

**CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE
VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA
CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS**

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE
VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA
CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS”**

Realizado por:

JOHANNA PAULA DE MORA NÚÑEZ

Director del proyecto:

MSc. José Salazar Loor, PhD(c).

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA AMBIENTAL

Quito, 26 de agosto de 2019

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, JOHANNA PAULA DE MORA NÚÑEZ, con cédula de identidad # 172437585-0, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o 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

172437585-0

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS”

Realizado por:

JOHANNA PAULA DE MORA NÚÑEZ

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERA AMBIENTAL

ha sido dirigido por los profesores

JOSE SALAZAR LOOR

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

JUAN CARLOS NAVARRO

SUSANA CHAMORRO

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



FIRMA



FIRMA

**CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE
VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA
DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS**

DEDICATORIA

A mis padres.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

AGRADECIMIENTO

A mis padres por haberme forjado para ser la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes, gracias por su apoyo incondicional y ejemplo.

A mis hermanas Andrea y Camila.

A mis abuelos Humberto, Galud, Luis y Paquita.

A mis amigos.

A mi tutor José Salazar Loo por todo su apoyo,

A Juan Carlos Navarro y Susana Chamorro por sus valiosas aportaciones a este proyecto.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Para someter a:

To be submitted:

Correlación entre el uso del suelo y composición de vectores asociados a enfermedades emergentes en la cuenca del río Capucuy, Sucumbíos.

Johanna Paula De Mora Nuñez¹, José Salazar Loor^{1*}, Juan Carlos Navarro¹

¹ Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. 12/07/2019 10:45:33

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: MSc. José Salazar Loor, PhD(c), Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito, Ecuador.

Teléfono: +593-0998361264; email: jose.salazar@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Uso de suelo, composición de vectores enfermedades emergentes.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Resumen

La deforestación, la agricultura, la ganadería, el desarrollo urbano y la invasión humana a áreas previamente no habitadas han incidido en la alteración ambiental antrópica y el cambio del uso del suelo, dichos factores son determinantes en la posible propagación de vectores de enfermedades infecciosas emergentes. El objetivo principal de este estudio es buscar la correlación de los diferentes usos de suelo de la cuenca de río Capucuy con la composición de vectores de enfermedades infecciosas emergentes. Se quiere probar si los espacios dentro de la cuenca que han sufrido mayor alteración antrópica poseen un riesgo mayor a la presencia de vectores de enfermedades infecciosas emergentes. Para examinar esta posible relación se usó una técnica de detención de mosquitos considerando como primordial el uso del suelo, las categorías que se tomaron en cuenta son las siguientes: zona rural-urbano, zona cultivada, zona de ganadería–cultivo, bosque inundado, primario y secundario. Por medio del análisis estadístico especial, se quiere comprobar si existen diferencias significativas entre los distintos espacios y si estas diferencias influyen un mayor riesgo a la población.

Palabras claves: alteración antropogénica, uso del suelo, vectores, enfermedades infecciosas emergentes.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Abstract

Deforestation, agriculture, livestock, urban development and human invasion of previously uninhabited areas have affected the anthropogenic environmental alteration and the change of land use, these factors are determinants in the possible propagation of vectors of emerging infectious diseases . The main objective of this study is to look for the correlation of the different land uses of the Capucuy river basin with the composition of vectors of emerging infectious diseases. It is wanted to prove if the spaces within the basin that have undergone major anthropogenic alteration have a higher risk to the presence of vectors of emerging infectious diseases. To examine this possible relationship, a mosquito detention technique was used considering the use of land as primary, the categories that were taken into account are the following: rural-urban area, cultivated area, livestock-farming area, flooded forest, primary and secondary. By means of special statistical analysis, we want to check if there are significant differences between the different spaces and if these differences influence a greater risk to the population.

Keywords: anthropogenic alteration, land use, vectors, emerging infectious diseases.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Introducción.

El uso del suelo hace referencia al tipo de utilización de la tierra, es un término clave de las intervenciones humanas en la naturaleza (Medellín , 2012). Es el tipo de utilización de las tierras del país, en los cuales se encuentran: cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbecho, pastos cultivados, pastos naturales, montes y bosques, páramos y otros usos (INEC, 2013). Por lo tanto, el uso del suelo es analizado al aplicar criterios en actividades ambientales, sociales y económicas. En Ecuador el uso de suelo esta distribuido de la siguiente manera, cultivos permanentes 11,62%, montes y bosques 30,10%, paramos 5,11%, pastos naturales 11, 96% y pastos cultivados 29,85% (INEC, 2016). El Ecuador ha sufrido un deterioro importante en la cobertura vegetal, actividades como la ganadería, la agricultura, el desarrollo humano, han contribuido en la pérdida de biodiversidad y cambios en las funciones del ecosistema (Escobar, 2015).

A nivel mundial, regional y local existen diversos factores que influyen en el cambio del uso del suelo, como los ambientales, demográficos, económicos y socioculturales, que en su conjunto llegan a provocar un deterioro ambiental (López, 2014). El cambio del uso de la tierra ha llevado a una disminución dramática de la cobertura vegetal, contribuyendo a la pérdida de diversidad y alterando el nicho ecológico, y a su vez los servicios ecosistemáticos.

El cambio de uso de suelo puede modificar la dinámica habitual de los nichos ecológicos que se define como, el rango n-dimensional de las condiciones ambientales, físicas y bióticas, en las cuales una especie, puede vivir y perpetuarse exitosamente (Otiniano, 2016). El nicho de las especies toma en cuenta las variables del ambiente, como las condiciones del hábitat o los recursos que usan los organismos para su

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

existencia (Calderón, 2007). El cambio en las condiciones de temperatura, pH, precipitación, entre otros, un nicho ecológico puede tener repercusiones en la diversidad biológica de un área determinada (Martínez, 2014).

El término biodiversidad comprende la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie, que es lo que permite la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones y con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta (Caurín, 2013). También puede considerarse a la diversidad como una muestra de S especies y N individuos. La diversidad de especies se puede agrupar en tres niveles (Martínez, 2014).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea en otros términos es considerada como la diversidad local. La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. Finalmente, la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Moreno, 2001). Para conocer la composición y dinámica de una comunidad existen métodos para medir la diversidad, por lo que respecta a la diversidad se miden tres aspectos (Vázquez, 2008).

El índice de diversidad mas utilizado para los distintos niveles de clasificación del territorio es el índice de Shannon, conocido también como índice de Shannon-Weiner, se expresa H' , se usa para medir el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad de la que se conoce el número total de

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

especies (Vázquez, 2008). Este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varían entre uno a cinco.

La serie de número de Hill es un índice de equidad, es una serie de números que permiten calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (Moreno, 2001).

La pérdida de diversidad es actualmente uno de los problemas ambientales más importantes, amenazando a los servicios ecosistémicos y al bienestar humano. La diversidad representa diversos roles en la provisión de servicios de los ecosistemas. Entre uno de ellos, funciona como reguladora de los procesos en los ecosistemas, y por tanto influye en la provisión de estos servicios (Balvanera & Cotler, 2007). La provisión de prácticamente de estos es regulada por la biodiversidad.

Los servicios ecosistemáticos son aquellas contribuciones directas e indirectas que hacen los ecosistemas al bienestar humano, esto se ve representado en elementos o funciones derivadas de los ecosistemas que son percibidas, capitalizadas y disfrutadas por el ser humano como beneficios que incrementan su calidad de vida (Hernández & Molina, 2017). Existen algunos tipos de servicios ecosistemáticos entre los cuales están, los servicios aprovisionamiento, regulación, culturales y esenciales.

Los servicios de regulación son de gran relevancia para el bienestar humano; se obtienen directamente de los ecosistemas. En esta categoría se incluyen la regulación climática, la regulación de los vectores de enfermedades y la regulación de la erosión de los suelos, entre otros. (Balvanera & Cotler, 2007). Por otro lado, en la distribución y

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

diseminación de enfermedades infecciosas, la diversidad tiene una influencia considerable ya que puede favorecer o perjudicar a ciertas especies, la pérdida de biodiversidad tiende a favorecer la transmisión de enfermedades (Navarro & Ruiz, 2016).

Desde los comienzos de la civilización las enfermedades infecciosas han afectado a los humanos, la historia temprana de las enfermedades infecciosas se caracterizó por brotes súbitos e impredecibles, con frecuencia de proporciones epidémicas (Kessing, 2010). Las enfermedades emergentes son aquellas cuya incidencia se ha incrementado desde las pasadas dos décadas o amenaza incrementarse en un futuro (Riverón, 2012).

Los factores relacionados con las enfermedades emergentes pueden clasificarse en demográficos y de comportamiento, tecnología e industria, desarrollo económico y utilización de la tierra, comercio internacional, adaptación y cambio de los microbios, y ruptura en las medidas de salud pública (Sánchez, 2017). Por ejemplo, la Fiebre del Dengue (FD) constituye un problema creciente de salud en el mundo tropical y subtropical. El dengue se ha reportado en más de 100 países. Se estima que anualmente se producen entre 50-100 millones de casos de FD .La enfermedad es endémica en las Américas, Sudeste Asiático, Pacífico Occidental y África (Martin, 2001).

En los últimos años la actividad antropogénica ha influenciado el uso del suelo, dichas actividades han alterado las condiciones habituales del ecosistema a nivel global (Escobar, 2015). La composición de vectores puede verse alterada por los cambios de biodiversidad provocados por el uso del suelo, el crecimiento poblacional han conducido a la invasión de los bosque y selvas, exponiendo a los vectores (Martínez, 2014). El 18% de los eventos presentados a nivel mundial de enfermedades infecciosas

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

emergentes son asociados al cambio del uso del suelo (Keesing, 2010). El cambio en el uso de la tierra ha sido mencionado repetidamente como un factor antropogénico que exacerba las enfermedades transmitidas por mosquitos (Johnson & Gómez, 2008).

Por lo tanto, el uso del suelo es un elemento determinante de la composición de vectores de enfermedades emergentes, porque estos pueden resultar favorecidos o perjudicados por las alteraciones antropogénicas. Provoca además cambios, que pueden verse influenciados por las condiciones del ecosistema donde los vectores se desarrollan (Keesing, 2010).

La presente investigación busca determinar si la explotación antropogénica acerca la presencia de vectores asociados a enfermedades emergentes, esto implicaría un mayor riesgo de adquirir una enfermedad emergente para la población aleñada a la cuenca del río Capucuy.. Por ello, el objetivo principal es determinar la relación entre el uso del suelo y la composición de vectores de enfermedades emergentes en la cuenca del río Capucuy.

Materiales y Métodos

Área de estudio.

El área para la ejecución del proyecto fue la cuenca del río Capucuy, que se encuentra localizada en el noroeste del Ecuador, en la provincia de Sucumbíos cantón Shushufindi, su mayor parte se localiza en la parroquia de Limoncocha y una pequeña área en la parroquia de Sushufindi, la cuenca tiene una área aproximada de 14.500 ha y se halla a una altitud aproximada de 203 m. La cuenca del río Capucuy ha sufrido fuertes cambios en el uso del suelo, desde 1990 hasta el 2016 ha disminuido el área de

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

bosque de un 81,68 % del área total de la cuenca a un 62,81%, en el caso de la tierra agropecuaria el área ha aumentado de un 10,15 % a un 33,92 % (Campos, 2018).



Figura 1: Mapa de localización de puntos de muestreo con sus diferentes usos de suelo.

Fase de campo y laboratorio

En la figura 1 se observa los diferentes puntos de muestreo, se tomaron en cuenta siete localidades específicas dentro de la cuenca del río Capucuy, en las cuales se identificaron los diferentes tipos de usos de suelo, Finca Colonos, Finca Shuar, Finca Santiago (Zona ganadera y de cultivo), Población Urbana (Zona Urbana), Reserva biológica Limoncocha sendero Caimán y troche límite (Bosque de tierra firme) y Reserva biológica Limoncocha sendero Las Palmas (bosque inundado).

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

De esta manera, se realizó un muestreo puntual durante tres días consecutivos (Enero de 2017). La colecta de mosquitos se realizó por medio de succionadores plásticos para las larvas y pupas en criaderos; aspiradores y trampas de luz CDC para adultos. Las muestras se colocaron en envases de plástico que posteriormente fueron identificados con la fecha, lugar y hora. Posteriormente, se llevó al laboratorio y se realizó un análisis taxonómico con la ayuda de un microscopio (Ortega et al, 2018, Duque et al 2019).

Fase de sistematización

Se elaboró una base de datos a partir de los ejemplares recolectados, en los que se detalla cierta información como: localidad específica, hábitat, especie, género, fecha, hora, coordenadas geográficas. Posteriormente, se eliminaron los datos que no contaban con la información completa, debido a que los ejemplares recolectados no pudieron ser identificados, por el deterioro o pérdida de caracteres diagnósticos y no fue factible su identificación taxonómica.

Análisis de datos

Cálculo de índices de diversidad

El índice de Shannon fue calculado por cada sitio de muestreo, tomando en cuenta el número de género de ejemplares recolectados. Para determinar el índice se usó la siguiente fórmula.

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i$$

En donde:

H' = Índice de Shannon-Weaver

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

p_i =Abundancia relativa

Ln =Logaritmo natural

El valor del índice se expresa en un número positivo, el rango es de 0,5 a 5, el valor normal oscila 2 a 3, se considera un ecosistema de baja diversidad cuando el valor es inferior a 2 y altos en diversidad cuando el valor es superior a 3 (Moreno, 2001).

El índice de equidad fue calculado por cada sitio de muestreo, tomando en cuenta el número de género de ejemplares recolectados. Para determinar el índice se uso la siguiente formula.

$$J = \frac{H'}{\ln * S}$$

En donde:

J =Índice de equidad

Ln =Logaritmo natural

S =Número de especies

La riqueza específica (S) se basa en el número de especies presentes en una comunidad, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad. La abundancia es el porcentaje de individuos de cada especie en relación al total que conforman la comunidad o subcomunidad. La equidad es el grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies. El rango es de 0 a 1, siendo 1 todas las especies son abundantes (Moreno, 2001).

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

La serie números de Hill fue calculado por cada sitio de muestreo, tomando en cuenta el número de género de ejemplares recolectados. Para determinar el índice se uso la siguiente formula.

$$E' = \frac{N2}{N1}$$

En donde:

E'=Número de Hill

N1=Especies abundantes

N2=Especies muy abundantes

La serie de números de Hill se calcula mediante tres expresiones matemáticas, N0 (Riqueza), N1(Especies abundantes), N2 (Especies muy abundantes) (Moreno, 2001).

$$N0 = \#S$$

$$N1 = e^{H'}$$

$$N2 = \frac{1}{\lambda}$$

En donde:

S=Número de especies

H'=Índice de Shannon-Weaver

λ =Índice de equidad

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Análisis de agrupamiento y clasificación

Los Dendogramas son gráficos usados en el procedimiento jerárquico que permiten visualizar el proceso de agrupamiento de los clúster en los distintos pasos (Albuquerque, 2014) . Los datos fueron interpretados mediante la utilización del programa informático PAST, en donde se evaluó la similitud entre las diferentes localidades específicas. Se calculó el índice de Simpson, que representa la probabilidad de que dos o mas individuos, dentro de un hábitat seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Posteriormente, se analizo el índice de Jaccard, que representa el grado de similitud entre dos grupos, en los dos casos se compararon los siete puntos de muestreo (Espinosa & Hernández, 2012).

Análisis de varianzas ANOVA

Para el análisis estadístico de la base de datos obtenidos se utilizo el software SPSS (Johnson & Gómez, 2008) . Se realizaron dos análisis, el primero fue un ANOVA de dos vías pareado que fue calculado por cada sitio de muestreo, tomando en cuenta el uso de suelo, número de género de ejemplares recolectados y la abundancia relativa, para determinar los géneros mas relevantes. Posteriormente, se realizó un segundo análisis ANOVA de dos vías anidado que fue calculado por cada sitio de muestreo, tomando en cuenta el uso de suelo, número de especies potencialmente vectores de enfermedades emergentes y la abundancia relativa.

Resultados

Durante los tres días de muestreo realizado en enero de 2017, se recolectaron 1555 ejemplares de los cuales se identificaron géneros como: *Aedes*, *Anopheles*,

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Coquillettidia, Culex, Limatus, Mansonia, Psorophora, Trichoprosopon, Sabethes, Uranotaenia, Wyeomyia, Johnbelkinia, Toxorhynchites. En ellos se identificaron las especies: Aedes aegypti, Aedes fulvus, Aedes serratus, Anopheles cf. mattogrossensis, Anopheles oswaldoi s.l., Anopheles apicimacula, Coquillettidia albicosta, Coquillettidia arribalzagae, Coquillettidia juxtamansonia, Culex blhaicolus, Culex bonnei, Culex declarator, Culex nigripalpus, Culex nr. atratus, Culex nr. pedrol, Culex nr. portesi, Culex Ocosa, Culex panoco, Culex culex, Culex spissipes, Limatus asulleptus, Limatus durhami, Mansonia wilsoni, Psorophora humeralis, Psorophora albipes, Psorophora confinnis, Psorophora dimidiata, sabethes sabethes sp, Toxorhynchitini haemorrhoidalis, Trichoprosopon digitatum, Trichoprosopon vonplesseni, Uranotaenia briseis, Uranotaenia calosomata, Uranotaenia lowii, Wyeomyia melanocephala, Uranotaenia geometrica, Wyeomyia medioalbipes y Wyeomyia ulocomia (Anexo 1). En total se identificaron 20 especies asociadas a la transmisión de enfermedades emergentes.

Cuadro 1: Cálculo del Índice de Shannon.

Sitio de muestreo	Índice de Shannon-Weaver	Rango(0.5-5)		
		Bajos en diversidad(<2)	Valor Normal 2-3	Altos en diversidad >3
Finca Colonos	1.475	X		
Finca Santiago	1.509	X		
Finca Shuar	1.538	X		
Población Urbana	1.019	X		
RBL, Sendero Caimán	1.491	X		
RBL, Sendero Las Palmas	1.616	X		

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

RBL, Troche Limite	1.671	X		
---------------------------	-------	---	--	--

En el cuadro 1 se observa que los valores calculados muestran cierta similitud, el rango oscila 1.019-1.671, todos los valores obtenidos son inferiores a 2 por lo que se considera una área con baja diversidad. El índice refleja la heterogeneidad de las diferentes comunidades en base de dos factores: el número de especies y su abundancia relativa.

Cuadro 2: Cálculo del índice de Equidad, según Shannon.

Sitio de muestreo	Índice de Equidad	Rango	
		Todos son abundantes	<1
Finca Colonos	0,758		X
Finca Santiago	0,775		X
Finca Shuar	0,796		X
Población Urbana	0,523		X
RBL, Sendero Caimán	0,766		X
RBL, Sendero Las Palmas	0,838		X
RBL, Troche Limite	0,8588		X

En el cuadro 2 se observa que los valores calculados muestran cierta similitud, el rango oscila 0,523-0,8588, todos los valores obtenidos son inferiores a 1, se refleja la similitud de los géneros en las distintas localidades específicas. RBL, Troche Limite cuenta con la mayor uniformidad de géneros con un valor de 0,8588 y población urbana cuenta con el menor valor de géneros 0,523.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Cuadro 3: Cálculo de la serie de números de Hill.

Sitio de muestreo	Números de Hill		
	N0	N1	N2
Finca Colonos	8	4,371	1,465
Finca Santiago	9	4,522	1,397
Finca Shuar	11	4,656	1,264
Población Urbana	13	2,778	1,112
RBL, Sendero Caimán	11	4,441	1,305
RBL, Sendero Las Palmas	10	5,032	1,531
RBL, Troche Limite	10	5,317	1,578

En el cuadro 3 se observa la serie de números de Hill, la población urbana cuenta con la mayor riqueza de géneros y la finca colonos cuenta con la menor riqueza. El N1 nos indica que, de los 305 ejemplares recolectados en la población urbana cuenta con apenas dos géneros abundantes que son: *Wyeomyia* con 51 y *Trichoprosopon* con 44 ejemplares. De los 234 ejemplares recolectados en Reserva biológica Limoncocha Troche limite cuenta con 5 géneros abundantes que son: *Limatus* con 41, *Aedes* con 35, *Culex* con 33, *Trichoprosopon* 30 y *Coquillettidia* con 27 ejemplares. El N2 nos indica que de las 1555 ejemplares recolectados de los diferentes puntos de muestreo, existen géneros muy abundante que son: *Wyeomyia* 31 (Finca Colonos), *Limatus* 48 (Finca Santiago), *Wyeomyia* 84 (Finca Shuar), *Culex* 152 (Población Urbana), *Anopheles* 103 (RBL, Sendero Caimán), *Wyeomyia* 98 (RBL, Sendero Las Palmas) y *Wyeomyia* 50 (RBL, Troche Limite).

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

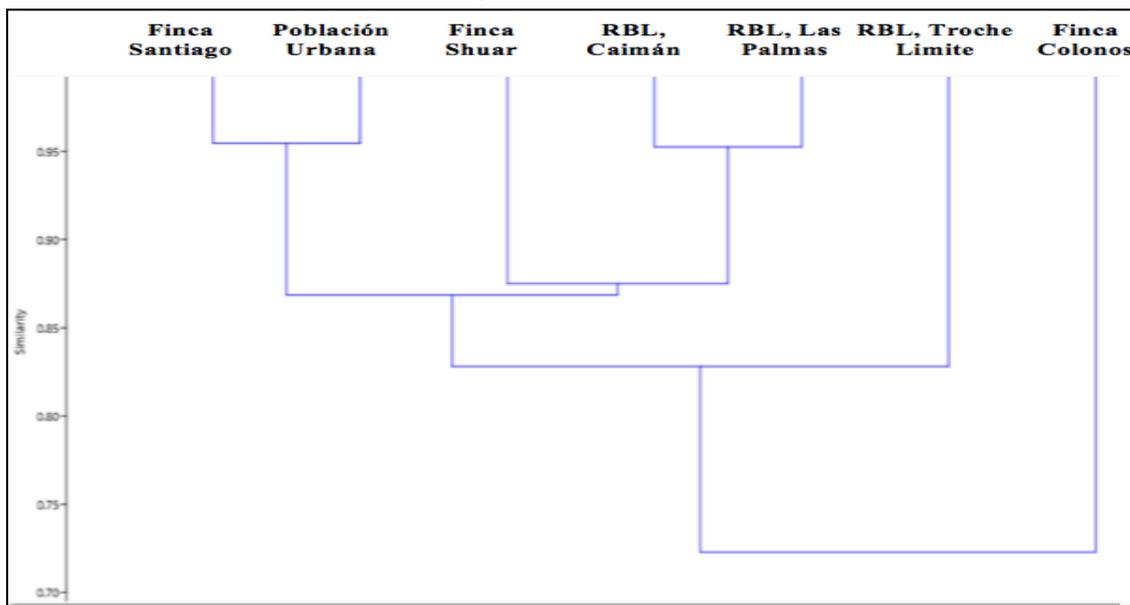


Figura 2: Clúster según el índice de Simpson.

En la figura 2 se puede observar un Análisis Clúster, la Finca Santiago y población urbana tienen una similitud de 0.95 y Reserva biológica Limoncocha sendero Caimán y sendero Las Palmas tienen una similitud de 0.95, lo que representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, sean seleccionados al azar pertenezcan al mismo género. Finca Colonos muestra una similitud 0.72, lo que muestra una semejanza baja en comparación con los otros puntos de muestreo.

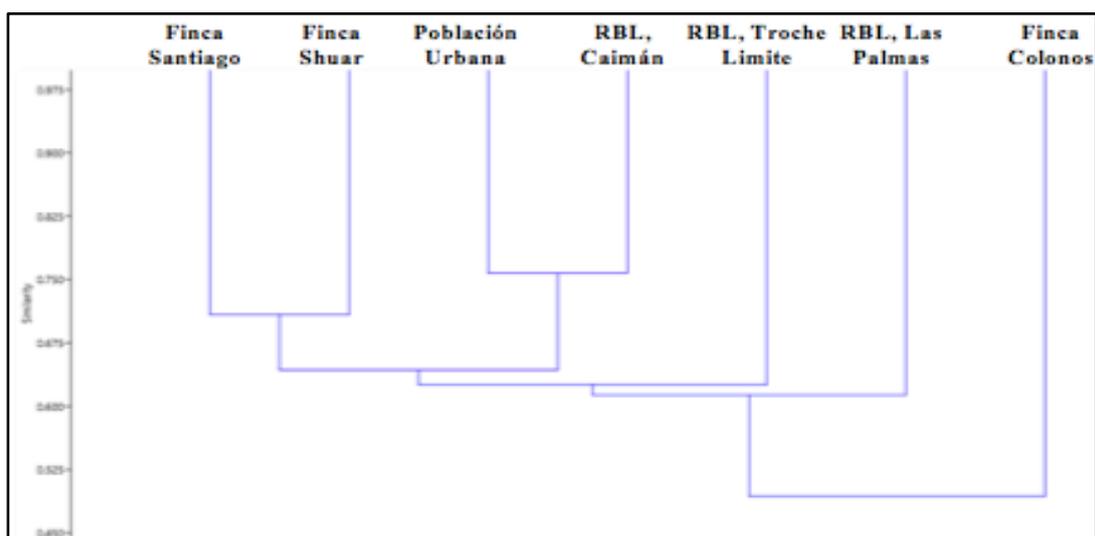


Figura 3: Clúster según el índice de Jaccard.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

En la figura 3 se puede observar un análisis clúster, el índice de Jaccard nos indica el grado de semejanza entre los conjuntos. En donde se observa que los conjuntos con mayor semejanza son población urbana y RBL, sendero Caimán muestran una similitud de 0.76 y Finca Santiago y Shuar muestran una similitud de 0.70. Finca Colonos muestra un similitud de 0.46, lo que nos indica que su grado de semejanza es baja, en comparación con los demás puntos de muestreo.

Cuadro 4: Significancia de las variables hábitat y género.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Medida cuadrática	F	Sig	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	,889	49	,018	4,834	,000	,862
Intersección	,417	1	,417	111,255	,000	,745
HAB	4.558E-5	3	1.519E-5	,004	1,000	,000
GEN	,525	12	,044	11,659	,000	,786
HAB*GEN	,243	34	,007	1,902	,028	,630
Error	,143	38	,004			
Total	1,586	88				

En el cuadro 4 se observa que la variable hábitat, al ser analizada de manera individual muestra un nivel de significancia de 1,000 lo que es considerado como estadísticamente no significativo. Al analizar la variable género se muestra que el nivel es estadísticamente significativo, sin embargo, al analizar las variables género y hábitat simultáneamente, se observa que el nivel es estadísticamente significativo con un valor de 0,028.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

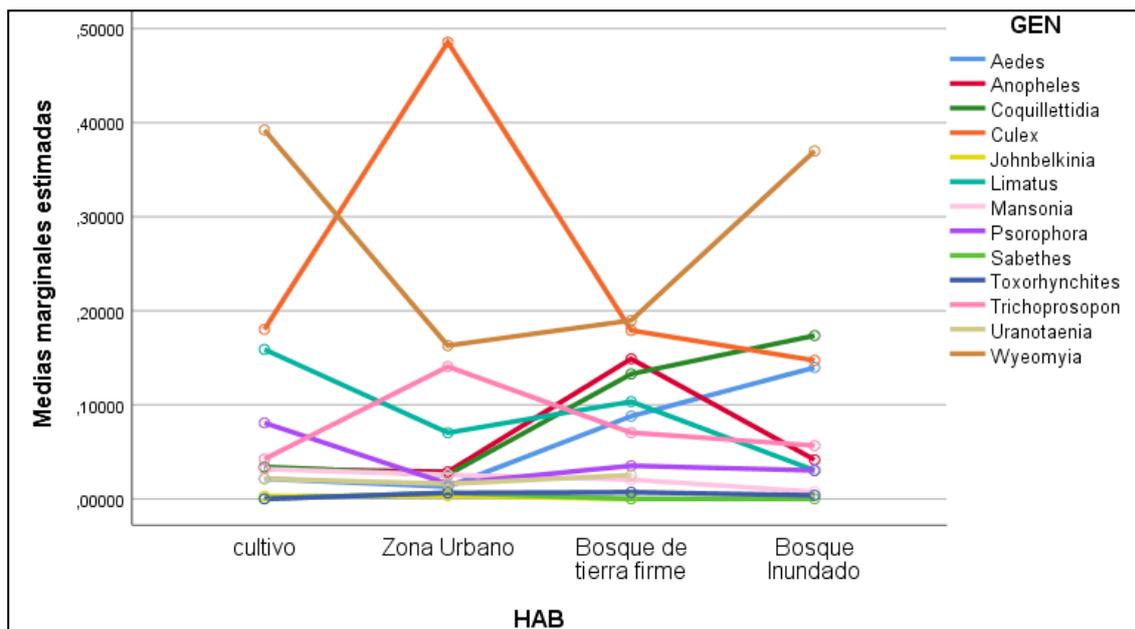


Figura 4: Análisis de medias marginales estimadas de abundancia relativa, de género y hábitat.

La figura 4 muestra el número de observaciones de ejemplares/género para los distintos usos de suelo. El género *Culex* es abundante en todo tipo de hábitat, su incidencia es importante principalmente en la zona urbana. El género *Wyeomyia* abunda especialmente en la zona ganadera, de cultivo y en bosque de tierra firme, no obstante, éste predomina en todos los hábitats. El género *Anopheles* es primordialmente escaso, sin embargo, su presencia es más significativa en el bosque de tierra firme. Los géneros *Johnbelkinia*, *Coquillettidia*, *Sabethes*, *Toxorhynchites* y *Psophora* se mantienen constantes, teniendo una abundancia semejante en los cuatro tipos de hábitat.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Cuadro 5: Lista de especies asociadas a transmisión de enfermedades emergentes.

Familia/Tribu	Género	Especie	Enfermedad
Culicinae <i>Aedini</i>	<i>Aedes</i>	<i>Aedes(aegypti)</i>	Dengue, encefalitis equina, fiebre amarilla urbana , virus de la fiebre del valle
		<i>Aedes (fulvus)</i>	VEEV
		<i>Aedes (serratus)</i>	Fiebre amarilla
Anophelinae <i>Anophelini</i>	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles(cf. Mattogrossensis)</i>	Malaria
		<i>Anopheles(oswaldoi s.l)*</i>	Malaria
		<i>Anopheles(apicimacula)</i>	Malaria
Culicinae <i>Mansoniini</i>	<i>Coquillettidia</i>	<i>Coquillettidia (albicosta)*</i>	Malaria aviar, Encefalitis equina venezolana
		<i>Coquillettidia (arribalzagae)</i>	Malaria aviar
		<i>Coquillettidia (juxtamansonia)</i>	Malaria aviar, Encefalitis equina venezolana
Culicinae <i>Culicini</i>	<i>Culex</i>	<i>Culex(declarator)*</i>	Encefalitis de Saint Louis
		<i>Culex(ocossa)</i>	Encefalitis equina venezolana
		<i>Culex(spissipes)</i>	Encefalitis equina venezolana
Culicinae <i>Sabethini</i>	<i>Limatus</i>	<i>Limatus(asulleptus)</i>	Fiebre mayaro
		<i>Limatus(durhami)</i>	Virus Caraparu
Culicinae <i>Mansoniini</i>	<i>Mansonia</i>	<i>Mansonia(wilsoni)</i>	Virus de la fiebre del valle
		<i>Mansonia(humeralis)</i>	Virus de la fiebre del valle
Culicinae <i>Aedini</i>	<i>Psorophora</i>	<i>Psorophora (albipes)</i>	
		<i>Psorophora (confinnis)</i>	Encefalitis equina venezolana
		<i>Psorophora (dimidiata)</i>	Encefalitis equina venezolana
Culicinae <i>Sabethini</i>	<i>Sabethes</i>	<i>Sabethes (sabethes sp.)</i>	Fiebre amarilla en humanos, Fibre amarilla en monos, Virus Iihéus

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Familia/Tribu	Género	Especie	Enfermedad
<i>Culicinae</i> <i>Sabethini</i>	<i>Trichoprosopon</i>	<i>Trichoprosopon (digitatum)*</i>	Encefalitis equina venezolana
		<i>Trichoprosopon (Vonplesseni)</i>	

**Especies con mayor abundancia*

En el cuadro 5 se puede observar las diferentes especies encontradas en la cuenca del río Capucuy, de los 1555 ejemplares recolectados solo 885 ejemplares fueron asociados como posibles vectores de enfermedades emergentes, en donde se identificaron 22 especies y 9 géneros,

Cuadro 6: Significancia de las variables hábitat y género.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Medida cuadrática	F	Sig	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	,559	62	,009	1,863	,022	,757
Intersección	,300	1	,300	62,445	,000	,628
HAB	,140	16	,008	1,626	,104	,442
ESP	,003	3	,001	,191	,902	,015
HAB*ESPE	,395	41	,010	2,008	,017	,690

En el cuadro 6 se observa que la variable hábitat, al ser analizada de manera individual no muestra un nivel de significancia, lo que es considerado como estadísticamente no significativo. Al analizar la variable especie se muestra que el nivel es estadísticamente no significativo, sin embargo, al analizar las variables especie y hábitat

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

simultáneamente, se observa que el nivel es estadísticamente significativo con un valor de 0,017.

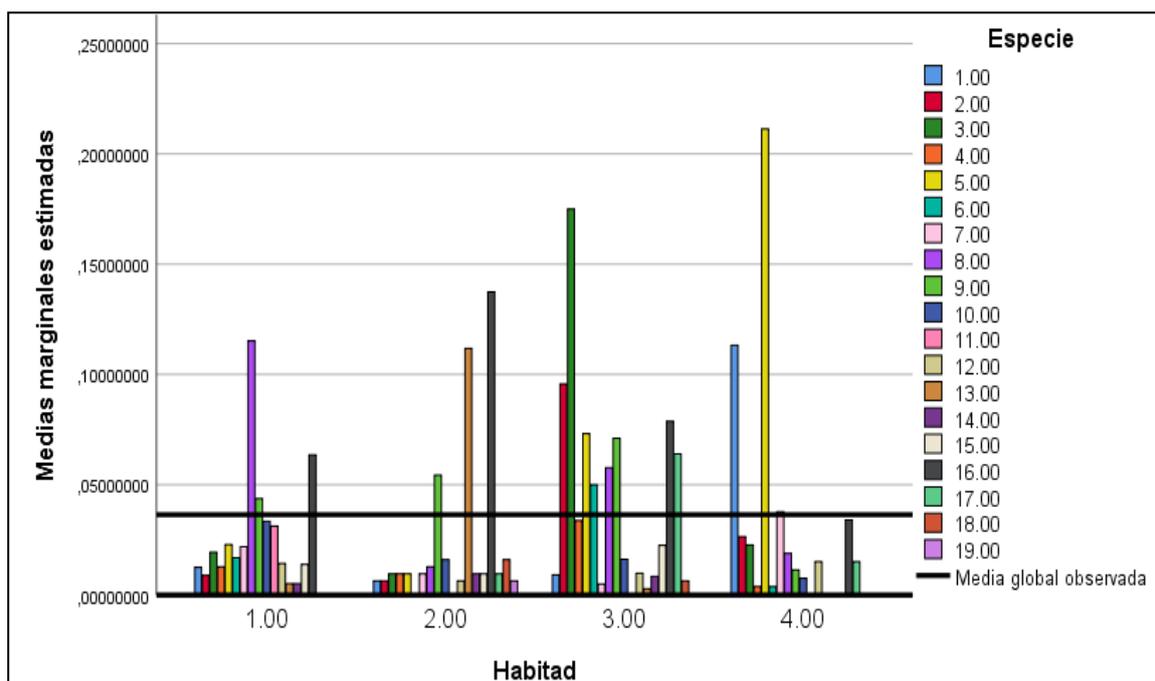


Figura 5: Análisis de medias marginales estimadas de abundancia relativa, de género y hábitat.

La figura 5 se muestra el número de observaciones de las especies asociadas a la transmisión de enfermedades emergentes para los distintos usos de suelo. *Limatus asulleptus* es abundante en dos tipos de hábitat bosque de tierra firme y , su incidencia es cuantiosa principalmente en la zona ganadera y de cultivo. En la zona urbana predominan dos especies *Culex declarator* y *Trichoprosopon digitatum*. *Anopheles oswaldoi* es primordialmente escaso, sin embargo, su presencia es significativa en el

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

bosque de tierra firme. *Coquillettidia albicosta* y *Aedes serratus* tienen una incidencia considerable en el bosque inundado.

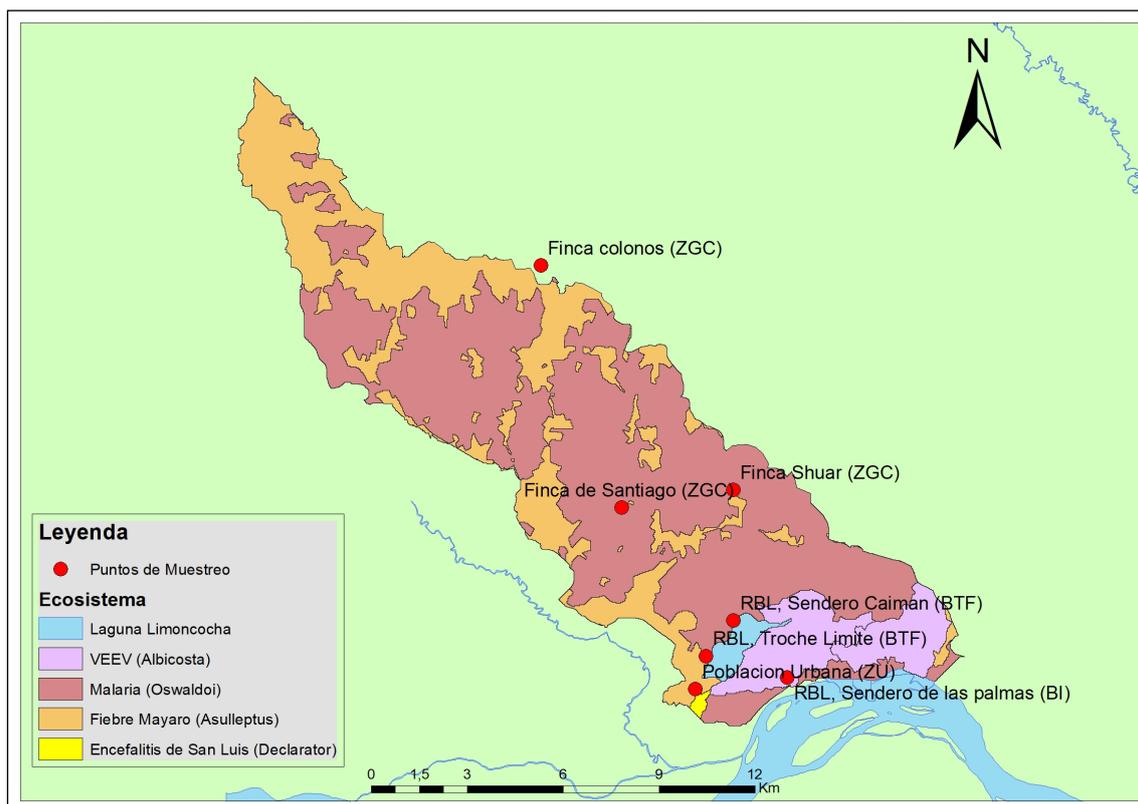


Figura 6: Uso de suelo y estratificación de zonas con mayor vulnerabilidad de enfermedades emergentes.

En la figura 6 se muestra las áreas propensas a contraer una enfermedad emergente en la cuenca del río Capucuy. La zona de ganadería y cultivo está vinculada con la fiebre de mayaro, la zona urbana con la encefalitis de San Luis, en los hábitat de bosque de tierra firme y inundado está asociado a la malaria.

Discusión

Se evidencia que la Cuenca del río Capucuy ha sufrido cambios considerables en el uso del suelo, con una incidencia en la composición de vectores de enfermedades

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

emergentes. En la cuenca del río Capucuy en los años 1990, 2000, 2008 y 2016 se evidencia que la zona más afectada de la cuenca ha sido el bosque ya que de 1990 al 2000 ha disminuido en un 16,5 %, del 2000 al 2008 en un 2,1 % y del 2008 al 2016 en un 6,3 %, dando una disminución total del 24,9 % de bosque equivalentes a 3605 ha aproximadamente en 26 años (Campos, 2018).

Los análisis de grupos de composición de mosquitos recolectados muestran que existe un alto grado de similitud en el número de especies en los diferentes sitios de muestreo, sin embargo, al considerar la abundancia y equidad se diferencian significativamente. El ensamblaje de mosquitos se vio influenciado de manera diferente por el cambio en el uso del suelo y la estacionalidad, pero al mismo tiempo el ensamblaje es bastante homogéneo en todo el paisaje estudiado (Johnson & Gómez, 2008).

Las enfermedades transmitidas por vectores están asociadas con factores ambientales, biológicos y demográficos, la diversidad de especies depende de los factores mencionados. Se ha informado que los cambios ecológicos influenciados por las actividades humanas permiten la expansión y el establecimiento de vectores hacia áreas pobladas (Duque, 2019).

En el (cuadro 1) la diversidad en los puntos de muestreo es considerada baja según Shannon, sin embargo, la población urbana cuenta con la mayor cantidad de géneros identificados. Cerca de los entornos urbanos, la riqueza de mosquitos es mayor que en el bosque nuboso bien conservado debido, a que los entornos urbanos tienen áreas donde resulta sencillo que los ejemplares puedan dejar sus huevos, pero esta última tiene mayor abundancia en comparación con todos los demás sitios (Uribe, 2017). *Culex* es un género que prevalece en la zona urbana, el 80% de los ejemplares recolectados en

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

dicha zona pertenecen a este género, por lo la equidad es baja (cuadro 2). La competencia con otras especies de mosquitos también puede ser un factor importante en la determinación de la diversidad de mosquitos porque ciertas especies son tolerantes de los ambientes dominados por los humanos y compiten con otras especies menos tolerantes. La *Wyeomia* es un género que se asocia a los cultivos de piña y bromelias, por lo que su abundancia se ha incrementado debido a estas siembras (Navarro, 2019). Otros estudios plantean la hipótesis de que el aumento de los niveles de contaminación urbana puede contribuir a reducir la calidad del hábitat larval, permitiendo que algunos géneros como *Culex* se vuelvan más dominantes debido a su capacidad de reproducirse en hábitats acuáticos temporales y degradados (Ochoa & Barajas, 2004).

Los dendogramas de análisis de conglomerados muestran grados de similitud entre los puntos de muestreo, debido a la presencia de géneros como: *Johnbelkinia*, *Coquillettidia*, *Sabethes*, *Toxorhynchites* y *Psophora*. De acuerdo a un estudio realizado en Perú por Johnson & Gómez, (2008), *Aedes quadrivittatus*, *Culex restuans*, *Wyeomyia adelpha*, *Wy. arthrostigma* y *Coquillettidia pertuban* son las especies que impulsan un patrón de similitud.

Conocer las posibles áreas asociadas a contraer enfermedades emergentes, podría disminuir la incidencia de números de casos de enfermedades vinculadas con los vectores. Los principales aspectos que se deben tener en cuenta para mejorar la situación es la implementación de un enfoque intersectorial, interdisciplinario y con participación social permanente e integrado en la planificación, seguimiento y ejecución de las acciones (Caurín, 2013).

Conclusiones

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Se ha demostrado que el uso del suelo influye en la composición de la comunidad de mosquitos, en particular en términos de abundancia de especies. Sin embargo, se demuestra que el ensamblaje de mosquitos resultó bastante homogéneo en los distintos puntos de muestreo en la cuenca del río Capucuy.

La alteración antrópica como la ganadería, agricultura y los asentamientos urbanos provocan un cambio en el uso de suelo, el mismo que es un determinante que acerca ciertas especies de mosquitos como: *Limatus(assulleptus)* y *Culex (declarator)*, los cuales están asociados a enfermedades emergentes.

La estructura de una comunidad puede describirse por el número total de especies, y su diversidad, lo que es una medida de riqueza y uniformidad. Según el Índice de Shannon se considera que los siete puntos de muestreo son bajos en diversidad ya que su valor es inferior a dos. La uniformidad de los géneros muestra una similitud en los diferentes puntos de muestreo, exceptuando a la población urbana, donde se acerca el género *Culex*, que cuenta con la mayor abundancia.

La Cuenca del Río Capucuy presenta una alta diversidad de mosquitos asociados a la transmisión de patologías. Del mismo modo muestran que factores como la dinámica biológica, el cambio del uso de suelo o las alteraciones en el ecosistema contribuyen al aumento de la vulnerabilidad riesgo de transmisión.

Las variables biológicas y los cambios del uso de la tierra deben ser considerados para el desarrollo de estrategias de prevención y control de posibles brotes emergentes. Se deberá además tomar en cuenta factores como la diversidad de especies, la abundancia y equidad para priorizar y estratificar aquellas zonas de mayor vulnerabilidad.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

El análisis estadístico geoespacial genera información primordial para comprender la intervención del uso del suelo en la diversidad de mosquitos, lo que resulta una herramienta potencialmente útil en el desarrollo de programas de planificación territorial y prevención.

Recomendaciones

Como propuesta para estudios posteriores relacionados al estudio de vectores, puede considerarse realizar muestreos tomando en cuenta las estaciones, lo que propone una herramienta útil para el conocimiento de la variación en la composición, riqueza y equidad de mosquitos en la cuenca del Río Capucuy, durante el invierno y verano.

Como alternativa para evitar la segregación de datos, puede realizarse el cálculo de índices de diversidad y el análisis de agrupamiento, reemplazando la variable de géneros por especies.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Literatura citada

Abella, C. (2015, marzo 23). Spatiotemporal variation of mosquito diversity (Diptera: Culicidae) at places with different land-use types within a neotropical montane cloud forest matrix. *BioMed central*, 4, pp. 4-11.

Alburquerque, F. (2016). Clúster, territorio y desarrollo empresarial: diferentes modelos de organización productiva. Cuarto taller de la Red de Proyectos de Integración productiva, BID/FOMIN, San José, Costa Rica

Calderón, O. (2007, diciembre 07). Evaluación del nicho ecológico de formas larvales de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) en una comunidad urbana de San José, Costa Rica. *SciELO*, 62, pp.142-147.

Campos, C. (2018, agosto 06). Análisis multitemporal de cambio de uso de suelo y cobertura vegetal para el desarrollo de un modelo probabilístico prospectivo en la cuenca del río Capucuy. Universidad Internacional SEK.

Castellanos, A. (Marzo 23, 2017). *Extinción. causas y efectos sobre la diversidad biológica*. Revista Luna Azul, No. 23, pp. 35-37.

Caurín, A. (2013, enero 20). Análisis del concepto de biodiversidad en los libros de

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

texto de segundo ciclo de primaria en la Comunidad Valenciana (España). SciELO , 35, P. 141. *El río San Pedro en el tramo comprendido entre las parroquias Machachi y Uyumbicho; y gestión de la contaminación*. Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.

Duque, P. (2019, Enero 25). High mosquito diversity in an Amazonian village of Ecuador, surrounded by a Biological Reserve, using a rapid assessment method. Universidad Internacional SEK.

Escobar, J.(2015). *Efectos socio-ambientales del cambio del uso de suelo sobre*

Espinosa, J., &Hernandez, K.. (marzo 05, 2012). *Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal agua blanca, macuspana, tabasco*. Julio 20, 2019, de Universidad Autónoma de Juárez Tabasco Sitio web: <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n1/v26n1a1.pdf>

Figuroa, C & Morales, E. (1992, enero 09). Land Use. Minagri , 23, pp. 11-23.

Hernández, L & Molina, D. (2017, septiembre 09). *Servicios ecosistémicos y estrategias de conservación en el manglar de Isla Arena*. Scielo , No 13, pp. 30-35.

INEC. (2013). Uso del suelo en el Ecuador . Mayo 02, 2019, de INEC Sitio web: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeEjecutivoESPAC2013.pdf

Keesing, F. (2010, diciembre 02). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. Macmillan Publishers Limited, 468, pp.647-652.

Otiniano, A. (2016, abril 23). *Organic matter, importance, experiences and it role in agriculture*. Arica, V.24, pp.7-18.

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

López, V. (2014, Enero 07). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un Área Mazahua del altiplano Mexicano. *Ciencia ergo-sum*, Universidad Autónoma de México, 22-2, pp.136-144.

Martínez, E. (Enero 13, 2014). *Nicho ecológico* . Julio 15, 2019 , de Instituto de biología Sitio web: http://www.recibio.net/wp-content/uploads/2014/01/Abundancia_EMM.pdf

Medellín, P. (Noviembre 14, 2002). Uso del suelo . Mayo 02, 2019, de UASLP Sitio web: <http://ambiental.uaslp.mx/docs/PMM-AP021114.pdf>

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Navarro, A & Ruiz A. (Julio 21, 2016). *Importancia social del medio ambiente y la biodiversidad* . Julio 16, 2019, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente Sitio web: http://afundacionesnaturaleza.org/wp-content/uploads/2016/08/3º-Informe_Tercer_Sector_Ambiental_julio_2016_def.pdf

Ochoa, B., & Barajas, J. (2012, junio 23). Variabilidad genética de mosquitos del género *Culex* (Diptera: Culicidae) provenientes de diferentes altitudes en la región cafetera de Colombia. *Actualidades biológicas* , Vol. 34 , pp. 2-8.

Ortega, A. (2017). Deficiencia en servicios públicos y diversidad de vectores, como factores de riesgo en salud ambiental para la comunidad de Limoncocha. Universidad Internacional SEK.

Reyes, P y Torres, E. (2017, diciembre 07). *Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrocitos de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de*

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. Revista de biología y oceanografía , No.44, pp.34-37.

Riverón, L. (2012, diciembre 20). *Enfermedades emergentes y reemergentes: un reto al siglo XXI. Revista cubana y pediatría* , V.74, pp.6-9.

Uribe, C. (2017, diciembre 20). Vector-borne diseases and the potential use of Wolbachia, an obligate endocellular bacterium, to eradicate them. *FACMED*, 06, pp. 5-11.

Vázquez, A. (2008, mayo 17). Estudios de diversidad en comunidades de moluscos fluviales de importancia médica. *SciELO*, 60, pp.7-9.

Anexos

Anexo 1: Listado de especies encontradas en la cuenta del río Capucuy.

Familia/Tribu	Género	Especie	Enfermedad
Culicinae Aedini	<i>Aedes</i>	<i>Aedes(aegypti)</i>	Dengue, encefalitis equina, fiebre amarilla urbana , virus de la fiebre del valle
		<i>Aedes(fulvus)</i>	VEEV
		<i>Aedes (serratus)</i>	Fiebre amarilla
Anophelinae Anophelini	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles (cf. mattogrossensis)</i>	Malaria
		<i>Anopheles (oswaldoi s.l)</i>	Malaria
		<i>Anopheles (apicimacula)</i>	Malaria
Culicinae Mansoniini	<i>Coquillettidia</i>	<i>Coquillettidia (albicosta)</i>	Malaria aviar, Encefalitis equina venezolana
		<i>Coquillettidia (Arribalzagae)</i>	Malaria aviar
		<i>Coquillettidia (juxtamansonia)</i>	Malaria aviar, Encefalitis equina venezolana
Culicinae Culicini	<i>Culex</i>	<i>Culex (blhaicolus)*</i>	
		<i>Culex (bonnei)*</i>	
		<i>Culex (declarator)</i>	Encefalitis de Saint Louis
		<i>Culex(nigripalpus) *</i>	
		<i>Culex(nr. atratus)*</i>	

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

Familia/Tribu	Género	Especie	Enfermedad
		<i>Culex(nr. pedrol)*</i>	
		<i>Culex(nr. Portesi)*</i>	
		<i>Culex(ocossa)</i>	Encefalitis equina venezolana
		<i>Culex(panocossa)</i>	
		<i>Culex (culex)</i>	
		<i>Culex(spissipes)</i>	Encefalitis equina venezolana
Culicinae Sabethini	<i>Limatus</i>	<i>Limatus(asulleptus)</i>	Fiebre mayaro
		<i>Limatus(durhami)</i>	Virus Caraparu
Culicinae Mansoniini	<i>Mansonia</i>	<i>Mansonia(Wilsoni)</i>	Virus de la fiebre del valle
		<i>Mansonia(humeralis)</i>	Virus de la fiebre del valle
Culicinae Aedini	<i>Psorophora</i>	<i>Psorophora (albipes)</i>	
		<i>Psorophora (confinnis)</i>	Encefalitis equina venezolana
		<i>Psorophora (dimidiata)</i>	Encefalitis equina Venezolana
Culicinae Sabethini	<i>Sabethes</i>	<i>Sabethes(Sabethes sp.)</i>	Fiebre amarilla en humanos, Fiebre amarilla en monos, Virus lihéus
Culicinae Toxorhynchitini	<i>Toxorhynchitini</i>	<i>Toxorhynchitini (haemorrhoidalis)*</i>	
Culicinae Sabethini	<i>Trichoprosopon</i>	<i>Trichoprosopon (digitatum)</i>	Encefalitis equina Venezolana
		<i>Trichoprosopon (Vonplesseni)*</i>	
Culicinae Uranotaeniini	<i>Uranotaenia</i>	<i>Uranotaenia(briseis)*</i>	
		<i>Uranotaenia (Calosomata)*</i>	
		<i>Uranotaenia (lowii)*</i>	
		<i>Uranotaenia (geometrica)*</i>	
Culicinae Sabethini	<i>Wyeomyia</i>	<i>Wyeomyia (melanocephala)*</i>	
		<i>Wyeomyia (medioalbipes)*</i>	
		<i>Wyeomyia (ulocoma*)</i>	

CORRELACIÓN ENTRE EL USO DEL SUELO Y COMPOSICIÓN DE VECTORES ASOCIADOS A ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CAPUCUY, SUCUMBÍOS

*Especies no asociadas a enfermedades emergentes