

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE
VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL
PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA**

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE
VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL
PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA”**

Realizado por:

ANA BELÉN ORTEGA MORA

Director del proyecto:

Dr. Juan Carlos Navarro, Ph.D.

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA AMBIENTAL

Quito, 30 de julio de 2017

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA**

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA**

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, ANA BELÉN ORTEGA MORA, con cédula de identidad # 172263877-0, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

FIRMA

172263877-0

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA**

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA”**

Realizado por:

ANA BELÉN ORTEGA MORA

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERA AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

JUAN CARLOS NAVARRO

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA**

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

GRACIELA UZCANGA

SUSANA CHAMORRO

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal axaminador

FIRMA

FIRMA

Quito, 30 de julio de 2017

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA**

DEDICATORIA

A Dios.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

AGRADECIMIENTO

A la Santa Madre de Dios, María Santísima.

A mi familia y amigos.

A ti, Alexis. Porque no es lo mismo caminar solo que acompañado.

Financiamiento como proyecto de la Universidad Internacional SEK,

a mi tutor Juan Carlos Navarro, profesores

ASOKIL y la comunidad de Limoncocha por su apoyo y colaboración en el desarrollo de
este trabajo.

A Jendry Moya y familia por la logística en la Estación Científica SEK.

Equipo de trabajo:

Paul Duque

Profesor Jonathan Liria – Ikiam

Estudiantes de 2do semestre 2017

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA**

06/08/2017 23:25:33

Para someter a:

To be submitted:

**Deficiencia en servicios públicos y diversidad de vectores, como factores de riesgo en
salud ambiental para la comunidad de Limoncocha.**

Ana Belén Ortega¹, Paúl Duque¹, Jonathan Liria², José Salazar¹,

Elena Burgaleta¹, Juan Carlos Navarro^{1*}

¹ Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito,

Ecuador. 06/08/2017 23:25:33

²Universidad Regional Amazónica, IKIAM

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Juan Carlos Navarro PhD, Universidad Internacional
SEK, Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito, Ecuador.

Teléfono: +593-; email: juancarlos.navarro@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Limoncocha, servicios públicos y riesgo ambiental

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Resumen.

La extensión de urbanismos hacia áreas selváticas, las deficiencias en servicios públicos, turismo, prácticas de cacería y explotación de recursos naturales son factores importantes que influyen en los brotes epidémicos de arbovirus de la Amazonía. La población de Limoncocha presenta características socio-estructurales con posibles dinámicas de transmisión local. Una relación directa entre la deficiencia de servicios públicos y la cría de *Aedes aegypti* y otros vectores fue encontrada, esto ayudó a estimar la vulnerabilidad y aquellos factores de riesgo presentes para la transmisión local de arbovirus en la comunidad. El muestreo fue realizado en tres días consecutivos, sistemático, estratificado y al azar del 80% del total de casas habitadas (65 viviendas), mediante encuestas sobre factores socioambientales y determinación de criaderos positivos a mosquitos. Los análisis sugieren que la población dispone de agua permanente para consumo por diferentes vías, pero solo el 8% de viviendas cuenta con sistema de tubería para agua potable, y la mitad de estos hogares tienen interrupciones diarias en el suministro. El 90% almacena agua en recipientes útiles de poco volumen, como baldes y lavacaras, proveniente de tanqueros, cisternas y pozos recolectada en ríos y quebradas. Una tercera parte de las viviendas (25%) no tienen servicio de recolección de desechos, las que tienen el servicio, del 40% no se retiran los inorgánicos, que representan el 60% de los recipientes positivos para mosquitos (ollas, tarrinas e inodoros). El índice de recipientes positivos por casa fue bajo (0.5; max=4, min=0). El patrón de cría está determinado por los recipientes de desecho y con especies principalmente selváticas ocupando dichos recipientes. El índice aéxico bajo (1,5%), sugiere una escasa colonización en la localidad, y que los casos de dengue/chikungunya reportados no son de transmisión local, siendo la mayor vulnerabilidad la posible traslocación de patógenos desde la reserva por vectores selváticos en el gradiente ecotono-periferia-centro del poblado.

Palabras clave: Arbovirus, *Aedes aegypti*, mosquitos, agua potable, desechos inorgánicos, Amazonía.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Abstract.

The extension of urbanisms toward jungle areas, deficiencies in public services, tourism, hunting and natural resources exploitation are important factors in outbreaks of Amazon arboviruses. Limoncocha town presents socio-structural characteristics with possible dynamics of local transmission. A direct relationship between deficiency of public services and the breeding of *Aedes aegypti* and other vectors was found, it helped to estimate the vulnerability and risk factors for the local transmission of arboviruses in the community. The sampling was realized in three consecutive days, it was systematic, stratified and random of 80% total habited houses (65 homes), by social-environmental surveys and determination of positive mosquitoes breeding. The analyses suggest that people have permanent water for consumption by different ways, but only 8% of dwellings has drinking water pipeline system, and half of these homes have daily interruptions in supply. 90% of houses stores water in useful little volume containers, such as buckets and facewash, from tankers, tanks and wells collected in rivers and streams. 25% of homes do not have waste collection service, and from 40% of them are not removed the inorganic waste, representing 60% of the positive recipients for mosquitoes (pots, tubs and toilets). The positive recipients index by house was low (0.5; max = 4, min = 0). Breeding pattern is determined by containers of waste and jungle species in the ecotone. Low aedes index (1.5%), suggests a low settlement in town, and reported cases of dengue fever/chikungunya are not by local transmission, being the greater vulnerability the possible translocation of pathogens from the reserve by jungle vectors in a gradient ecotone-periphery-center of the village.

Key words: Arbovirus, *Aedes aegypti*, mosquitoes, drinking water, inorganic waste, Amazon.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Introducción.

Los virus transmitidos por artrópodos (arbovirus= Arthropod Borne Viruses) están entre los agentes más comunes de enfermedades febriles en humanos en el mundo. Adicionalmente, los arbovirus son los patógenos emergentes más importantes, causantes de múltiples epidemias en las últimas décadas. Entre los ejemplos destacados se encuentran el virus del Nilo Occidental en América del Norte, el virus de la encefalitis japonesa en Asia, el virus Chikungunya en la región del Océano Índico y el dengue distribuido en todo el mundo (Forshey et al., 2010). Otro virus importante, como el Zika, ha presentado brotes recientes en África, América Latina, Europa y el sur de Asia (Singh & Tyagi, 2017); mientras que el virus chikungunya se ha propagado ampliamente en todo el mundo causando millones de infecciones (Doughty, Yawetz, & Lyons, 2017).

No obstante es un tema de salud pública y ambiental, se conoce muy poco sobre la distribución geográfica, el impacto relativo y los factores de riesgo de la infección por arbovirus en muchas regiones del mundo (Forshey et al., 2010). Por ejemplo, en Ecuador, existen pocas referencias sobre riesgo entomológico y distribución de mosquitos. Gran parte del territorio nacional no ha sido estudiado, incluso zonas vulnerables que presentan mayor susceptibilidad de transmisión de enfermedades a través de arbovirus y protozoarios no han sido objeto de atención (Navarro, Arrivillaga, Morales, Ponce, & Cevallos, 2015).

Por otro lado, aparte de las condiciones macro y microclimáticas (temperatura, humedad, etc.) que permiten la persistencia de arbovirus a través de la supervivencia del vector, también se agrega el factor humano (Sáez & Suárez, 2013). Así, es probable que la exposición humana a los ciclos de transmisión aumente a medida que actividades antrópicas continúan invadiendo áreas forestales (Forshey et al., 2010).

Por esta razón, el incremento en la presencia de vectores portadores de patógenos, como *Aedes aegypti*, y otras especies urbanas en América Latina se le asocia a la urbanización sin

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

previa planificación u ordenamiento territorial, y en consecuencia a deficiencias en servicios públicos, manejo y almacenamiento de agua potable así como la disposición de desechos sólidos inorgánicos (Sáez & Suárez, 2013).

La razón de esta asociación o correlación entre la deficiencia en servicios públicos y presencia y densidad de vectores radica por una parte en que la ausencia o continuas y prolongadas interrupciones en suministro de agua potable por tuberías promueve la acumulación de recipientes utilitarios de almacenamiento de agua como tanques, cisternas, barriles que son fuente de cría de estadios inmaduros acuáticos de vectores. En segundo término, por costumbres sociales, la población humana tiende a almacenar agua en recipientes ornamentales (floreros, materos, etc.) y en tercer lugar la ausencia de servicios de disposición de desechos inorgánicos produce la acumulación no utilitaria de recipientes desechados como neumáticos usados, latas, chatarra, etc. que actúan como fuentes de mosquitos debido a la acumulación de agua lluvia. Cada tipo de recipiente, todos de origen antropogénico, requieren de distinto manejo y solución. (Barrera, Navarro, Mora Rodríguez, Domínguez, & González García, 1995).

De esta forma, el desarrollo de enfermedades relacionado con el crecimiento no planificado de las ciudades o poblados sin el correspondiente desarrollo de servicios básicos para la población humana urbana o rural (Barrera et al., 1995) puede ser evidenciado en comunidades como Limoncocha con sus respectivas particularidades, por lo cual representa una población de estudio interesante, por su origen (fundación por el Instituto Lingüístico de Verano-ILV y petroleras en los años 1950's), área geográfica (Amazonía), costumbres sociales asociadas con la comunidad Kichwa residente, y estar inmersa en una zona protegida como la Reserva Biológica de Limoncocha. Estas características plantean preguntas interesantes en cuanto a la dinámica de vectores y su relación con las variables socioambientales y estimar o

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

inferir los posibles riesgos y vulnerabilidades ante patógenos arbovirales importados (Dengue, Zika y Chikungunya) o endémicos de la zona (Mayaro, fiebre amarilla, etc.).

Importantes patógenos que producen enfermedades en humanos y animales domésticos son transmitidos por dípteros de la familia Culicidae (Culicinae y Anophelinae). Entre las enfermedades más comunes en las que se encuentran involucrados estos insectos están: malaria, dengue (incluye sus manifestaciones severas y hemorrágicas), fiebre amarilla, encefalitis equina venezolana y del este, Gamboa, Ilheus, estomatitis vesicular, chikungunya, de las cuales se tiene registros previos y casos en Ecuador. Por otro lado, las tribus de mosquitos Sabethini, Aedini, Culicini y Anophelini son las más representadas en Ecuador, y corresponden a los principales taxa de transmisión de patógenos y a los grupos que deben ser tomados en cuenta como un índice de riesgos entomológico (Navarro et al., 2015).

Entre la familia Culicidae (Diptera: Nematocera) se encuentra un vector de arbovirus que requiere especial atención, se trata de *Aedes aegypti* (Linneus), el cual está estrechamente asociado con ambientes urbanos y peridomésticos (Halstead, 2008). Por ejemplo, dentro de zonas urbanas esta especie, en fases inmaduras, usa recipientes artificiales muy variados, los cuales almacenan agua durante periodos de lluvia y que están distribuidos en el peridomicilio, como es el caso de tanques de almacenamiento, latas, envases, chatarra, baldes, neumáticos, botellas, etc. (Focks & Alexander, 2006). No obstante, larvas de *Aedes aegypti* también pueden ser encontradas en el interior de viviendas, sobre todo cuando existen sitios donde la hembra, que comúnmente prefiere reposar en el interior de hogares, pueda depositar sus huevos (Ponlawat & Harrington, 2005) en recipientes ornamentales (floreros) y también de almacenamiento.

La dinámica poblacional de *Aedes aegypti* está fuertemente influenciada por el balance hídrico de los hábitats acuáticos, incluso en algunos casos la disponibilidad de criaderos es directamente proporcional a la precipitación. Se conoce que picos de densidad larval y de

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

dengue ocurren respectivamente un mes y dos meses luego de los niveles máximos de lluvia (Barrera et al., 1995).

En épocas de sequía cuando los recipientes no almacenan agua, *Aedes aegypti* tiene la capacidad fisiológica de permanecer latente, mediante huevos resistentes a la desecación. Sin embargo, el problema no únicamente se relaciona a las precipitaciones, por ejemplo, casos en Tailandia y en la India mostraron incrementos en la densidad de *Aedes aegypti* durante épocas secas, pero con un notable suministro y manejo de agua deficiente (Tonn, Sheppard, Macdonald, & Bang, 1969). Por ello, varios autores vinculan la existencia de precarios servicios de abastecimiento de agua y bajos niveles socioeconómicos con la cría de *Aedes aegypti* en recipientes donde se almacena agua. Por ejemplo, el uso de barriles o tanques parece ser común en varios países de clima tropical de América Latina, donde sirven de criaderos importantes para el vector (Barrera et al., 1995).

Paralelamente, una gran cantidad de recipientes desechables en los patios de las viviendas en las ciudades y pueblos, se asocian a un mal sistema de recolección de basura. Una comparación de los servicios públicos de 30 poblaciones de Venezuela encontró que los índices de cría de *Aedes aegypti* aumentaron de manera proporcional al incremento de número de criaderos de cualquier tipo (Barrera et al., 1995). Por otro lado, se ha demostrado que un adecuado y constante suministro de agua por tubería reduce los niveles de cría del vector, conociendo que este factor es primordial en la persistencia de *Aedes aegypti* y la transmisión endémica del dengue. Al proporcionar un sistema por tubería a una población se espera o supone que los habitantes de la misma dejen de almacenar agua en recipientes debido a que las interrupciones en el suministro cesan o al menos ese es el objetivo. Por ende, si deja de ser común la actividad de almacenamiento de agua, también se logrará evitar la cría del vector, la emergencia de poblaciones adultas-transmisoras y finalmente de brotes epidémicos (Navarro et al., 2015).

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Sin embargo, ciclos de transmisión de algunas otras arbovirosis no deben atribuirse únicamente a deficientes servicios públicos que generen riesgos epidemiológicos en zonas urbanas, los cambios ecológicos por deforestación o urbanización de áreas naturales y selváticas son la causa de brotes ocasionales de virus que se mantienen en ciclos selváticos, así como la incursión de pobladores a estas áreas aledañas por actividades de caza, pesca, turismo, expansión agrícola, o explotación de recursos naturales (Muñoz-Rodríguez, Arrivillaga, & Navarro, 2010; Muñoz & Navarro, 2012a; Neumayr et al., 2012). Los virus Mayaro y Oropouche son ejemplos de esta situación (Muñoz & Navarro, 2012b; Rodríguez-Morales, Paniz-Mondolfi, Villamil-Gómez, & Navarro, 2017). Sin duda, es el ser humano quien en ocasiones contribuye a crear los ambientes propicios para la transmisión de virus sin necesidad de que las personas entren en contacto con focos enzoóticos al crear criaderos potenciales o fuentes de luz y alimentación que atraen vectores selváticos o por dichas incursiones en las zonas de transmisión enzoótica (Muñoz & Navarro, 2012b) (Navarro et al., 2015).

Luego de la fundación de Limoncocha por medio del ILV y el traslado de pobladores Kichwas desde el Tena (Konecki, Kacperczyk, Chomczynski, & Albarracín, 2013), las empresas petroleras proporcionaban los servicios básicos a la comunidad de Limoncocha, en lugar del Estado ecuatoriano (Armas & Lasso, 2011). Sin conocer exactamente el desarrollo social desde su fundación, en la actualidad el panorama es diferente. En marzo 2016, el Gobierno Autónomo descentralizado del Cantón Shushufinfi destinó presupuesto del año 2017 hacia proyectos de cobertura de servicios básicos. Uno de los proyectos, busca dotar de un sistema de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial a la zona urbana de Limoncocha (GAD Municipal Shushufindi, 2016).

En 2011, el Ministerio del Ambiente, realizó el Plan de Manejo de la Reserva Biológica Limoncocha, donde califica a los servicios básicos de la zona como deficitarios desde la perspectiva urbano-occidental, especialmente en el campo de la salud. El suministro de agua y

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

la recolección de basura varían de acuerdo a la estructura urbanística de Limoncocha: lotes de terrenos distribuidos en manzanas, calles, canchas recreativas, tiendas, casa comunal, etc. Por otro lado, la estructura rural, es la misma de las comunidades Kichwas de la Amazonía, con fincas de uso agrícola, donde los servicios básicos son inexistentes (Armas & Lasso, 2011).

En lo referente al servicio de agua potable y alcantarillado, la comunidad en su totalidad no dispone del mismo. Existe un sistema de agua entubada que en 2011 cubría menos del 40% de las familias, mientras que el resto se abastecía de agua subterránea proveniente de pozos cavados en los terrenos de sus casas. Por otro lado, poblados relativamente cercanos a Limoncocha presentan panoramas distintos; es el caso de Pompeya, cuyo servicio de agua entubada cubre al 100% de la población y únicamente la zona periférica se abastece de pozos o acuíferos cercanos. Adicionalmente, el 60% de la basura de la población de Limoncocha, es recogida por carros recolectores de la empresa norteamericana Occidental Exploration Petroleum Company (OEPC), los cuales la eliminan a cielo abierto, quema o entierro de la misma. La zona rural acostumbra a verter los desechos generados en los cuerpos de agua (Armas & Lasso, 2011).

La población de Limoncocha cuenta con servicios públicos poco desarrollados y mal manejados, en lo que respecta a suministro de agua y recolección de desechos, no obstante haber sido un área importante de influencia de compañías petroleras extranjeras y nacionales. En la población se han presentado casos de enfermedades vectoriales, principalmente dengue y algunos reportes de chikungunya por lo que existe la posibilidad de que existan factores entomológicos y socio-ambientales que propicien el establecimiento de un ciclo endémico y/o epidémico, lo que sugiere cierta vulnerabilidad y presencia de posibles factores de riesgo que deben ser determinados y estimar su importancia para una transmisión local. Paralelamente, al estar inmersa en la Reserva Biológica debe valorarse también la vulnerabilidad y riesgo potencial a patógenos relacionados con la RBL y su traslocación a la población humana urbana.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Enfermedades respiratorias, intestinales y vectoriales como dengue, paludismo, leishmaniasis, chagas y fiebre amarilla; afectan a la población de Limoncocha (Ministerio de Salud Pública, 2013), sin embargo, no se cuenta con información acerca de los factores entomológicos y socioambientales de riesgo que incrementan las afecciones en los habitantes. De acuerdo a lo planteado anteriormente, como hipótesis de trabajo, *se espera encontrar una relación directa entre la deficiencia de servicios públicos (suministro de agua potable y disposición de residuos) como causante de la cría de Aedes aegypti y otros vectores portadores de virus que ocasionan enfermedades en la población de Limoncocha que, de acuerdo a su composición, distribución local y abundancia, permitirá establecer el grado de vulnerabilidad y factores de riesgo asociados.*

Por ello, el objetivo principal fue evaluar la vulnerabilidad y riesgo en salud ambiental mediante la estimación de variables socio-ambientales como la calidad de servicios públicos y presencia de vectores en la población de Limoncocha. Los objetivos específicos fueron (1) evaluar la calidad de variables socio-ambientales como suministro de agua potable por tubería y disposición de desechos sólidos inorgánicos en la zona urbana-rural, (2) determinar la importancia de los diferentes recipientes disponibles como criaderos de *Aedes aegypti* y otras especies para establecer la vulnerabilidad con base en estas variables y (3) correlacionar las variables socio-ambientales, disponibilidad y tipos de recipientes y la composición entomológica (vectores) para establecer los factores de riesgo más importantes.

Materiales y Métodos.

Área de estudio

La población de Limoncocha, en el Noreste del Ecuador, está asentada en la Reserva Biológica Limoncocha (RBL) inmersa en la Amazonía Ecuatoriana y en la Provincia Biogeográfica del Napo, y ubicada en la provincia política de Sucumbíos, en el Cantón

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

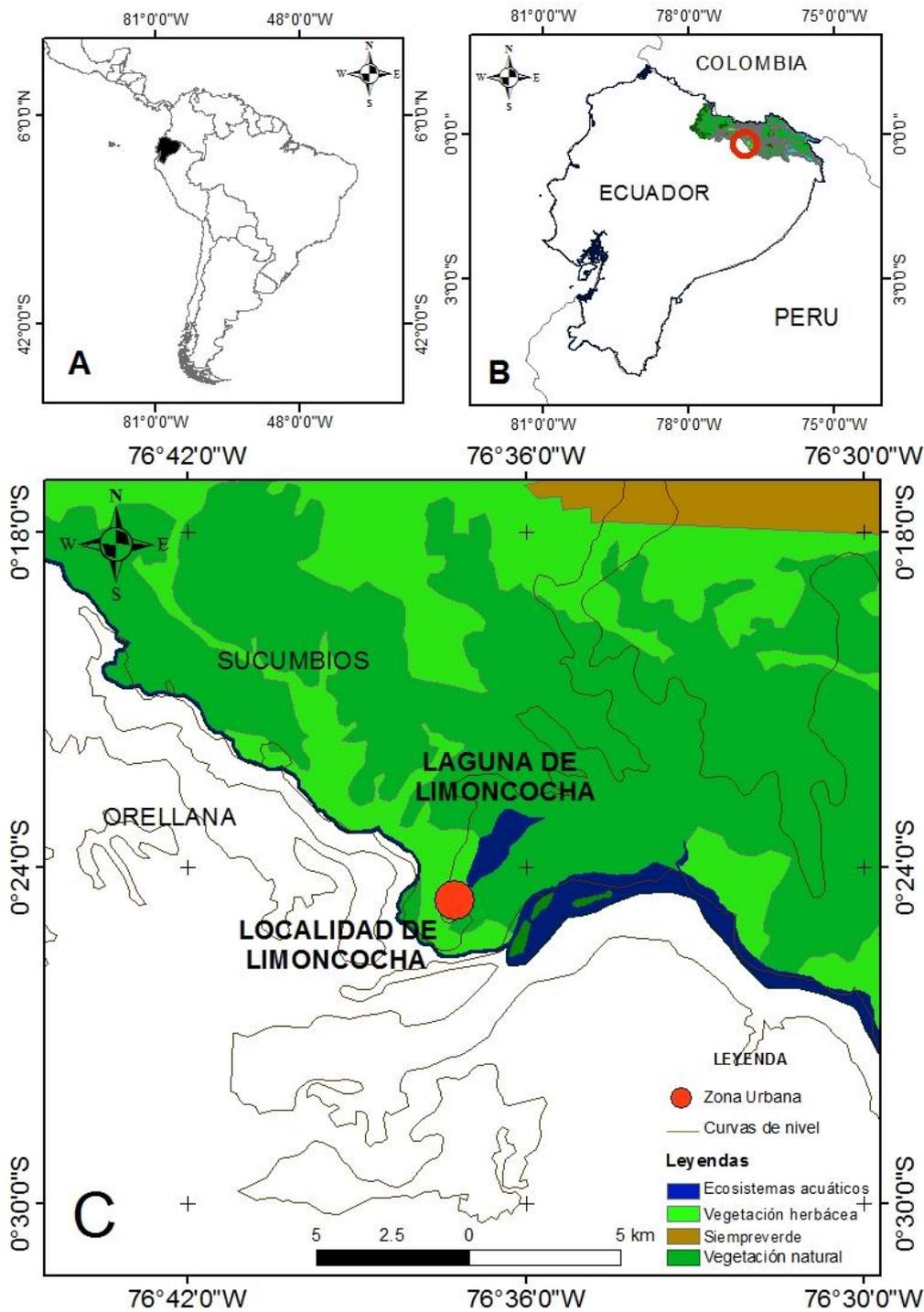
Shushufindi (0°11'14"S 76°38'42"W), en la parroquia de Limoncocha. Esta se halla a una altitud de 203 m y cuenta con una superficie total de 59.853,32 ha. Sus límites geográficos son al norte con las parroquias de Shushufindi y San Roque, al sur con la provincia de Orellana, al este con la parroquia de Pañacocha y la provincia de Orellana y al oeste con la Provincia de Orellana.

El total de habitantes de la parroquia de Limoncocha consta de aproximadamente 6.700 residentes, mientras que en el pueblo una población aproximada de 1.500 residentes (principalmente Kichwa), siendo las principales actividades de la población la educativa, petrolera y agrícola. Otras actividades declaradas son la pesca y caza en la RBL. La población consta de aproximadamente 23 bloques de viviendas (tipo manzanas) y 120 edificaciones. Adyacente al poblado se encuentra el río Napo (1-1,5 Km de distancia) y la Laguna de Limoncocha (meandro abandonado del río Napo, 1.230 años). La RBL es un área RAMSAR (humedal, declarado en 1998), siendo una de las áreas protegidas más pequeñas del Ecuador (4.613, 25 ha.), y declarada como Reserva el 23 de septiembre de 1985.

La RBL limita al norte con el río Blanco, al Este con el río Itaya, al sur con la Provincia de Orellana (río Indillama), al Noroeste con el Parque nacional Yasuní, y al Oeste con el río Jivino y algunos centros poblados como Playayacu, San Antonio, Limoncocha y Pompeya (de norte a sur). La temperatura media anual es de 24,9 0 C y una precipitación anual de 3.065 mm.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Figura 1. Mapa del área de estudio. Población de Limoncocha, Sucumbíos, Ecuador.

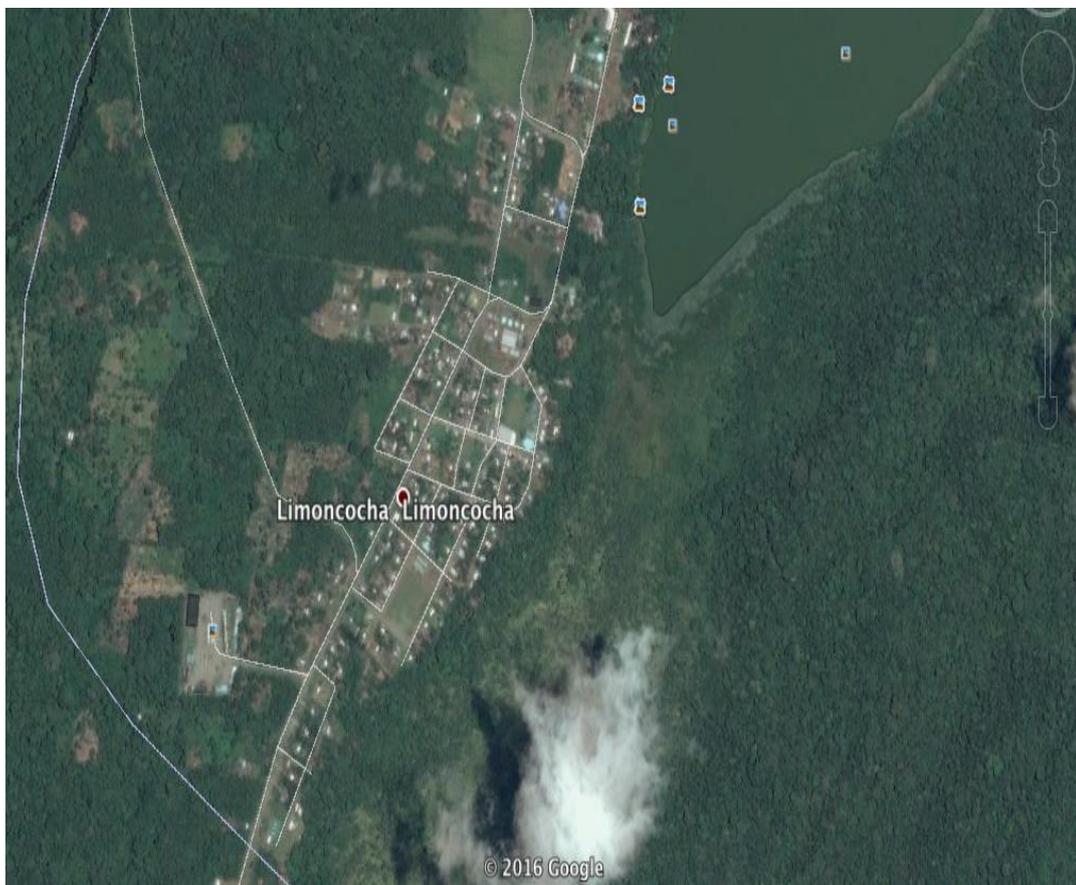


DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

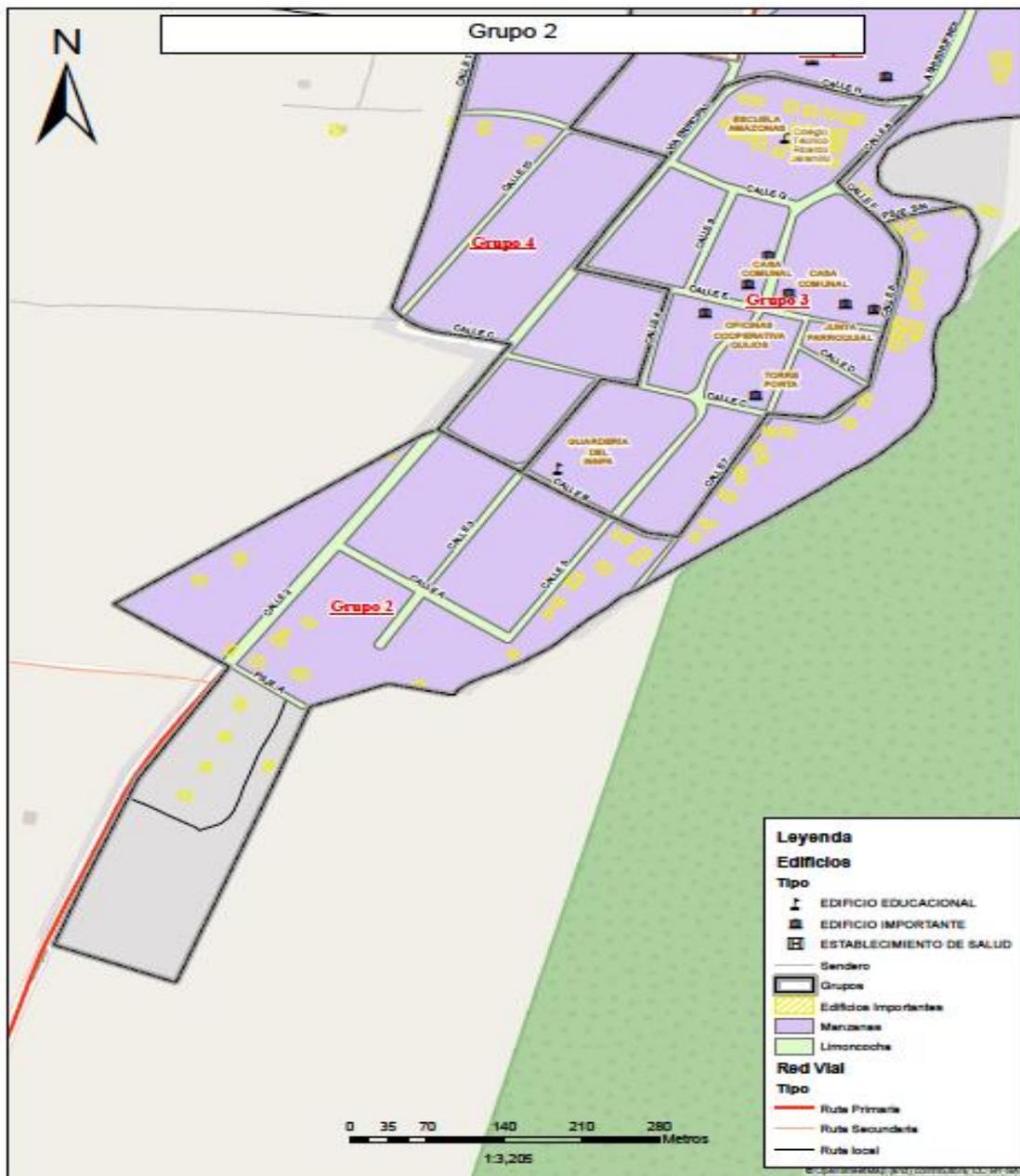
Diseño muestral: estratificación y muestreo en viviendas

Con base en un plano del área urbana producto de la digitalización de imagen de satélite (Landsat) se identificaron y estratificaron zonas o barrios que existen en la comunidad de Limoncocha y se seleccionaron aleatoriamente la mayor cantidad de viviendas. *In situ*, se tomaron las coordenadas geográficas (GPS) de cada esquina/manzana para verificar y corregir la información del plano producto de la imagen satelital.

Figura 2. Imagen satelital y plano digitalizado de la comunidad urbana de Limoncocha.



DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA



Un total de cuatro equipos con igual número de operadores realizaron el muestreo entomológico y la recolección de datos socio-ambientales. Se tomaron un total de 63 viviendas que representan el 80% de la infraestructura observable en la imagen (planos e imagen disponibles a solicitud, no anexadas). El 20% restante de viviendas no se colectaron como consecuencia de no haber sido ubicados sus habitantes durante los días de muestreo.

En cada hogar con número/código asignado y verificado en el plano, se entrevistó al representante adulto que se ubicó en ese momento en la vivienda. La entrevista fue realizada a

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

través de una encuesta socioambiental (Anexo 1) en la cual se consultaron datos claves para el desarrollo de este proyecto como: densidad poblacional, suministro de agua (interrupciones, frecuencia de las mismas), recolección de desechos y ocurrencia de casos febriles y conocimiento de enfermedades diagnosticadas a los integrantes de la vivienda. La metodología sigue el mismo proceso que el señalado en (Barrera et al., 1995; Navarro et al., 2015).

Se realizó un muestreo puntual durante tres días consecutivos, colectando ejemplares adultos e inmaduros de mosquitos (Diptera: Culicidae) con distintos métodos de captura para una evaluación rápida que previamente ha demostrado estimar de manera eficaz la población de vectores con fines eco-epidemiológicos (Navarro et al., 2015).

Recolecta de información socio-ambiental (encuesta)

Servicios públicos (suministro de agua y recolección de desechos)

Para estimar el grado de deficiencia en el suministro de agua se tomaron en consideración los siguientes indicadores: tipo de suministro, interrupciones en el suministro, frecuencia y duración de las interrupciones, almacenamiento de agua para consumo. Por otro lado, los indicadores de la recolección de desechos son: disponibilidad, frecuencia y retirada de recipientes fuera de uso que actúan por lo general como criaderos (llantas, material plástico, baldes, ollas).

Casos febriles y reporte de enfermedades

Para evaluar la ocurrencia de casos febriles por vivienda se preguntó sobre el diagnóstico clínico, así como la antigüedad del mismo de las siguientes enfermedades: Dengue, Zika, Chikungunya, fiebres indiferenciadas, dolores de huesos fuertes, sarna brava, lepra de monte, malaria y chagas.

Muestreo entomológico y métodos de laboratorio

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Con la autorización del jefe de hogar, simultáneamente a la aplicación de la encuesta socio-ambiental, se levantó la información de tipos de recipientes con agua almacenada que sirvan de criaderos (positividad a larvas) para mosquitos. Los datos fueron registrados en una planilla (Anexo 2) con los datos respectivos de número de vivienda. Las muestras fueron recogidas y procesadas por el equipo general y luego por el equipo de entomólogos siguiendo los protocolos descritos en (Heinemann & Belkin, 1978; Navarro et al., 2015; Navarro, Liria, Piñango, & Barrera, 2007).

Se colectaron tanto fases adultas como inmaduras para obtener una riqueza representativa de la población de Limoncocha. Estudios similares demuestran que cuando la captura de vectores únicamente va enfocada en una fase de desarrollo en particular, hay una pérdida en la estimación real en la captura de la fauna total; lo mismo sucede cuando no se considera tanto criaderos artificiales como naturales, pues su composición faunística es usualmente diferente (Navarro et al., 2015). De esta manera, la colecta de especímenes se realizó por medio de succionadores plásticos para las larvas y pupas en criaderos; aspiradores y trampas de luz CDC para adultos.

Indicadores Entomológicos

Índices de vectores y criaderos

Se calcularon indicadores entomológicos vectoriales de uso común, como el índice aéxico (IA), índice de Breteau (IB) y el índice de recipientes (IR). El primero se refiere al porcentaje de casas positivas a *Aedes aegypti* en una determinada localidad. El IB es el porcentaje de recipientes positivos a *Aedes aegypti* en el total de las casas inspeccionadas de una localidad, mientras que el IR calcula el porcentaje de recipientes positivos a Culicidae en el total de recipientes de una determinada localidad.

Riqueza y abundancia de especies

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Se calculó la riqueza y la abundancia de especies de mosquitos, por barrios y por criaderos clasificados en utilitarios, ornamentales y desecho. Los métodos estadísticos empleados fueron descriptivos, análisis de clasificación como agrupamiento por Clusters y de componentes principales (para realizar una reducción por ejes del total de variables que explican la varianza total de la presencia y abundancia de vectores). Los datos significantes y de índices fueron mapeados por barrios para determinar vulnerabilidad espacial.

Resultados.

Datos socio-ambientales: Servicios públicos y enfermedades

Un 90% (57) de las viviendas almacenan agua, cuyo origen es variado: 43% (27) lo toma de pozos y aguas subterráneas, 13% (8) la obtiene de tanqueros, 35% (22) de agua lluvia y quebradas, y un 10% (6) presenta servicio de agua por tubería lo que completa un 100% de disponibilidad de agua en la población.

El servicio de recolección de basura y desechos cubre el 75% de las viviendas, sin embargo, en el 40% de los casos este servicio no retira los desechos sólidos inorgánicos no degradables.

El almacenamiento de agua se realiza en diferentes recipientes de origen antropogénico (artificiales y utilitarios), siendo el más frecuente los baldes (49%), seguido de tanques (23%) y finalmente por lavacaras y toneles de 200 litros en un 15% cada uno. Estos recipientes son considerados útiles y conforman el 42% de los recipientes que resultaron positivos a mosquitos, mientras que los de desecho resultaron positivos a mosquitos en un 54%. Los recipientes ornamentales tipo floreros o materos resultaron positivos en un 4%.

La demografía local resultó en 3,8 adultos y 3 niños promedio por vivienda, que significan 6 a 7 habitantes por vivienda. Epidemiológicamente, el 57% respondió haber tenido al menos un evento de dengue, Zika o Chikungunya un año atrás (58%), seis meses (31%) y un

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

mes (11%). Los casos febriles se presentaron en el 62% de los hogares encuestados, hace un año (41%), hace seis meses (28%), un mes (21%), la semana pasada y durante el momento en que se realizó la encuesta (10%).

Dolores de huesos fuertes fueron referidos por parte del 65% de los encuestados, los cuales ocurrieron un año atrás (34%), seis meses (24%), un mes (20%), la semana pasada y en el momento en que se realizó la encuesta (22%). Episodios de sarna brava y lepra de monte (Leishmaniasis) sucedieron en el 19% de las viviendas encuestadas, hace un año (25%), seis meses (42%), un mes (17%), semana pasada y durante la encuesta (16%). El 30% respondió haber tenido al menos un episodio de Malaria y Chagas un año atrás (79%), seis meses (11%) y 1 mes (11%).

Indicadores Entomológicos

Índices de vectores y criaderos

El índice aélico y de Breteau resultaron en 1,5% cada uno, mientras que el índices criaderos totales fue de 0,5%, es decir, menos de un recipiente positivo a mosquitos por vivienda, con un máximo de cuatro recipientes y mínimo de cero.

Composición general de la fauna de mosquitos: espacial, macro y microhábitat, criaderos

Se identificaron 41 especies pertenecientes a las dos subfamilias de Culicidae: 2 especies de Anophelinae y 39 especies de Culicinae. Entre los Culicinae, seis tribus están representadas: Aedini (tres especies), Culicini (22 especies), Mansonini (cuatro especies), Sabethini (cinco especies), Toxorhynchitini (una especie) y Uranotaeniini (cuatro especies) (Cuadro 1).

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Cuadro 1. Lista de especies identificadas en sus fases de desarrollo (larvas, pupas y adultos) en distintos reservorios y trampas CDC en la Población de Limoncocha.

REGISTROS		Estadios Inmaduros (larvas y pupas)														Estadio Adulto							
		Artificial										Natural											
		Útiles				Ornamental	Desecho					Suelo	Vegetación										
Subfamilia	Tribu	Especies	Baldes	Lavacera	Toneles	Tanques	Floreteros	Ollas	Plástico	Tapa de balde	Tarinas	Lantaras	Borellas	Caja de carton	Baldes	Techos	Taza	Charcas	Araceae	Espata	Bambú	CDC	Aspirador
		Riqueza de especies	7	2	2	1	1	3	1	1	4	1	0	2	0	1	2	0	2	0	1	30	2
		Especie no identificada					X																
Anophelinae	Anophelini	<i>Anopheles (Anopheles) nr. mattogrossensis</i>																				X	X
		<i>An. (Anopheles) apicimacula</i>																				X	
Culicinae	Aedini	<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>			X																		
		<i>Ae. (Ochlerotatus) fulvus</i>																				X	
		<i>Psorophora (Grabhamia) dimidiata*</i>																				X	
		<i>Culex (Aedinus) amazonensis</i>																				X	
		<i>Culex (Carrollia) bonnei</i>	X					X	X					X			X						
		<i>Cx. (Car.) infoliatius</i>	X					X															
		<i>Cx. (Car.) secundus</i>	X	X							X												
		<i>Cx. (Culex) declarator</i>	X			X					X					X							
		<i>Cx. (Cul.) quinquefasciatus</i>	X																			X	
	Culicini	<i>Cx. (Cul.) sp. 1</i>																				X	
		<i>Cx. (Cul.) sp. 3</i>																				X	
		<i>Cx. (Cul.) sp. 4</i>																				X	
		<i>Cx. (Cul.) sp. 5</i>																				X	
		<i>Cx. (Cul.) sp. 6</i>																				X	
		<i>Cx. (Cul.) sp. 7</i>																				X	
		<i>Cx. (Cul.) sp. 8</i>																				X	

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

De las 41 especies más una no identificada, tres de ellas (7%) fueron colectadas tanto en fase adulta como inmadura, 11 (26%) solo en fase de larva o pupa en los criaderos y 28 (67%) especies únicamente se colectaron en fase adulta por medio de trampas de luz CDC y aspiradores. Las 41 especies identificadas fueron encontradas en trece recipientes artificiales, dos criaderos naturales y capturadas a través de dos tipos de trampeo (Cuadro 1 y 2).

Tres especies mostraron las tasas más altas de captura como adultos con diferentes métodos (aspirador manual y trampa CDC): *Culex (Melanoconion) spissipes* Theobald (53 individuos capturados en trampa CDC), *Anopheles (Anopheles) nr. mattogrossensis* Lutz & Neiva (49 ejemplares colectados por aspirador manual y CDC) y *Coquillettidia (Rhynchotaenia) albicosta* Peryassú (21 por trampa CDC).

Por otro lado, las especies que alcanzaron las tasas más altas de captura por medio del uso del succionador plástico en criaderos artificiales y naturales fueron: *Limatus durhami* Theobald (16 individuos), *Culex (Carrollia) bonnei* Dyar (15), *Culex. (Carrollia.) secundus* Bonne-Wepster & Bonne (11), *Culex (Culex) declarator* Dyar & Knab (10 ind) y *Wyeomyia melanocephala* Dyar & Knab (10 ind).

En fitotelmata (plantas que almacenan agua en estructuras como axilas, brácteas, etc) se encontraron tres especies, sin embargo, sólo *Wy. melanocephala* mostró especificidad por criaderos naturales en las especies de la familia Araceae (*Xanthosoma sp.* y *Colocasia esculenta*).

Distribución espacial / macrohábitat / Barrios

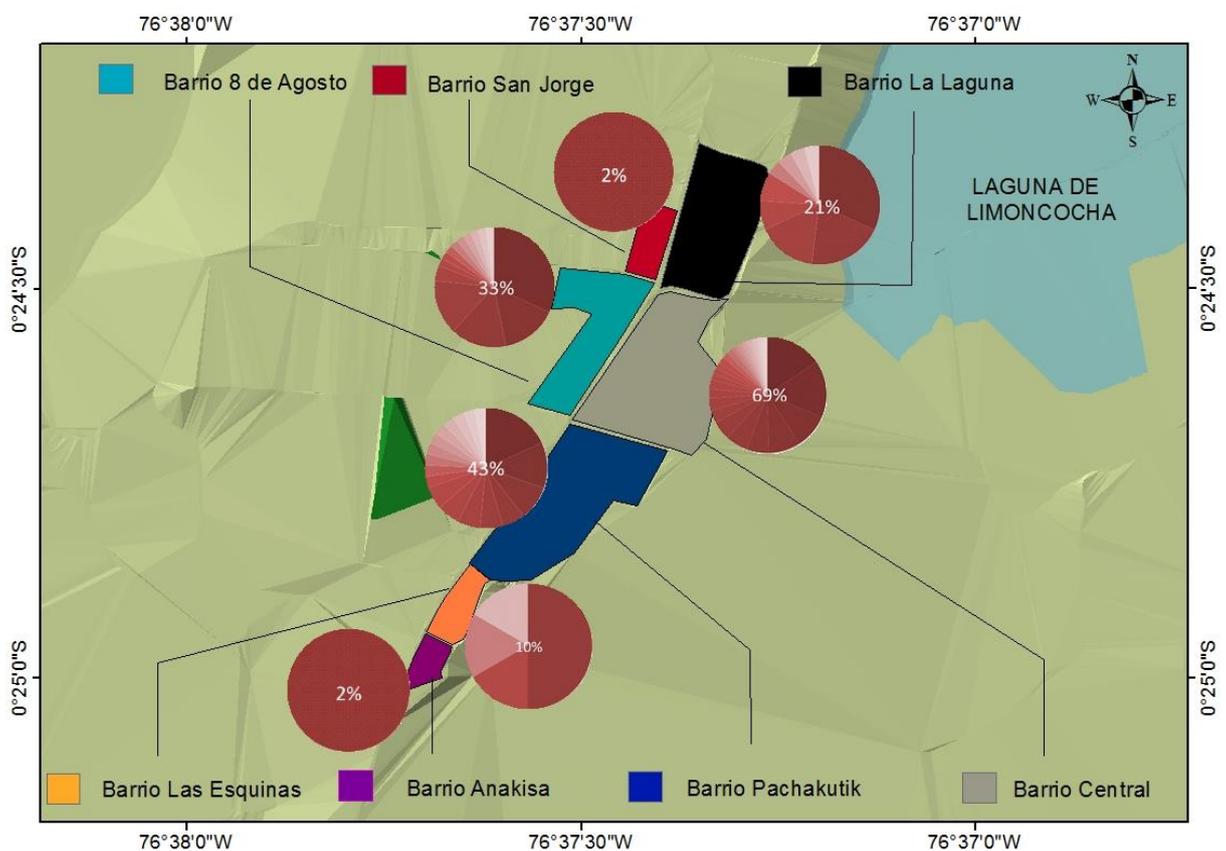
Espacialmente, 11 especies (26%) se colectaron tanto en la zona urbana como en el ecotono población-Reserva Biológica, mientras que cinco especies (12%) se colectaron en el ecotono, mientras que 25 especies y una no identificada (62%) se colectaron únicamente dentro de la zona urbana (Cuadro 3). Del total de especies solo tres (*Aedes aegypti*, *Culex*

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

quinquefasciatus y *Limatus durhami*), están asociadas a ambientes urbanos, mientras que el 93% son especies de comportamiento selvático.

Por barrios, la mayor riqueza de especies está asociada a los barrios en posición central (Barrio central, 8 de agosto y Pachakutik), disminuyendo el número de especies hacia las periferias. Este patrón es mostrado en la Figura 3.

Figura 3. Distribución espacial de la riqueza (porcentajes) y abundancia de mosquitos por barrios en la localidad de Limoncocha.



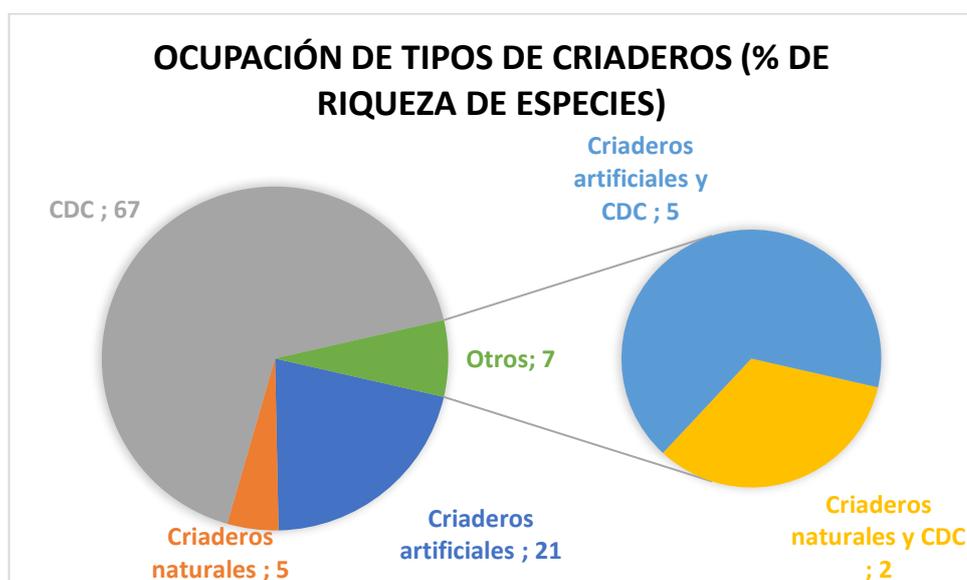
Distribución espacial / microhábitat / criaderos

En cuanto a la ocupación de tipos de criaderos, de las 41 especies capturadas, nueve especies (21%) fueron colectadas únicamente en criaderos o recipientes artificiales de utilidad, desecho u ornamentales; dos especies (5%) sólo en criaderos naturales (fitotelmata) y 28

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

especies (67%) exclusivamente como adultos a través de trampas. Se estableció una similitud entre trampas y criaderos naturales de una sola especie (2%), mientras que con criaderos artificiales y trampas fue de dos (5%) especies. No obstante, ninguna especie se encontró en ambos tipos de criaderos (Cuadro 1, Cuadro 2 y Anexo 3).

Cuadro 2. Ocupación de tipos de criaderos. Número de especies.



Cuadro 3. Ubicación de especies capturadas.

ECOTONO (5)	COMPARTEN (11)	ZONA URBANA (25 + 1)
<i>Psorophora (Grabhamia) dimidiata*</i>	<i>Anopheles (Anopheles) nr. mattogrossensis</i>	<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>
<i>Aedes (Ochlerotatus) fulvus</i>	<i>Culex (Culex) quinquefasciatus</i>	<i>Culex (Aedinus) amazonenesis</i>
<i>Culex (Melanoconion.) sp. 1</i>	<i>Cx. (Cul.) sp. 4</i>	<i>Anopheles (Anopheles) apicimacula</i>
<i>Cx. (Mel.) sp. 5</i>	<i>Cx. (Melanoconion) ocosa</i>	<i>Limatus asulleptus</i>
<i>Mansonia (Mansonia) titillans</i>	<i>Cx. (Mel.) spissipes</i>	<i>Culex (Carrollia) bonnei</i>
	<i>Cx. (Mel.) sp. 3</i>	<i>Uranotaenia (Uranotaenia) calosomata</i>
	<i>Cx. (Mel.) sp. 4</i>	<i>Trichoprosopon compressum</i>
	<i>Uranotaenia (Uranotaenia) briseis*</i>	<i>Cx. (Culex) declarator</i>
	<i>Coquillettidia (Rhynchotaenia) albicosta*</i>	<i>Li. durhami</i>
	<i>Cq. (Rhy.) juxtamansonia</i>	<i>Ur. (Ura.) geometrica</i>
	<i>Mansonia (Mansonia) humeralis</i>	<i>Cx. (Car.) infoliatius</i>
		<i>Johnbelkinia longipes</i>
		<i>Ur. (Ura.) lowii</i>
		<i>Wyeomyia melanocephala</i>
		<i>Cx. (Car.) secundus</i>

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA**

		<i>Cx. (Cul.) sp. 1</i> <i>Cx. (Cul.) sp. 3</i> <i>Cx. (Cul.) sp. 5</i> <i>Cx. (Cul.) sp. 6</i> <i>Cx. (Cul.) sp. 7</i> <i>Cx. (Cul.) sp. 8</i> <i>Cx. (Cul.) sp. 9</i> <i>Cx. (Cul.) sp.10</i> <i>Cx. (Mel.) sp. 2</i> <i>Toxorhynchites sp. 1</i> Especie no identificada
--	--	---

*Nuevo Registro para Ecuador

Evaluación rápida de mosquitos y vulnerabilidad a transmisión de patógenos en la zona urbana

En la localidad de Limoncocha como ambiente urbano (viviendas con división urbanizada distribuidas en siete barrios, iglesia, centro de salud, áreas deportivas, tiendas) se colectaron 35 especies más una no identificada (86%) (Anexo 3), mientras que en el ecotono (Reserva Biológica de Limoncocha) se capturaron 17 (40%) especies.

Se realizó una evaluación de factores de riesgo entomológico y socioeconómico a la transmisión de arbovirus con los siguientes resultados: 38% de las viviendas mantenían larvas de Culicidae, con índice aéxico de casas IC= 1,56%, índice de recipientes IR= 2,9% (1 positivo a *Aedes* de 35 positivos con agua); índice de Breteau presentó igual resultado que el índice aéxico IB= 1,56%, con un promedio de 0,5 recipientes por casa (Anexo 3).

Se determinaron dos tipos de criaderos: naturales (11%) y recipientes artificiales (89%). El número total de recipientes artificiales (positivos y con agua) fue de 31, siendo 13 de ellos (42%) útiles (de almacenamiento de agua para consumo humano o para uso de animales domésticos), 17 (55%) de desecho o descartados y acumulados en patios y (3%) 1 ornamental (pupa de especie no identificada). Por otro lado, se hallaron 4 criaderos naturales de las familias Araceae (75%) y Poaceae (25%) (Anexo 3).

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

De todos los tipos de criaderos artificiales, los baldes (19%), ollas (16%) y llantas (13%) presentaron los mayores porcentajes de ocupación con larvas o pupas de varias tribus de mosquitos, seguido de tanques (10%) y tarrinas (10%). La positividad de ocupación fue entre especies de mosquitos de las subfamilias Anophelinae y Culicinae. *Aedes aegypti* únicamente fue encontrado en un tonel, usado para almacenar agua, de una vivienda del Barrio Central.

Se capturaron en total 303 individuos pertenecientes a las 41 especies identificadas. La abundancia total más alta se encontró en las trampas de luz CDC con 213 (70%) especímenes, seguido de criaderos artificiales con 75 (25%) ejemplares, 12 (4%) en criaderos naturales y tres (1%) individuos capturados por aspirador manual. Entre los criaderos: ollas (21%), los baldes (18%) y plantas Araceae (13%) presentaron la mayor abundancia (Figura 4 y 6).

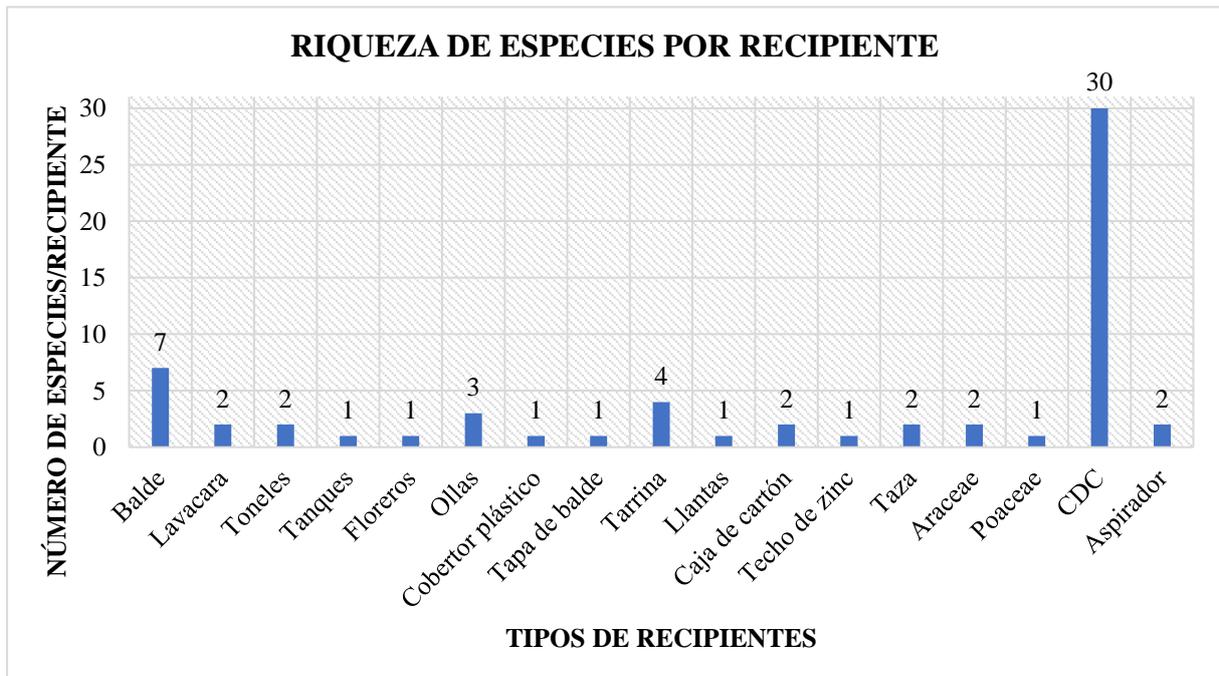
La mayor riqueza de especies por medio de captura fue de 31 (76%) especies usando succionador plástico (28 en criaderos artificiales y tres en criaderos naturales) y de 30 (73%) especies por trampas de luz CDC; mientras que la menor riqueza fue de dos (5%) especies capturadas por aspirador manual. Los baldes (25%) y las ollas (14%) fueron los criaderos artificiales con mayor riqueza por recipiente (Figura 5 y 6).

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Figura 4. Abundancia de especies en recipientes artificiales, naturales y capturadas por trampas CDC y aspiradores.

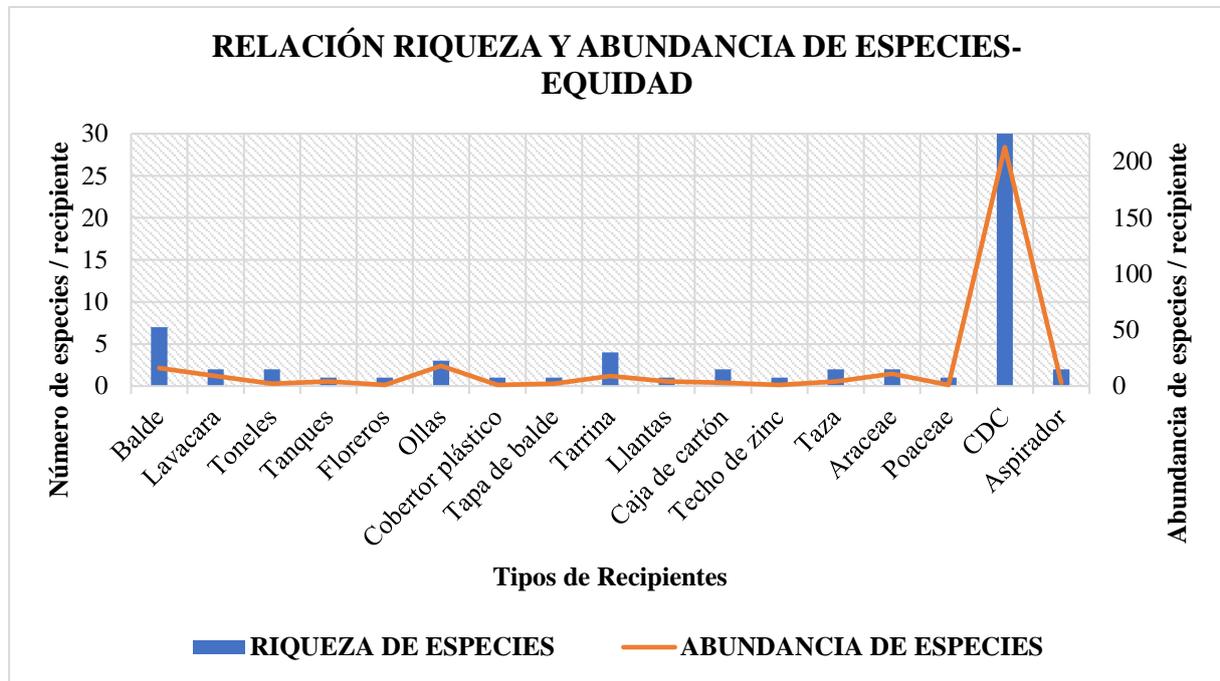


Figura 5. Riqueza de especies en recipientes artificiales, naturales y capturadas por trampas CDC y aspiradores.



DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Figura 6. Relación entre riqueza y abundancia de especies por sitio de captura (recipientes artificiales y naturales, trampas CDC y aspiradores).

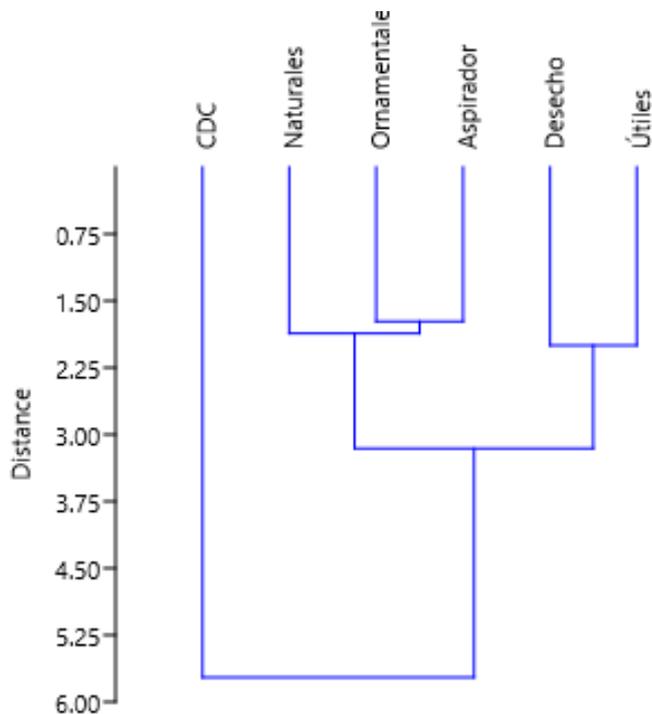


Análisis de clasificación y correlaciones de variables

El Cluster número 1 (Figura 7) muestra la clasificación del tipo de trampa/recipientes de acuerdo a la riqueza capturada. Se observa una clara diferencia entre las capturas por trampas CDC con respecto al segundo grupo de recipientes (útiles y de desecho), mientras que los recipientes naturales, ornamentales y captura por aspirador conforman el tercer grupo. Estos grupos coinciden con los grupos de mayor abundancia de individuos.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Figura 7. Cluster tipos de recipientes y trampas de acuerdo a riqueza capturada.



De acuerdo a la productividad de mosquitos por barrios (abundancia de individuos por barrios) el Cluster 2 (Figura 8) muestra tres grupos de productividad de mayor a menor, grupo 1: Barrio Central, 8 de agosto y Las Esquinas, grupo 2: Pachakutik y La Laguna, y un tercero con los dos ecotonos y San Jorge como las zonas de menor productividad. El gráfico a la derecha (Figura 9) muestra como el grupo 2 (Pachakutik, La laguna) muestra la mayor diversidad de recipientes (útiles, desecho, naturales).

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Figura 8. Clúster: productividad de mosquitos por barrios.

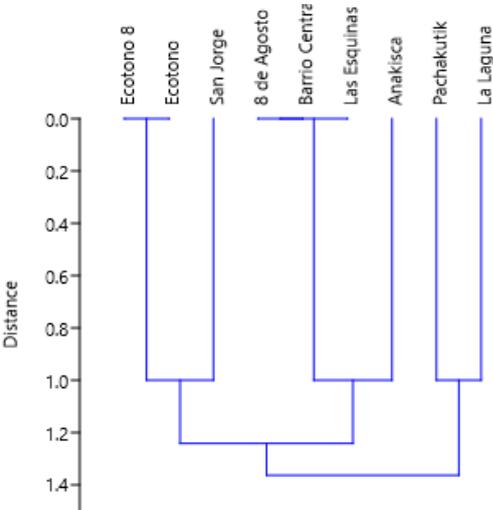
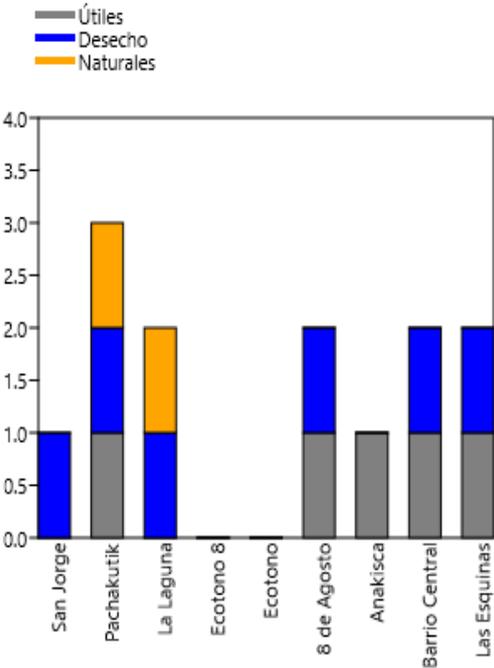


Figura 9. Diagrama de barras: productividad de mosquitos por barrios.



DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

El Análisis de Componentes Principales (ACP) con todas las variables arrojó cinco ejes o componentes de los cuales por sus Eigenvalues los tres primeros explican el 85% de la varianza total, mientras que los dos primeros el 64% de la varianza (Cuadro 4). Al graficar los tres componentes, la combinación de los componentes 1 Vs 2 muestran la mejor explicación de las variables que determinan los patrones eco-epidemiológicos de Limoncocha (Figura 10).

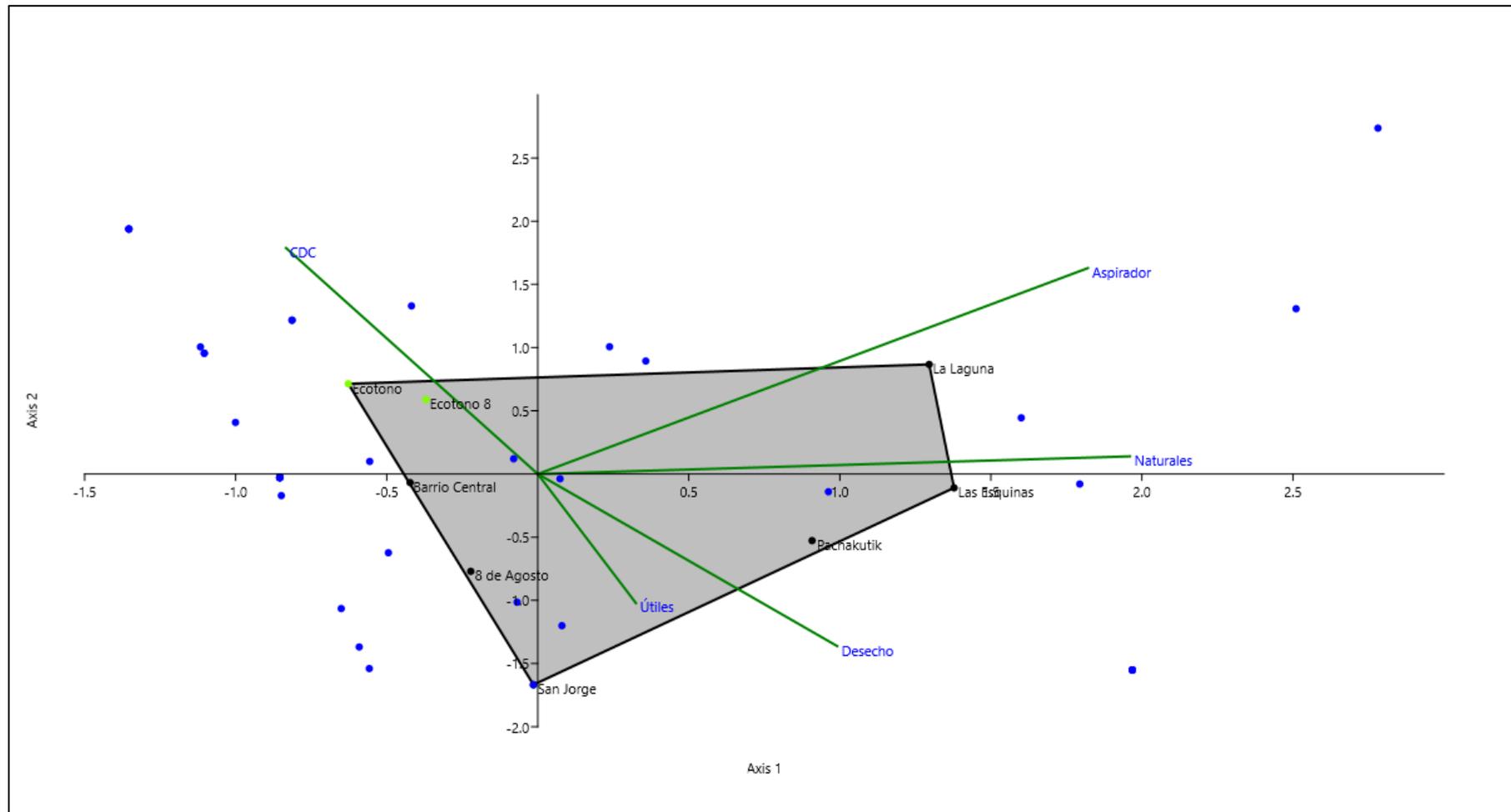
Cuadro 4. Eigenvalues del Análisis de Componentes Principales (Figura 10).

EJE	VECTORES PROPIOS (Eigenvalues)	%
1	0,46776	37,6
2	0,32632	26,23
3	0,26412	21,23
4	0,18404	14,79
5	0,0018347	0,1575

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

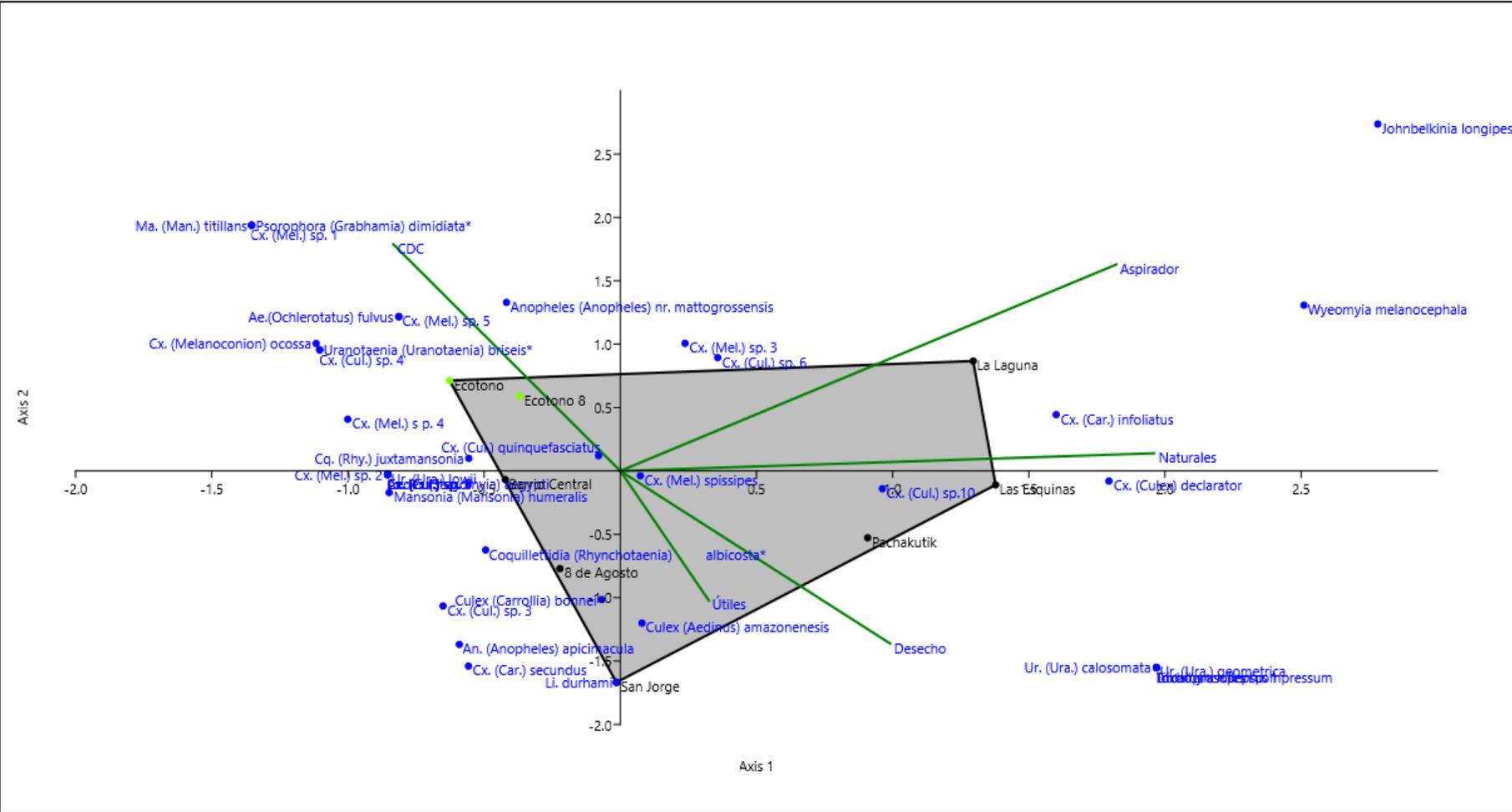
Figura 10. Análisis de componentes principales (ACP). Componente 1 Vs Componente 2.

Figura 10.1. ACP. Componente 1 Vs Componente 2. Con especies identificadas.



DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Figura 10.1. ACP. Componente 1 Vs Componente 2. Con especies identificadas.



DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Discusión.

Se evidencia que la población de Limoncocha tiene un excedente hídrico para aguas de consumo (no potables) que provienen de distintas fuentes entre ellas pozos y aguas subterráneas, tanqueros, los ríos adyacentes y el agua de lluvia, lo que lo diferencia del régimen hídrico de zonas costeras del país y de Latinoamérica.

Sin embargo, el hecho de que sólo 6 (10%) viviendas de 63 presenten suministro de agua potable por tubería tiene como consecuencia que los habitantes almacenen agua de sus diferentes fuentes en recipientes utilitarios, tipos baldes, toneles, tanques y otros de menor proporción.

Un hecho distintivo resulta en el tipo de recipiente de almacenamiento más abundante en Limoncocha, como son los baldes de 5 litros. En localidades costeras y de baja altitud de Ecuador y Latinoamérica, los toneles o barriles de 200 litros son los más importantes (Barrera, Avila, & González-Téllez, 1993; Barrera et al., 1995; Morales-Pérez et al., 2017) . Estas localidades presentan una marcada estacionalidad y períodos de sequía que obligan a la comunidad a almacenar suficiente agua por largos períodos de tiempo y por esta razón utilizan los recipientes de mayor volumen.

El caso de Limoncocha difiere en el comportamiento social de almacenamiento, al tener excedente de agua por diversas vías, entre ellas los cercanos cuerpos de agua como ríos y riachuelos. Esta característica produce que los habitantes no requieran grandes recipientes y utilizan los baldes de 5 litros para recoger agua de pozos, tomas comunitarias y ríos cercanos, en los cuales constantemente se proveen de agua.

Este comportamiento lleva a la baja acumulación de toneles en la población, en los cuales *Aedes aegypti*, mediante los huevos resistentes a la desecación adosados a las paredes, ha invadido distintas localidades, así como ocurrió con los toneles de madera durante la colonia en el traslado de esclavos desde África hasta América.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Por otra parte, si bien el servicio de recolección de basura no es marcadamente deficiente (75% de las viviendas), éste no recoge, en gran proporción de las viviendas, los desechos sólidos inorgánicos representados por diversos tipos encontrados en los patios de la población. Tampoco existe una política de disposición de estos desechos. Por estas razones el mayor porcentaje de recipientes positivos a mosquitos fueron los de desecho (55%).

No obstante, estas características ecosociales de Limoncocha, el índice aéxico calculado de 1,5% resulta por debajo del valor de OMS estimado para evitar brotes epidémicos de enfermedades como dengue, chikungunya y Zika, transmitidos por *Ae. aegypti*. Esta premisa, permite inferir que el 57% de los casos que la población reporta en la encuesta son producto de transmisión no local, fuera de la localidad y muy probablemente adquiridos de otras cercanas de mayor actividad urbana como El Coca, Lago Agrio y Shushufindi. Por la misma razón es de muy baja probabilidad con un índice de 1.5% que cualquier individuo local o visitante pueda servir de “semilla” o fuente de infección para el inicio de un brote en Limoncocha aún con una densidad poblacional alta por vivienda tanto infantil como total (3 y 3,8/vivienda respectivamente).

La localidad presentó también una baja cantidad de recipientes tipo criaderos, con una media de 0,5 por vivienda y un índice de criaderos de 2,9%, no obstante, se encontraron 41 especies de mosquitos vectores potenciales de otras arbovirosis de tipo selvático. Un 97% de las especies son de comportamiento selvático, mientras que solo tres especies son de ámbito urbano como *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* y *Limatus durhami*. Este patrón de presencia/ausencia de la biodiversidad de Culicidae con potencialidad vectora, sugiere que la mayor vulnerabilidad y riesgo (de comprobarse por otros estudios paralelos, de la presencia de otros patógenos selváticos circulantes) de la población de Limoncocha a la transmisión de

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

patógenos presentes en la reserva biológica y que puedan ser trasladados desde la misma a la zona urbana.

Un patrón que apoya esta posibilidad lo demuestra la distribución espacial de las especies en la estratificación de barrios. La figura 3 muestra como esta diversidad es mayor en los barrios centrales y disminuye hacia la periferia del poblado. Esto indica que los recipientes tanto útiles como de desecho representan una fuente de cría importante de especies selváticas en la localidad y más aún en los barrios centrales. Igualmente implica que existen especies que tiene la capacidad como adultos voladores de alcanzar el punto central de la localidad y lograr ovipositar y lograr un desarrollo de su progenie en las viviendas de los barrios centrales.

El cuadro 3, adicionalmente muestra como existen especies que están asociadas a los ecotonos (frontera Reserva-zona urbana), otras a la zona urbana (aquellas que han logrado éxito en su alcance y cría en los barrios centrales, y las especies que comparten ambas zonas. Este patrón concuerda con la alta posibilidad de especies que pueden transportar y trasladar patógenos desde la reserva hacia la zona urbana y otras que pueden iniciar un brote urbano, mediante ciclos selváticos-periurbanos-urbanos solapados, como se sugiere para virus como Mayaro del cual se espera pueda ser el próximo problema de salud pública en un futuro cercano (Muñoz & Navarro, 2012a; Rodríguez-Morales et al., 2017).

Este patrón se observa en el Análisis de Componentes Principales (ACP) en donde los componentes 1 y 2 explican el 64% de la varianza total. Las figuras 10.1 y 10.2, muestran la nube que agrupa especies en los ecotonos (eje 1 positivo) por una parte y por otra a los barrios: Barrios Central, 8 de agosto y San Jorge. El primer agrupamiento incluye especies que han sido colectadas con trampas de luz CDC y poco en recipientes, mientras que el segundo asocia a los barrios tanto con CDC como con recipientes útiles. Igualmente el ACP muestra como en el eje 2 positivo se encuentran barrios y especies asociadas a recipientes de desecho, siendo las especies de recipientes naturales las más alejadas a las nubes de agrupamiento.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

El ACP permite discernir entre barrios donde predomina algún tipo de criadero o medio de captura de tal manera de poder establecer estrategias espaciales y estratificadas para tomar acciones de control eficientes y eficaces. En el mismo sentido el Cluster análisis y la gráfica de barras de recipientes asociada por barrios (Figura 8 y 9) muestra los barrios con mayor productividad de larvas que coinciden y aquellos de mayor diversidad de recipientes. Adicionalmente los métodos de captura y tipos de recipientes pudieron ser clasificados mediante el análisis de clusters por la diversidad de captura, identificando un grupo de CDC, otro para recipientes naturales, ornamentales + aspirador y el otro cluster con los recipientes útiles y de desecho.

Evaluación general de la diversidad de mosquitos y el riesgo epidemiológico.

La captura de 41 especies de Culicidae en tres días de evaluación rápida y puntual corresponde a la alta diversidad que tiene Ecuador. Hasta 2016 existía una subestimación de la biodiversidad de Culicidae para el país, con 243 especies señaladas para Ecuador (Navarro et al., 2015). En el presente trabajo se señalan tres nuevos registros para Ecuador: *Psorophora (Grabhamia) dimidiata*, *Uranotaenia (Uranotaenia) briseis* y *Coquillettidia (Rhynchoaenia) albicosta* (Cuadro 1 y Cuadro 3).

Entre las seis tribus identificadas en este estudio, cuatro de ellas (Anophelini, Sabethini, Aedini y Culicini) pertenecen a las cuatro más representativas del Ecuador que están directamente relacionadas a la transmisión de patógenos y riesgo entomológico.

No se demostró similitud entre especies de ambos tipos de criaderos, pero el 7% corresponde a las especies en común entre las capturadas por medio de trampas (ecotono y zona urbana) y en criaderos. Esto sugiere que existen especies que pueden actuar como conectores epidemiológicos desde ciclos selváticos-rurales a ciclos urbanos, generando un problema epidemiológico (Cuadro 3).

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Cx. quinquefasciatus es otra especie importante que se alimenta sobre humanos (García-Rejón et al., 2011), fue encontrada tanto en estado inmaduro en criaderos como capturada por medio de trampas en estado adulto, debe ser considerada como un factor de riesgo para la población. Esta especie está asociada a la transmisión de filariasis, encefalitis de San Luis (SLEV) y virus del oeste del Nilo (WNV); además de presentar alta variabilidad genética (Cuadro 5). Fue encontrada en el ecotono y dentro de la zona urbana (Cuadro 3), lo cual comprueba lo que dice la teoría que, a pesar de ser una especie urbana, posee una amplia distribución (Navarro et al., 2015).

Infecciones arbovirales han sido encontradas en cuatro géneros de la tribu Sabethini como: *Johnbelkinia*, *Limatus*, *Trichoprosopon* y *Wyeomyia* (Suaza-Vasco et al., 2015); los mismos que se encontraron en el muestreo. La mayoría de las especies pertenecientes a estos géneros se registró en fase inmadura en criaderos artificiales, ocupando dos de ellas (*Li. durhami* y *Wy. melanocephala*) las tasas más altas de captura de ejemplares en criaderos. Este registro sugiere la adaptación de las especies a ambientes urbanos pues la bibliografía sugiere que las formas inmaduras de Culicinae son usualmente asociadas a fitotelmata (Suaza-Vasco et al., 2015), la cual también está biodisponible en Limoncocha.

En cualquier época del año es posible la traslocación de virus por medio del desplazamiento de mosquitos. De esta manera, la solución a corto plazo debe ser la reducción de las fuentes de cría del mosquito, especialmente los recipientes artificiales de desecho, contemplando la dotación de un servicio de recolección de residuos que abastezca a la toda la comunidad de Limoncocha o la implementación de un plan comunitario de recolección, disposición, reciclaje y/o reutilización de los mismos dependiendo de sus características.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Cuadro 5. Lista de especies de Culicidae colectados y su asociación a la transmisión de patógenos emergentes y re-emergentes.

Basado en: Navarro et al., 2015; Darsie Jr. & Shroyer, 2004; Ferro et al., 2003; Torres-Gutierrez & Sallum, 2015; Njabo et al., 2009.

Familia Tribu	Especie y hábito de alimentación (D=diurno; N=Nocturno; P= poco conocido)	Patógeno y / o enfermedad
Anophelinae Anophelini	<i>Anopheles (Anopheles) nr. mattogrossensis*</i>	malaria
	<i>An. (Anopheles) apicimacula</i>	malaria
Culicinae Aedini	<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (D)	DENV, EEV, YFV / Dengue, encefalitis equina, fiebre amarilla urbana
	<i>Ae. (Ochlerotatus) fulvus</i>	VEEV
	<i>Psorophora (Grabhamia) dimidiata</i>	VEEV
Culicini	<i>Culex (Aedinus) amazonensis</i>	
	<i>Culex (Carrollia) bonnei</i> (P)*	-
	<i>Cx. (Car.) infoliatius</i>	
	<i>Cx. (Car.) secundus*</i>	
	<i>Cx. (Culex) declarator*</i>	SLEV / fiebre de la encefalitis de San Luis
	<i>Cx. (Cul.) quinquefasciatus</i> (N)	<i>Wuchereria bancrofti</i> , WNV, OROV, SLEV / Filariasis linfática, fiebre del Oeste del Nilo, fiebre Oropouche, fiebre de la encefalitis de San Luis
	<i>Cx. (Cul.) sp. 1</i>	
	<i>Cx. (Cul.) sp. 3</i>	
	<i>Cx. (Cul.) sp. 4</i>	
	<i>Cx. (Cul.) sp. 5</i>	
	<i>Cx. (Cul.) sp. 6</i>	
	<i>Cx. (Cul.) sp. 7</i>	
	<i>Cx. (Cul.) sp. 8</i>	
	<i>Cx. (Cul.) sp. 9</i>	
	<i>Cx. (Cul.) sp.10</i>	
	<i>Cx. (Melanoconion) ocosa</i>	VEEV / encefalitis equina venezolana
	<i>Cx. (Mel.) spissipes*</i>	VEEV / encefalitis equina venezolana
<i>Cx. (Mel.) sp. 1</i>	Encefalitis equina venezolana VEEV, fiebre del Oeste del Nilo WNV, encefalitis equina oriental	
<i>Cx. (Mel.) sp. 2</i>		
<i>Cx. (Mel.) sp. 3</i>		
<i>Cx. (Mel.) s p. 4</i>		
<i>Cx. (Mel.) sp. 5</i>		
Mansoniini	<i>Coquillettidia (Rhynchotaenia) albicosta*</i>	Malaria aviar VEEV
	<i>Cq. (Rhy.) juxtamansonia</i>	
	<i>Mansonia (Mansonia) humeralis</i>	VEEV Mayaro
	<i>Ma. (Man.) titillans</i>	VEEV, Mayaro
Sabethini	<i>Johnbelkinia longipes</i>	
	<i>Limatus asulleptus</i> (D)	MAYV, WYOV / Fiebre Mayaro, Wyeomyia

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

	<i>Li. durhami</i> (D)*	CARV, WYOV / Virus Caraparu, Wyeomyia
	<i>Wyeomyia melanocephala</i> *	
	<i>Trichoprosopon compressum</i> (D)	Vector potencial de virus Guana
Toxorhynchitini	<i>Toxorhynchites</i> sp. 1	
Uranotaeniini	<i>Uranotaenia (Uranotaenia) briseis</i>	
	<i>Ur. (Ura.) calosomata</i>	
	<i>Ur. (Ura.) geometrica</i>	
	<i>Ur. (Ura.) lowii</i>	

*Especies con mayor abundancia.

Implicaciones y generalidades de la diversidad en el área urbana

Varias especies de mosquitos que transportan arbovirus y afectan a las personas mostraron tasas altas de abundancia en recipientes antropogénicos y varios tipos de captura.

Las especies de los géneros *Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettidia*, *Psorophora* y en menor grado, *Uranotaenia* se alimentan por lo general de mamíferos, lo cual incrementa el grado de infección enzoótica por arbovirus (Molaei, Andreadis, Armstrong, & Diuk-Wasser, 2008). Ocasionalmente se alimentan de huéspedes aviares, animales comunes en el área urbana del sitio de estudio, esta acción podría facilitar la transmisión del virus del Nilo Occidental y la encefalitis equina oriental de las aves virémicas a los huéspedes mamíferos, entre ellos, las personas de la comunidad de Limoncocha.

Los factores ecológicos en la selección de hábitat de las especies pertenecientes al género *Coquillettidia* abarcan cuerpos de agua, como lagunas, con cobertura vegetal flotante a alta y un elevado grado de humedad en el aire (Sérandour et al., 2010). A excepción de dos viviendas y un dormitorio de gallinas, los factores mencionados son características que comparten los sitios donde se encontraron las especies *Coquillettidia (Rhynchoaenia) albicosta* y *Cq. (Rhy.) juxtamansonii*, capturadas únicamente en estado adulto en trampas CDC. El hecho de que más de la mitad (69%) de ellas hubieran sido halladas dentro del área de viviendas sugiere que las especies se crían en la laguna, y luego migran al área urbana.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Lo mismo sucede con las especies del género *Mansonia*, que son generalmente encontradas en vegetación acuática de libre flotación (Slaff & Haefner, 1985), correspondiendo así a que ninguna de las dos especies fue hallada en estado larvario en cualquier tipo de criadero. Las especies de *Mansonia* fueron capturadas en estado adulto, *Ma. (Mansonia) titillans* se presentó en el ecotono y no en la zona urbana, mientras que *Mansonia (Man.) humeralis* en ambos (Cuadro 3). Se sugiere como criaderos las plantas acuáticas presentes en la Laguna de Limoncocha y una vez en estado maduro, su migración a la zona urbana.

Pese a índices aélicos bajos, es necesario identificar los factores de riesgo a tiempo para evitar o disminuir la posibilidad de brotes epidemiológicos. Es decir, reducir la disponibilidad de recipientes que sirven de cría de *Aedes aegypti*, mosquito que se alimenta casi exclusivamente de humanos (Scott et al., 2000). Además, esta especie es el principal vector del virus del dengue en América Latina y capaz de transmitir los virus de la fiebre amarilla y chikungunya en caso de que estos emerjan o resurjan en esta parte del mundo (García-Rejón et al., 2011).

Si existen ambas variables como la introducción de arbovirus y la presencia del vector aún en bajas densidades, se considera un ambiente vulnerable para el inicio de un brote epidemiológico y que una transmisión urbana local sea potenciada en caso de la introducción de alguna cepa de dengue, zika o chikungunya (Navarro et al., 2015). Se sugiere entonces que los casos de habitantes infectados se deben a la introducción del virus por ingreso de personas de otra región, por razones como: turismo, comercio, pesca, visitas familiares, explotación de recursos naturales, etc.

Si se llegase a implementar un sistema de tubería constante y sin interrupciones la población de Limoncocha progresivamente dejaría de almacenar agua en recipientes útiles.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

De esta forma se evitaría la cría de vectores de arbovirus en los mismos. Sin embargo, temas culturales o de hábitos comunitarios son difíciles de predecir.

Futuros estudios deben dar importancia a lugares donde se concentra la gente como el coliseo, las escuelas, la iglesia, auditorios comunales y canchas deportivas, no contemplados en este trabajo por ser una evaluación inicial centrada en las viviendas y los servicios públicos. Por este motivo, se recomienda incluir realizar durante las siguientes fases de la investigación en la zona un muestreo en dichos lugares. Se ha demostrado que, si bien las viviendas urbanas representan un ambiente de riesgo de exposición a hembras de *Aedes aegypti*, otras edificaciones como por ejemplo las escuelas, han sido comúnmente asociadas con la presencia y en ocasiones alta abundancia de larvas de *Ae. aegypti* (García-Rejón et al., 2011), sin embargo el tipo de colecta y el diseño muestral deberá variar con respecto a este objetivo.

Conclusiones.

Se encontró una relación directa entre la deficiencia de servicios públicos (suministro de agua potable y disposición de residuos) como causante de la cría de *Aedes aegypti*, pero principalmente de otros vectores potenciales de virus. De acuerdo a su composición, distribución espacial y abundancia, se logró establecer un grado de vulnerabilidad medio-alto y factores de riesgo asociados a las variables socioambientales, entomológicas y ecológicas estudiadas.

Los resultados indican que el área muestreada en Limoncocha presenta: alta biodiversidad de vectores potenciales de patologías y la baja densidad de especies urbanas no presentan un riesgo ambiental de transmisión local de enfermedades vectoriales como aquellas transmitidas por *Aedes aegypti*. Los casos reportados de enfermedades como dengue, zika y chikungunya se sugiere que no han sido producto de transmisión local. Sin embargo, la dinámica biológica y epidemiológica, sumada a la movilización turística y científica de la zona,

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

contribuyen a un aumento de la vulnerabilidad de transmisión local, y más aún de transmisión de patógenos de ciclos probables, pero no demostrados en la Reserva circundante.

Las variables biológicas y socio-ambientales (suministro de agua y recolección de residuos) deben ser considerados para el desarrollo de estrategias de prevención y control de posibles brotes emergentes de patologías. Se deberá tomar en cuenta factores como la alta diversidad de especies, su distribución espacial y la mayor productividad de recipientes en los barrios, para priorizar y estratificar zonas de mayor vulnerabilidad. Será importante trabajar en políticas públicas eficaces que garanticen la cobertura de servicios de recolección de desechos inorgánicos y suministro de agua por tubería a toda la población urbana de Limoncocha.

En el caso de Limoncocha, los recipientes de desecho resultan ser los más importantes en la cría de vectores potenciales seguidos de los utilitarios producto del deficiente servicio de recolección y disposición de desechos inorgánicos. Los recipientes ornamentales no resultaron de importancia. Los baldes de 5 litros como recipientes utilitarios fueron los principales en diversidad y productores de larvas, siendo consecuencia de un comportamiento particular de la población al tener exceso de fuentes de agua, pero al mismo tiempo de deficiencia en sistema de agua potable por tubería. La comunidad a diferencia de zonas de costa con marcada estacionalidad (sequía-lluvia), utiliza estos recipientes de poco volumen siendo un factor posiblemente importante en la baja densidad de vectores mas no en la alta diversidad por estar inmersa dentro de una Reserva Biológica.

Las correlaciones de variables definidas por el ACP y el patrón espacial de la diversidad en los barrios y ecotonos definen estratos de vulnerabilidad en la población de Limoncocha. Los barrios centrales poseen una mayor diversidad que las periferias, sin embargo, existe un patrón de posible movilidad ecotono-periferia-centro del poblado que permite inferir una alta vulnerabilidad a la traslocación de patógenos por vía de los vectores selváticos, algunos de ellos

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

con comportamiento de adaptación a los criaderos antropogénicos como nuevas fuentes de cría y su asociación directa a las viviendas.

El bajo índice aéxico sugiere que no existe transmisión local por *Aedes aegypti* de virus como dengue, chikungunya, ambos reportados en Limoncocha, sin embargo, la explicación a esta baja densidad, aún con la disponibilidad de recipientes es una pregunta sin resolver. Una hipótesis a probar es que el comportamiento socio-económico de la comunidad y su intercambio con grandes poblaciones urbanas cercanas no permite la entrada de “semillas” invasoras como los huevos de *Aedes aegypti* que son resistentes a la desecación y que facilita su rápida y eficiente invasión en nuevos poblados. Resulta una incógnita si el poco intercambio económico hacia afuera y hacia dentro de la comunidad es el factor limitante para su invasión e implantación, aun cuando es una comunidad con más de 60 años de fundación y con características urbanas-rurales apropiadas para su éxito invasivo. Un factor estacional por precipitación (sequia) parece no ser viable debido a la alta pluviosidad de la zona por lo que extinciones temporales no parece ser una explicación apropiada.

La vulnerabilidad de la población es mayor por la posible traslocación de patógenos desde la reserva por vectores selváticos, los cuales usan en su mayoría recipientes de desecho como criaderos, seguido de recipientes útiles. Para evitar esta traslocación es necesario que intervenga tanto el municipio como la población de Limoncocha. Las autoridades municipales debido a que es su responsabilidad la eliminación de desechos sólidos y el abastecimiento de un sistema de agua por tubería confiable y sin interrupciones.

De este modo, si los ciudadanos de Limoncocha contaran con un servicio de recolección de basura completo no habría un problema de almacenamiento de desechos inorgánicos en los patios. También, si se dotara de agua por tubería a la población, se eliminaría la necesidad de almacenar agua en recipientes útiles depositados en los patios. Se debe trabajar conjuntamente

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

con los pobladores para porque únicamente ellos pueden retirar de los patios de sus hogares los recipientes que actúan como criaderos de mosquitos.

Agradecimientos

ASOKIL y la comunidad de Limoncocha por su apoyo y colaboración en el desarrollo de este trabajo. Jendry Moya y familia por la logística en la Estación Científica SEK. A los estudiantes del primer nivel Biología I-UISEK 2016-17 y su participación activa en el trabajo de campo. Proyecto financiado por P01617-DII/UISEK y AMB217-Dir Vinculación/UISEK.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Bibliografía.

- Barrera, R., Avila, J., & González-Téllez, S. (1993). Unreliable supply of potable water and elevated *Aedes aegypti* larval indices: a causal relationship? *Journal of the American Mosquito Control Association*, 9(2), 189–95.
- Barrera, R., Navarro, J. C., Mora Rodríguez, J. D., Domínguez, D., & González García, J. E. (1995). Deficiencia en servicios públicos y cría de *Aedes aegypti* en Venezuela. *Bol Of Sanit Panam*, 118(5), 410–423.
- Darsie Jr., R. F., & Shroyer, D. A. (2004). *Culex* (*Culex*) *declarator*, a mosquito species new to Florida. *J Am Mosq Control Assoc*, 20(3), 224–227.
- Doughty, C. T., Yawetz, S., & Lyons, J. (2017). Emerging Causes of Arbovirus Encephalitis in North America: Powassan, Chikungunya, and Zika Viruses. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 17(2), 12. <https://doi.org/10.1007/s11910-017-0724-3>
- Ferro, C., Boshell, J., Moncayo, A. C., Gonzalez, M., Ahumada, M. L., Kang, W., & Weaver, S. C. (2003). Natural enzootic vectors of Venezuelan equine encephalitis virus, Magdalena Valley, Colombia. *Emerging Infectious Diseases*, 9(1), 49–54. <https://doi.org/10.3201/eid0901.020136>
- Focks, D. A., & Alexander, N. (2006). Multicountry study of *Aedes aegypti* pupal productivity survey methodology. *Tropical Medicine*, 31, 56.
- Forshey, B. M., Guevara, C., Laguna-torres, V. A., Cespedes, M., Vargas, J., Aguayo, N., ... Kochel, T. J. (2010). Arboviral Etiologies of Acute Febrile Illnesses in Western South America , 2000 – 2007, 4(8), 2000–2007. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000787>
- García-Rejón, J. E., Loroño-Pino, M. A., Farfán-Ale, J. A., Flores-Flores, L. F., López-Uribe, M. P., Najera-Vazquez, M. D. R., ... Eisen, L. (2011). Mosquito infestation and dengue virus infection in *Aedes aegypti* females in schools in Mérida, México. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 84(3), 489–496.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

<https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.10-0654>

Halstead, S. B. (2008). Dengue Virus–Mosquito Interactions. *Annual Review of Entomology*,

53(1), 273–291. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093326>

Molaei, G., Andreadis, T. G., Armstrong, P. M., & Diuk-Wasser, M. (2008). Host-feeding patterns of potential mosquito vectors in Connecticut, U.S.A.: molecular analysis of bloodmeals from 23 species of *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Coquillettidia*, *Psorophora*, and *Uranotaenia*. *Journal of medical entomology*, 45(6), 1143–1151.

[https://doi.org/10.1603/0022-2585\(2008\)45](https://doi.org/10.1603/0022-2585(2008)45)

Morales-Pérez, A., Nava-Aguilera, E., Balanzar-Martínez, A., Cortés-Guzmán, A. J., Gasga-Salinas, D., Rodríguez-Ramos, I. E., ... Andersson, N. (2017). *Aedes aegypti* breeding ecology in Guerrero: cross-sectional study of mosquito breeding sites from the baseline for the Camino Verde trial in Mexico. *BMC Public Health*, 17(S1), 450.

<https://doi.org/10.1186/s12889-017-4293-9>

Muñoz-Rodríguez, M., Arrivillaga, J., & Navarro, J. (2010). Casos de Fiebre Amarilla en Portuguesa, Venezuela: ¿ un brote selvático espurio ?, 21(3), 163–177.

Muñoz, M., & Navarro, J. C. (2012a). [Mayaro: a re-emerging Arbovirus in Venezuela and Latin America]. *Biomédica : revista del Instituto Nacional de Salud*, 32(2), 286–302.

<https://doi.org/10.1590/S0120-41572012000300017>

Muñoz, M., & Navarro, J. C. (2012b). Virus Mayaro : un arbovirus reemergente en Venezuela y Latinoamérica. *Biomédica (Bogotá)*, 32, 286–302.

Navarro, J. C., Arrivillaga, J., Morales, D., Ponce, P., & Cevallos, V. (2015). Evaluación rápida de biodiversidad de mosquitos (Diptera: Culicidae) y riesgo en salud ambiental en un área montana del chocó Ecuatoriano. *Entomotropica*, 30(2015), 160–173.

Neumayr, A., Gabriel, M., Fritz, J., Günther, S., Hatz, C., Schmidt-Chanasit, J., & Blum, J.

(2012). Mayaro virus infection in traveler returning from Amazon Basin, Northern Peru.

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

Emerging Infectious Diseases, 18(4), 695–696. <https://doi.org/10.3201/eid1804.111717>

Njabo, K. Y., Cornel, A. J., Sehgal, R. N., Loiseau, C., Buermann, W., Harrigan, R. J., ...

Smith, T. B. (2009). *Coquillettidia* (Culicidae, Diptera) mosquitoes are natural vectors of avian malaria in Africa. *Malaria Journal*, 8(1), 193. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-8-193>

Pinault, L. L., & Hunter, F. F. (2012). Malaria in highlands of Ecuador since 1900. *Emerging Infectious Diseases*. <https://doi.org/10.3201/eid1804.111267>

Ponlawat, A., & Harrington, L. C. (2005). Blood feeding patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Thailand. *Journal of medical entomology*, 42(5), 844–9.

Rodríguez-Morales, A. J., Paniz-Mondolfi, A. E., Villamil-Gómez, W. E., & Navarro, J. C. (2017). Mayaro, Oropouche and Venezuelan Equine Encephalitis viruses: Following in the footsteps of Zika? *Travel Medicine and Infectious Disease*, 15, 72–73. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2016.11.001>

Sáez, V. S., & Suárez, L. A. C. (2013). El dengue en el nororiente de Venezuela y su incidencia en condiciones extremas de las lluvias durante 2009 y 2010. *Investigaciones geográficas*, (59), 171–182. <https://doi.org/10.14198/INGEO2013.59.10>

Scott, T. W., Morrison, A. C., Lorenz, L. H., Clark, G. G., Strickman, D., Kittayapong, P., ... Edman, J. D. (2000). Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: population dynamics. *Journal of medical entomology*, 37(1), 77–88.

Sérandour, J., Willison, J., Thuiller, W., Ravel, P., Lempérière, G., & Raveton, M. (2010). Environmental drivers for *Coquillettidia* mosquito habitat selection: A method to highlight key field factors. *Hydrobiologia*, 652(1), 377–388. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0372-y>

Singh, N. K., & Tyagi, A. (2017). A detailed analysis of codon usage patterns and influencing

**DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES,
COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD
DE LIMONCOCHA**

factors in Zika virus. *Archives of Virology*. <https://doi.org/10.1007/s00705-017-3324-2>

Slaff, M., & Haefner, J. D. (1985). Seasonal and spatial distribution of *Mansonia dyari*,

Mansonia titillans, and *Coquillettidia perturbans* (Diptera: Culicidae) in the central

Florida, USA, phosphate region. *J. Med. Ent.*, 22(6)(6), 624–629.

Suaza-Vasco, J., López-Rubio, A., Galeano, J., Uribe, S., Vélez, I., & Porter, C. (2015). The

Sabethines of Northern Andean Coffee-Growing Regions of Colombia. *Journal of the*

American Mosquito Control Association, 31(2), 125–134. [https://doi.org/10.2987/14-](https://doi.org/10.2987/14-6466R)

6466R

Tonn, R. J., Sheppard, P. M., Macdonald, W. W., & Bang, Y. H. (1969). Replicate surveys of

larval habitats of *Aedes aegypti* in relation to Dengue haemorrhagic fever in Bangkok,

Thailand. *Bulletin of the World Health Organization*, 40(6), 819–829.

Torres-Gutierrez, C., & Sallum, M. A. M. (2015). Catalog of the subgenus melanoconion of

Culex (Diptera: Culicidae) for South America. *Zootaxa*, 4028(1), 1–50.

<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4028.1.1>

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

ANEXO 1. Formato de encuesta para recolección de datos socioeconómicos.



LABORATORIO DE BIODIVERSIDAD Y SALUD AMBIENTAL

RECOLECCIÓN DE DATOS SOCIOECONÓMICOS

1. DATOS GENERALES

Fecha:	Época del año (*): <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	Localidad:
Tipo de foco (**): <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	No de casa en relación al muestreo:	

(*) 1 = Seca, 2 = Lluviosa

(**) 1 = Frío, 2 = Tibio, 3 = Caliente

2. DENSIDAD POBLACIONAL: -HUMANOS

N° de personas que habitan la vivienda:	No de adultos:	N° de niños:
---	----------------	--------------

3. SUMINISTRO DE AGUA:

Tipo de suministro: Tubería <input type="checkbox"/> Tanqueros <input type="checkbox"/>	¿Existen interrupciones en el suministro?: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cisternas cerradas Otro tipo <input type="checkbox"/>	
¿Almacena agua para consumo?: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Frecuencia de las interrupciones:	Diaria <input type="checkbox"/> 1 vez a la semana <input type="checkbox"/> 1 vez a la quincena <input type="checkbox"/> 1 vez al mes <input type="checkbox"/>
Régimen de racionamiento (especificar):	
Duración de las interrupciones: 2 horas <input type="checkbox"/> 8 horas <input type="checkbox"/> 12 horas <input type="checkbox"/> < de 24 horas <input type="checkbox"/> >de 24 horas <input type="checkbox"/>	

4. SERVICIOS PUBLICOS / ASEO URBANO / DESECHOS SOLIDOS / ALCANTARILLADO:

¿Tiene servicio de aseo urbano? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Tiene servicio de Alcantarillado? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Frecuencia del servicio: 2 veces a la semana <input type="checkbox"/> 1 vez a la semana <input type="checkbox"/> 1 vez a la quincena <input type="checkbox"/> 1 vez al mes <input type="checkbox"/>	
¿El servicio se lleva desechos sólidos (material plástico, cauchos, etc.)? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

5. OCURRENCIA DE CASOS FEBRILES Y OTROS

¿Se han presentado casos de Dengue en la Familia? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Ocurrencia: Hace 1 año <input type="checkbox"/> Hace 6 meses <input type="checkbox"/> Hace un mes <input type="checkbox"/> La semana pasada <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/>
¿Se han presentado casos febriles fuertes en la Familia? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> FIEBRES INDIFERENCIADAS
Ocurrencia: Hace 1 año <input type="checkbox"/> Hace 6 meses <input type="checkbox"/> Hace un mes <input type="checkbox"/> La semana pasada <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/>

¿Se han presentado casos con dolores articulares fuertes la Familia? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Ocurrencia: Hace 1 año <input type="checkbox"/> Hace 6 meses <input type="checkbox"/> Hace un mes <input type="checkbox"/> La semana pasada <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/>

¿Se han presentado casos de SARNA BRAVA/ LEPRA DE MONTE Familia? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Ocurrencia: Hace 1 año <input type="checkbox"/> Hace 6 meses <input type="checkbox"/> Hace un mes <input type="checkbox"/> La semana pasada <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/>

¿ OTROS? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ESPECIFICAR: MALARIA / CHAGAS
Ocurrencia: Hace 1 año <input type="checkbox"/> Hace 6 meses <input type="checkbox"/> Hace un mes <input type="checkbox"/> La semana pasada <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/>

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

ANEXO 2. Formato de encuesta para recolección de datos entomológicos.



LABORATORIO DE BIODIVERSIDAD Y SALUD AMBIENTAL

RECOLECCIÓN DE DATOS ENTOMOLÓGICOS

1. DATOS GENERALES

Provincia	Cantón	Localidad	Coordenadas
Fecha:	Época del año (*): 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	Vivienda No.:	Lat.
Tipo de foco (**): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	No de casa en relación al muestreo:		Long

(*) 1 = Seca, 2 = Lluviosa

(**) 1 = Frío, 2 = Tibio, 3 = Caliente

2. CARACTERIZACIÓN DE CRIADEROS:

TIPOS DE CRIADEROS CON AGUA	TOTAL	POSITIVOS A LARVAS	POSITIVOS A PUPAS	No DE PUPAS
Toneles o tambores de 200 litros				
Baldes				
Llantas abandonadas				
Floreros				
Bebedores de animales Tipo:				
Materos con plato				
Botellas				
Tanques aéreos				
Cisternas				
Lavandería				
Otro:				
Otro:				
Otro:				

DEFICIENCIA EN SERVICIOS PÚBLICOS Y DIVERSIDAD DE VECTORES, COMO FACTORES DE RIESGO EN SALUD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA

ANEXO 3. Resumen de variables entomológicas y socioeconómicas.

2.1 Riqueza de especies por tipo de capturas	
Especies totales capturadas (identificadas + no identificadas)	42 (41+1)
Capturados en ambas fases (adultos e inmaduros) Número (%)	3 (7%)
Capturados exclusivamente como larvas y pupas Número (%)	11 (26%)
Capturados exclusivamente como adultos Número (%)	28 (67%)
Únicamente recipientes naturales (fitotelmata) Número (%)	2 (5%)
Únicamente recipientes artificiales Número (%)	9 (21%)
Únicamente Trampas CDC y aspiradores	28 (67%)
Aspirador y criadero natural	1 (2%)
Trampas CDC y criaderos artificiales	2 (5%)
2.2 Índices entomológicos (larvas) en la zona urbana (viviendas) de Limoncocha	
% Casas positivas a Culicidae (35 especies más una no identificada colectadas en viviendas)	38%
Índice Aédico (<i>Aedes aegypti</i>) de casas IC (%)	1,56%
Índice Aédico de recipientes positivos IR (%)	2,9%
Índice de Breteau IB (%)	1,56%
Índice de Breteau (%) / promedio por casa	0,5
2.3 Índices de criaderos potenciales determinados en viviendas	
Número total de recipientes potenciales	35
% Criaderos naturales	4 (11%)
% Criaderos artificiales	31 (89%)
% recipientes útiles (almacenamiento para humanos o para uso de animales)	13 (42%)
% recipientes ornamentales	1 (3%)
% recipientes de desecho	17 (55%)
2.4 Índices socioeconómicos evaluados en encuestas	
Suministro de agua por tubería en viviendas	10%
Tiempo de interrupción del suministro	67% diariamente (2 a 8 horas) 33% una vez por semana (> 24 horas)
% Viviendas con almacenamiento de agua en recipientes	90%
% Viviendas que reportan servicio de aseo urbano	75%
Promedio de adultos / vivienda	3,8
Promedio de niños / vivienda	3
% Viviendas que reportan al menos un caso de dengue	57%
% Episodios de dengue	58% hace 1 año 31% hace 6 meses 11% hace 1 mes