

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Potencial biocida de cuatro plantas nativas para el  
control de larvas de *Aedes aegypti*  
(Diptera: Culicidae)**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGA EN LA ESPECIALIDAD DE MICROBIOLOGÍA**

**Presentado por la:  
Bach. MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, Yeny Laura**

**AYACUCHO – PERÚ  
2020**

Con mucho amor a mis padres  
Josefina y Mauro.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi *Alma Mater*, por haberme abierto sus puertas y brindado la oportunidad de desarrollar mis habilidades, capacidades y competencias, para el éxito personal y profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, quienes me impartieron sus sabios conocimientos.

A la Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari por haberme brindado sus ambientes para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz y MC. Yuri Olivier Ayala Sulca por su apoyo incondicional en el asesoramiento del presente trabajo de investigación.

A la Blga. Laura Aucasime Medina por la identificación y certificación de las especies de plantas presentes en la investigación.

A la Q.F. Roxana León Aronés docente del Laboratorio Farmacognosia de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por la certificación del tamizaje fitoquímico de las especies de plantas presentes en la investigación.

A los Biólogos Gustavo Rodrigo Ariste Guerreros, Elmer Félix Gamboa Martínez y Miguel Huayta Rivera por su apoyo incondicional en el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco Conceptual	6
2.2.1. Potencial Biocida	6
2.2.2. Plantas nativas	6
2.2.3. Control	7
2.2.4. Larvas	7
2.2.5. <i>Aedes aegypti</i>	7
2.2.6. Orden Diptera	7
2.2.7. Familia Culicidae	7
2.2.8. Extracto hidroalcohólico	8
2.2.9. Concentración letal media (CL <sub>50</sub> )	8
2.2.10. Método de análisis Probit	8
2.3. Teorías y enfoques	8
2.3.1. Control biológico	8
2.3.2. Alternativas de control biológico	9
2.3.3. Plantas biocidas en el control biológico	9
2.3.4. Principios activos de plantas con actividad biocida	10
2.3.5. Mecanismo de acción de los alcaloides	12
2.3.6. Importancia de las plantas biocidas en el control de mosquitos	13
2.3.7. Características de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco”	13
2.3.8. Características de <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”	14
2.3.9. Características de <i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott “impoccro”	15
2.3.10. Características de <i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”	16

2.3.11.	Familia Culicidae: características e importancia	17
2.3.12.	Características de <i>Aedes aegypti</i>	17
2.3.13.	Taxonomía de <i>Aedes aegypti</i>	17
2.3.14.	Ciclo de vida de <i>Aedes aegypti</i>	18
2.3.15.	Importancia del <i>Aedes aegypti</i> en la salud pública	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.	Ubicación de la zona de estudio	23
3.1.1.	Ubicación política	23
3.1.2.	Ubicación geográfica	24
3.2.	Definición de la población y muestra	26
3.2.1.	Población	26
3.2.2.	Muestra	26
3.2.3.	Unidad de análisis	26
3.3.	Tipo de investigación - Nivel de estudio	26
3.4.	Metodología	26
3.4.1.	Recolección y mantenimiento del material biológico	26
3.4.2.	Preparación del extracto hidroalcohólico de las hojas y formulación de las concentraciones para las pruebas de biotoxicidad	28
3.4.3.	Screening fitoquímico preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro especies nativas	29
3.4.4.	Evaluación del potencial biocida de las cuatro especies nativas	29
3.4.5.	Determinación de la concentración letal media (CL <sub>50</sub> )	29
3.5.	Diseño de investigación	30
3.6.	Análisis de datos	30
IV.	RESULTADOS	31
V.	DISCUSIÓN	47
VI.	CONCLUSIONES	53
VII.	RECOMENDACIONES	55
VIII.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	57
	ANEXOS	63

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Ubicación política y geográfica de los lugares de muestreo y ejecución.	24
Tabla 2. Especies identificadas y características morfológicas de plantas nativas procedentes de la Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco).	33
Tabla 3. Componentes fitoquímicos identificados a partir del screening preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC "cube" "barbasco" y <i>Clibadium surinamense</i> L. "vacas.	34
Tabla 4. Componentes fitoquímicos identificados a partir del screening preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott "impoccro" y <i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott "monte ajo" "hallente".	35
Tabla 5. Valores de la Concentración Letal Media (CL <sub>50</sub> ) y los intervalos de confianza a las 24 horas de exposición para las especies de plantas nativas.	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo de vida de <i>Aedes aegypti</i> .	20
Figura 2. Imagen satelital del lugar de recolección de hojas de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco”, <i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott “impoacro”, <i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”. Comunidad de Ubiato, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.	24
Figura 3. Imagen satelital del lugar de recolección de hojas de <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”. Comunidad de Sampantuari - Nativo, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.	25
Figura 4. Imagen satelital del lugar de crianza de larvas de <i>Aedes aegypti</i> . Área de Vigilancia y Control Vectorial. Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari. Distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.	25
Figura 5. Imagen satelital del lugar del secado de las hojas y obtención del extracto hidroalcohólico. Laboratorio de Zoología, ubicado en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	26
Figura 6. Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas, en 24 horas de exposición.	36
Figura 7. Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.	37
Figura 8. Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.	38

- Figura 9. Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición. 39
- Figura 10. Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición. 40
- Figura 11. Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición. 41
- Figura 12. Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Clibadium surinamense* L. “vacas”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición. 42
- Figura 13. Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición. 43
- Figura 14. Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición. 44

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Secuencia de extracción de las sustancias hidroalcohólicas solubles presentes en las hojas de cuatro especies de plantas nativas y preparación de las concentraciones para el bioensayo.	65
Anexo 2. Esquema de caracterización química de los aceites esenciales y demás componentes hidroalcohólicas solubles presentes en las hojas de cuatro especies de plantas nativas, e identificación de los componentes químicos (screening fitoquímico preliminar).	66
Anexo 3. Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas, en 24 horas de exposición.	67
Anexo 4. Prueba de Kruskal Wallis para la mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.	68
Anexo 5. Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.	69
Anexo 6. Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott “impoccro”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición	70

Anexo 7.	Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.	71
Anexo 8.	Concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco”, sobre larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , a las 24 horas de exposición.	72
Anexo 9.	Concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”, sobre larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , a las 24 horas de exposición.	73
Anexo 10.	Concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott “impoccro”, sobre larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , a las 24 horas de exposición.	74
Anexo 11.	Concentración letal media (CL <sub>50</sub> ) del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, sobre larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> , a las 24 horas de exposición.	75
Anexo 12.	Certificación taxonómica de la planta de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco”. Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.	76
Anexo 13.	Certificación taxonómica de la planta de <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”. Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.	77
Anexo 14.	Certificación taxonómica de la planta de <i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott “impoccro”. Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.	78
Anexo 15.	Certificación taxonómica de la planta de <i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente” Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.	79

Anexo 16.	Perfil fitoquímico de los componentes hidroalcohólicas solubles presentes en las hojas de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco” y <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”.	80
Anexo 17.	Perfil fitoquímico de los componentes hidroalcohólicas solubles presentes en las hojas de <i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott “impoccro” y <i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”.	81
Anexo 18.	Certificación taxonómica del mosquito <i>Aedes aegypti</i> . Laboratorio de Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.	82
Anexo 19.	Carta de autorización por la Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari.	83
Anexo 20.	Solicitud de entrega de muestras de plantas al Herbarium Huamangensis de la Facultad de Ciencias Biológicas - UNSCH.	84
Anexo 21.	Características morfológicas de la planta <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco”.	85
Anexo 22.	Características morfológicas de la planta <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”.	86
Anexo 23.	Características morfológicas de la planta <i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott “impoccro”.	87
Anexo 24.	Características morfológicas de la planta <i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”.	88
Anexo 25.	Recolección de las hojas de cuatro especies de plantas nativas. Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.	89
Anexo 26.	Flujograma del procesamiento de las hojas de cuatro especies de plantas nativas, molienda, macerado y obtención del extracto hidroalcohólico para las pruebas experimentales de biotoxicidad	90
Anexo 27.	Posturas de huevos de <i>Aedes aegypti</i> (dos formas de conservación) proporcionadas por el Área de Vigilancia y Control Vectorial. Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios	

	de Salud Kimbiri Pichari, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.	91
Anexo 28.	Flujograma del proceso de incubación de huevos y crianza de larvas de <i>Aedes aegypti</i> en el Área de Vigilancia y Control Vectorial. Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.	92
Anexo 29.	Materiales empleados para el proceso de preparación de las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro especies de plantas nativas, para las pruebas de biotoxicidad.	93
Anexo 30.	Proceso de dosificación de las concentraciones de los extractos hidroalcohólicos de las hojas de cuatro especies de plantas nativas en las unidades experimentales.	94
Anexo 31.	Proceso de incorporación de las larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> en las unidades experimentales para las pruebas de biotoxicidad.	95
Anexo 32.	Disposición final de las unidades experimentales conteniendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> y las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro especies de plantas nativas.	96
Anexo 33.	Matriz de consistencia.	97

## RESUMEN

Una de las alternativas para el control de insectos de importancia médica en sustitución de los insecticidas químicos han sido los productos naturales de origen vegetal con actividad insecticida, ya que no generan resistencia y efectos nocivos para la salud y el medio ambiente. Por tal motivo, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el potencial biocida del extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de cuatro plantas nativas procedentes de la comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco), en el control de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. La metodología consistió en preparar un extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas, 10000 ppm de cada planta, a partir del cual se produjeron las siguientes concentraciones: 500, 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm, concentraciones con las cuales se evaluó la mortalidad a una temperatura de 28°C y una humedad relativa (H.R.) de 67%, en 10 larvas de *Aedes aegypti*. Cada dosis fue evaluada con 5 repeticiones y su control. Las lecturas se llevaron a cabo luego de 24 horas. Se calculó la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) mediante el método de análisis Probit y el screening fitoquímico preliminar a los extractos de las hojas a fin de determinar la composición química de las sustancias hidroalcohólicas presentes en las plantas. Las mayores mortalidades obtenidas fueron en las plantas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott y *Xanthosoma poeppigii* Schott con una mortalidad del 72,4% a diferencia de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC y *Clibadium surinamense* L. con una mortalidad entre 14,0 y 14,8% respectivamente. *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott generó una mortalidad de 62,0 a 100,0% y *Xanthosoma poeppigii* Schott de 66,0 a 96,0% entre las concentraciones de 1000 a 2500 ppm, la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) fue establecida en 817,13 ppm y 843,03 ppm, respectivamente. En cambio, *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC y *Clibadium surinamense* L. generaron una mortalidad de 30,0 y 32,0% a una concentración de 2500 ppm. Siendo estas mortalidades similares entre las dos especies de planta, reportándose entre las dos especies de mayor mortalidad a los alcaloides (++++) como las más abundantes, seguida de las catequinas en cantidad abundante (+++) y a los compuestos fenólicos con poca (++) o escasa (+) presencia.

**Palabras clave:** Toxicidad aguda, extracto hidroalcohólico, concentración letal media

## I. INTRODUCCIÓN

En Perú las enfermedades metaxénicas constituyen un problema que afecta a grandes poblaciones humanas en distintas regiones biogeográficas. El mosquito *Aedes aegypti* actúa como transmisor de patógenos que causan diversas enfermedades como el dengue, fiebre amarilla, sika, chikungunya, entre otros.

Las principales herramientas para controlar los vectores de las enfermedades metaxénicas han sido insecticidas químicos. Sin embargo, presentan efectos nocivos para la salud y el medio ambiente, sumados a esto la aparición de insectos resistentes y el efecto letal sobre organismos benéficos.<sup>1</sup>

Los recursos botánicos no solo tienen bondades industriales, domésticas, curativas, alimenticias, sino también preventivas para el control de enfermedades.<sup>2</sup>

Una de las alternativas de control han sido los controladores biológicos como las plantas biocidas, que nos permiten contrarrestar, neutralizar y ejercer control sobre plagas y enfermedades. Por tal motivo, proponemos la utilización del extracto hidroalcohólico obtenido a partir de las hojas de cuatro plantas nativas para el control de larvas del mosquito *Aedes aegypti*, insecto presente en criaderos larvales naturales y artificiales, cuyas hembras adultas se alimentan frecuentemente de sangre pues estas necesitan proteínas para el desarrollo y maduración de los huevos. Por otro lado, las cuatro especies de plantas nativas *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, *Clibadium surinamense* L. “vacas”, *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”, *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente” presentan en abundancia a los alcaloides, en tal sentido, nuestra propuesta se orienta a utilizar estos metabolitos secundarios en el control de las larvas del mosquito *Aedes aegypti*. Por lo cual hemos propuesto los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el potencial biocida del extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de cuatro plantas nativas procedentes de la Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco), en el control de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar las cuatro plantas nativas procedentes de la Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco).
2. Desarrollar el screening fitoquímico preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas.
3. Determinar la mortalidad (N° de las larvas muertas y % de mortalidad) de las larvas de IV estadio de *Aedes aegypti* en 24 horas de exposición.
4. Determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas para el control de larvas de IV estadio de *Aedes aegypti* en 24 horas de exposición.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Pérez (2013), al evaluar el efecto de extractos vegetales sobre larvas de mosquitos de *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) en México, demostró que los extractos de semillas (*Annona muricata*, *Carica papaya* y *Azadirachta indica*) mostraron los mejores resultados al obtener el 80% de mortalidad de la población desde las 24 horas con 1000 ppm. Los extractos vegetales de *Annona muricata*, *Carica papaya* y *Azadirachta indica* mostraron ser una buena alternativa para el control de *Cx. tarsalis* en laboratorio.<sup>3</sup>

Sanabria *et al* (2009), en su investigación de la actividad larvicida de extractos vegetales acuosos en larvas de *Aedes aegypti* (primeros ensayos) en Paraguay, realizaron una serie de bioensayos con extractos acuosos de plantas paraguayas, *Annona muricata* “chirimoya”, *Bulnesia sarmientoii* “palo santo”, *Melia azedarach* “paraíso”, *Zanthoxylum chiloperone* var. *Angustifolium* “tembetary hú” y *Bixa orellana* “urukú”, para comprobar en cada planta su actividad y eficacia como larvicida, contra larvas del mosquito *Aedes aegypti*, las semillas de la *Annona muricata* “chirimoya”, presentaron una buena actividad larvicida, ya que a la mínima concentración del 5%, han tenido un efecto mortal para las larvas, comparable al observado en los controles positivos (que contenían temefos 1%), en cambio, *M. azedarach* “paraíso” y *Z. chiloperone* “tembetary hú” no mostraron actividad larvicida a esa dosis, ni aún a otras superiores. Por otro lado *B. sarmientoii* “palo santo” y *B. orellana* “urukú”, presentaron cierto efecto larvicida, eliminando al 18% de larvas a las 72 horas de post - exposición.<sup>4</sup>

Rojas *et al* (2010), al determinar la actividad de extractos vegetales sobre larvas de insectos de importancia en Guatemala, demostraron que el mayor potencial larvicida lo presentó la dosis mayor (200 µg/mL) de *Piper auritum* y *Piper patulum* contra larvas de los cuatro estadios de *Anopheles albimanus* y

*Stegomyia aegypti*. Los extractos diclorometánicos de *Piper retalhuleuense* y *Piper scabrum* presentaron la mayor actividad contra larvas del primer estadio de *An. albimanus* y *St. aegypti* en la dosis mayor (8 µg/mL), presentaron actividad larvicida contra el primer estadio de *An. albimanus* los extractos metanólicos en la mayor dosis (8 µg/mL) *Piper aduncum* y *Piper patulum*. Los extractos diclorometánicos de *P. retalhuleuense* y *P. scabrum* presentaron actividad contra los tres primeros estadios larvarios de *St. aegypti* y *An. albimanus* respectivamente.<sup>5</sup>

Gómez *et al* (2014), al determinar la efectividad del uso de *Lonchocarpus utilis* "barbasco" versus Deltametrina, en el control vectorial del *Aedes aegypti* en el Alto Huallaga 2008 - 2009, informan que existe diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre el índice aéxico antes y después de la aplicación del barbasco. Ambos productos tienen similar efectividad para el control vectorial del *Aedes aegypti*, la proporción observada de barbasco 4% y deltametrina 1%. La deltametrina tiene mayor efectividad que el *Lonchocarpus utilis* "barbasco" en el control vectorial del *Aedes aegypti*, esta diferencia no es estadísticamente significativa, por lo tanto, se concluye que ambos productos son efectivos para el control vectorial del *Aedes aegypti*.<sup>6</sup>

Vidal *et al* (2009), al determinar el efecto tóxico de *Argemone subfusiformis* Ownb y *Tagetes patula* Link sobre larvas del IV estadio y pupas de *Aedes aegypti* en Trujillo, reporta una mortalidad de 100% con 76,8 y 153,6 mg/L del extracto de *A. subfusiformis* a las 12 horas de exposición, mientras que en pupas el mismo porcentaje de mortalidad se alcanzó con 153,6 mg/L a las 24 horas. De otro lado, el 92 y 77% de mortalidad en larvas y pupas respectivamente se registró con el extracto de *T. patula* al emplear 153,6 mg/L del extracto a las 48 horas. En *A. subfusiformis* las concentraciones letales al 50 (CL<sub>50</sub>) y al 90% (CL<sub>90</sub>) a las 48 horas se registraron con 6,24 y 9,91 mg/L sobre larvas y con 9,45 y 16,92 mg/L sobre pupas. En *T. patula* la CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub> a las 48 horas se registraron con 72,21 y 137,37 mg/L sobre larvas y con 89,1 y 167,38 mg/L sobre pupas.<sup>7</sup>

Ayala *et al* (2014), evaluaron la actividad fitotóxica de los extractos hidroalcohólico de las hojas de *Ruta graveolens* "ruda" y semillas de *Lupinus mutabilis* "tarwi", en larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus* en Ayacucho, demostraron que a la concentración de 5000 mg/L de los productos, se produjo una mortalidad larval de 72,5 a 75%, respectivamente, estableciendo la concentración letal media (CL<sub>50</sub>), en 3583 mg/L para el extracto hidroalcohólico

de las hojas de *Ruta graveolens* "ruda" y de 1776 mg/L para el extracto de las semillas de *Lupinus mutabilis* "tarwi", como las más recomendables para el control de larvas de *Culex quinquefasciatus*.<sup>8</sup>

Flores (2014), en su estudio de la actividad biocida del extracto hidroalcohólico de hojas de *Ambrosia arborescens* Mill "marco" sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* en Ayacucho, informa de mortalidades de 54 a 58% de larvas a las concentraciones de 9,0 a 10,0 mg/L del extracto hidroalcohólico a un volumen de 5 mL por 100 mL de agua de criadero estadísticamente similares según la prueba de comparación de medias de Tuckey ( $p < 0,05$ ), la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) fue establecida en 8,84mg/mL, reportándose a los alcaloides y los glicósidos (+++), como los más abundantes. Con moderada presencia (++) los triterpenos, esteroides, saponinas, taninos y flavonoides y el efecto tóxico de la planta probablemente esté relacionada a la actividad sinérgica de los alcaloides, triterpenos; esteroides y a la complejidad de los productos trazas.<sup>9</sup>

Pino (2015), al determinar la actividad larvicida del extracto acuoso de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd "quinua" sobre larvas en estadio III de *Culex quinquefasciatus* "zancudo". Ayacucho, 2013, menciona que el extracto acuoso presenta saponinas, alcaloides, azúcares reductores, flavonoides y la  $CL_{50}$  fue de 14, 97 g/L, existiendo diferencias entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ). Se concluye que el extracto acuoso de las semillas de *Chenopodium quinoa* Willd "quinua", tiene actividad larvicida sobre larvas del III estadio de *Culex quinquefasciatus*. "zancudo".<sup>10</sup>

Huamán (2015), al estudiar la biotoxicidad del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lupinus mutabilis* "tarwi" sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* en Ayacucho, informa que la mortalidad larval fue de  $70 \pm 8,16$  a  $75 \pm 12,91\%$  a las concentraciones de 20000 a 30000 ppm, del extracto hidroalcohólico a un volumen de 10 mL por 100 mL de agua de criadero, porcentaje de mortalidad estadísticamente diferente para cada concentración evaluada según la prueba de Kruskal Wallis ( $\alpha = 0,05$ ), dependiente del incremento de la concentración del producto biotóxico en el medio. La concentración letal media ( $CL_{50}$ ) fue establecida en 17470 ppm, reportándose a los fenoles y taninos pirogalotánicos (+++), como los más abundantes.<sup>11</sup>

Yaranga (2015), al investigar el efecto biotóxico del extracto hidroalcohólico de las hojas y semillas de *Datura stramonium* "chamico" sobre larvas del mosquito

*Culex quinquefasciatus* en Ayacucho, menciona que la mortalidad larval de 65%, fue reportada a la concentración de 10000 ppm del extracto hidroalcohólico de las semillas del "chamico", a esa misma concentración se reportó 47,5% de mortalidad en larvas del mosquito, para el extracto de las hojas de la planta, porcentajes de mortalidad estadísticamente diferentes para cada una de las concentraciones evaluadas ( $p < 0,05$ ), reportándose mayor mortalidad larval a mayor concentración de los productos biotóxicos evaluados. La concentración letal media ( $CL_{50}$ ), fue estimada en 6560,42 ppm para el extracto de las semillas de "chamico" y de 9981,93 ppm para el extracto de las hojas, con un límite de confianza de 95%.<sup>12</sup>

Saume (2016), determinó el efecto biotóxico del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lupinus paniculatus* "qera" sobre larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus* en Ayacucho, donde la mortalidad larval fue de 38 a 58% (D.E.  $\pm 29,5$  y  $\pm 23,87$ ) a las concentraciones de 22500 a 25000 ppm, del extracto hidroalcohólico a un volumen de 10 mL por 100 mL de agua de criadero. La concentración letal media ( $CL_{50}$ ) fue establecida en 24073 ppm.<sup>13</sup>

Quispe (2017), evaluó el efecto biocida del extracto hidroalcohólico de semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet "tarwi" sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* Say, reporta que el extracto hidroalcohólico obtenido de las semillas de *Lupinus mutabilis* "tarwi" son tóxicas, generan mortalidad larval en *Culex quinquefasciatus* de 70 a 75% a las diluciones de 9000 a 11000 mg/L, los menores valores de mortalidad (32,5 y 35%), se reportaron a las diluciones de 3000 a 5500 mg/L, lo que sugiere que a mayor concentración del extracto hidroalcohólico en las unidades experimentales, mayor será la mortalidad larval por efecto del extracto. La concentración letal media ( $CL_{50}$ ) fue estimada en 6364 mg/L, como la necesaria para generar mortalidad larval de 50% de la población de larvas de *Culex quinquefasciatus* expuestas al producto tóxico a 24 horas, con un límite de confianza de 95%.<sup>14</sup>

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Potencial Biocida**

Sustancia interna que posee propiedades específicas, tales como, insecticida, repelente, atrayente para luchar contra las plagas.<sup>15</sup>

### **2.2.2. Plantas nativas**

Se les denomina especies nativas porque son propias u originarias de nuestro país. El Perú posee una gran variedad de especies nativas alimenticias y medicinales.<sup>16</sup>

### **2.2.3. Control**

Es una prueba u observación cuidadosa que sirve para hacer una comprobación, usualmente implica una comparación entre un rendimiento esperado y un rendimiento observado, para verificar si se están cumpliendo los objetivos de forma eficiente y eficaz.<sup>17</sup>

### **2.2.4. Larvas**

Las larvas son las fases juveniles de los animales con desarrollo indirecto (con metamorfosis) 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.<sup>18</sup>

### **2.2.5. *Aedes aegypti***

*Aedes aegypti* se originó en África, donde existen formas selváticas y domésticas, mientras que en América es un mosquito doméstico que se caracteriza por reproducirse en recipientes artificiales del domicilio o sus alrededores. Es una especie tropical y subtropical que se distribuye por todo el mundo, Las poblaciones del mosquito son más abundantes durante el verano, y no sobreviven en el invierno. La temperatura y la humedad son factores críticos que afectan a los huevos y adultos. El *Aedes aegypti* se reproduce en cavidades naturales y en huecos de árboles (axilas de ananá, banana, bromelias, cáscara de coco), aunque la inmensa mayoría se reproduce en los neumáticos, recipientes presentes en los patios, bebederos de animales domésticos, floreros y canaletas de techos.<sup>19</sup>

### **2.2.6. Orden Diptera**

Orden que posee solamente un par de alas: las mesotorácicas. En el mesotórax existen unos órganos pequeños, llamados balancines o halterios en los cuales reside el equilibrio del vuelo. El aparato bucal puede ser chupador o succionador; son holometabólicos. Las formas larvales son ápodas y vermiformes, la mayoría de vida libre y algunas especies adaptadas a la vida parasitaria.<sup>20,21</sup>

### **2.2.7. Familia Culicidae**

La familia Culicidae es un grupo bastante grande de insectos dípteros, de los más abundantes. Los estados de huevo, larva y pupas, son acuáticos, en tanto

que los adultos son hábiles voladores, se les puede reconocer por la venación característica de las alas y por lo largo de la probóscide. Los zancudos son muy importantes porque las hembras succionan sangre y muchas especies pican al humano actuando como vectores en la transmisión de varias enfermedades humanas de gran importancia a nivel mundial.<sup>22</sup>

#### **2.2.8. Extracto hidroalcohólico**

Son extractos líquidos concentrados, obtenidos de la extracción de una planta o parte de ella, utilizando como solvente alcohol y agua, presentan sedimento, color y aroma característicos de la planta de la cual se obtienen.<sup>23</sup>

#### **2.2.9. Concentración letal media (CL<sub>50</sub>)**

Proporción o concentración, calculada estadísticamente, de una sustancia tóxica presente en un medio, que se espera que produzca la muerte de al menos un 50% de individuos de una población susceptible, durante la exposición o en un periodo determinado, bajo un conjunto de condiciones definidas y después de período de exposición determinado. El valor de la CL<sub>50</sub> se expresa en peso de sustancia por unidad de volumen ( $\mu\text{m/L}$ ,  $\text{mg/L}$ , ppm, etc).<sup>24</sup>

#### **2.2.10. Método de análisis Probit**

El Probit se basa en la cuantificación probabilística de la vulnerabilidad de un organismo al ser expuesto a un tóxico. Dicho método consiste en la aplicación de correlaciones estadísticas para estimar las consecuencias desfavorables sobre la población u otros elementos vulnerables a los fenómenos físicos peligrosos. El método de análisis Probit permite estimar la CL<sub>50</sub> ajustando los datos de mortalidad mediante una técnica de probabilidad para estimar los valores que siguen una distribución logarítmica de tolerancia. El porcentaje de organismos afectados o muertos por la acción tóxica de una sustancia se transforma a unidades Probit.<sup>25</sup>

### **2.3. TEORÍAS Y ENFOQUES**

#### **2.3.1. Control biológico**

El control biológico consiste en utilizar enemigos naturales, que interactúan de un modo natural con el vector y compatible con su medio ambiente, permitiendo controlar el nivel poblacional, al reducir la densidad de los vectores por debajo del nivel crítico requerido para la transmisión de la enfermedad, sin ocasionar problemas de contaminación ni residuos. El control biológico se presenta como una alternativa eficaz, esperanzadora y libre de riesgo a los crecientes problemas derivados del uso de insecticidas químicos. Los métodos de control

biológico ofrecen muchas ventajas porque afectan una amplia gama de dípteros vectores que en su ciclo presentan estadios acuáticos, son biodegradables; se pueden emplear en todos los hábitats, son económicos por su acción prolongada y residual; de fácil almacenamiento y aplicación e inocuos para el hombre, la flora, fauna e hidrobiontes acompañantes de los cuerpos de agua y se espera que su uso alivie el 70% de los altos costos de los insecticidas.<sup>26</sup>

### **2.3.2. Alternativas de control biológico**

Actualmente en el Perú se utilizan en el control de plagas insectos, hongos entomopatógenos, bacterias, nemátodos y ácaros, que actúan sobre las plagas parasitándolas, depredándolas o causando enfermedades a los insectos plaga.<sup>27</sup>

Los depredadores son más efectivos contra insectos plaga que se desarrollan en colonias, tales como pulgones, escamas y piojos harinosos. La importancia de los depredadores en el control biológico natural es crucial; estudios de campo indican que en el 75% de los casos, los depredadores bajaron significativamente las poblaciones de insectos plaga.<sup>28</sup>

Los adultos parasitoides son mejores buscadores de presas que los depredadores, frecuentemente son altamente específicos al atacar una sola especie o algunas pocas especies relacionadas, que junto con su alta capacidad reproductiva hacen que muchos parasitoides sean agentes de control biológico efectivos.<sup>29</sup>

Los insectos, ácaros o nemátodos difícilmente pueden desarrollar resistencias a los biocontroladores ya que estos pueden evolucionar de la misma forma que los insectos plaga, algunos biopreparados (hongos, virus, bacterias) son muy específicos y solo atacan a una especie plaga, los biopreparados son cada vez más seguros y no afectan a personas, animales, ni plantas e insectos benéficos, son biodegradables por lo que no contaminan el medioambiente y su impacto ambiental es muy bajo, actúan sobre las plagas a muy baja concentración. En el caso de los biocontroladores a base de extractos botánicos se pueden hacer preparados artesanales si se cuenta con la planta que contiene el compuesto activo, por lo que su elaboración resulta ser de bajo costo, pueden ser usados en estrategias de MAP o de MEP.<sup>30</sup>

### **2.3.3. Plantas biocidas en el control biológico**

Los productos vegetales que presentan actividad insecticida o repelente comprobada juegan un papel importante en el control de la transmisión de las enfermedades metaxénicas. Algunos productos como la nicotina obtenida de

hojas de tabaco, *Nicotiana tabacum* L., la anabasina y la lupinina, alcaloides extraídos de la hierba rusa *Anabasis aphylla* L., la rotenona de *Derris elliptica* Benth y piretroides de las flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis han sido utilizados como insecticidas naturales mucho antes del descubrimiento de insecticidas orgánicos sintéticos. Una gran diversidad de plantas ha demostrado poseer actividad insecticida, ya sea la planta completa o una parte específica de esta. Las familias Annonaceae, Asteraceae, Poaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Solanaceae, Verbenaceae y Piperaceae son algunas de las que se ha demostrado su potencial como larvicida, adulticida, regulador del crecimiento, repelente, quimio esterilizante, inhibidor de la oviposición, entre otras características. Los vectores contra los que se han realizado la mayoría de estudios corresponden a los géneros Aedes, Anopheles, Culex y Stegomyia. Han sido estudiados los extractos acetónicos, etanólicos, aceites esenciales, emulsiones y extractos crudos.<sup>31</sup>

En el Perú han reportado más de 300 especies biocidas, entre otros el ají, ajo, cáldula, cebolla, chile picante, clavo de olor, cola de caballo, culantro, eucalipto, hinojo, hierba buena, kion, maguey, manzanilla, marco (ajenjo), molle, muña, neem, orégano, ortiga, palta, rocoto, romero, ruda, salvia, saúco, tomillo, tabaco silvestre, tarwi, etc.<sup>32</sup>

#### **2.3.4. Principios activos de plantas con actividad biocida**

##### **a) Compuestos fenólicos**

Son sustancias que poseen varias funciones fenol, nombre popular del hidroxibenceno, unido a estructuras aromáticas o alifáticas. Únicamente, algunos compuestos fenólicos de la familia de los ácidos fenoles no son polifenoles, sino monofenoles. Los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal. Son uno de los principales metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas. Además, actúan como fitoalexinas (las plantas heridas secretan fenoles para defenderse de posibles ataques fúngicos o bacterianos) y contribuyen a la pigmentación de muchas partes de la planta (por ejemplo, los antocianos son los responsables del color rojo, naranja, azul, púrpura o violeta que encontramos en las pieles de las frutas y hortalizas). Por otro lado, cuando los fenoles son oxidados, dan lugar a las quinonas que dan un color pardo que muchas veces es indeseable.<sup>33</sup>

##### **b) Flavonoides**

Se encuentran en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza. Se han identificado más de 5000 flavonoides diferentes. En un principio, fueron

consideradas sustancias sin acción beneficiosa para la salud humana, pero más tarde se demostraron múltiples efectos positivos debido a su acción antioxidante y eliminadora de radicales libre. Aunque diversos estudios indican que algunos flavonoides poseen acciones prooxidantes, éstas se producen sólo a dosis altas, constatándose en la mayor parte de las investigaciones la existencia de efectos antiinflamatorios, antivirales o antialérgicos, y su papel protector frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer y diversas patologías. Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante.<sup>34</sup>

### **c) Alcaloides**

Los alcaloides son compuestos químicos de origen vegetal, aunque existen protoalcaloides de origen animal. Existen aproximadamente 5000 alcaloides diferentes. Pueden ser usados como analgésicos, anestésicos, curativos o psicotrópicos, actúan sobre el sistema nervioso central y tienen un gran poder adictivo y excitante. Entre los alcaloides más importantes se encuentran la cafeína, la cocaína, la heroína, la morfina, la nicotina y la quinina.<sup>35</sup>

Son sustancias orgánicas nitrogenadas con carácter básico con una estructura química compleja que ejercen acciones farmacológicas diversas en pequeñas dosis y poseen, en general, una marcada toxicidad por lo que su rango terapéutico es muy estrecho. Se encuentran en un gran número de familias vegetales superiores y se pueden localizar en tejidos periféricos como corteza, raíces, hojas, frutos y semillas.<sup>36</sup>

### **d) Cardenólidos**

Son metabolitos secundarios, producidos por las plantas del género *Digitalis*, que se utilizan ampliamente en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca. El fracaso de los intentos por potenciar su producción a partir de técnicas de cultivo in vitro, ha señalado a la transformación genética como una estrategia promisoriosa para la obtención de plantas altamente productoras.<sup>37</sup>

Un cardenólido es un tipo de esteroide. Muchas plantas contienen derivados de esteroides, conocidos colectivamente como cardenólidos, incluyendo muchos en la forma de glucósidos cardenólidos. Los glucósidos cardenólidos son a menudo tóxicos porque pueden producir cardiopulmonar.<sup>38</sup>

### **e) Saponinas**

Las saponinas son glicósidos hidrosolubles, con propiedades tensoactivas y hemolíticas, ambas atribuidas a sus características estructurales de naturaleza

anfifílica. Estos metabolitos también pueden ejercer una amplia actividad biológica y farmacológica, destacándose su efecto piscida, insecticida, antiprotozoos, antiinflamatorio, leishmanicida, antitrichomonas, antiagregante plaquetario, broncolítico, hipocolesterolémico, así como su actividad citotóxica frente a varias neoplasias. Estos informes sitúan a las saponinas del género *Sapindus* L. entre los metabolitos secundarios con elevado valor farmacológico.<sup>39</sup> Las contienen plantas muy diversas, entre ellas el abrojo, la saponaria o jabonera, el castaño de Indias y muchas otras. Estos principios activos están relacionados con las esterinas vegetales, su característica principal es la de contener muchos grupos hidroxilos y uniones de tipo éter y lactónicas. Tienen sabor acre y en forma de polvo producen estornudo y están casi exentas de toxicidad por vía oral. Algunas saponinas son marcadamente tóxicas. Estas son llamadas saptoxinas y tienen una acción hemolítica sobre los glóbulos rojos sanguíneos si son inyectadas directamente por vía endovenosa.<sup>40</sup>

#### **f) Catequinas**

Las catequinas son antioxidantes que aparecen dentro de la composición química natural de algunos alimentos. Dentro de los antioxidantes, las catequinas entran en el grupo de los polifenoles, unos compuestos que contienen nutrientes tan especiales como los flavonoides. Estos nutrientes tienen un alto poder antioxidante, siendo conocidos por sus propiedades anticancerígenas, inmunoestimulantes, antiinflamatorias, antiartríticas, antiulcéricas, antiagregantes y heparoprotectivas. Toda una gran variedad de beneficios para la salud que tienen como beneficios más interesantes el proteger las células del proceso natural de deterioro, enfermedad y envejecimiento al que todos nos vemos expuestos.<sup>41</sup>

Proviene de la familia de plantas denominada catechu y concretamente del jugo extraído de la *Acacia catechu* L.f.<sup>42</sup>

#### **2.3.5. Mecanismo de acción de los alcaloides**

La mayoría de los alcaloides actúan a nivel de sistema nervioso central, presentando una acción colinérgica, es decir que estén actuando a nivel de la sinapsis en las células neuronales, generando un efecto de bloquear la acetilcolina lo que estaría generando efectos de alteración nerviosa y descompensaciones en muchos sistemas principalmente digestivo y respiratorio.<sup>43</sup>

### 2.3.6. Importancia de las plantas biocidas en el control de mosquitos

Las plantas en el control biológico es uno de los métodos más baratos, seguros, selectivos y eficientes para controlar plagas. La importancia de las plantas en el control de los mosquitos es que no contamina el ambiente y no destruye la vida silvestre, aunque algunos conservacionistas argumentan que el control biológico puede afectar la distribución natural de algunos animales silvestres ya que los agentes introducidos podrían desplazar a especies locales.<sup>44</sup>

Las plantas usadas por sus efectos plaguicidas pueden actuar mediante acción repelente, fagorépelente, veneno de contacto, veneno estomacal y otras formas; algunos compuestos vegetales tienen efectos esterilizantes, interfieren con la oviposición o impiden el desarrollo de las larvas; otras son atrayentes; se siembran alternando con los cultivos que se desea proteger, al alterar a las plagas mantienen libres a los demás cultivos; debemos aprovechar los recursos disponibles pero conociendo sus propiedades, usos y aplicaciones.<sup>45, 46</sup>

La principal sustancia utilizada, proveniente de una planta con uso insecticida fue el sulfato de nicotina extraída del "tabaco", cuyo empleo abarcó un gran número de plagas agrícolas importantes; después se tenía a la rotenona proveniente del "barbasco".<sup>47</sup>

### 2.3.7. Características de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC "cube, barbasco"

El barbasco pertenece a la familia de las fabáceas y registra 150 especies en el mundo; de las cuales 10, son peruanas.<sup>48</sup> Es una fuente importante de rotenona, un insecticida orgánico. Es un arbusto de hoja perenne que produce tallos leñosos que permiten a la planta treparse a otras plantas para obtener apoyo.<sup>49</sup>

#### a) Taxonomía

Clasificación taxonómica de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC, según Cronquist, A. 1988 y caracterizada por Aucasime<sup>50</sup> (Anexo 12).

División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales
Familia	:	Papilionaceae
Género	:	<i>Lonchocarpus</i>
Especie	:	<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC
N.V.	:	"cube" "barbasco"

## **b) Descripción botánica**

Posee un sistema radicular axonomorfo, desarrolladas con alto contenido de sustancias tóxicas. Las hojas son compuestas, alternas, imparipinnadas, peciolo engrosado en la base. El tallo es cilíndrico, ramificado, nudoso y semileñoso. La inflorescencia en racimo. El fruto es una legumbre o vaina larga, aplanada, aguda; alcanzan alturas de 2,5 hasta 5 metros de altura.<sup>51</sup>

## **c) Importancia**

Es una planta con alto potencial industrial y medicinal, en cuyas raíces se concentra una sustancia tóxica llamada rotenona.<sup>51</sup>

La rotenona es muy tóxica para los peces, lo cual el poblador de la selva lo aprovecha para capturar peces. Este uso está prohibido por que mata a toda clase de peces y crustáceos del río, de toda edad y tamaño sin discriminar a los que están en crecimiento y que no pueden ser utilizados como alimento por su tamaño pequeño. El cube controla bien insectos de piel (cutícula) delgada como los áfidos y algunos coleópteros que tienen la parte de la unión entre la coraza quitinosa una piel muy delgada. En caso de áfido por la rotenona también afecta a los controladores biológicos, pero en menor cantidad que los insecticidas de largo poder residual, así mismo permiten una rápida recuperación de la fauna benéfica. En la ganadería se utilizó con excelentes resultados para el control de garrapatas y otros ectoparásitos; sin embargo, hay que indicar que actualmente ha sido desplazado por los modernos insecticidas orgánicos sintéticos. Por su corto poder residual y bajo poder tóxico para los animales de sangre caliente (vacuno, ovinos, auquénidos, chanchos, perros y aves) es ideal utilizarlo para controlar garrapatas, moscas parásitas, piojos y pulgas.<sup>52</sup>

### **2.3.8. Características de *Clibadium surinamense* L. “vacas”**

El género *Clibadium* comprende 29 especies en América Latina, desde México a Perú, entre las Indias Occidentales, presenta alto número de especies en Costa Rica, Colombia y Ecuador.<sup>53</sup>

#### **a) Taxonomía**

Clasificación taxonómica de *Clibadium surinamense* L., según Cronquist, A. 1988 y caracterizada por Aucasime<sup>50</sup> (Anexo 13).

División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Asteridae
Orden	:	Asterales

Familia : Asteraceae  
Género : Clibadium  
Especie : *Clibadium surinamense* L.  
N.V. : “vacas”

#### **b) Descripción botánica**

Arbusto de 1 a 3 metros de altura, hojas simples, opuestas, lanceoladas u ovadas, ápice agudo y acuminado, base obtusa, margen aserrada. Hojas con peciolos entre 0,2 y 3 cm de largo; fuertemente ásperas en el haz. Inflorescencia compuesta en panícula, flores internas secas, negras, castaños al madurar.<sup>54</sup>

#### **c) Importancia**

Es una planta de uso para la pesca desde hace muchos años atrás por los primeros indígenas o pobladores de la selva, quienes supieron cómo utilizarla en la pesca, sin deteriorar al medio ambiente.<sup>55</sup>

Probablemente la planta es rica en saponinas. Una decocción de toda la planta, combinada con *Lippia alba* y *Wedelia trilobata*, se usa para tratar resfriados de cabeza y resfriados de pecho, las hojas son antibióticas se usan para tratar las mordeduras de serpiente, las hojas trituradas se colocan en llagas supurantes para limpiarlas.<sup>56</sup>

#### **2.3.9. Características de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”**

El género *Xanthosoma* comprende a cerca de 50 especies de plantas tropicales y subtropicales de la familia Araceae.<sup>57</sup>

#### **a) Taxonomía**

Clasificación taxonómica de *Xanthosoma poeppigii* Schott, según Cronquist, A. 1988 y caracterizada por Aucasime<sup>50</sup> (Anexo 14).

División : Magnoliophyta  
Clase : Liliopsida  
Subclase : Arecidae  
Orden : Arales  
Familia : Araceae  
Género : *Xanthosoma*  
Especie : *Xanthosoma poeppigii* Schott  
N.V. : “impoccro”

#### **b) Descripción botánica**

Son plantas tropicales de hojas simples, grandes, acorazonadas, sagitadas (con punta). Inflorescencia en espádice rodeada por una espata que suele ser blanca

o amarillenta. Presenta rizoma de las cuales nacen directamente las hojas con nervaduras evidentes.<sup>58</sup>

### **c) Importancia**

Se utilizan en invernaderos o como planta de interior en baños luminosos pues necesitan mucha humedad ambiental.<sup>58</sup> Otras especies como *Xanthosoma roseum*, son utilizadas como plantas ornamentales, y popularmente se les conoce como hoja elegante por sus lustrosas y grandes hojas.<sup>59</sup>

### **2.3.10. Características de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”**

El género *Dieffenbachia* comprende al menos 30 especies, algunas de ellas utilizadas como planta de interior por su alta tolerancia a la sombra.<sup>60</sup>

#### **a) Taxonomía**

Clasificación taxonómica de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott, según Cronquist, A. 1988 y caracterizada por Aucasime<sup>50</sup> (Anexo 15).

División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Subclase	:	Arecidae
Orden	:	Arales
Familia	:	Araceae
Género	:	<i>Dieffenbachia</i>
Especie	:	<i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott
N.V.	:	“monte ajo” “hallente”

#### **b) Descripción botánica**

Son plantas caracterizadas por un tallo carnoso y erguido. Las hojas son simples, grandes, ovalado, lanceoladas. Están provistas de un largo peciolo que envuelve las nuevas hojas hasta el momento que han crecido completamente. Inflorescencia en espádice rodeada por una espata.<sup>61</sup>

#### **c) Importancia**

Las células de la planta *Dieffenbachia* contienen cristales aciculares de oxalato de calcio llamados rafidios. Si se mastica una hoja, estos cristales pueden causar una leve sensación de ardor y eritema temporales. Se cree que otras enzimas de la planta acrecientan la potencia de los cristales. Se han reportado casos raros de edema de los tejidos expuestos a la planta. El masticado e ingestión provoca generalmente solo molestias muy leves, pero el contacto con su goma en ojos o sangre puede provocar problemas cardiacos.<sup>62</sup>

Sin embargo, se considera extremadamente raro que su acción pueda ocasionar la muerte. Según describe la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos, la ingestión o contacto con las hojas de *Dieffenbachia* pueden provocar ardor e inflamación en la boca y garganta, voz ronca o dolor ocular. En casos más serios puede derivar en diarrea, náuseas o vómitos y en daño a la córnea del ojo. Dado que la inflamación de la boca y garganta pueden en efecto obstruir las vías respiratorias, sobre todo de los niños, existe la posibilidad de que provoquen la muerte, aunque según reporta el sitio especializado en medicina, esto es extremadamente raro.<sup>63</sup>

#### **2.3.11. Familia Culicidae: características e importancia**

Los mosquitos culícidos (Insecta: Diptera) son una familia de dípteros nematóceros conocidos vulgarmente como zancudos en algunas partes de América. Incluye, entre otros, los géneros *Anopheles*, *Culex*, *Psorophora*, *Ochlerotatus*, *Aedes*, *Sabethes*, *Culiseta* y *Haemagogus*.<sup>64</sup> Los mosquitos son los más abundantes de los numerosos tipos de artrópodos hematófagos que molestan al hombre, otros mamíferos y aves. Es de particular interés la subfamilia Culicinae, cuyas larvas están provistas de un sifón largo en el octavo segmento abdominal, generalmente con un pecten bien desarrollado y uno o varios penachos de sedas y son de vida acuática. Las pupas son grandes, presentan pequeñas trompetas respiratorias y son muy activas al nadar. Los adultos, con palpos maxilares pequeños en relación al tamaño de la proboscis en las hembras y son largos en los machos. El escutelo es trilobulado con sedas en cada lóbulo, el abdomen cubierto por escamas anchas, casi siempre de posición horizontal. Los huevecillos son depositados en grupos flotantes compactos en la superficie del agua o individualmente arriba del agua.<sup>65</sup>

#### **2.3.12. Características de *Aedes aegypti***

Los mosquitos de *Aedes aegypti* son diurnos, urbanos, domésticos, antropofílicos, pone sus huevos en recipientes domésticos con agua limpia, de vuelo corto, se traslada en forma pasiva (avión, auto, barco, etc).<sup>66</sup> Las hembras hematófagas poseen hábitos de alimentación diurnos, en cercanía a los domicilios humanos, con gran afinidad a la alimentación sobre el hombre (antropofilia diurna). Los adultos pierden actividad por desecación o por debajo de 12 - 14°C. Mosquito netamente doméstico.<sup>67</sup>

#### **2.3.13. Taxonomía de *Aedes aegypti***

Clasificación taxonómica de *Aedes aegypti*, según Linnaeus en 1762 y caracterizada por Colos<sup>68</sup> (Anexo 18).

Phylum	:	Arthropoda
Clase	:	Insecta
Orden	:	Diptera
Familia	:	Culicidae
Género	:	Aedes
Especie	:	<i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus, 1762)

#### **2.3.14. Ciclo de vida de *Aedes aegypti***

Son insectos de metamorfosis completa (holometábola). Durante su desarrollo ontogénico pasan por los estados de huevo, larva, pupa y adulto.<sup>69</sup>

**Huevo:** Mide aproximadamente 1 milímetro de longitud, en forma de cigarro, son más limpios que los huevos de la mayoría de las especies que se crían en recipientes. En el momento de postura son blancos, pero muy rápidamente adquieren un color negro brillante. Son fecundados durante la postura y el desarrollo embrionario se completa en 48 horas si el ambiente es húmedo y cálido, pero puede prolongarse hasta cinco días con temperaturas más baja. Eclosionan en un lapso de 2 a 3 días. Con posterioridad a ese periodo, los huevos son capaces de resistir desecación y temperaturas extremas con sobrevividas de 7 meses a un año. Una vez completado el desarrollo embrionario, un porcentaje reducido de huevos pueden resistir largos períodos de desecación, y pueden prolongarse por más de un año en algunas ocasiones. La capacidad de resistencia a la desecación es uno de los principales obstáculos para el control del mosquito y ésta condición, además, permite transportarlos a grandes distancias en recipientes secos.<sup>69</sup>

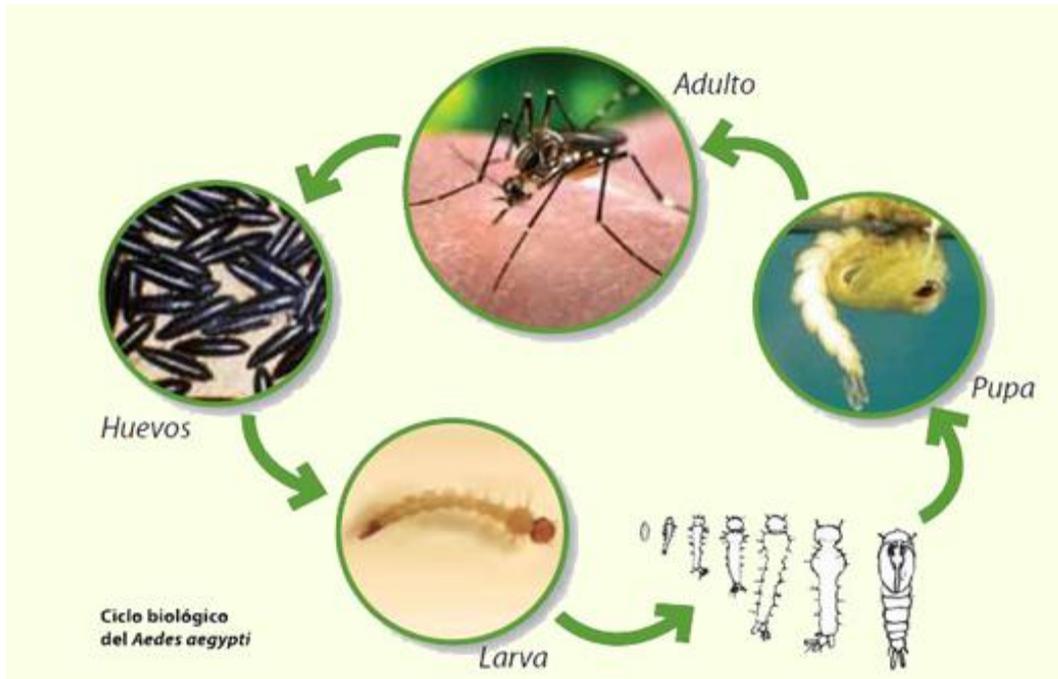
**Larva:** Las larvas que emergen inician un ciclo de 4 estadios larvales, son exclusivamente acuáticas y como la mayoría de los insectos holometábolos la fase larval es el período de mayor alimentación y crecimiento. Pasan la mayor parte del tiempo alimentándose de material orgánico sumergido o acumulado en las paredes y el fondo del recipiente, para lo cual utilizan las cerdas bucales en forma de abanico. Se asemejan a otras larvas de mosquitos por la cabeza y el tórax ovoide y el abdomen de 9 segmentos. El segmento posterior (anal) del abdomen tiene 4 branquias lobuladas para la regulación osmótica y un sifón, para la respiración en la superficie del agua. La posición de reposo en el agua es casi vertical. En cuanto al desplazamiento acuático, lo hacen con un movimiento serpenteante característico. Son fotosensibles (sensibles a la luz), desplazándose hacia el fondo del recipiente, aun cuando son perturbados. La

duración del desarrollo larval depende de la temperatura, la disponibilidad de alimentos y la densidad de larvas en el recipiente. En condiciones óptimas, con temperaturas de 25 a 29°C, el período desde la eclosión hasta la pupación puede ser de 5 a 7 días, pero comúnmente dura de 7 a 14 días.<sup>69</sup>

Los tres primeros estadios se desarrollan rápidamente, mientras que el cuarto demora más tiempo con mayor aumento de tamaño y peso. En condiciones rigurosas (baja temperatura, escasez del alimento) el cuarto estadio larval puede prolongarse por varias semanas, hasta 7 meses, previo a su transformación en pupa. Son incapaces de resistir temperaturas inferiores a 10°C, superiores a 45°C, impidiéndose a menos de 13°C su pasaje a estadio pupal. Las larvas de *Aedes aegypti* pueden diferenciarse a simple vista de las larvas de otras especies por su sifón más corto que el de la mayoría de los otros culícidos.<sup>69</sup>

**Pupa:** Las pupas no se alimentan, presentan un estado de reposo donde se producen importantes modificaciones anatómico fisiológicas hasta la aparición de los adultos. Reaccionan inmediatamente a estímulos externos tales como vibración y se desplazan activamente por todo el recipiente. Se mantienen en la superficie del agua debido a su flotabilidad y ésta propiedad facilita la emergencia del insecto adulto. El período pupal dura de 1 a 3 días en condiciones favorables, con temperaturas entre 28 y 32°C. Las variaciones extremas de temperatura pueden dilatar este período. La pupa tiene en la base del tórax un par de tubos respiratorios o trompetas que atraviesan la superficie del agua y permiten la respiración. En la base del abdomen poseen un par de remos, paletas o aletas natatorias que sirven para el nadar.<sup>69</sup>

**Adulto:** Al emerger de la pupa, el insecto adulto permanece en reposo permitiendo el endurecimiento del exoesqueleto y las alas. Dentro de las 24 horas siguientes a la emergencia pueden aparearse iniciándose la etapa reproductora del insecto. El sonido emitido por el batido de las alas de las hembras durante el vuelo atrae al macho hacia ella, pero una vez que la hembra ha tenido su alimentación sanguínea ocurren pocos apareamientos, porque ella debe batir sus alas con mayor rapidez para compensar el aumento de peso y este aumento en la frecuencia del movimiento de las alas no es atractivo para los mosquitos machos. El apareamiento en general se realiza durante el vuelo pero en algunas ocasiones se lleva a cabo en una superficie horizontal o vertical.<sup>69</sup>



**Figura 1.** Ciclo de vida de *Aedes aegypti*.<sup>70</sup>

### 2.3.15. Importancia del *Aedes aegypti* en la salud pública

Los mosquitos (Diptera: Culicidae) es uno de los grupos de insectos de mayor notoriedad en Salud Pública no sólo por su molesta picadura sino, sobre todo, por la gran variedad y cantidad de enfermedades que transmiten al ser humano y a los animales. Entre ellas hay que destacar la Malaria, el Dengue, la Fiebre amarilla, el Virus del Oeste del Nilo, el Chikungunya, las Filariasis y diversas Encefalitis que anualmente afectan a millones de personas en todo el mundo. Para el control de las poblaciones de mosquitos se ha de conocer bien la distribución, la biología y la etología de las especies perjudiciales. Sólo de ese modo se pueden diseñar planes de acción dirigidos específicamente al control de las especies transmisoras, pues no todas las especies tienen la misma importancia sanitaria ni todas tienen como hospedador preferencial al ser humano.<sup>71</sup>

Los mosquitos (Diptera: Culicidae) incluyen los vectores más importantes de enfermedades humanas. En particular, se ha reconocido la importancia del mosquito *Aedes aegypti* en el ciclo de transmisión de varias enfermedades, principalmente arbovirosis. La globalización impacta la dinámica de transmisión y el papel vectorial de *Aedes aegypti*, debido a factores tales como la urbanización, el crecimiento poblacional, el cambio climático, cambios en el uso de la tierra, incremento en el comercio internacional y el número de viajeros alrededor del mundo.<sup>72</sup> Algunos virus con distribución geográfica limitada y un

ciclo típicamente selvático enzoótico se han adaptado e introducido a nuevas regiones y centros urbanos donde encuentran una población de *Aedes aegypti* competente al virus, una población humana susceptible a la infección y condiciones ambientales favorables, dando lugar a ciclos de transmisión autóctonos. Durante los últimos años, epidemias de dengue, chikungunya y zika, entre otras, se han expandido rápidamente y han emergido como una grave problemática mundial.<sup>73</sup> *Aedes aegypti* es altamente eficiente como vector debido, entre otros factores, a su alta antropofilia y a que generalmente requiere picar varios humanos antes de completar su ciclo gonotrófico, facilitando la dispersión de los patógenos.<sup>74</sup>

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1. Ubicación política

Región : Kimbiri  
Provincia : La Convención  
Distrito : Kimbiri

Los lugares de muestreo del material biológico y el laboratorio de investigación, fueron los siguientes:

##### a) Recolección del material biológico

- Las hojas de la planta *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”, *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott, “monte ajo” “hallente” se recolectó en la Comunidad de Ubiato (Figura 2) y *Clibadium surinamense* L. “vacas” en la Comunidad de Sampantuari -Nativo (Figura 3), ambos ubicados en el distrito de Kimbiri, provincia La Convención, departamento de Cusco.
- Las posturas de huevos fueron proporcionadas por el Área de Vigilancia y Control Vectorial de la Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari, a partir de los cuales se inició la crianza de larvas del mosquito *Aedes aegypti* (Figura 4).

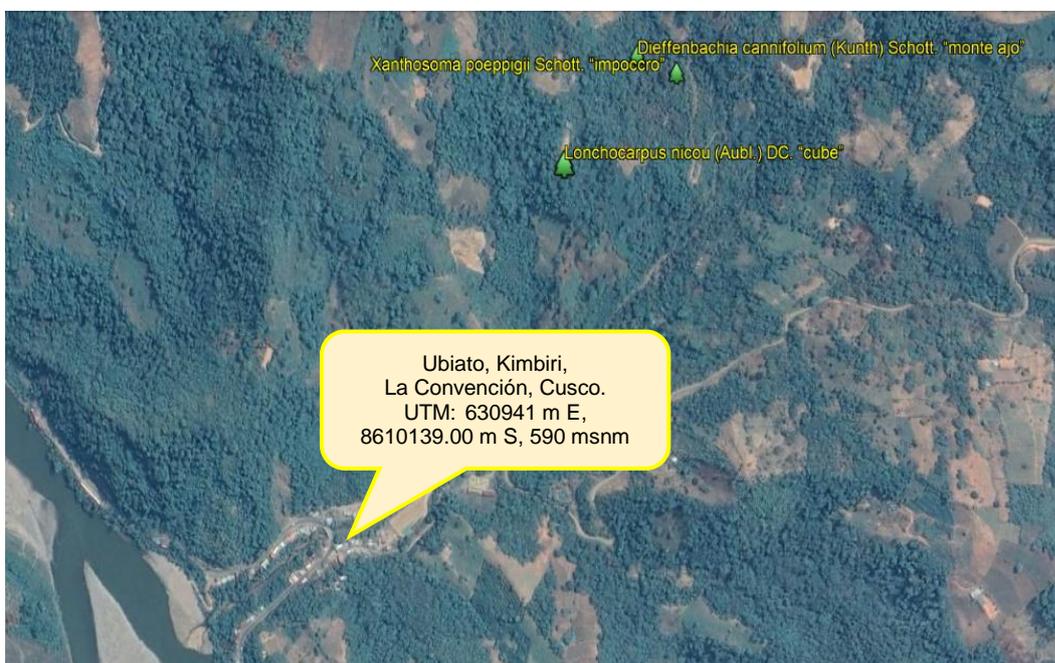
##### b) Secado de las hojas y obtención del extracto hidroalcohólico

Laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (Figura 5).

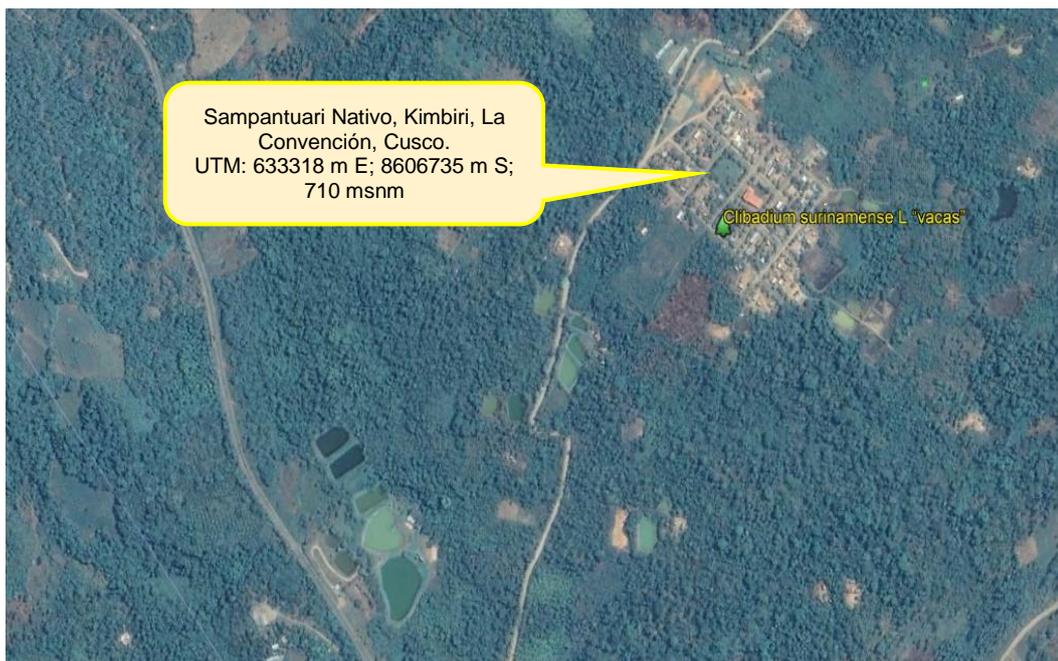
### 3.1.2. Ubicación geográfica

**Tabla 1.** Ubicación política y geográfica de los lugares de muestreo y ejecución.

Lugar	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas UTM		
				Long. (m)	Lat. (m)	Alt. Msnm
Comunidad de Ubiato	Kimbiri	La Convención	Cusco	630941	8610139	590
Comunidad de Sampantuari - Nativo	Kimbiri	La Convención	Cusco	633318	8606735	710
Área de Vigilancia y Control Vectorial	Kimbiri	La Convención	Cusco	631421	8604869	632
Laboratorio de Zoología, FCB - UNSCH.	Ayacucho	Huamanga	Ayacucho	584425	8546618	2791



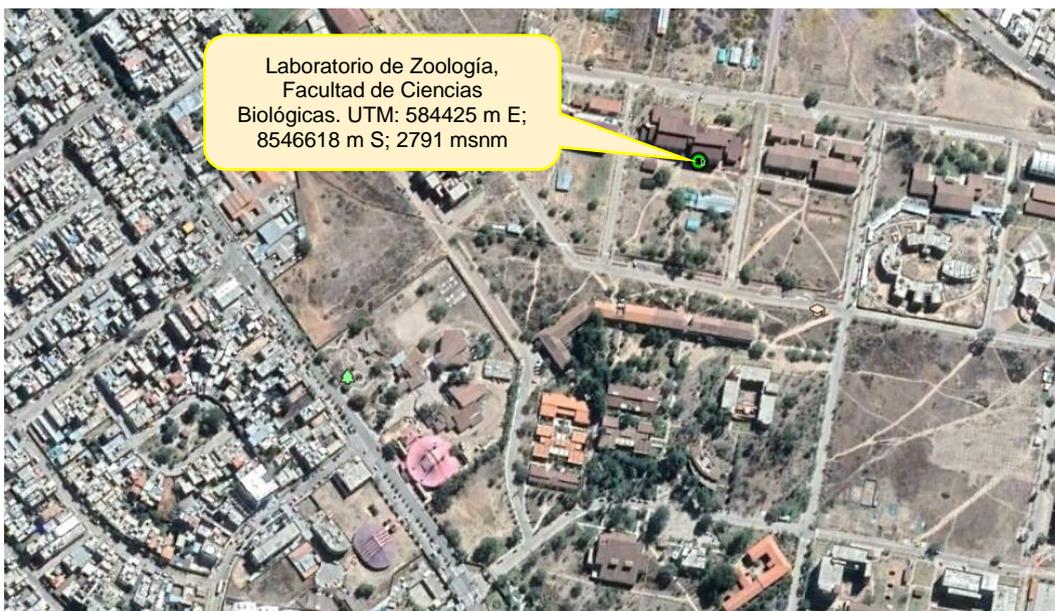
**Figura 2.** Imagen satelital del lugar de recolección de hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoćcro”, *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”. Comunidad de Ubiato, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.



**Figura 3.** Imagen satelital del lugar de recolección de hojas de *Clibadium surinamense* L. "vacas". Comunidad de Sampantuari - Nativo, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.



**Figura 4.** Imagen satelital del lugar de crianza de larvas de *Aedes aegypti*. Área de Vigilancia y Control Vectorial. Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari. Distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.



**Figura 5.** Imagen satelital del lugar del secado de las hojas y obtención del extracto hidroalcohólico. Laboratorio de Zoología, ubicado en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

### **3.2. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.2.1. Población**

Hojas de cuatro plantas nativas de la comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco).

#### **3.2.2. Muestra**

120 g de hojas secas de cada una de las cuatro plantas nativas de la Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo, identificadas en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

#### **3.2.3. Unidad de análisis**

1200 Larvas de IV estadio de mosquitos de *Aedes aegypti* criadas en el Área de Vigilancia y Control Vectorial. Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari (Kimbiri - La Convención - Cusco).

### **3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN - NIVEL DE ESTUDIO**

Aplicativo - Experimental

### **3.4. METODOLOGÍA**

#### **3.4.1. Recolección y mantenimiento del material biológico**

##### **a) Recolección de las hojas de cuatro especies nativas**

Las hojas de las plantas fueron recolectadas en la comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco) (Anexo 25).

Las hojas fueron recolectadas cuidadosamente en bolsas de papel y etiquetadas con las características geográficas de la zona de recolección y posteriormente transportadas hasta el laboratorio de Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas donde fueron almacenadas y secadas a temperatura ambiente.

**b) Identificación de cuatro especies nativas**

Las partes representativas de las plantas fueron prensadas en el mismo lugar de recolecta utilizando una prensa de madera portátil con la finalidad de llevar a cabo la identificación taxonómica.

Previamente herborizadas, estas fueron derivadas al Herbarium Huamangensis de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; donde fueron identificadas según el Sistema de Clasificación de Cronquist, A. en 1988 y certificada por la Blga. Laura Aucasime Medina (anexos 12, 13, 14 y 15).

**c) Crianza de *Aedes aegypti***

Las larvas del mosquito *Aedes aegypti*, fueron obtenidas a partir de las posturas de huevos proporcionadas por el Área de Vigilancia y Control Vectorial de la Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari (Anexo 27).

Los huevos fueron colocadas en bandejas de plástico conteniendo agua declorada donde eclosionaron y mantenidas hasta el estadio larval I, luego trasladadas a bandejas de plástico de 2 L de capacidad (30 x 10 x 10 cm), conteniendo 1,5 L de agua declorada. La crianza fue realizada en un ambiente acondicionado en la Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari a una temperatura de 28°C y una humedad relativa de 67%. Fueron alimentadas con hojuelas trituradas de alimento balanceado para peces tropicales, hasta el estado de pupa.

Pupas con comportamiento y movilidad típica de la especie, fueron seleccionadas y transferidas a frascos de emergencia de adultos acondicionados en el ambiente de trabajo. Los adultos fueron trasladados a jaulas de tecnopor mediante aspirador entomológico manual (tubo succionador: 35 cm L x 13 mm D material boro silicato, trampa central: malla metálica de trampa con conector de plástico; manguera de jebe: 60 cm L x 10 mm D), para facilitar la cópula e iniciar una nueva crianza considerada como generación F2 y obtener una cohorte de un mismo estadio, fueron alimentadas con sangre humana y trozos de naranja con intervalos de 2 días, (Anexo 28) y así obtener larvas del IV estadio de desarrollo (promedio: 1 a 1,2 cm de tamaño), necesarias para las pruebas experimentales.

Larvas consideradas en el experimento, fueron seleccionadas considerando las características morfológicas y comportamiento típico de la especie, así como de un tamaño similar.

#### **3.4.2. Preparación del extracto hidroalcohólico de las hojas y formulación de las concentraciones para las pruebas de biotoxicidad**

Las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, *Clibadium surinamense* L. “vacas”, *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro” y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente” fueron dispuestas en un ambiente limpio, con buena ventilación y a temperatura ambiente hasta su secado completo. Las hojas secas se trituraron utilizando un mortero con su respectivo pilón, para luego ser tamizado a través de un tambor cernidor N° 200 homogenizando el diámetro de las partículas y permitir, de este modo, un mejor macerado hidroalcohólico de las hojas de la planta.

Se pesaron 120 g del tamizado de las hojas de cada una de las plantas y fueron maceradas en 1000 mL de alcohol al 96% durante siete días en constante agitación; los extractos obtenidos fueron filtrados y almacenados en refrigeración a 4°C, al residuo de los filtrados se le añadió 1000 mL de alcohol al 96% permitiendo su maceración por tres días a fin de lograr una mayor cantidad de producto extraíble. Lográndose una cantidad adicional de extractos hidroalcohólicos de las hojas de las especies de plantas. Finalmente, ambos extractos fueron reunidos, el excedente del alcohol presente en las muestras fue evaporado utilizando un equipo de baño maría a temperatura menor de 40°C hasta llegar a una concentración alcohólica de un grado (igual a 0°), con lo que se llegó a producir una solución madre de 10000 partes por millón (ppm) de cada especie de planta (Anexo 26).

Una prueba preliminar fue hecha a fin de determinar las concentraciones ideales con las cuales llevar a cabo el experimento del potencial biocida de las plantas nativas. La prueba consistió en evaluar las concentraciones de 1000, 1500, 2000, 2500 y 3000 ppm a un volumen de 100 mL por unidad experimental; al hallarse mortalidades próximas al 100% en la prueba sobre todo en las concentraciones superiores a 1500 ppm, sobre la base de los resultados hallados después de las 24 horas de efectuada la prueba piloto y habiéndose demostrado en las concentraciones de 1500 y 2000 ppm mortalidades superiores al 50%, se tomó la decisión de desarrollar la prueba confirmatoria de mortalidad utilizando las concentraciones de 500, 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm

a un volumen de 100 mL por unidad experimental (concentraciones lo suficientemente altas para permitir detectar el efecto de los constituyentes menores presentes en los extractos hidroalcohólicos obtenidos).

#### **3.4.3. Screening fitoquímico preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro especies nativas**

Obtenidos los extractos hidroalcohólicos, se llevó a cabo la identificación de los componentes químicos (screening fitoquímico preliminar) a fin de relacionar la presencia de alguno de sus componentes con las características tóxicas de la planta. El análisis de los componentes de cada extracto y su identificación correspondiente fueron llevadas a cabo en el laboratorio de Farmacia de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, siguiendo los procedimientos descritos por Miranda y Cuellar<sup>75</sup> y Lock de Ugaz<sup>76</sup> (anexos 16 y 17).

#### **3.4.4. Evaluación del potencial biocida de las cuatro especies nativas**

Para este propósito los ensayos se realizaron en vasos plásticos descartables de 4 cm de base por 6,5 cm de ancho y 8,5 cm de alto (capacidad: 120 mL), las mismas que correspondieron a las unidades experimentales. La población de larvas de IV estadio necesarias para el desarrollo de las pruebas fueron concentradas previamente en una bandeja de plástico conteniendo agua declorada; utilizando una pipeta plástica (pipeta de Pasteur plastibrand®), fueron separadas 10 larvas de IV estadio por vaso para cada una de las concentraciones a evaluar (500, 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm), previamente para la concentración menor se incorporó 95 mL de agua declorada, para luego ser completada al volumen de 100 mL con 5 mL de la dilución del extracto a evaluar, lo que correspondió al volumen total donde fueron colocadas 10 larvas de IV estadio del mosquito. Y así sucesivamente para cada concentración. Cada concentración fue evaluada con 5 repeticiones y su control (anexos 30, 31 y 32). Las lecturas de mortalidad se llevaron a cabo a las 24 horas posteriores al inicio del experimento. Las larvas fueron declaradas muertas cuando no reaccionaron al momento de ser tocadas con una pipeta Pasteur. Al no registrarse mortalidad larval en las unidades experimentales blanco, no fue necesario realizar la corrección de los resultados de la biotoxicidad en las pruebas experimentales, a través de la fórmula propuesta por Abbott en 1925.<sup>77</sup>

#### **3.4.5. Determinación de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>)**

Para el cálculo de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) y sus respectivos límites de confianza al 95%, se utilizó los datos de mortalidad larval en las concentraciones

cinco concentraciones, mediante el método de análisis Probit con la ayuda del paquete estadístico MINITAB 16. El método de análisis Probit permitió estimar la  $CL_{50}$  ajustando los datos de mortalidad<sup>78</sup> mediante una técnica de probabilidad para estimar los valores que siguen una distribución logarítmica de tolerancia.<sup>79</sup> El análisis Probit, es un tipo particular de regresión lineal, con el objetivo de conocer la relación que existe entre una variable independiente (la concentración del tóxico) y una variable dependiente (la respuesta = mortalidad larval) para una especie y una exposición determinada. Para ello la respuesta acumulada de los organismos (mortalidad acumulada) se transforma a unidades Probit (eje Y) y la concentración de tóxico se transforma logarítmicamente (eje X). El resultado es una recta en la cual podemos interpolar el 50% de la respuesta y conocer que concentración de tóxico causa esa respuesta ( $CL_{50}$ ).<sup>80</sup>

### **3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño fue experimental adecuado a un factorial de A x B; donde A = Especies de plantas, B = concentraciones del extracto hidroalcohólico.

### **3.6. ANÁLISIS DE DATOS**

Con los datos obtenidos en las pruebas del efecto biocida de los extractos hidroalcohólicos de las hojas de las cuatro plantas nativas en el control de larvas de IV estadio de *Aedes aegypti*, se calculó la mortalidad para cada dosis formulada a través de la aplicación de la siguiente ecuación:

- **Porcentaje de mortalidad larvaria**

$$\% \text{ Mortalidad larvaria} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de larvas muertas}}{\text{N}^\circ \text{ de larvas expuestas}} \times 100$$

Los datos fueron sometidos a un análisis de Kruskal Wallis ( $\alpha < 0,05$ ) con la finalidad de comparar las cuatro especies y las cinco concentraciones, para el cual se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT.

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla 2.** Especies identificadas y características morfológicas de plantas nativas procedentes de la Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco).

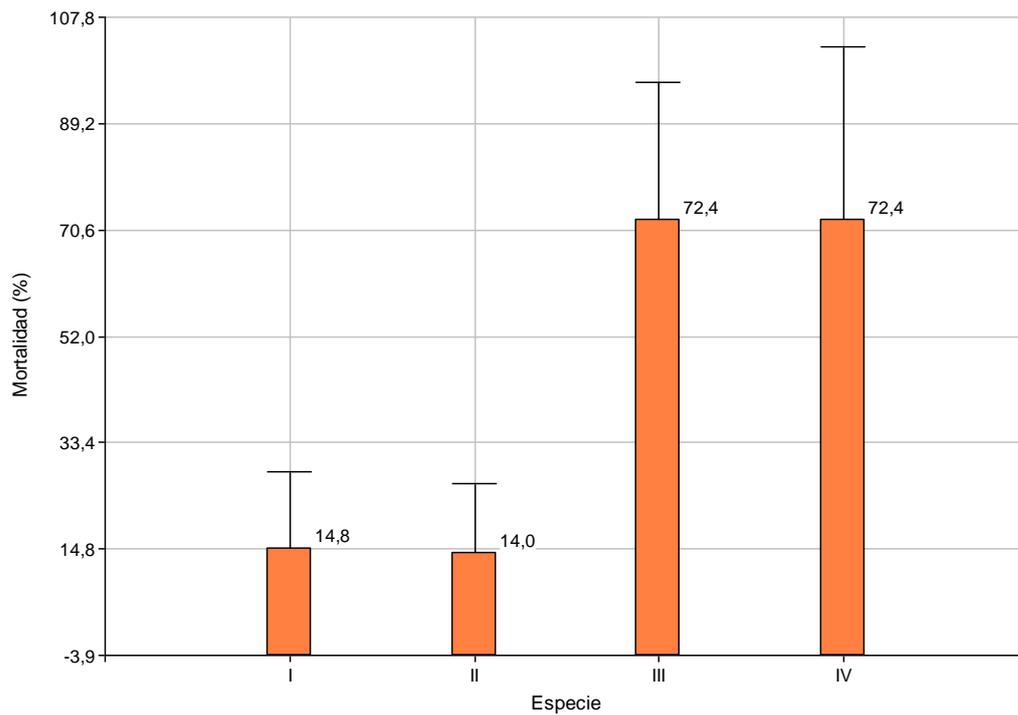
<b>Especies</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Características morfológicas</b>
<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC	“cube” “barbasco”	Hojas compuestas, alternas, imparipinadas Inflorescencia en racimo Tallo cilíndrico, ramificado, nudoso y semileñoso Raíz axonomorfo (pivotante)
<i>Clibadium surinamense</i> L.	“vacas”	Hojas simples, opuestas, lanceoladas Inflorescencia compuesta en panícula
<i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott	“impoccro”	Hojas simples, grandes, acorazonadas, sagitadas Inflorescencia en espádice rodeada por una espata Rizoma
<i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott	“monte ajo” “hallente”	Hojas simples, grandes, ovalado, lanceoladas Inflorescencia en espádice rodeada por una espata Tallo carnoso

**Tabla 3.** Componentes fitoquímicos identificados a partir del screening preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco” y *Clibadium surinamense* L. “vacas”.

Componentes químicos	Especies			
	<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC	<i>Clibadium surinamense</i> L.	<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC	<i>Clibadium surinamense</i> L.
Compuestos fenólicos	+++	+++	Abundante	Abundante
Flavonoides	+++	+++	Abundante	Abundante
Alcaloides	++++	+++	Muy abundante	Abundante
Alcaloides	+++	+++	Abundante	Abundante
Cardenólidos	--	--	Ausente	Ausente
Saponinas	++++	++	Muy abundante	Poco
Aminoácidos y/o péptido libre	--	--	Ausente	Ausente
Catequinas	++++	+++	Muy abundante	Abundante

**Tabla 4.** Componentes fitoquímicos identificados a partir del screening preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro” y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”.

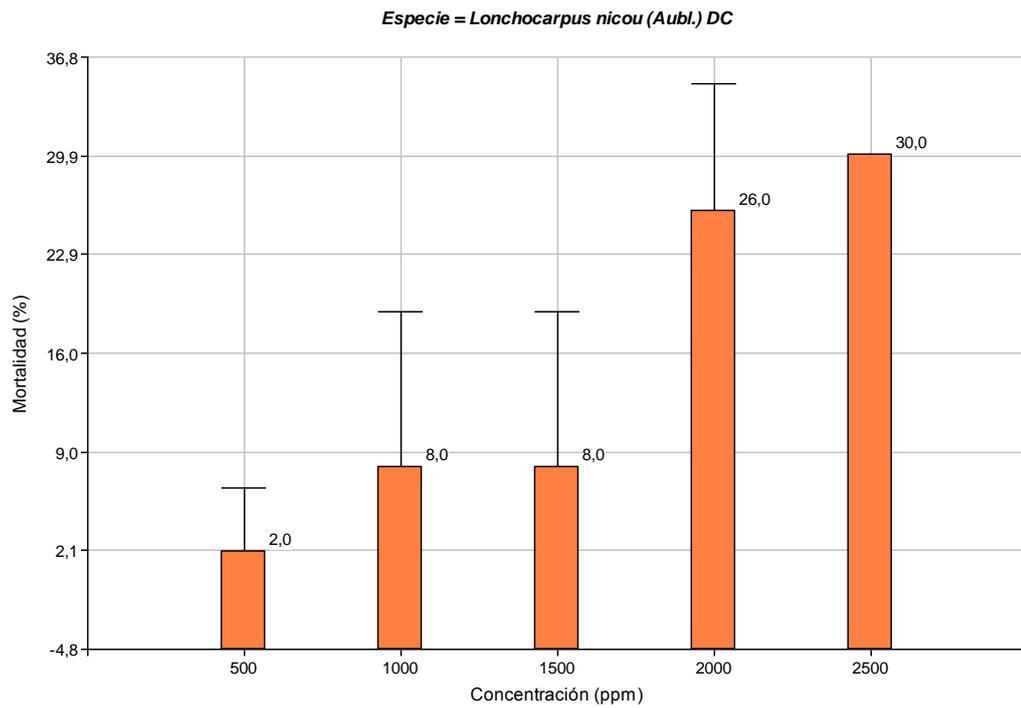
Componentes químicos	Especies			
	<i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott	<i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott	<i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott	<i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott
Compuestos fenólicos	++	+	Poco	Escaso
Flavonoides	--	--	Ausente	Ausente
Alcaloides	+++	++++	Abundante	Muy abundante
Alcaloides	+++	++++	Abundante	Muy abundante
Cardenólidos	--	--	Ausente	Ausente
Saponinas	--	--	Ausente	Ausente
Aminoácidos y/o péptido libre	--	--	Ausente	Ausente
Catequinas	+++	--	Abundante	Ausente



Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 60,67$ ;  $p = 0,0001$

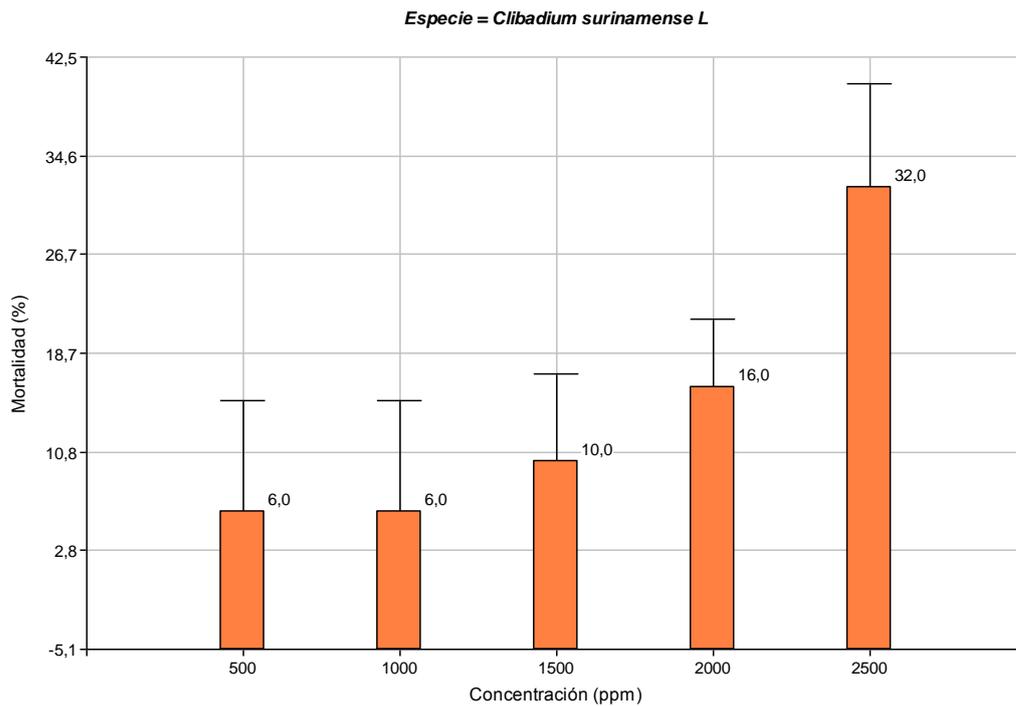
I: *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC; II: *Clibadium surinamense* L.; III: *Xanthosoma poeppigii* Schott; IV: *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott

**Figura 6.** Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas, en 24 horas de exposición.



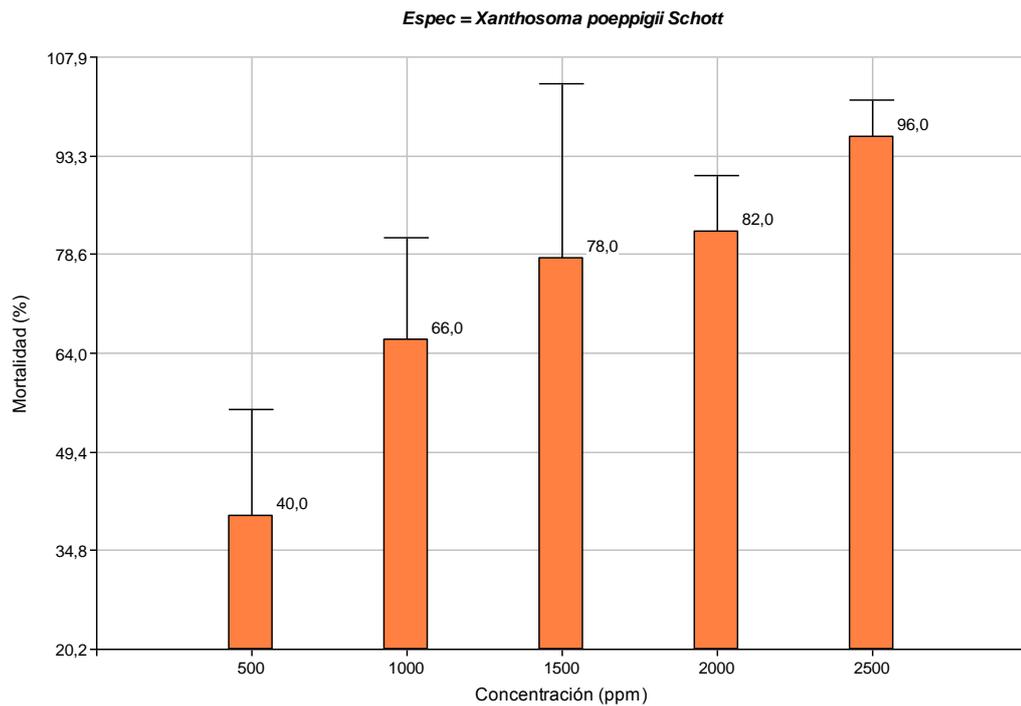
Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 15,57$ ;  $p = 0,0017$

**Figura 7.** Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.



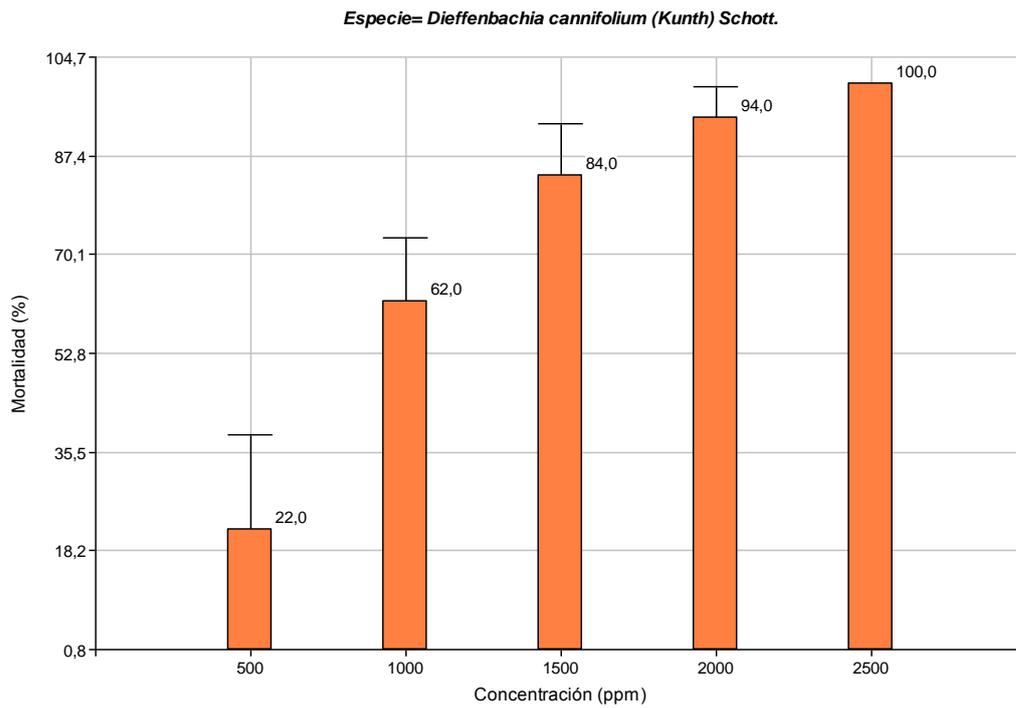
Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 13,23$ ;  $p = 0,0068$

**Figura 8.** Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Clibadium surinamense* L. “vacas”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.



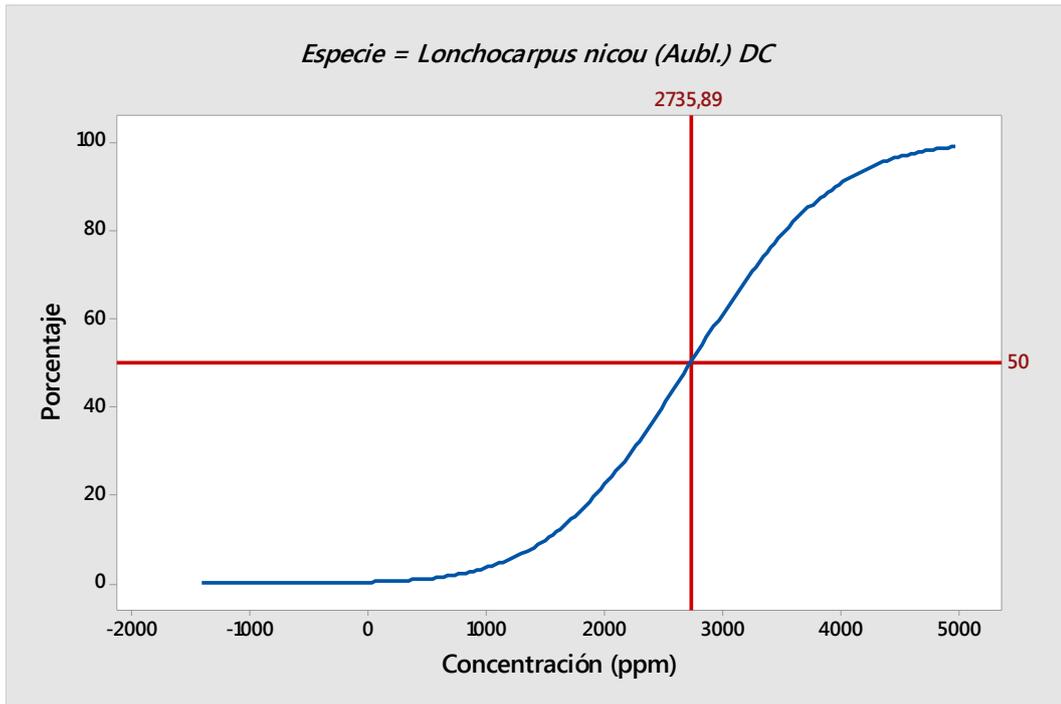
Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 14,66$ ;  $p = 0,0046$

**Figura 9.** Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.

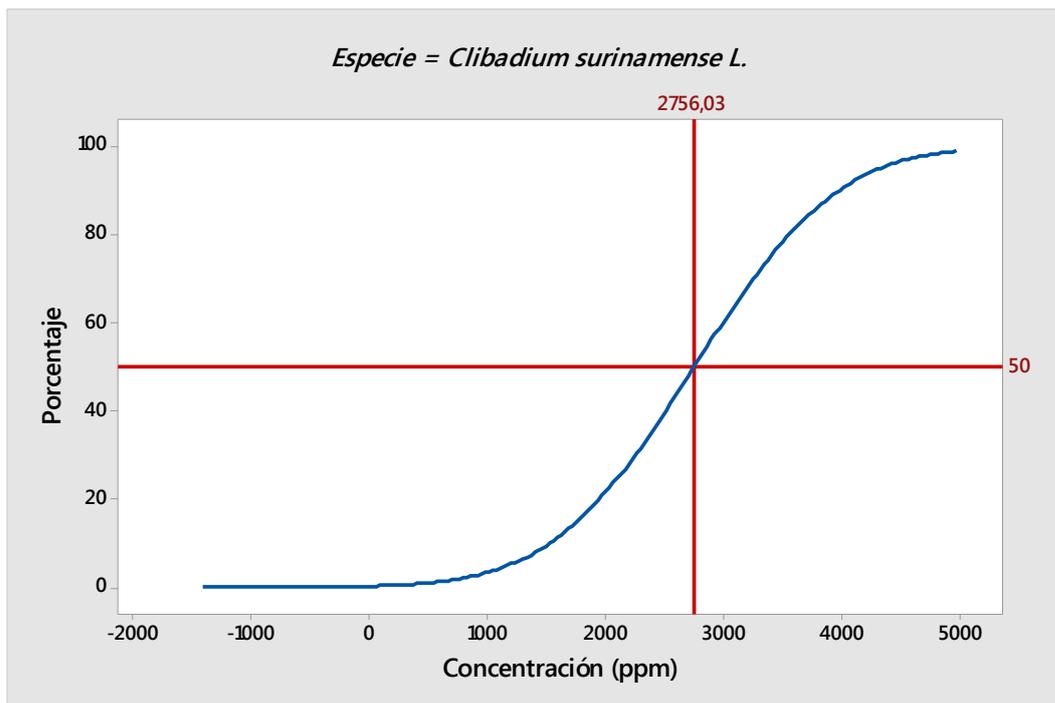


Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 21,08$ ;  $p = 0,0002$

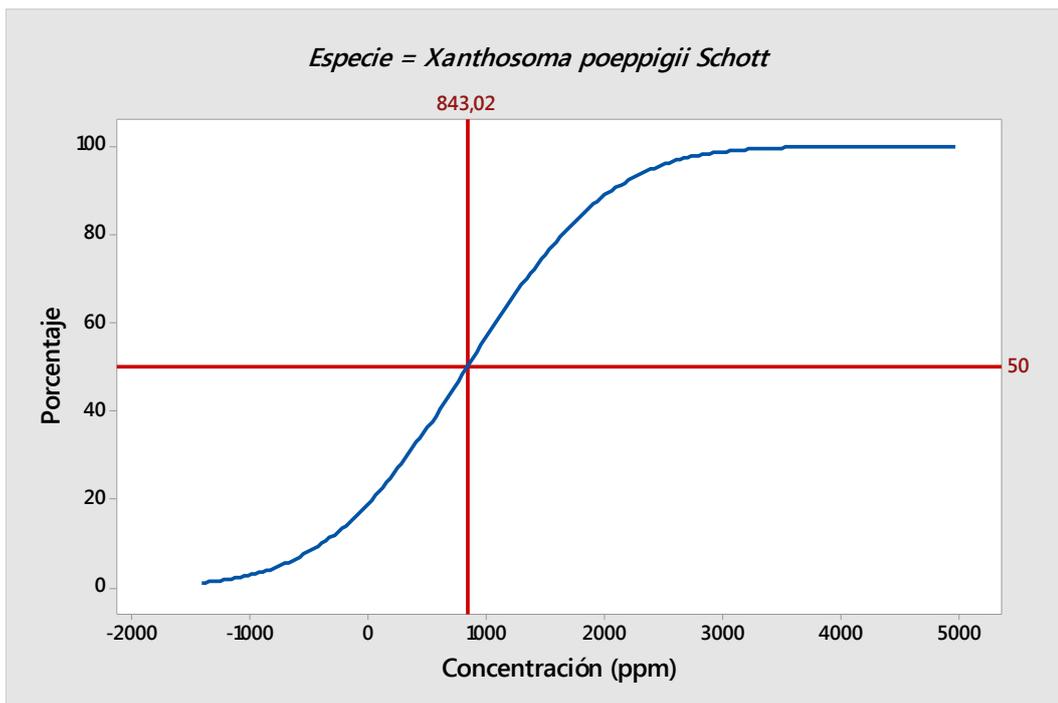
**Figura 10.** Porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.



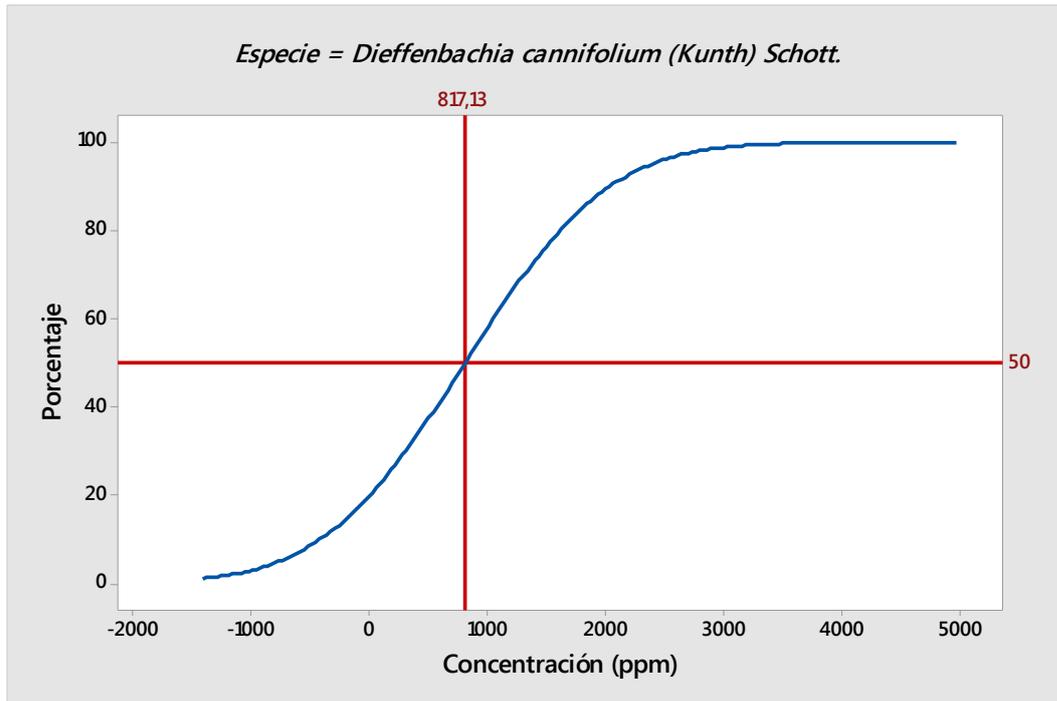
**Figura 11.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición.



**Figura 12.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Clibadium surinamense* L. “vacas”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición.



**Figura 13.** Concentración letal media ( $CL_{50}$ ) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott "impoccro", sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición.



**Figura 14.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición.

**Tabla 5.** Valores de la Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) y los intervalos de confianza a las 24 horas de exposición para las especies de plantas nativas.

Especies	Tiempo de exposición (h)	CL <sub>50</sub>	Intervalo de confianza (95%)	
			Inferior	Superior
I	24	2734,89	2517,06	2986,54
II	24	2756,03	2534,99	3012,48
III	24	843,03	660,78	1011,26
IV	24	817,13	630,81	990,01

CL<sub>50</sub>: Concentración Letal Media

I: *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC; II: *Clibadium surinamense* L.; III: *Xanthosoma poeppigii* Schott;

IV: *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott

## V. DISCUSIÓN

La tabla 3, reporta los componentes fitoquímicos determinado a través del screening preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco” y *Clibadium surinamense* L. “vacas”. *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC presenta alcaloides, saponinas, catequinas en cantidad muy abundante (++++), compuestos fenólicos, flavonoides en cantidad abundante (+++). *Clibadium surinamense* L. presenta compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides, catequinas en cantidad abundante (+++), mientras que saponinas con poca presencia (++) (Anexo 16).

La tabla 4, reporta los componentes fitoquímicos determinado a través del screening preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro” y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”. *Xanthosoma poeppigii* Schott presenta alcaloides, catequinas en cantidad abundante (+++), compuestos fenólicos con poca presencia (++) . *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott presenta alcaloides en cantidad muy abundante (++++), mientras que compuestos fenólicos con escasa presencia (+) (Anexo 17).

Ayala *et al*., atribuyeron la actividad biotóxica de la “ruda” sobre larvas del mosquito culicido, a la presencia de los alcaloides (+++), sustancia considerada como la más abundantes, seguida de los triterpenos, esteroides, saponinas, taninos y flavonoides, que fueron reportados con moderada presencia (++)<sup>8</sup>. Así mismo, Huamán, reportó a los fenoles y taninos pirogalotánicos (+++), como los más abundantes. De moderada presencia (++) los flavonoides y triterpenos. Los alcaloides como trazas (+). Afirman que el efecto biotóxico de la planta probablemente esté relacionado con la actividad sinérgica de los alcaloides, triterpenos, algunos tipos de fenoles y taninos, y a la complejidad de los productos trazas<sup>11</sup>. Saume, reportó a los alcaloides, compuestos fenólicos y

taninos, las lactonas y/o cumarinas, como abundantes (+++), seguido de los flavonoides de presencia regular (++) , finalmente los azúcares reductores, antroquinonas y naftoquinonas, esteroides y/o triterpenoides y los cardenólidos, reportados como elementos trazas (+). Se atribuyó a los alcaloides, compuestos fenólicos, lactonas y esteroides y/o triterpenoides, como los metabolitos secundarios responsables de generar el efecto biotóxico de la planta *Lupinus paniculatus* “qera” en larvas del mosquito *Cx. Quinquemaculatus*.<sup>13</sup>

La acción tóxica del extracto hidroalcohólico de *Xanthosoma poeppigii* Schott y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott sobre las larvas de *Aedes aegypti*, probablemente se deba a la presencia de los alcaloides del tipo quinolizidínicos, compuesto que muestra una estructura química variable, y que por definición se dice que son biomoléculas que posee un nitrógeno heterocíclico procedente del metabolismo de aminoácidos el cual dentro del metabolismo normal de las plantas no se transforman totalmente en proteína vegetal, sino que continúa su circulación en la savia o se fija en algunas partes de la planta, por lo que pueden combinarse con moléculas de azufre formando heterósidos cianogénicos.<sup>81</sup> Muchas de estas moléculas son las que causan intoxicaciones en humanos, animales y probablemente en los insectos. La forma más común es la intoxicación por infusiones con hierbas con fines medicinales, siendo esta una causa importante de muerte sobre todo en niños. Su presencia en vegetales hace posible su incorporación accidental en alimentos, creando una vía fácil de intoxicación. Generalmente actúan sobre el sistema nervioso central, si bien algunos afectan al sistema nervioso parasimpático y otras al sistema nervioso simpático.<sup>82</sup>

Los fenoles y flavonoides son polifenoles de distribución muy amplia en las plantas, se han encontrado en más del 60% de las especies vegetales donde se ha investigado su presencia. Además, aunque con frecuencia se piense que los flavonoides son pigmentos exclusivos de flores y frutos, también pueden encontrarse en todo el vegetal, incluidas la raíz, el tallo o las hojas de las plantas.<sup>83</sup>

La figura 6, reporta el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas, en 24 horas de exposición, obteniendo como resultado que las mayores mortalidades se llevaron a cabo en las plantas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott y *Xanthosoma*

*poepigii* Schott con una mortalidad promedio del 72,4% a diferencia de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC y *Clibadium surinamense* L.; con una mortalidad entre 14,0 y 14,8% respectivamente. Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se halló significancia estadística ( $p < 0,05$ ). Lo que quiere decir que estadísticamente existen diferencias en las mortalidades registradas.

La figura 7, reporta el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición. Se nota que la mortalidad se incrementa a medida que la concentración del extracto aumenta, a la concentración de 500 ppm se registró un promedio de 2%, mientras que a la concentración de 2500 ppm fue de 30%. Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se halló significancia estadística ( $p < 0,05$ ) y al realizar la comparación de medias se identifica a la concentración de 500 ppm como el que menor efecto tuvo, mientras que las concentraciones de 2000 ppm y 2500 ppm fueron los que mayor mortalidad generaron en las larvas, con 26 y 30%.

La figura 8, reporta el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Clibadium surinamense* L. “vacas”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición. Se observa que la mortalidad se incrementa a medida que la concentración del extracto aumenta, a la concentración de 500 ppm se registró un promedio de 6%, mientras que a la concentración de 2500 ppm fue de 32%. Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se halló significancia estadística ( $p < 0,05$ ) y al realizar la comparación de medias se identifica a la concentración de 500 ppm como el que menor efecto tuvo, mientras que las concentraciones de 2000 ppm y 2500 ppm fueron los que mayor mortalidad generaron en las larvas, con 16 y 32%, respectivamente.

La figura 9, reporta el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poepigii* Schott “impoccro”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición. Se percibe que la mortalidad se incrementa a medida que la concentración del extracto aumenta, a la concentración de 500 ppm se registró un promedio de 40%, mientras que a la concentración de 2500 ppm fue de 96%. Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se halló significancia estadística ( $p < 0,05$ ) y al realizar la comparación de

medias se identifica a la concentración de 500 ppm como el que menor efecto tuvo, mientras que las concentraciones de 2000 ppm y 2500 ppm fueron los que mayor mortalidad generaron en las larvas, con 82 y 96%, respectivamente.

La figura 10, reporta el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición. Se aprecia que la mortalidad se incrementa a medida que la concentración del extracto aumenta, a la concentración de 500 ppm se registró un promedio de 22%, mientras que a la concentración de 2500 ppm fue de 100%. La prueba de Kruskal Wallis, nos indica la presencia de significancia estadística ( $p < 0,05$ ), donde la concentración de 500 ppm tuvo menor efecto tóxico agudo, mientras que las concentraciones de 2000 ppm y 2500 ppm fueron los que mayor mortalidad generaron en las larvas, con 94 y 100%.

En las figuras 11, 12, 13 y 14, se observa que la tendencia de mortalidad de larvas en función de la concentración del extracto, estimado de acuerdo al análisis Probit, en todos los casos las tendencias son similares para las cuatro especies de plantas probadas. Menores mortalidades a menor concentración y mayores mortalidades a mayor concentración.

En la tabla 5, se aprecia las concentraciones letales medias ( $CL_{50}$ ) y sus intervalos de confianza para las cuatro especies de planta. Donde la especie de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”, y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente” son los que presentan los menores valores de la concentración letal media por lo tanto son los que han generado mayor mortalidad y podríamos catalogarlo como los más tóxicos habiendo obtenido valores de 843,03 ppm y 817,13 ppm. Mientras que para las especies de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco” y *Clibadium surinamense* L. “vacas” dichos valores son de 2734,89 ppm y 2756,03 ppm respectivamente. Al respecto Ayala *et al*, al efectuar estudios en hojas de *Ruta graveolens* “ruda”, demostraron que a un volumen de 5 mL por 100 mL de agua de criadero y a la concentración de 5000 mg/L, el extracto hidroalcohólico de la planta produjo efecto biotóxico sobre larvas de *Culex quinquefasciatus*, generando una mortalidad de 72,5%, siendo la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) estimada en 3583 mg/L para el control de larvas de *Culex quinquefasciatus* en la ciudad de Ayacucho<sup>8</sup>, valores relativamente altos a los que reportamos en la presente

investigación. También debemos indicar que tanto *Culex quinquefasciatus* y *Aedes aegypti*, son mosquitos que pertenecen a la misma categoría taxonómica (Fam. Culicidae, Subfamilia Culicinae), por lo que las proximidades evolutivas y fisiológicas son muy cercanas una de otra, razón válida para asumir que las concentraciones medias letales (CL<sub>50</sub>) estimadas para cada producto biotóxico estudiado, seguramente podrían ser funcionales para ambos grupos de insectos a las concentraciones propuestas.

Comparativamente, otras investigaciones podrían ayudarnos a comprender el comportamiento tóxico generado por el extracto hidroalcohólico de las hojas de las cuatro plantas nativas presentes en la investigación, Huamán, al evaluar la biotoxicidad del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lupinus mutabilis* "tarwi" sobre larvas de *Culex quinquefasciatus*, demuestra que la mortalidad larval de  $70 \pm 8,16$  a  $75 \pm 12,91\%$ , fueron reportadas a las concentraciones de 20000 a 30000 ppm, del extracto hidroalcohólico a un volumen de 10 mL por 100 mL de agua de criadero, porcentaje de mortalidad estadísticamente diferente para cada concentración evaluada según la prueba de comparación de medias de Kruskal Wallis ( $\alpha = 0,05$ ), dependiente del incremento de la concentración del producto biotóxico en el medio. La concentración letal media (CL<sub>50</sub>) fue establecida en 17470 ppm.<sup>11</sup>

Al efectuar la comparación con los resultados demostrados en la presente investigación, resulta que *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC "cube" y *Clibadium surinamense* L. "vacas", alcanzaron la CL<sub>50</sub> a una concentración mayor de (2734,89 ppm y 2756,03 ppm respectivamente) a diferencia de *Xanthosoma poeppigii* Schott "impoccro" y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott "monte ajo", que alcanzaron la CL<sub>50</sub> a una concentración menor de (843,03 ppm y 817,13 ppm respectivamente) en 24 horas de exposición, notablemente diferente a los resultados reportados para el extracto hidroalcohólico de hojas de *Lupinus mutabilis* "tarwi" en el control de las larvas de *Culex quinquefasciatus*.

Saume, al evaluar el efecto biotóxico del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lupinus paniculatus* "qera" demuestra que la mortalidad larval de 38 a 58% (D.E.  $\pm 29,5$  y  $\pm 23,87$ ), fueron reportadas a las concentraciones de 22500 a 25000 ppm, del extracto hidroalcohólico a un volumen de 10 mL por 100 mL de agua de criadero. La concentración letal media (CL<sub>50</sub>) fue establecida en 24073 ppm.<sup>13</sup>

A diferencia con los resultados demostrados en la presente investigación, resulta que *Xanthosoma poeppigii* Schott "impoccro" alcanzó una mortalidad de (66,0 a

96,0%) y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo”, a una mortalidad de (62,0 a 100,0%) a concentraciones de 1000 a 2500 ppm con la CL<sub>50</sub> a una concentración menor de (843,03 ppm y 817,13 ppm respectivamente) en 24 horas de exposición.

Vidal *et al*, al evaluar el efecto tóxico de *Argemone subfusiformis* Ownb. y *Tagetes patula* Link sobre larvas de *Aedes aegypti* registraron un 100% de mortalidad con 76,8 mg/L del extracto de *A. subfusiformis* a las 12 horas de exposición. De otro lado, el 92% de mortalidad se registró con el extracto de *T. patula* al emplear 153,6 mg/L del extracto a las 48 horas. En *A. subfusiformis* las concentraciones letales al 50 (CL<sub>50</sub>) y al 90% (CL<sub>90</sub>) a las 48 horas se registraron con 6,24 y 9,91 mg/L. En *T. patula* la CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub> a las 48 horas se registraron con 72,21 y 137,37 mg/L,<sup>10</sup> concentraciones del extracto de la planta relativamente inferiores a los que reportamos en la presente investigación, posiblemente debido a la diferencia en cuanto a la composición fitoquímica presente en las distintas plantas.<sup>7</sup>

## VI. CONCLUSIONES

1. Las plantas con potencial biocida fueron identificadas como *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, *Clibadium surinamense* L. “vacas”, *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro” y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”.
2. El screening fitoquímico preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de las plantas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC, determina que los alcaloides, saponinas, catequinas son muy abundante (++++); para *Clibadium surinamense* L., a compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides y catequinas en cantidad abundante (+++); *Xanthosoma poeppigii* Schott, presenta alcaloides y catequinas en cantidad abundante (+++) y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott, a alcaloides en cantidad muy abundante (++++).
3. Los extractos de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott y *Xanthosoma poeppigii* Schott generaron mortalidades en promedios de 72,4%, estadísticamente mayor ( $p < 0,05$ ), a las mortalidades de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC con 14,8% y *Clibadium surinamense* L. con 14,0%, mientras que la mortalidad es mayor a medida que se incrementa la concentración del extracto.
4. La concentración letal media ( $CL_{50}$ ), fue establecida en 2734,89 ppm para el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, en 2756,03 ppm para *Clibadium surinamense* L. “vacas”, en 843,03 ppm para *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro” y 817,13 ppm para *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas de biotoxicidad del extracto hidroalcohólico de las partes vegetativas de las plantas nativas utilizadas en la investigación, a fin de establecer que parte de la planta resulta ser más tóxica y efectiva para el control de larvas de mosquitos e insectos de importancia médica.
2. Realizar el estudio fitoquímico completo de las cuatro plantas nativas, a fin de determinar que principios activos son los tóxicos y probables responsables de generar la mortalidad en larvas del mosquito *Aedes aegypti*. A partir de esta determinación, evaluar la posibilidad de su aislamiento y purificación a fin de establecer el efecto biotóxico en pruebas de laboratorio y campo.
3. Realizar pruebas en campo con los extractos hidroalcohólicos obtenidos de las plantas nativas, a fin de establecer su viabilidad y toxicidad en los criaderos naturales y artificiales donde se desarrollan las larvas del mosquito *Aedes aegypti*.

## VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. I Taller Nacional: Plantas con propiedades biocidas al servicio del agricultor. Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos. RAAA. 1993.
2. Gomero OL, Uso de plantas con propiedades repelentes e insecticidas. En Arning I, Velásquez H. (eds.). Plantas con potencial biocida: metodologías y experiencias para su desarrollo. Gráfica Sttefany. Lima. 2000.
3. Pérez Cervantes J, Extractos vegetales, sobre larvas de mosquitos de *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) en laboratorio. [Tesis de grado]. Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2013. Disponible en:  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1557>
4. Sanabria L, Segovia EA, González N, Alcaraz P, Vera N de Bilbao. Actividad larvicida de extractos vegetales acuosos en larvas de *Aedes aegypti* (primeros ensayos). Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud 2009; Vol. 7(2):26. Disponible en: [file:///C:/Users/HP/Downloads/252-845-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/252-845-1-PB%20(1).pdf)
5. Rojas Barrios ER, García González RDLA, Morales Medrano AJ. Actividad de extractos vegetales sobre larvas de insectos de importancia en Entomología Médica. [Tesis de grado]. Universidad San Carlos de Guatemala. 2010. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/11/>
6. Gómez W, Rivera S, Paredes W. Efectividad del uso del barbasco *Lonchocarpus utilis* versus *deltametrina*, en el control vectorial del *Aedes aegypti*, en el Alto Huallaga 2008 - 2009. Ágora Revista Cient. 2014; 01:17-24. Disponible en: <https://revistaagora.com/index.php/cieUMA/article/view/16>
7. Vidal J, Carbajal A, Sisniegas M, Bobadilla M. Efecto tóxico de *Argemone subfusiformis* Ownb. y *Tagetes patula* Link sobre larvas del IV estadio y pupas de *Aedes aegypti* .L. Rev. Perú. Biol. 2009; 15:103. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332008000200017](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000200017)
8. Ayala Y, Carrasco C, Enciso E, Portal E, Colos P. Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de *Lupinus mutabilis* y *Ruta graveolens* en larvas de *Culex quinquefasciatus*. Instituto de Investigación de Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 2014. 57 Pp.
9. Flores Cisneros KS. Actividad biocida del extracto hidroalcohólico de hojas de *Ambrosia arborescens* Mill "marco" (Fam. Asteraceae) sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* (Díptera: Culicidae). [Tesis de grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2014.
10. Pino Huamán LM. Actividad larvicida del extracto acuoso de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" sobre larvas en estadio III de *Culex quinquefasciatus* "zancudo". Ayacucho, 2013. [Tesis de grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2015. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2521>
11. Huamán Campos NC. Biotoxicidad del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lupinus mutabilis* "tarwi" sobre larvas de *Culex quinquefasciatus*. [Tesis de grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2015. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1696>
12. Yaranga Zaga L. Efecto biotóxico del extracto hidroalcohólico de las hojas y semillas de *Datura stramonium* "chamico" sobre larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus*. [Tesis de grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2015. Disponible en:  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1758>

13. Saume Torres DM. Efecto biotóxico del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lupinus paniculatus* “qera” sobre larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus*. [Tesis de grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2016. Disponible en:  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1717>
14. Quispe Bárcena ZG. Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet “tarwi” sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* Say “zancudo”. Ayacucho, 2013. [Tesis de grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2017. Disponible en:  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1662>
15. Plantas Biocidas y M5 para manejo de plagas y enfermedades. Disponible en:  
[http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac\\_css/doc\\_num/fiches\\_techniques/ficha\\_biocidas\\_m5\\_vfb\\_ok.pdf](http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/ficha_biocidas_m5_vfb_ok.pdf)
16. <http://ladiversidad-mary.blogspot.com/p/plantas-nativas.html>
17. <https://www.zonaeconomica.com/control>
18. Lezama Asencio PA. Las especies de *Lupinus* L. (Fabaceae) y de sus simbiontes en el distrito de Corongo-Ancash. [Tesis doctoral]. Lima. Unidad de Posgrado, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 2010.
19. Bar ME. El *Aedes aegypti* y la transmisión del dengue. Universidad Nacional del Nordeste. 2009. Disponible en:  
<http://exa.unne.edu.ar/biologia/artropodos/EI%20Aedes%20aegypti%20y%20la%20transmision%20del%20dengue.pdf>
20. Aguilar FJ. Parasitología Médica. 3ª Ed. Litografía Delgado, S.A. Guatemala. 1997. 366p.
21. Badii M, et al. Diversidad y Relevancia de los Mosquitos. CULCyT. 2006; 3(13): 4-16.
22. Barney Duran VE. Biodiversidad y ecogeografía del género *Lupinus* L. (Leguminosae) en Colombia. [Tesis maestría]. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. 2011. Pp. 81.
23. Dueñas RE. Fabricación de extractos fluidos y secos. Laboratorio de remedios herbolarios.
24. Lagunes TA, Villanueva JJA. Toxicología y manejo de insecticidas. Escuela de Postgraduados. Centro de Ecología y Acarología. México. 1994. 257 pp.
25. Gámez Rojas CM, Ramírez Riveros EJ. Determinación de la concentración letal media (CL<sub>50-48</sub>) del herbicida roundup 747 sobre ecosistemas acuáticos mediante pruebas toxicológicas con *Daphnia magna*. [Tesis de licenciatura]. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad de La Salle. Colombia, 2008. 208 Pp.
26. Castro Hidalgo J. Algunas experiencias en el control biológico de mosquitos vectores. 2015. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. teorema. vol 2, N°3 pp.177-185.
27. Sarayasi Tejada SR. Control biológico de plagas. Una alternativa a los insecticidas. Revista de agroecología. vol.28. N°1. Disponible en:  
<http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-28-numero-1/882-control-biologico-de-plagas-una-alternativa-a-los-insecticidas>
28. Symondson WO, Sunderland KD, Greenstone M H. Can generalist predators be effective biocontrol agents Annu. 2002. Rev. Entomol. 47: 561-594.
29. Mena Covarrubias J. Alternativas de control biológico de plagas del nopal. 2010. RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición. Edición Especial No. 5 (ISSN 1870-0160). Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/08.pdf>
30. Esto es agricultura. 2008. Disponible en:

- <https://estoesagricultura.com/extracto-acuoso-de-barbasco/#>
31. Prospects of using hebal products in the control of mosquito vectors. Indian Council for Medical Research - ICMR Bulletin. 2003; 33(1): 1-9.  
<http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1774>
  32. Gimeno Creus E. Compuestos fenólicos un análisis de sus beneficios para la salud. Ámbito farmacéutico nutrición. OFFARM. 2004. vol 23: 80-84
  33. Martínez Flórez S, Gonzáles Gallego J, Culebras MJ, Tuñón MJ. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutrición Hospitalaria. 2002. XVII (6): 271-278. Disponible en:  
<http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
  34. <https://www.ecured.cu/Alcaloide>
  35. Mirabal Requena JC. Alcaloide. Posibilidades 3 naturales. Infomed instituciones. 1999-2019 Disponible en:  
<https://instituciones.sld.cu/medicinaturalssp/alcaloides/>
  36. Izquierdo Y, Pérez Naivy A, Jiménez E. Metabolismo de cardenólidos y transformación genética de *Digitalis* potencialidades y retos. 2010. Vol. 10, No. 3: 131-141 Disponible en:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/b329/46c4840abbf2e14d5af32a2f7dd08d1a179e.pdf>
  37. <https://es.wikipedia.org/wiki/Carden%C3%B3lido>
  38. Mena Valdés L, Tamargo Santos B, Salas Olivet E, Plaza Paredes LE, Blanco Hernández Y, y col. Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. (jaboncillo). Revista Cubana de Plantas Medicinales. 2015; 20(1): 106-116. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v20n1/pla10115.pdf>
  39. Plantas medicinales. Productos naturales. Temas de farmacognosia. Disponible en:  
<https://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/glucosidos/saponinas/>
  40. Prado AI. Todo lo que debes saber sobre las catequinas. Biotrendies. 2019. Disponible en: <https://biotrendies.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-las-catequinas.html>
  41. <https://es.wikipedia.org/wiki/Catequina>
  42. <https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/panorama%20documentos%20multimedia/PAM241%20PLANTAS%20CON%20ALCALOIDES%20I.PDF>
  43. Nicholls Estrada CI. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico Ciencia y Tecnología. 2008. Universidad de Antioquia. Disponible en: [https://www.academia.edu/4479195/Control\\_biologico\\_de\\_insectos\\_un\\_enfoque\\_agroecologico](https://www.academia.edu/4479195/Control_biologico_de_insectos_un_enfoque_agroecologico)
  44. Pascual Villalobos MJ. Plaguicidas naturales de origen vegetal: Estado actual de la investigación. 1996. INATAA. Madrid, España. p. 25.
  45. Vicente M, Bernal H, Cáceres A. Fundamentos de agrotecnología de cultivos de plantas medicinales iberoamericanas. Convenio Andrés Bello (CAB). 2000. Santa Fé de Bogotá, D.C., Colombia. p. 524.
  46. Briones RA. Conocimiento campesino del uso de plantas insecticidas en el área del proyecto piloto de ecosistemas andinos. 1991. Rev. de Agronomía. Lima, Perú 39 (1): 63-72.
  47. Díaz Burga JL. Aplicación de dos biocidas; "barbasco" *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC y "altamisa" *Ambrosía peruviana* Willd y sus efectos sobre el control de "garrapatas" *Boophilus sp.* en ganado vacuno, en la zona de Zungarococha, Loreto - Perú. [Tesis de grado]. Loreto. Universidad Nacional de la Amazonia peruana. 2010. Disponible en:

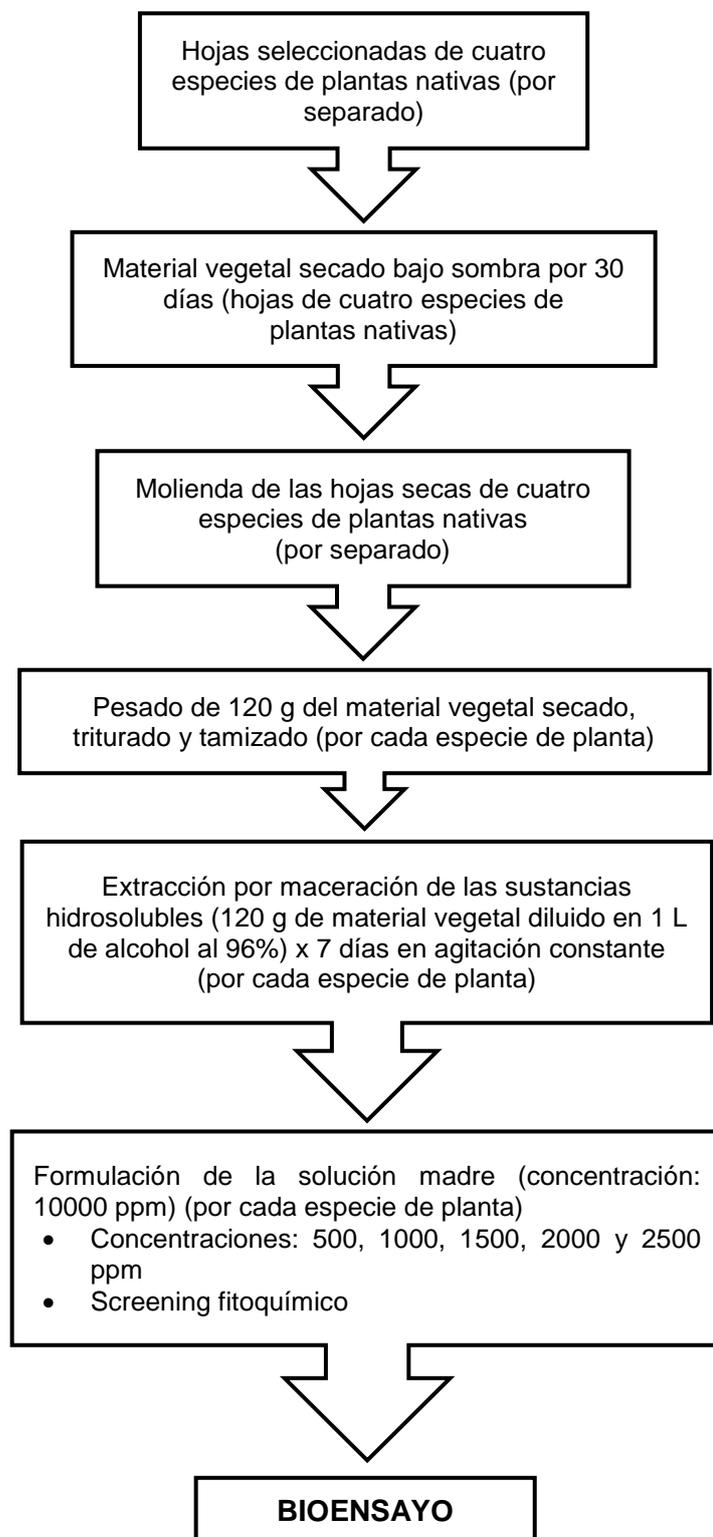
- [http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/910767/aplicacion-de-dos-biocidas-barbasco-lonchocarpus-nicou-aubl-dc-\\_safd8yK.pdf](http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/910767/aplicacion-de-dos-biocidas-barbasco-lonchocarpus-nicou-aubl-dc-_safd8yK.pdf)
48. Plants For A Future. 2012. Disponible en:  
<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Lonchocarpus+nicou>
  49. Aucasime Medina L. Descripción botánica de *Lonchocarpus nicou* (Aubl.) DC., *Clibadium surinamense* L., *Xanthosoma poeppigii* Schott., *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott. Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 2017.
  50. Torres Morocho DM. Procedimiento para la obtención de un extracto con propiedades insecticidas a partir del follaje de barbasco (*Lonchocarpus nicou*). [Tesis de grado]. Puyo, Pastaza: Universidad Estatal Amazónica. 2009. Disponible en:  
<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/27/1/T.AGROIN.B.UEA.2006>
  51. <https://www.agroterra.com/foro/foros/agricultura-ecologica-agricultura-integrada-sostenible-f22/barbasco-lonchocarpus-nicou-t9659.html>
  52. Arriaga JE. Revisión del género *Clibadium* (Asteraceae, Heliantheae). 2003. 55: 277-280. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/242750258\\_Clibadium\\_surinamense\\_L\\_Asteraceae\\_A\\_Newly\\_Naturalized\\_Plant\\_in\\_Taiwan](https://www.researchgate.net/publication/242750258_Clibadium_surinamense_L_Asteraceae_A_Newly_Naturalized_Plant_in_Taiwan)
  53. Rodríguez Shapiama N. Identificación de plantas tóxicas que afectan a bovinos en la comunidad de Cuyana, río Nanay, región Loreto. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos Perú. 2013. Disponible en:  
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1809/T615.%20952%20RT4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  54. Ysminio Zegarra K, Machuca Domínguez L, Machuca Domínguez A, Carrasco López E. Desarrollo de un insecticida natural de la planta huaca (*Clibadium peruvianum* Poepp ex. DC) 2016. Disponible en:  
<https://www.monografias.com/docs113/insecticida-natural-planta-huaca-clibadium/insecticida-natural-planta-huaca-clibadium.shtml>
  55. Ken F. Plantas tropicales útiles. 2019. Disponible en:  
<http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Clibadium+surinamense>
  56. <https://es.wikipedia.org/wiki/Xanthosoma>
  57. Ficha de plantas con sus cuidados. 2001. Disponible en:  
<http://www.consultaplantas.com/index.php/plantas-por-nombre/plantas-de-la-s-a-la-z/814-cuidados-de-la-planta-xanthosoma-xantosoma-o-yautia>
  58. [https://www.ecured.cu/Xanthosoma\\_violaceum](https://www.ecured.cu/Xanthosoma_violaceum)
  59. <https://www.ecobotanico.com/planta-dieffenbachia-es-venenosa/>
  60. Como cultivar plantas y curar plantas. 2018. Revista sobre el entorno y la naturaleza. Disponible en:  
[https://www.elicriso.it/es/como\\_cultivar/dieffenbachia/](https://www.elicriso.it/es/como_cultivar/dieffenbachia/)
  61. *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology*. 1991. 29 (4): 485-91.
  62. Leal C. La planta venenosa que podrías tener en tu casa o tu oficina. Biobiochile.cl. 2013. Disponible en:  
<https://www.biobiochile.cl/noticias/2013/03/03/la-planta-venenosa-que-podrias-tener-en-tu-casa-o-tu-oficina.shtml>
  63. Savage H, Miller B. House mosquitoes of the USA, *Culex pipiens* complex. *Win beats*.1995; (6):8-9.
  64. Almirón WR, Humeres SG, Gardenal SN. Distribution and hybridization between *Culex pipiens* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 1995; (90): 469-73.

65. Willat G. Vigilancia y control del *Aedes aegypti* por un Uruguay sin dengue zoonosis y vectores. Msp Uruguay
66. Departamento de Parasitología y Micología. Laboratorio de Entomología. Disponible en: <http://www.higiene.edu.uy/parasito/teo09/aedes.pdf>
67. Colos Galindo P. Certificación taxonómica de *Aedes aegypti*. Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Zoología. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 2018
68. Montero G. Biología de *Aedes aegypti* (Recopilación). 2009. Blog FCA, UNR, 11.09. Disponible en:
69. [http://www.produccion-animal.com.ar/fauna/Fauna\\_insectos/79-Aedes\\_aegypti.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/fauna/Fauna_insectos/79-Aedes_aegypti.pdf)
70. <https://blogs.ceibal.edu.uy/formacion/dengue-y-dengue-grave/>
71. Chordá Olmos FA. Biología de mosquitos (Diptera: Culicidae) en enclaves representativos de la Comunidad Valenciana Valencia. [tesis doctoral] Universidad de Valencia. 2014. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/71024196.pdf>
72. Sutherst RW. Global Change and Human Vulnerability to Vector-Borne Diseases. *Clin Microbiol Rev.* 2004; 17(1):136-73.
73. Weaver SC, Reisen WK. Present and future arboviral threats. *Antiviral Res.* 2010; 85(2):1-36.
74. Harrington LC, Fleisher A, Ruiz-Moreno D, Vermeylen F, Wa CV, Poulson RL, et al. Heterogeneous feeding patterns of the dengue vector, *Aedes aegypti*, on individual human hosts in rural Thailand. *Plos Negl Trop Dis.* 2014; 8(8):e3048.
75. Miranda MM, Cuellar CA. Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales. Editorial Felix Varela. Universidad La Habana. La Habana. 2000.
76. Lock de UO. Investigación fitoquímica. Método en el estudio de productos naturales. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Lima. 1994.
77. Lagunes TA, Villanueva JJA. Toxicología y manejo de insecticidas. Escuela de Postgraduados. Centra de Ecología y Acarología. México. 1994. 257 pp.
78. Cisneros Vera F. Control químico de las plagas agrícolas. Solvima Graf SAC. Diseño e impresión, Lima. Depósito Legal Biblioteca Nacional de Perú N° 2012-08837; 2012. 273 Pp.
79. Lanusse C, Lifschitz A, Virkel G, Alvarez L, Sánchez S, Sutra JF, Galtier P, Alvinerie M. Comparative plasma disposition kinetics of ivermectin, moxidectin and doramectin in cattle. *J Vet Pharmacol Ther.* 1997; 20: 91-99.
80. Alonso F. Cálculo de las concentraciones letales 50 (CL50) a 96 horas para la toxicidad del nitrito en dos especies de invertebrados de agua dulce (*Eulimno gammarustoletanus* y *Polycelisfelina*). [En línea]. [Fecha de actualización 26 y 28 de febrero de 2013; acceso 16 de agosto de 2013]. Facultad de Biología, Universidad de Alcalá. Disponible en: <http://alvaroalonsodocencia.wikispaces.com/Probit-CL50>.
81. Oliva A, Kimudini MM, Wedge DE, Harries D, Hale AL, Aliotta G, Duke SO. Natural fungicides from *Ruta graveolens* L. leaves, including a new quinolone alkaloid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2003; 51: 890-896.
82. Robinson T. *The biochemistry of alkaloids*. Second edition. Springer-Verlag New York Inc. New York 10010, U.S.A. 1981. 211 Pp.
83. Palazón J, Cusidó RM, Morales C. Metabolismo y significación biológica de los polifenoles del vino. *Ciencia y Tecnología. Grupo de Biotecnología*

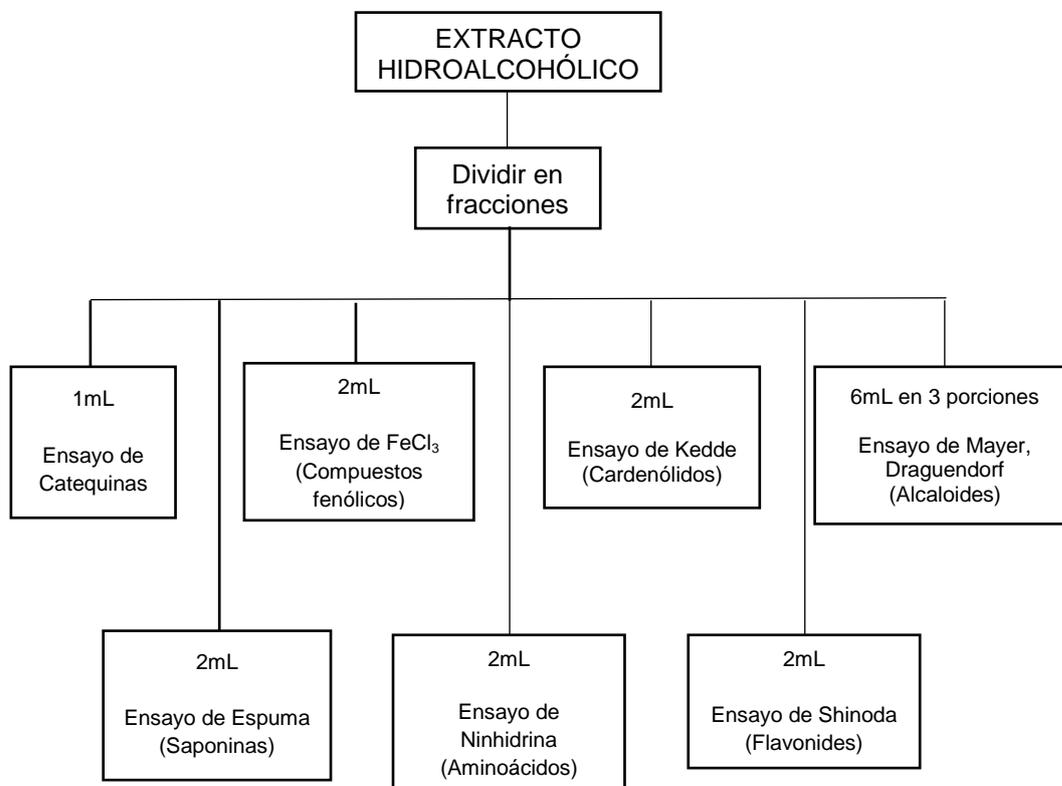
Vegetal, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona. [En línea].  
[acceso 12 de agosto de 2015]. Disponible en:  
[http://www.acenologia.com/ciencia55\\_2.htm](http://www.acenologia.com/ciencia55_2.htm)

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Secuencia de extracción de las sustancias hidroalcohólicas solubles presentes en las hojas de cuatro especies de plantas nativas y preparación de las concentraciones para el bioensayo.



**Anexo 2.** Esquema de caracterización química de los aceites esenciales y demás componentes hidroalcohólicos solubles presentes en las hojas de cuatro especies de plantas nativas, e identificación de los componentes químicos (screening fitoquímico preliminar)<sup>77, 78</sup>



**Anexo 3.** Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas, en 24 horas de exposición.

Variable	Especie de planta	N	Medias	H	P
Mortalidad (%)	II	25	14	60,67	< 0,0001
Mortalidad (%)	I	25	14,8		
Mortalidad (%)	IV	25	72,4		
Mortalidad (%)	III	25	72,4		
<b>Trat.</b>	<b>Ranks</b>				
II	27,26	A			
I	28,56	A			
IV	72,68		B		
III	73,5		B		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

I: *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC; II: *Clibadium surinamense* L.; III: *Xanthosoma poeppigii* Schott; IV: *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott

**Anexo 4.** Prueba de Kruskal Wallis para la mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.

<b>Especie de planta</b>	<b>Variable</b>	<b>Concent. (ppm)</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>H</b>	<b>P</b>
I	Mortalidad (%)	500	5	2	15,57	0,0017
I	Mortalidad (%)	1000	5	8		
I	Mortalidad (%)	1500	5	8		
I	Mortalidad (%)	2000	5	26		
I	Mortalidad (%)	2500	5	30		

<b>Trat.</b>	<b>Ranks</b>			
500	6,6	A		
1000	9,3	A	B	
1500	9,3	A	B	
2000	18,3		B	C
2500	21,5			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 5.** Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Clibadium surinamense* L. “vacas”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.

Especie de planta	Variable	Concent. (ppm)	N	Medias	H	P
II	Mortalidad (%)	500	5	6	13,23	0,0068
II	Mortalidad (%)	1000	5	6		
II	Mortalidad (%)	1500	5	10		
II	Mortalidad (%)	2000	5	16		
II	Mortalidad (%)	2500	5	32		
Trat.	Ranks					
500	8,2	A				
1000	8,2	A				
1500	11	A				
2000	15,2	A	B			
2500	22,4		B			

---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 6.** Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoacro”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.

Especie de planta	Variable	Concent. (ppm)	N	Medias	H	P
III	Mortalidad (%)	500	5	40	14,66	0,0046
III	Mortalidad (%)	1000	5	66		
III	Mortalidad (%)	1500	5	78		
III	Mortalidad (%)	2000	5	82		
III	Mortalidad (%)	2500	5	96		
Trat.	Ranks					
500	4,2	A				
1000	9,9	A	B			
1500	14,7		B	C		
2000	15,2		B	C		
2500	21			C		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 7.** Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de mortalidad (promedio y desviación típica) de larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, generada por efecto del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, a cinco diferentes concentraciones en 24 horas de exposición.

Especie de planta	Variable	Concent. (ppm)	N	Medias	H	p
IV	Mortalidad (%)	500	5	22	21,08	0,0002
IV	Mortalidad (%)	1000	5	62		
IV	Mortalidad (%)	1500	5	84		
IV	Mortalidad (%)	2000	5	94		
IV	Mortalidad (%)	2500	5	100		
Trat.	Ranks					
500	3,1	A				
1000	8,2	A	B			
1500	13,6		B	C		
2000	18,1			C		
2500	22			C		

---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 8.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC “cube” “barbasco”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición.

Porcentaje	Percentil	Error estándar	IC fiducial de (95%)	
			Inferior	Superior
1	518,57	141,01	210,79	771,69
2	778,28	128,86	500,11	1012,16
3	943,05	121,99	682	1166,39
4	1067,01	117,33	817,81	1283,44
5	1167,83	113,91	927,54	1379,39
6	1253,65	111,28	1020,37	1461,62
7	1328,9	109,20	1101,3	1534,19
8	1396,27	107,54	1173,37	1599,56
9	1457,55	106,19	1238,58	1659,34
10	1513,95	105,10	1298,32	1714,67
20	1933,08	101,71	1732,65	2135,31
30	2235,29	104,64	2034,98	2449,48
40	2493,53	110,47	2286,62	2724,62
50	2734,89	118,28	2517,06	2986,54
60	2976,26	127,95	2743,79	3252,17
70	3234,49	139,91	2983,14	3539,6
80	3536,71	155,52	3260,04	3879,21
90	3955,83	179,22	3639,96	4354,26
91	4012,24	182,55	3690,81	4418,47
92	4073,51	186,20	3745,99	4488,28
93	4140,89	190,25	3806,6	4565,11
94	4216,13	194,81	3874,21	4651
95	4301,95	200,06	3951,22	4749,06
96	4402,78	206,29	4041,57	4864,38
97	4526,74	214,03	4152,48	5006,32
98	4691,51	224,45	4299,68	5195,26
99	4951,22	241,12	4531,18	5493,54

**Anexo 9.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Clibadium surinamense* L. “vacas”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición.

Porcentaje	Percentil	Error estándar	IC fiducial de (95%)	
			Inferior	Superior
1	539,71	139,50	235,77	790,59
2	799,41	127,62	524,54	1031,59
3	964,19	120,96	706,03	1186,24
4	1088,14	116,47	841,48	1303,64
5	1188,97	113,21	950,90	1399,9
6	1274,79	110,72	1043,45	1482,41
7	1350,04	108,78	1124,12	1555,24
8	1417,41	107,23	1195,95	1620,85
9	1478,69	106,00	1260,93	1680,86
10	1535,09	105,02	1320,45	1736,4
20	1954,21	102,46	1753,1	2158,73
30	2256,43	105,95	2054,31	2474,02
40	2514,67	112,18	2305,13	2749,97
50	2756,03	120,28	2534,99	3012,48
60	2997,4	130,18	2761,26	3278,57
70	3255,63	142,32	3000,24	3566,37
80	3557,85	158,08	3276,84	3906,27
90	3976,97	181,92	3656,5	4381,59
91	4033,38	185,26	3707,33	4445,82
92	4094,65	188,92	3762,48	4515,66
93	4162,03	192,98	3823,06	4592,52
94	4237,27	197,56	3890,64	4678,44
95	4323,09	202,82	3967,62	4776,52
96	4423,92	209,07	4057,94	4891,88
97	4547,87	216,83	4168,82	5033,85
98	4712,65	227,27	4315,98	5222,83
99	4972,36	243,96	4547,43	5521,15

**Anexo 10.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición.

Porcentaje	Percentil	Error estándar	IC fiducial de (95%)	
			Inferior	Superior
1	-1373,3	201,92	-1827,48	-1021,59
2	-1113,59	185,26	-1529,23	-790,06
3	-948,82	174,89	-1340,39	-642,76
4	-824,86	167,21	-1198,57	-531,74
5	-724,04	161,05	-1083,38	-441,25
6	-638,22	155,87	-985,48	-364,08
7	-562,97	151,39	-899,76	-296,31
8	-495,59	147,44	-823,09	-235,53
9	-434,32	143,88	-753,47	-180,16
10	-377,92	140,65	-689,46	-129,11
20	41,21	118,18	-216,85	253,26
30	343,43	104,31	119,26	533,64
40	601,66	94,79	401,84	777,84
50	843,03	88,46	660,78	1011,26
60	1084,39	85,19	913,55	1250,86
70	1342,63	85,50	1176,32	1514,86
80	1644,84	90,74	1474,01	1833,68
90	2063,97	105,14	1872,5	2290,16
91	2120,37	107,56	1925,15	2352,57
92	2181,65	110,31	1982,13	2420,59
93	2249,02	113,44	2044,55	2495,61
94	2324,27	117,07	2113,99	2579,66
95	2410,09	121,37	2192,88	2675,83
96	2510,91	126,62	2285,19	2789,21
97	2634,87	133,32	2398,17	2929,09
98	2799,64	142,59	2547,63	3115,75
99	3059,35	157,87	2781,88	3411,28

**Anexo 11.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”, sobre larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti*, a las 24 horas de exposición.

Porcentaje	Percentil	Error estándar	IC fiducial de (95%)	
			Inferior	Superior
1	-1399,19	202,1	-1853,42	-1046,87
2	-1139,49	185,56	-1555,4	-815,11
3	-974,71	175,28	-1366,73	-667,66
4	-850,76	167,67	-1225,05	-556,48
5	-749,93	161,57	-1109,99	-465,86
6	-664,11	156,45	-1012,2	-388,58
7	-588,86	152,03	-926,58	-320,71
8	-521,49	148,12	-850,02	-259,83
9	-460,21	144,62	-780,49	-204,36
10	-403,81	141,43	-716,57	-153,23
20	15,31	119,36	-244,76	229,94
30	317,53	105,86	90,64	511,05
40	575,77	96,67	372,52	755,94
50	817,13	90,67	630,81	990,02
60	1058,5	87,69	883,00	1230,19
70	1316,73	88,19	1145,37	1494,6
80	1618,95	93,52	1442,88	1813,58
90	2038,07	107,83	1841,55	2269,89
91	2094,48	110,23	1894,25	2332,25
92	2155,75	112,95	1951,28	2400,22
93	2223,13	116,05	2013,76	2475,18
94	2298,37	119,65	2083,27	2559,16
95	2384,19	123,92	2162,24	2655,26
96	2485,02	129,12	2254,64	2768,54
97	2608,97	135,76	2367,73	2908,3
98	2773,75	144,95	2517,34	3094,82
99	3033,46	160,13	2751,8	3390,14

**Anexo 12.** Certificación taxonómica de la planta de *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC "cube" "barbasco". Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.



EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE "SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA"

### C E R T I F I C A

Que, la Bach. en Ciencias Biológicas, Srta. Yeny Laura, MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988 siendo su taxonomía el siguiente::

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ROSIDAE
ORDEN	:	FABALES
FAMILIA	:	PAPILIONACEAE
GENERO	:	Lonchocarpus
ESPECIE	:	<b><i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl.) DC.</b>
N.V.	:	" cube" "barbasco"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 20 de Julio del 2017

LAURA AUCASIME MEDINA  
**BIÓLOGA**  
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

**Anexo 13.** Certificación taxonómica de la planta de *Clibadium surinamense* L. "vacas".  
Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.



EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
"SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA"

### C E R T I F I C A

Que, la Bach. en Ciencias Biológicas, **Srta. Yeny Laura, MARTÍNEZ GUTIÉRREZ**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. Siendo su taxonomía el siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ASTERIDAE
ORDEN	:	ASTERALES
FAMILIA	:	ASTERACEAE
GENERO	:	<i>Clibadium</i>
ESPECIE	:	<b><i>Clibadium surinamense</i> L.</b>
N.V.	:	" vacas "

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 20 de Julio del 2017

**LAURA AUCASIME MEDINA**  
**BIÓLOGA**  
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

**Anexo 14.** Certificación taxonómica de la planta de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro”. Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.



**EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
“SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA”**

### C E R T I F I C A

Que, la Bach. en Ciencias Biológicas, Srta. Yeny Laura, **MARTÍNEZ GUTIÉRREZ**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. Siendo su taxonomía el siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	LILIOPSIDA
SUB CLASE	:	ARECIDAE
ORDEN	:	ARALES
FAMILIA	:	ARACEAE
GENERO	:	Xanthosoma
ESPECIE	:	<i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott.
N.V.	:	“ impoccro”

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 20 de Julio del 2017

**LAURA AUCASIME MEDINA**  
**BIÓLOGA**  
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

**Anexo 15.** Certificación taxonómica de la planta de *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente” Herbarium Huamangensis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.



**EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE “SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA”**

**C E R T I F I C A**

Que, la Bach. en Ciencias Biológicas, **Srta. Yeny Laura, MARTÍNEZ GUTIÉRREZ**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988, siendo su taxonomía el siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	LILIOPSIDA
SUB CLASE	:	ARECIDAE
ORDEN	:	ARALES
FAMILIA	:	ARACEAE
GENERO	:	Dieffenbachia
ESPECIE	:	<i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott.
N.V.	:	“ monte ajo” hallente”

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 20 de Julio del 2017

  
LAURA AUCASIME MEDINA  
BIÓLOGA  
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

**Anexo 16.** Perfil fitoquímico de los componentes hidroalcohólicos solubles presentes en las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl.) DC “cube” “barbasco” y *Clibadium surinamense* L. “vacas”.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Laboratorio de Farmacia y Bioquímica

Av. Independencia S/N-Huamanga. Teléfono: 066-9603457. E-mail:leonroxana209@gmail.com

**CONSTANCIA:**

Que, la Bachiller en Ciencias Biológicas **Yeny Laura Martínez Gutiérrez** ha solicitado el tamizaje fitoquímico del extracto de las hojas de *Lonchocarpus nicou* (Aubl.) DC. y *Clibadium surinamense* L., para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido procesada según la metodología descrita por Miranda y Cuellar (2000) y Lock de Ugaz (1994), reportándose los siguientes resultados:

Ensayo	Metabolito secundario	Observación	Resultados	
			<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl.) DC.	<i>Clibadium surinamense</i> L.
Cloruro férrico	Compuestos fenólicos	Precipitado azul negruzco intenso	+++	+++
Shinoda	Flavonoides	Coloración naranja	+++	+++
Mayer	Alcaloides	Precipitado blanco	++++	+++
Draguendorf	Alcaloides	Precipitado anaranjado	+++	+++
Kedde	Cardenólidos	Coloración rojo violeta	--	--
Espuma	Saponinas	Espuma	++++	++
Ninhidrina	Aminoácidos y/o péptido libre	Coloración violeta	--	--
Catequinas	Catequinas	Fluorescencia verde azulada	++++	+++

Nota: (++++) muy abundante; (+++) abundante; (++) poco; (+) escaso; (--) ausente.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho 17 de abril del 2018

  
**Q.F. Roxana León Aronés**  
**Laboratorio Farmacognosia**  
**C.Q.F.P 13025**

**Anexo 17.** Perfil fitoquímico de los componentes hidroalcohólicos solubles presentes en las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott “impoccro” y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott “monte ajo” “hallente”.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**Laboratorio de Farmacia y Bioquímica**

Av. Independencia S/N-Huamanga. Teléfono: 066-9603457. E-mail:leonroxana209@gmail.com

**CONSTANCIA:**

Que, la Bachiller en Ciencias Biológicas **Yeny Laura Martínez Gutiérrez** ha solicitado el tamizaje fitoquímico del extracto de las hojas de *Xanthosoma poeppigii* Schott. y *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott., para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido procesada según la metodología descrita por Miranda y Cuellar (2000) y Lock de Ugaz (1994), reportándose los siguientes resultados:

Ensayo	Metabolito secundario	Observación	Resultados	
			<i>Xanthosoma poeppigii</i> Schott.	<i>Dieffenbachia cannifolium</i> (Kunth) Schott.
Cloruro férrico	Compuestos fenólicos	Precipitado azul negruzco intenso	++	+
Shinoda	Flavonoides	Coloración naranja	--	--
Mayer	Alcaloides	Precipitado blanco	+++	++++
Draguendorf	Alcaloides	Precipitado anaranjado	+++	++++
Kedde	Cardenólidos	Coloración rojo violeta	--	--
Espuma	Saponinas	Espuma	--	--
Ninhidrina	Aminoácidos y/o péptido libre	Coloración violeta	--	--
Catequinas	Catequinas	Fluorescencia verde azulada	+++	--

Nota: (++++) muy abundante; (+++) abundante; (++) poco; (+) escaso; (--) ausente.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho 17 de abril del 2018

**Q.F. Roxana León Aronés**  
**Laboratorio Farmacognosia**  
**C.Q.F.P 13026**

**Anexo 18.** Certificación taxonómica del mosquito *Aedes aegypti*. Laboratorio de Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSCH.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
 Área Académica de Ecología y Recursos Naturales  
 Laboratorio de Zoología

**PROTOCOLO DE IDENTIFICACIÓN**

No. 001-2018-LZ-FCB/UNSCH

**ORDEN DE ANÁLISIS** : 001/2018  
**SOLICITADO POR** : Bach. Yeny Laura MARTÍNEZ GUTIÉRREZ  
**DIRECCIÓN** : Laboratorio de Zoología  
**MUESTRA** : **Juveniles de díptera**  
**CANTIDAD** : 10 individuos  
**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA** : VRAEM.  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 10 de junio de 2018

**RESULTADO**

PRUEBA	MÉTODO	RESULTADO
Identificación de especie de díptera	Clave taxonómica dicotómica, propuesto por Gustavo C. Rossi y María Martínez. Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Sección Entomología, Iguá 4225, 2013.	ORDEN : Diptera FAMILIA: Culicidae GENERO : <i>Aedes</i> ESPECIE : <i>aegypti</i>  <b>N.C. : <i>Aedes aegypti</i> (LINNAEUS, 1762)</b> <b>N. Común: "zancudo del dengue".</b>

**OBSERVACIONES:**

Las larvas de *Aedes aegypti* (LINNAEUS, 1762), tienen las cerdas de la brocha ventral naciendo en el tercio apical del segmento X; sifón no inflado en el medio; cerda 1 del sifón múltiple. Brocha ventral con cinco o más pares de cerdas que nacen de una grilla. Dientes del peine del segmento VIII dispuestos en una fila, con espina central larga; brocha ventral formada por cinco pares de cerdas. Tórax con espinas laterales muy evidentes; dientes del peine del segmento VIII con espinas laterales visibles; cerda 7 de la cabeza simple.

Ayacucho, 11 de julio del 2018.



Blgo. MC. PERCY COLOS GALINDO  
 LABORATORIO DE ZOOLOGÍA

**Anexo 19.** Carta de autorización por la Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari.



GOBIERNO REGIONAL CUSCO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO  
U.E. 406 RED DE SERVICIOS DE SALUD KIMBIRI-PICHARI  
"Cusco Capital Histórica del Perú"  
"Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad"



KIMBIRI, 26 DE FEBRERO DEL 2019.

**CARTA N° 003 -2019-GRC-DRSC/UE406-RSSKP-DIR**

SEÑORITA:  
YENY LAURA MARTINEZ GUTIERREZ

PRESENTE.-

Previo cordial saludo a nombre de la U.E. 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri-Pichari; me dirijo a usted con la finalidad de informarle que visto la solicitud para autorización de uso de ambiente del Área de vigilancia y control vectorial, de la Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari, a fin de realizar trabajo de investigación. Se da por aceptada dicha solicitud en vías de regularización a partir del 02 de julio del 2018 hasta el 20 de febrero del presente año, bajo la supervisión del responsable de área.

Sin otro en particular me despido.

Atentamente,

GOBIERNO REGIONAL CUSCO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO  
U.E. 406 RED DE SERVICIOS DE SALUD  
KIMBIRI - PICHARI

*[Firma]*  
Lic. En: Fiorella Castillo Tinoco  
DIRECTORA EJECUTIVA  
CEP. 50663  
DNI 4333675R

C.C.  
ARCHIVO  
PCT/Pan

U.E. 406 RED DE SERVICIOS DE SALUD KIMBIRI-PICHARI  
In: Jefe/ra y/o  
Sector: Buenos Aires - Kimbiri  
Tel.: 047667261  
Email: u9406\_rsskp\_vrmen@carafes.es

**Anexo 20.** Solicitud de entrega de muestras de plantas al Herbarium Huamangensis de la Facultad de Ciencias Biológicas - UNSCH.

**SOLICITO:** Entrega de muestras de plantas

**Dr. JESÚS DE LA CRUZ ARANGO, RESPONSABLE DEL PROYECTO FOCAM:  
FLORA FANEROGÁMICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL GAS DE CAMISEA  
Y LA IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE LA BIODIVERSIDAD  
VEGETAL**

Yo, Martínez Gutiérrez Yeny Laura, identificada con DNI. 47052775. Egresada de la Escuela Profesional de Biología - Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con código de estudiante: 02105205. Ante Ud. me presento y expongo:

Que habiendo realizado el trabajo de tesis titulada: “**Potencial biocida de cuatro plantas nativas para el control de larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)**”, solicito tenga a bien recepcionar 4 especies de las plantas nativas, recolectadas en la comunidad de Ubiato y Sampantuari-Nativo del distrito de Kimbiri, provincia La Convención, departamento de Cusco.

Ayacucho, 08 de enero de 2020

Atentamente,



MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, Yeny Laura  
DNI: 47052775

**Anexo 21.** Características morfológicas de la planta *Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC "cube" "barbasco".



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA</p>	
N° 01.....	
DEPARTAMENTO:	Enece..... PROVINCIA: Deponenton.....
DISTRITO:	Kembo..... LOCALIDAD: Uchita.....
ALTITUD:	710 msnm..... LATITUD: 86° 58' S.....
COORD UTM:	621192m, 8610588m, 114 msnm.....
TEMPERATURA:	29°C.....
FAMILIA:	Rubiaceae.....
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC.....
NOMBRE VULGAR:	"cube" "barbasco".....
HÁBITAT:	Sesuvia.....
FECHA DE RECOLECCIÓN:	02 de mayo del 2011.....
COLECTOR(A):	Jenny Diana Medina, Yuliana.....
DETERMINADOR(A):	Rosa Elena Arceles, Yuliana.....
OBSERVACIONES:	.....

Anexo 22. Características morfológicas de la planta *Clibadium surinamense* L. "vacas".



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA N° 002</p>	
DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA
PROVINCIA:	San Juan de los Rios
DISTRITO:	Chuschi
LOCALIDAD:	Compana
ALTITUD:	1200 msnm
LATITUD:	06°06' S
COORD UTM:	18QUC06
TEMPERATURA:	22.5
FAMILIA:	ACERACEAE
NOMBRE CIENTIFICO:	Clibadium Surinamense L.
NOMBRE VULGAR:	Vacas
HÁBITAT:	Boque
FECHA DE RECOLECCIÓN:	05 de mayo del 2011
COLECTOR(A):	Yeny, Diana, Marlene, Gladys
DETERMINADOR(A):	Alga, Diana, Susana, Nelson
OBSERVACIONES:	

**Anexo 23.** Características morfológicas de la planta *Xanthosoma poeppigii* Schott "impocco".



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA</p>	
N° 00	
DEPARTAMENTO: <u>Apurímac</u>	PROVINCIA: <u>Concepción</u>
DISTRITO: <u>Limaco</u>	LOCALIDAD: <u>Yanap</u>
ALTITUD: <u>675 msnm</u>	LATITUD: <u>8618722 m</u>
COORD UTM: <u>621219 m, 8610722 m, 675 msnm</u>	
TEMPERATURA: <u>22°C</u>	
FAMILIA: <u>Araceae</u>	
NOMBRE CIENTÍFICO: <u>Xanthosoma poeppigii Schott</u>	
NOMBRE VULGAR: <u>Impocco</u>	
HÁBITAT: <u>Sesquis</u>	
FECHA DE RECOLECCIÓN: <u>05 de mayo del 2017</u>	
COLECTOR(A): <u>Juan, Douglas, Heitor, Cristian</u>	
DETERMINADOR(A): <u>Eva Juana Arceles Velasco</u>	
OBSERVACIONES:	

**Anexo 24.** Características morfológicas de la planta *Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott "monte ajo" "hallente".



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA</p>	
N° 04	
DEPARTAMENTO:	Espejo
PROVINCIA:	La Convención
DISTRITO:	Alfonso Barrantes
LOCALIDAD:	Monta
ALTITUD:	631 m.s.n.m.
LATITUD:	8° 10' 30" S
COORD UTM:	621341m, 818110m, 6111 m
TEMPERATURA:	28.6
FAMILIA:	Anacard
NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Dieffenbachia cannifolia</i> (Kunth) Schott
NOMBRE VULGAR:	"monte ajo" "hallente"
HÁBITAT:	Bojal
FECHA DE RECOLECCIÓN:	25 de mayo del 2017
COLECTOR(A):	Jorge Ayala, Nelson, J. Torres
DETERMINADOR(A):	Alfonso Barrantes, Mariana Novoa
OBSERVACIONES:	

**Anexo 25.** Recolección de las hojas de cuatro especies de plantas nativas. Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.



*Lonchocarpus nicou* (Aubl) DC  
"cube" "barbasco"



*Clibadium surinamense* L.  
"vacas"



*Xanthosoma poeppigii* Schott  
"impoacro"



*Dieffenbachia cannifolium* (Kunth) Schott  
"monte ajo" "hallente"

**Anexo 26.** Flujoograma del procesamiento de las hojas de cuatro especies de plantas nativas, molienda, macerado y obtención del extracto hidroalcohólico para las pruebas experimentales de biotoxicidad.



Trituración de hojas de las plantas con un mortero.



Pesado de 120 g del tamizado de las hojas de las plantas.



Macerado en 1000 mL. de alcohol al 96% durante siete días en constante agitación.



Maceración del residuo de los filtrados con 1000 mL de alcohol al 96% por tres días y obtener una mayor cantidad de producto extraíble.



Filtrado del extracto y almacenados en refrigeración a 4°C.



Total de extractos obtenidos, juntando los extractos de los dos procesos.



Almacenamiento final de los extractos obtenidos (solución madre) de 10000 ppm de concentración.

**Anexo 27.** Posturas de huevos de *Aedes aegypti* (dos formas de conservación) proporcionadas por el Área de Vigilancia y Control Vectorial. Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.



Posturas de huevos de *Aedes aegypti* en papel toalla.



Posturas de huevos de *Aedes aegypti* en baja lengua.



Morfología externa de huevos típicos del mosquito *Aedes aegypti* observados al estereoscopio.

**Anexo 28.** Flujograma del proceso de incubación de huevos y crianza de larvas de *Aedes aegypti* en el Área de Vigilancia y Control Vectorial. Unidad Ejecutora 406 Red de Servicios de Salud Kimbiri Pichari, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco.



Postura de *Aedes aegypti* conservadas en papel toalla.



Recipientes plásticos (conteniendo 1,5 L de agua de clorada) de eclosión de huevos de *Aedes aegypti*.



Frascos de emergencia de adultos conteniendo pupas de los mosquitos.



Alimento balanceado para peces tropicales, que sirvieron de alimento para las larvas.



Jaulas de tecnopor conteniendo la fase adulta, para la crianza y obtención de huevos.

**Anexo 29.** Materiales empleados para el proceso de preparación de las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro especies de plantas nativas, para las pruebas de biotoxicidad.



**Anexo 30.** Proceso de dosificación de las concentraciones de los extractos hidroalcohólicos de las hojas de cuatro especies de plantas nativas en las unidades experimentales.



**Anexo 31.** Proceso de incorporación de las larvas de IV estadio del mosquito *Aedes aegypti* en las unidades experimentales para las pruebas de biotoxicidad.



**Anexo 32.** Disposición final de las unidades experimentales conteniendo larvas de *Aedes aegypti* y las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro especies de plantas nativas.



Anexo 33. Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	METODOLOGÍA
Potencial biocida de cuatro plantas nativas para el control de larvas de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae)	¿Cuál será el potencial biocida del extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de cuatro plantas nativas procedentes de la Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco) para el control de larvas de IV estadio de <i>Aedes aegypti</i> . (Diptera: Culicidae)?	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el potencial biocida del extracto hidroalcohólico obtenido de las hojas de cuatro plantas nativas procedentes de la Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco), en el control de larvas de IV estadio del mosquito <i>Aedes aegypti</i> en condiciones de laboratorio.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a. Identificar las cuatro plantas nativas procedentes de la Comunidad de Ubiato y Sampantuari - Nativo (Kimbiri - La Convención - Cusco).</p> <p>b. Desarrollar el screening fitoquímico preliminar del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas.</p> <p>c. Determinar la mortalidad (N° de las larvas muertas y % de mortalidad) de las larvas de IV estadio de <i>Aedes aegypti</i> en 24 horas de exposición.</p> <p>d. Determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico de las hojas de cuatro plantas nativas para el control de larvas de IV estadio de <i>Aedes aegypti</i> en 24 horas de exposición.</p>	<p>2.1. Antecedentes</p> <p>2.2. Marco Conceptual</p> <p>2.2.1. Potencial biocida</p> <p>2.2.2. Plantas nativas</p> <p>2.2.3. Control</p> <p>2.2.4. Larvas</p> <p>2.2.5. <i>Aedes aegypti</i></p> <p>2.2.6. Orden Diptera</p> <p>2.2.7. Familia Culicidae</p> <p>2.2.8. Extracto hidroalcohólico</p> <p>2.2.9. Concentración letal media (CL<sub>50</sub>)</p> <p>2.2.10. Método de análisis Probit</p> <p>2.3. Teorías y enfoques</p> <p>2.3.1. Control biológico</p> <p>2.3.2. Alternativas de control biológico</p> <p>2.3.3. Plantas biocidas en el control biológico</p> <p>2.3.4. Principios activos de plantas con actividad biocida</p> <p>2.3.5. Mecanismo de acción de los alcaloides</p> <p>2.3.6. Importancia de las plantas biocidas en el control de mosquitos</p> <p>2.3.7. Características de <i>Lonchocarpus nicou</i> (Aubl) DC “cube” “barbasco”</p> <p>2.3.8. Características de <i>Clibadium surinamense</i> L. “vacas”</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Plantas nativas</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>-Especie: cuatro plantas nativas.</p> <p>Concentraciones : 500, 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm.</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Potencial biocida</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>-Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) - Probit.</p> <p>-Mortalidad (n°) de larvas.</p> <p>-Mortalidad (%) de larvas.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Aplicativo</p> <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <p>Experimental</p> <p><b>Método:</b></p> <p>Aplicativo y analítico</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>El diseño fue experimental adecuado a un factorial de A x B; donde A = especies de plantas B = concentraciones del extracto hidroalcohólico.</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p>Aleatorio</p> <p><b>Técnicas:</b></p> <p>Observación</p> <p>Determinación</p> <p>Experimentación</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Estereoscopio</p> <p>Cámara digital</p> <p>Computadora</p> <p>GPS</p>