citricultura N°1.

- Cabezas C, Fiestas V, García-Mendoza M, Palomino M, Mamani E, Donaires F. Dengue en el Perú: a un cuarto de siglo de su reemergencia. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. 2015;32(1):146-56.
- Diabate, Roch (2006). «Personal protection of long lasting insecticide-treated nets in areas of *Anopheles gambiae* s.s. resistance to pyrethroids.». *Malaria Journal* 5.
- King, R.S.; Adler, P.H. (2012). «Development and evaluation of methods to assess populations of black flies (Diptera: Simuliidae) at nests of the endangered Whooping Crane (*Grus americana*)». *J. Vector Ecology* 37: 298-306.
- Martínez Ruiz, R.E. & Portillo Rubio, M. 1999. Estudio faunístico y ecológico de los simúlidos (Diptera, Simuliidae) del río Cidacos a su paso por La Rioja. *Zubía. Monográfico*, 11: 61-80
- Ministerio de Salud. (2016). Boletín Epidemiológico del Perú, 2016. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4148.pdf>
- Ministerio de Salud. (2005). Boletín Epidemiológico del Perú, 2005. Recuperado de <http://www.dge.gob.pe/boletines/2005/18.pdf>
- Ministerio de Salud. (2002). Manual de Campo para la Vigilancia Epidemiológica. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1721.pdf>.
- Nissani, M. (1975). «A new behavioral bioassay for an analysis of sexual attraction and pheromones in insects». *Journal of Experimental Zoology* (en inglés). 192 (2): 271–5.



- Service, Mike (2012). Medical Entomology for Students (Fifth edición).
Cambridge.