

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

**MODELAMIENTO PREDICTIVO DE DISTRIBUCIÓN DE Rhodnius
ecuadoriensis, Vector principal de la enfermedad de Chagas en
Ecuador**

César Alberto Yumiseva Marín

Richard Resl, Ph. Dc., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Magister en Sistemas de Información Geográfica

Quito, febrero de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**MODELAMIENTO PREDICTIVO DE DISTRIBUCIÓN DE Rhodnius
ecuadoriensis, Vector principal de la enfermedad de Chagas en
Ecuador**

César Alberto Yumiseva Marín

Richard Resl, Ph. Dc.

Director de Tesis

Pablo Cabrera, Ms.

Miembro del Comité de Tesis

Richard Resl, Ph. Dc.

**Director de la Maestría en Sistemas
de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph. D.

**Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph. D.

Decano del Colegio de Postgrados

Quito, febrero de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

César Alberto Yumiseva Marín

C.I.: 1709331571

Quito, febrero de 2014

A todos los que luchamos contra esta enfermedad,

“A veces sentimos que lo que hacemos es tan solo una gota en el mar,
pero el mar sería menos si le faltará una gota”.

Madre Teresa de Calcuta

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis no hubiera sido posible finalizarlo sin la ayuda del CIEI y el personal de alta calidad que trabaja en el mismo. Muchas gracias a todos por compartir un mismo objetivo de luchar por mejorar la calidad de vida de los niños de comunidades de bajos recursos y la presencia de la Enfermedad de Chagas en las mismas.

Agradezco infinitamente, al personal de campo del SNEM (Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria), ya que sin su apoyo técnico y personal en las búsquedas de triatominos intradomiciliares, peridomiciliares y selváticos, no se habría podido coleccionar información sobre la presencia de este vector en distintas provincias del país.

Un gracias de todo corazón a mi esposa, Anita, por su amor, apoyo, paciencia, confianza y colaboración, para hacer de este un trabajo conjunto en la lucha por erradicar este mal que aqueja a muchas comunidades rurales en el país. A mi madre, que por su apoyo y comprensión han hecho de mi persona alguien con carácter y comprensión hacia los demás. A mi padre, a mis hermanos y amigos, por estar pendientes de todo y por haber dado su grano de arena para que el producto de este trabajo esté finalizado.

Finalmente, muchas gracias a toda la gente que ayudó de una u otra manera a que continúe adelante, Rosita, Gabriela, Carolina, ya que sin su constante apoyo no hubiera terminado.

A UNIGIS, y a todos sus integrantes que me han ayudado de manera incondicional en el desarrollo del tema y en durante todo el tiempo de estudio y trabajo de tesis.

A todos, GRACIAS TOTALES....!!!

RESUMEN

La enfermedad de Chagas es un mal que aqueja a muchos países de América del Sur, especialmente a los del cono Sur (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Paraguay). Es un problema primario de salud pública a nivel nacional, ya que muchos de los casos de Chagas en pacientes no son reportados, así como la presencia de vectores en comunidades rurales del país.

En la actualidad, el desarrollo de nuevas tecnologías ha ayudado mucho a tener una mejor comprensión acerca de la realidad de ciertas enfermedades o a la presencia de ciertas especies animales o vegetales y su estado de conservación. El modelo de nicho ecológico, es una herramienta que se usa actualmente en la conservación de especies animales en peligro de extinción y en general de muchas especies, sin embargo, en este caso se llega a utilizar esta herramienta para determinar la presencia de insectos vectores transmisores de una enfermedad de características mortales.

El software MaxEnt (Máxima entropía), permite usar la mayor cantidad de datos de sitios de presencia y ausencia de vectores para que, con la ayuda de capas vectoriales climáticas, se determinen sitios “probables” de distribución de especies vectoras de enfermedades y así poder tomar decisiones en la aplicación de programas de control vectorial, así como del apareamiento de nuevos casos.

Finalmente, el hecho de tener a disposición nuevas tecnologías y sistemas de información actualizados, va a permitir mejorar la toma de decisiones con respecto al mejoramiento de programas de salud pública en el Ecuador.

ABSTRACT

Chagas disease is a disease that affects many South American countries, especially the Southern Cone (Argentina, Brazil, Bolivia, Chile, Paraguay). It is a primary public health problem nationwide, because many of the cases of Chagas patients are not reported, and the presence of vectors in the country's rural communities neither.

At present, the development of new technologies has helped a lot to have a better understanding of the reality of certain diseases or the presence of certain animal and plant species and their conservation status. The ecological niche model is a tool that is currently used in the conservation of endangered animals and generally of many species, but in this case you get to use this tool to determine the presence of insect vectors transmitters of fatal disease.

The software MaxEnt (Maximum entropy), can use as many data sites of presence and absence of vectors so that, with the help of vector layers climatic sites determined "probable" distribution of disease vector species so we can make decisions on the application of vector control programs, as well as the appearance of new cases.

Finally, having available new technologies and updated information systems, will enable better decision-making with regard to the improvement of public health programs in Ecuador.

Tabla de Contenido

RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA	14
1.1. Generalidades	14
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	16
2.1. Epidemiología de la Enfermedad de Chagas	16
2.2. Vías de transmisión.....	17
2.3. Aspectos Clínicos de la Enfermedad	17
2.4. Diagnóstico y Tratamiento	18
2.5. Epidemiología, Salud Pública y SIG	19
2.6. Vectores de la enfermedad de Chagas	20
2.6.1. <i>Rhodnius ecuadoriensis</i> . Vector principal de la ECh.....	21
2.6.2. Otros Vectores	22
2.6.3. Reservorios de la Enfermedad de Chagas	22
2.6.4. Ambientes y vectores.....	24
2.7. Modelamiento Predictivo	25
2.8. Objetivo General	28
2.8.1. Objetivos Específicos.....	28
2.9. Alcance	29
3. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Metodología y Diseño de la Investigación	30
3.2. Manabí.....	30
3.3. Loja	32
3.4. Trabajo de campo	34
3.5. SIG y recolección de información de localidades	36
3.6. Selección de datos climáticos.....	39

3.7. Modelamiento con MaxEnt	40
3.8. Coberturas Climáticas de Ecuador	43
3.9. Modelamiento Predictivo	46
4. Resultados	48
4.1. Mapa de distribución de localidades con <i>R. ecuadoriensis</i>	48
4.2. Distribución de <i>R. ecuadoriensis</i> en Loja	48
4.3. Distribución de <i>R. ecuadoriensis</i> en Manabí.....	49
4.4. Mapas de Resultado.....	50
4.4.1. Mapa de modelamiento por nicho ecológico.....	50
4.4.2. Proyección de Modelamiento con las variables ambientales .	53
4.4.3. Comparación de variables similares.....	53
4.5. Análisis estadístico	54
4.5.1. Tasas de omisión.....	54
4.5.2. Curva ROC.....	55
4.5.3. Análisis de Jackknife o de contribución de variables.....	57
5. DISCUSIÓN.....	59
5.1. Consideración Metodológica.....	60
5.2. Uso de SIG en modelamiento de salud.....	62
6. CONCLUSIONES.....	65
7. RECOMENDACIONES	66
8. BIBLIOGRAFÍA	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Especies vectoras involucradas en la transmisión de la enfermedad de Chagas presentes en Ecuador... ..	55
Tabla 2. Lista de comunidades visitadas en la provincia de Loja.....	56
Tabla3. Comunidades visitadas en la provincia de Manabí.....	59
Tabla 4. Lista de comunidades donde hay presencia de <i>R. ecuadoriensis</i> en Loja.....	62
Tabla 5. Lista de comunidades donde se ha reportado presencia de <i>R. ecuadoriensis</i> en Manabí.	64
Tabla 6. Localidades de Sto. Domingo de los Tsachilas que reportaron presencia de <i>R. ecuadoriensis</i>	65
Tabla 7. Variables climáticas del BioClim.....	66

Índice de anexos

ANEXO 1. Formulario de recolección de datos de vivienda..... 69

ANEXO 2. Formulario de recolección de datos entomológicos..... 70

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

1.1. Generalidades

La Enfermedad de Chagas (ECh) es causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, el cual se encuentra en las heces fecales de los insectos triatomíneos. Su presencia se da más en las zonas rurales de muchos países de Sudamérica y especialmente a los que pertenecen al Cono Sur (WHO, Chagas, 2006).

Conocida como Trypanosomiasis americana, la Enfermedad de Chagas ha sido desde hace muchos años, un problema complejo para varios países. Coexiste con la pobreza y se convierte además en un factor de peso para ahondar la situación socio-económica de la población de las zonas rurales. Por esto, no solo la investigación de carácter biológico con respecto al parásito o al vector es necesaria para poder controlar y prevenir la presencia de la enfermedad, sino también las campañas de educación, prevención, control y tratamiento como parte de una ayuda para poner fin a la transmisión (WHO, Control of Chagas Disease. Second report of the Who expert committee, 2002).

Afectaciones cardíacas, al esófago y a los intestinos, son los principales daños que con el tiempo produce esta enfermedad, lo que ha hecho que se den Iniciativas de control por parte de los países en donde la presencia de esta afección ha sido detectada. Existen entonces programas como la Iniciativa del Cono Sur (INCOSUR), Iniciativa de Vigilancia y Prevención de la Enfermedad de Chagas en la Amazonía (AMCHA), Iniciativas de prevención y control en

países de América Central y otros programas de carácter internacional que lo que buscan es mejorar el control, la prevención y el tratamiento de esta enfermedad en la población.

Sin embargo, en la actualidad esta enfermedad no está presente solo en países de América Latina, sino fuera de ella. Se han reportado casos de pacientes migrantes en algunos países de Europa y Asia (Muñoz, 2009), por lo que se han encendido las alertas en los programas de salud pública de muchos países europeos.

En Ecuador, las tasas sobre incidencia de la ECh, indican que hay un mayor índice de prevalencia según la región, así, en el Oriente se describe una tasa del 1.66%, en la región Costa se da una tasa de 0.31 y en la sierra se da una tasa de 0.08%, todas en una relación por cada 100.000 habitantes. Sin embargo la prevalencia general de la enfermedad alcanza al 1.38% de la población en general del Ecuador (Larreategui, 2011), transformando a la Enfermedad de Chagas en un problema de salud pública.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Epidemiología de la Enfermedad de Chagas

El origen de la enfermedad de Chagas (ECh) o Tripanosomiasis americana, viene descrito desde la conquista y colonias españolas (Arteaga, 2003), en las que se describen malestares provocados por unos insectos hematófagos nocturnos.

En 1909, luego de que por algunos años aparecieron descripciones de una enfermedad provocada por algunos “bichos” en las selvas brasileñas, Carlos Ribeiro Justiniano Chagas, hace la primera descripción de la enfermedad (Chagas, 1909), haciendo una contribución invaluable para la época en América Latina y empezando por describir que la enfermedad es causada por el parásito *Trypanosoma cruzi* (Moncayo, 2004) y que este es transmitido a humanos y otros mamíferos (reservorios) por la defecación de insectos triatomíneos (vectores) (Coura, 2007).

La ECh, fue considerada anteriormente como una enfermedad enzoótica, ya que existe y ha existido en el medio natural y es recurrente dentro de un área geográfica, sin embargo, la transmisión a las poblaciones humanas pudo haberse dado por diversas circunstancias (Abad-Franch, 2007). En una primera teoría, las poblaciones nómadas, debido a la búsqueda de alimento y sitios de vivienda, ingresaban dentro del ecosistema del vector, lo que hizo que el parásito cambie al hospedero humano (Guhl, 2000); y por otro lado, se cree que al momento de que las poblaciones humanas nómadas se hicieron sedentarias iniciaron un proceso de domesticación de animales y de

deforestación, que hizo que el vector salga de su ecosistema “salvaje” e inicie una transmisión del parásito causante de la enfermedad (Briceño-León, 2009).

La ECh no era considerada entonces, un problema de salud pública, sino hasta los años de 1960, en donde los brotes de la enfermedad se hicieron más pronunciados y por ende la cantidad de casos se hacía mucho más numerosa (UNAM, 2002). Desde entonces, la ECh es considerada un grave problema de salud pública en América Latina (WHO, Chagas, 2006), afectando a millones de personas en el mundo y con aproximadamente unos 100 millones de personas en América Latina que estarían en riesgo de contraer la enfermedad.

2.2. Vías de transmisión

El paso del parásito hacia el hombre se da de distintas formas, ya sea por la presencia del vector dentro de las viviendas, y para esto, la presencia de gallinas o palomas en la casas es un factor importante, ya que se convierten en una fuente fácil de alimento y refugio (WHO, 2002) ; o por la manipulación de vectores sin las debidas protecciones (Coura, 2007), y en algunos casos se ha dado la transmisión, por ingesta de alimentos contaminados (vía oral) (Schofield, 2000a).

2.3. Aspectos Clínicos de la Enfermedad

La ECh tiene dos fases sucesivas: la fase aguda, que dura aproximadamente entre unas 6 a 8 semanas y en las que se presentan diferentes síntomas

(fiebre, reacción inflamatoria en el sitio de la picada, inflamación de los nódulos linfáticos) que la hacen más parecida a una gripe.

Sin embargo, es en esta fase en donde se puede observar una lesión cutánea en los alrededores del ojo, llamada Síndrome de Romaña, que es causada por la infección inicial del parásito, pero a pesar de ser llamativa, no se presenta en todos los casos de personas infectadas.

La fase crónica, que es la más peligrosa, se inicia con una caída en el nivel de parasitemia en la sangre, es decir que la detección de parásitos en la sangre se vuelve más difícil.

2.4. Diagnóstico y Tratamiento

El uso de PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) es uno de los métodos (por no decir el mejor), que se usa para el diagnóstico de la ECh en la fase aguda. Se usa también la metodología de pruebas rápidas, que se supone detectan la presencia del parásito, durante los siguientes 20 minutos luego de tomada la muestra, sin embargo luego de algunas pruebas y luego de haber mostrado niveles diferentes de desempeño, estas pruebas no se recomiendan como pruebas reales de diagnóstico.

No obstante, en diferentes estudios conducidos en el campo y en ciertos estudios congénitos, este test tuvo buenos resultados en la detección de anticuerpos (Luquetti, 2003) (Ponce, 2005) (Luquetti 2003; Ponce 2005) Pero a pesar de tener toda esta información, la OMS recomienda que para tener un

diagnóstico confirmatorio es preciso usar al menos dos pruebas serológicas diferentes (WHO, 2002).

Con respecto al tratamiento de la ECh, el uso de medicamentos se inició a finales de los años 60, en los que se utilizó:

- Benznidazol, cuyos nombres genéricos son Rochagan/Radanil (Roche®) (Ocaña-Mayorga, 2010)
- Nifurtimox, cuyo nombre genérico es Lampit (Bayer®).

2.5. Epidemiología, Salud Pública y SIG

La epidemiología es una ciencia de la salud relativamente nueva, en donde convergen las ciencias de la salud, la investigación y la práctica, juntando datos o información espacial específica que ayude a determinar factores de riesgo que definan parámetros sobre la presencia de vectores o de una enfermedad específica (Thomson, 2000).

Actualmente en el Ecuador, el Sistema de Salud Pública abarca las 24 provincias y dentro de este territorio se cubren 203 áreas de salud, de donde se obtienen reportes de casos, para el Programa Nacional de Chagas (PNCh). Sin embargo estas no llegan a ser cifras ciertas por el hecho de que la enfermedad de Chagas es considerada “olvidada”, y porque no se tiene ningún análisis exhaustivo y tampoco una encuesta a nivel país que pueda generar una información actualizada acerca de su situación y poder usarla junto con nuevas herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

SIG o Sistemas de Información Geográfica, son una serie de herramientas para la adquisición, almacenamiento, recuperación, análisis y representación de datos espaciales, es además una herramienta que puede ser usada en la integración de datos, representados en diferentes formatos, con diferente información espacial, diferente resolución y también diferentes errores. Todos los métodos espaciales estadísticos cuentan con todos estos tipos de información para ser analizados.

2.6. Vectores de la enfermedad de Chagas

Los triatominos son los principales vectores de la enfermedad de Chagas. Su presencia se da, históricamente, en toda América Latina ya que desde el siglo XVI se vienen haciendo documentaciones acerca de la presencia de “vinchucas” (Nombre para los triatominos, usado en el cono sur principalmente) en el interior de las casas de adobe de la población mayoritariamente pobre. Sin embargo, su presencia, a más de encontrarse en países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Uruguay, Paraguay, Bolivia y Perú), se distribuye por toda América Latina, llegando inclusive a reportarse casos de presencia de triatominos en algunas zonas del sur de EEUU. (Neghme, 1962)

Los nombres de los triatominos varían mucho de acuerdo al país donde han sido reportados, por ejemplo en Colombia se les conoce como “pitos”, en Venezuela como “chupos”, “barbeiros” en Brasil, en Perú se les conoce como “chinchas”, “chirimachas” y “chinchones”, y en Ecuador se los conoce como “chinchorros”, “guaros” y “chinchas caballo” (Observaciones por parte del CIEI). Por último en EEUU se los conoce como “kissing bug” (Lent, 1979).

Todos estos vectores de transmisión del parásito *T. cruzi*, pertenecen al orden Hemiptera, suborden Heteróptera, familia Reduviidae, subfamilia Triatomine (Tartarotti, 2006). Los insectos que pertenecen a este suborden poseen alas anteriores, llamadas hemiélitros y poseen además un rostrum o aparato succionador que sale desde la parte frontal de la cabeza.

2.6.1. *Rhodnius ecuadoriensis*. Vector principal de la ECh

El control de la presencia de los vectores transmisores de la enfermedad de Chagas en las comunidades la realiza la misma comunidad, junto con la ayuda de las brigadas de control del Programa Nacional de Chagas. *Rhodnius ecuadoriensis*, es una especie endémica del Ecuador (como su nombre mismo lo indica), que luego de algunos estudios que indican que es probablemente el principal vector transmisor de la enfermedad de Chagas en el Ecuador. Su amplia distribución geográfica, ya que su presencia ha sido reportada en varias partes del Ecuador, especialmente zonas bajas de la sierra (Loja) y costa (Manabí y Guayas), y en muchas partes de la zona norte de Perú. Al momento se tienen varios estudios acerca de patrones de distribución y alimentación de esta especie (Villacis, 2008).



Foto: Ana Andrade.

Fig. 1: *Rhodnius ecuadoriensis*, estadios. Vector principal de la Enfermedad de Chagas.

2.6.2. Otros Vectores

Existen otros vectores transmisores de la ECh en el Ecuador, al momento se han reportado 16 especies de triatominos ((Abad-Franch, 2007).

2.6.3. Reservorios de la Enfermedad de Chagas

El *Trypanosoma cruzi*, es un parásito que para poder cumplir con su complejo ciclo vital, necesita de 2 huéspedes (WHO, 2002).

- Invertebrado, que es el vector transmisor y es un Triatomino.

- Vertebrado, que es el reservorio y que es en donde se va a desarrollar el parásito y va a causar la enfermedad.

Aún, teniendo este complejo ciclo vital, este parásito ha sido encontrado en más de 150 especies de vertebrados, incluyendo al hombre, y más de 24 familias de mamíferos domésticos y silvestres, (Gaunt, 2000; Rozas 2007; Pinto 2006). Se han encontrado, perros, gatos, cerdos, cabras, cuyes, zarigüeyas, ratas, armadillos, murciélagos, primates como algunos de los principales reservorios y hospederos para este parásito y dentro de estos, se considera que el principal reservorio para este parásito es *Didelphis marsupialis* (la zarigüeya común) (WHO, 2002; Schofield, 2000a). En ambientes silvestres, estos mamíferos se encuentran infectados con el parásito y por la dispersión de los mismos y su contacto con triatominos, permiten la continuación del ciclo de vida del parásito.



Fuente: CIEI - PUCE

Figura 2. *Didelphis marsupialis*, principal reservorio del parásito *Trypanosoma cruzi*.

2.6.4. Ambientes y vectores

Muchas de las enfermedades vectoriales, presentes en los trópicos tienen como parte de su ciclo a diversos artrópodos (insectos) que son sensibles a condiciones ambientales y que también su presencia está influenciada por otros factores como temperatura, humedad, precipitación e inclusive la altitud (Hay, 2006).

Todas estas variables, pueden ser estudiadas usando imágenes satelitales que en conjunto con información acerca de la presencia o ausencia del vector, y colocadas en Sistemas de Información Geográfica, para que sea analizada espacialmente, llegando a una interpretación de los datos a “nivel de paisaje”,

que al final nos permita entender lo que pasa en las zonas endémicas, en donde la presencia del vector es común.

El tener una visión ecosistémica acerca de la situación de una enfermedad transmitida por vectores, hace que se pueda conocer la dinámica de la transmisión de la misma en diferentes escalas, sin embargo además de toda esta información también se tienen que tomar en cuenta las características propias del vector (dinámica de poblaciones). Estos procesos conducen tomar en cuenta las tasas reproductivas del vector, la capacidad de carga del hábitat local para mantener la presencia del mismo y cuál es su influencia con respecto a las condiciones ambientales. Por ejemplo, en el caso de los vectores de malaria (*Anopheles* spp.), las condiciones de temperatura afectan mucho a la tasa reproductiva de los mismos, afectando de igual modo a la tasa de desarrollo del parásito *Plasmodium* (Resources, 2005).

Todos estos factores juntos entonces afectarán a la población adulta de mosquitos, afectando también a la trasmisión de la malaria.

2.7. Modelamiento Predictivo

El modelamiento predictivo se usa en distintas áreas en donde hay un manejo de datos en grandes cantidades. Por ejemplo, se puede hacer un modelo predictivo de cómo va a ser en un futuro próximo, el comportamiento de un cliente según sus características en el uso de servicios. Cada cliente genera datos al momento de usar cualquier servicio, lo que hace que con el tiempo genere un patrón de movimiento y comportamiento (Scoremind, 2009) y que

estos con el tiempo se puedan hacer predecibles. La finalidad en este caso, es mejorar los patrones de uso de los servicios para el cliente y al mismo tiempo generar mayores logros de productividad.

Este tipo de modelamientos usados para “modelar” la distribución de una especie, ha tenido un desarrollo bastante grande en los últimos años. La variación de técnicas aplicadas a este tipo de modelos se debe a la producción de lenguajes de programación desarrollados a través del tiempo y como resultado de los mismos se pueden aplicar con eficiencia planes de conservación de áreas y especies amenazadas, se puede determinar áreas de distribución de especies amenazadas y raras y evaluar también el impacto que pueden producir, en la distribución de las mismas, los cambios climáticos globales (Benito de Pando, 2007)

El punto de base de estos modelos es buscar características idóneas del hábitat, dentro de un área geográfica grande, que permitan el desarrollo poblacional de una especie o una comunidad y que han sido definidas a partir de observaciones de campo y una serie de variables ambientales, que actúan como predictores. Así, la finalidad en el uso de estos modelos es facilitar el trabajo de campo, indicando sitios probables de presencia de especies que cumplen con esas características ambientales definidas y también indicar los sitios en donde no habría la presencia de la especie (ESD, 2005).

Muchas de las enfermedades que son transmitidas por vectores tienen como parte de su ciclo a artrópodos que son sensibles a ciertas condiciones ambientales, como temperatura, precipitación, humedad relativa y en algunos casos inclusive a ciertos tipos de vegetación. Todas estas diferentes variables

pueden ser estudiadas y analizadas en Sistemas de Información Geográfica y obtener una mejor comprensión de lo que está sucediendo en las zonas endémicas de transmisión de éstas enfermedades.

Los Modelamientos espaciales predictivos usados en Sistemas de Información Geográfica (SIG), y utilizados en Salud Pública, tienen una variedad de datos con los que pueden llegar a definir cuál es el comportamiento de una enfermedad, o la propagación de un vector en ciertas épocas y partir de estos obtener “patrones” que ayuden a mejorar los controles de propagación de vectores o determinar cuáles son las acciones a tomar para controlar la enfermedad.

Actualmente los modelos espaciales son definidos dentro de un contexto, como modelos estadísticos basados en SIG usados para estimar la presencia o abundancia de un vector, caso o incidencia, dentro de un área en particular (Eisen, 2011).

Como parte básica de un modelamiento entonces, se tiene:

- Una interpolación basada en la dependencia de los datos del vector o la enfermedad, es decir que debe haber información acerca de la presencia o ausencia del vector o la enfermedad en el área mencionada.
- Una extrapolación basada en las asociaciones entre el vector o la enfermedad y su ambiente o variables predictivas socioeconómicas.

Es importante recordar que esto permite definir áreas de riesgo, en donde se incluyen localidades en las que la vigilancia epidemiológica es poca y el nivel de riesgo de apareamiento de vectores o la enfermedad no es conocido. Todo esto es lo que se puede incluir en un ejercicio simple de modelamiento. Se

pueden definir, junto con datos demográficos, sobre cuáles serían los factores de riesgo que pueden ser usados, sobre determinada población, para determinar el riesgo potencial al apareamiento de los vectores y la potencial aparición de la enfermedad en la zona.

Otro beneficio de los modelamientos es que pueden ayudar a determinar el nivel de riesgo de contagio de una enfermedad, debido a la heterogeneidad espacial del área (Eisen, 2011). Por eso se necesita entonces tener una visión ecosistémica de la situación, ya para esto ayuda mucho saber cómo está la situación ambiental a escala regional y a escala local, ya que estas son las características que sostienen y facilitan la transmisión de las enfermedades.

2.8. Objetivo General

- Crear un modelo predictivo actual de distribución de *R. ecuadoriensis* (vector principal transmisor de la Enfermedad de Chagas) relacionado con factores climáticos de las provincias de Manabí y Loja.

2.8.1. Objetivos Específicos

- Relacionar la presencia de este vector con factores climáticos propios de las provincias de Manabí y Loja, usando información georeferenciada de presencia del vector e información climática satelital.
- Extrapolar la presencia del vector, junto con la información climática hacia otras zonas en el Ecuador.
- Determinar la presencia o ausencia del vector en las zonas

2.9. Alcance

El alcance del presente trabajo es obtener una actualización sobre la distribución de *Rhodnius ecuadoriensis* como vector transmisor de la enfermedad de Chagas en el Ecuador y considerado, luego de varios estudios, como el vector de mejor capacidad de transmisión del parásito causante de la enfermedad. La actualización de la distribución del vector permitirá mejorar el accionar de los programas de control de enfermedades infecciosas pertenecientes al Ministerio de Salud, así como las campañas de prevención sobre enfermedades transmitidas por vectores.

3. METODOLOGÍA

3.1. Metodología y Diseño de la Investigación

El presente estudio se basa en la toma de datos de campo de vectores de la enfermedad de Chagas desde 2005 en las provincias de Loja y Manabí, consideradas como endémicas para la Enfermedad (Figura 2). Al final del estudio, se obtuvieron datos geográficos de 91 comunidades en la provincia de Loja y 90 comunidades en la provincia de Manabí (Tablas 2 y 3).

3.2. Manabí

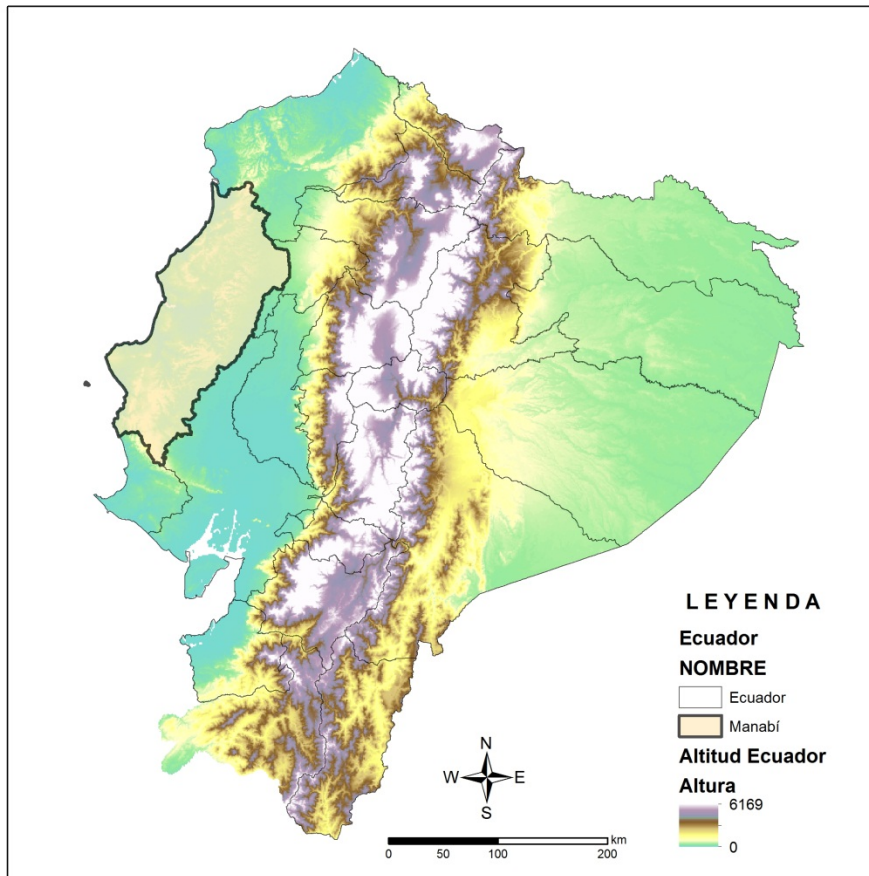
Localizada en el centro – Noroeste del Ecuador Continental, la provincia de Manabí cuenta con una superficie de 18.510 km² aprox. Se ubica en la región litoral del país y es la tercera provincia más poblada del país. Su población al 2010 es de 1.369.780 aprox.

Siendo una de las provincias más grandes del Ecuador, Manabí posee un clima variado en el que la temperatura promedio varía desde los 25°C a los 36°C ya que posee una mezcla de climas, entre los que se encuentran el subtropical seco y húmedo. Tiene alturas promedio de 600msnm y una pluviosidad anual de 563 mm (INAMHI, 2011).

La división política de Manabí cuenta con 22 cantones (Figura 3), que se distribuyen dentro de ocho zonas ecológicas que contienen diferentes tipos de bosques, en el que en su mayoría se encuentran los bosques deciduos de la costa (Sierra, 1999). La principal actividad económica de los habitantes de las zonas rurales de la provincia es el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum*

officinarum), plátano (*Musa paradisiaca*), yuca (*Manihot sculenta*), maíz (*Zea mays*) y arroz (*Oryza sativa*) (Villacís, 2010).

El tipo de vivienda en las zonas rurales de la provincia de Manabí, tiene ciertas características que hacen que estas sean sitio de “albergue” y mantenimiento de colonias de triatominos, por ejemplo, la estructura de sus paredes y piso es de “caña guadúa” (*Guadua angustifolia*) o en algunos casos de madera; el techo es mayormente hecho de hojas de palma y en menor cantidad algunas viviendas tienen hojas de zinc (Black, 2007), sin embargo, casi todas las viviendas de las zonas rurales de Manabí poseen un cerco de piñuelas (*Aechmea magdalenae*), los cuales son los principales sitios de mantenimiento de colonias de triatominos, ya que sirven además de refugio de mamíferos pequeños, de cuya sangre se puede alimentar los triatominos. Manabí además tiene una presencia alta de palmas de tagua (*Phytelephas ecuatorialis*) que luego de algunos estudios sobre triatominos, se determinó que estas son también un hábitat importante para el mantenimiento de triatominos, ya que también sirven de refugio a mamíferos.



Fuente: César Yumiseva - CIEI

Figura 3. Localización provincia de Manabí

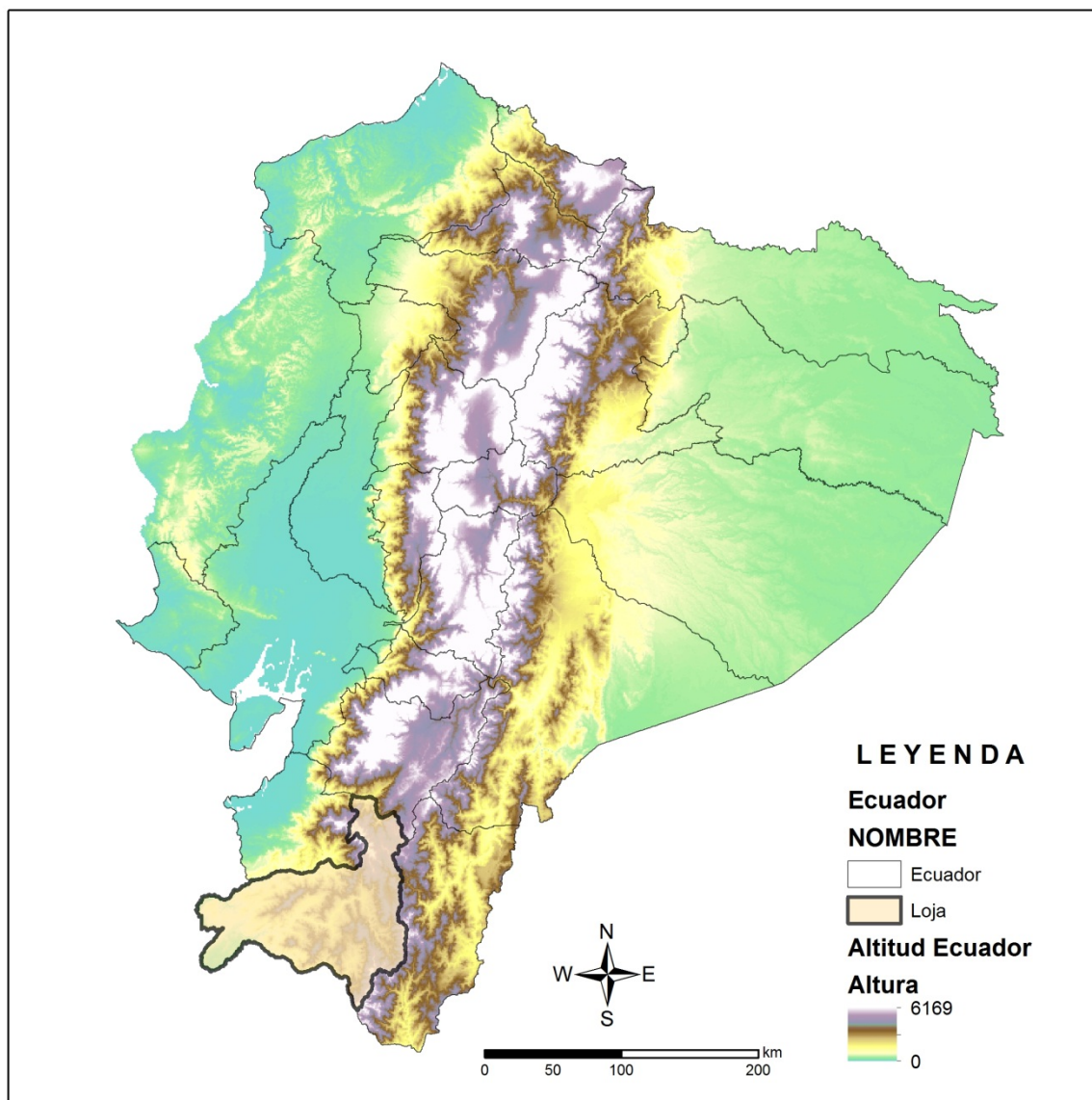
3.3. Loja

Loja está ubicada en el sector sur-occidental del país y se caracteriza por presentar una topografía muy irregular, con altitudes que oscilan entre los 700m y los 3700m. Su división política presenta 16 cantones, los cuales se encuentran distribuidos dentro de varias zonas ecológicas, entre las que tenemos bosques deciduos, bosques semideciduos, matorrales secos y bosques siempre verdes (Figura 4).

El clima de Loja generalmente presenta estaciones lluviosas que se dan entre los meses de febrero a mayo, la una y entre los meses de octubre y noviembre,

la otra y estaciones secas, que en cambio, se presentan, la una, desde junio a septiembre y la otra, comprende de diciembre a enero (INAMHI, 2011).

Las comunidades rurales de la provincia de Loja, son dispersas en su mayoría, compuestas por casas que tienen en común algunos materiales de construcción. Las paredes de las casas son en su mayoría hechas de adobe (mezcla de algunas hierbas con tierra), con el piso de tierra y techos de teja (Black, 2007). La población de las zonas rurales se dedica al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), café (*Coffea arabica*). Maní (*Arachis hypogaea*) y frutos como papaya (*Carica papaya*) y naranja (*Citrus simensis*) (Villacís, 2010).



Fuente: César Yumiseva - CIEI

Figura. 4. Mapa de ubicación de la provincia de Loja

3.4. Trabajo de campo

El trabajo de campo para la recolección de información acerca de la presencia de los vectores triatomínicos en cada una de las comunidades visitadas, sigue un protocolo de campo aprobado por el Comité de Ética de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) y de la Universidad de Ohio, Estados Unidos.

Cada comunidad en la que se hizo la búsqueda del vector, fue seleccionada previo a una recolección de información acerca de la presencia o ausencia del mismo.

Al llegar el equipo de trabajo a la comunidad, se divide en grupos de trabajo, conformados por personal del CIEI, personal extranjero de los programas de voluntariado y personal del Programa Nacional de Chagas (PNCh), perteneciente al Ministerio de Salud Pública. Cada grupo se dirige a las viviendas de la comunidad designadas para el trabajo de búsqueda, se elabora un consentimiento informado en el que se explica al dueño de casa o a la persona mayor de edad responsable en ese momento de la vivienda, que se van a realizar búsquedas entomológicas en el intra y el peridomicilio de la misma. Se explica también que, luego de realizadas las búsquedas, y si es el caso de que se encontró un triatomino vivo, se procede al rociado de la vivienda con un insecticida piretroide (Biothrine al 2.5%). Este insecticida es de origen orgánico, lo que hace que sea poco nocivo para la salud de la población y de sus animales.

Toda la información recolectada al momento de hacer las búsquedas entomológicas es ingresada en una encuesta diseñada para el efecto, en donde se recolecta información adicional acerca de la situación de la casa (Anexo 1).

Así mismo, la información entomológica es recolectada en encuestas diseñadas para el propósito. Cada encuesta es realizada en cada casa visitada y al finalizar la búsqueda se coloca el estado de la casa, para tener una

referencia al momento de hacer las validaciones de campo de los datos (Anexo 2).

3.5. SIG y recolección de información de localidades

Todo el personal de las “brigadas” entomológicas es iniciado o entrenado en el uso de GPS, para que recolecten la información geográfica desde la salida hacia las viviendas designadas en el estudio.

El equipo de geolocalización usado para la recolección de datos fue el Garmin Etrex, con un rango de error de +/- 9m, el cual recolecta los datos de geolocalización de las viviendas, para luego desarrollar un mapa de la comunidad, en donde se podrá determinar con mejor precisión la localización de las viviendas y su clasificación por estado entomológico.

Luego de varias visitas a las provincias de Loja y Manabí, se obtuvieron datos de localización de las viviendas de cada comunidad, en cada una de las provincias (Figura 5).

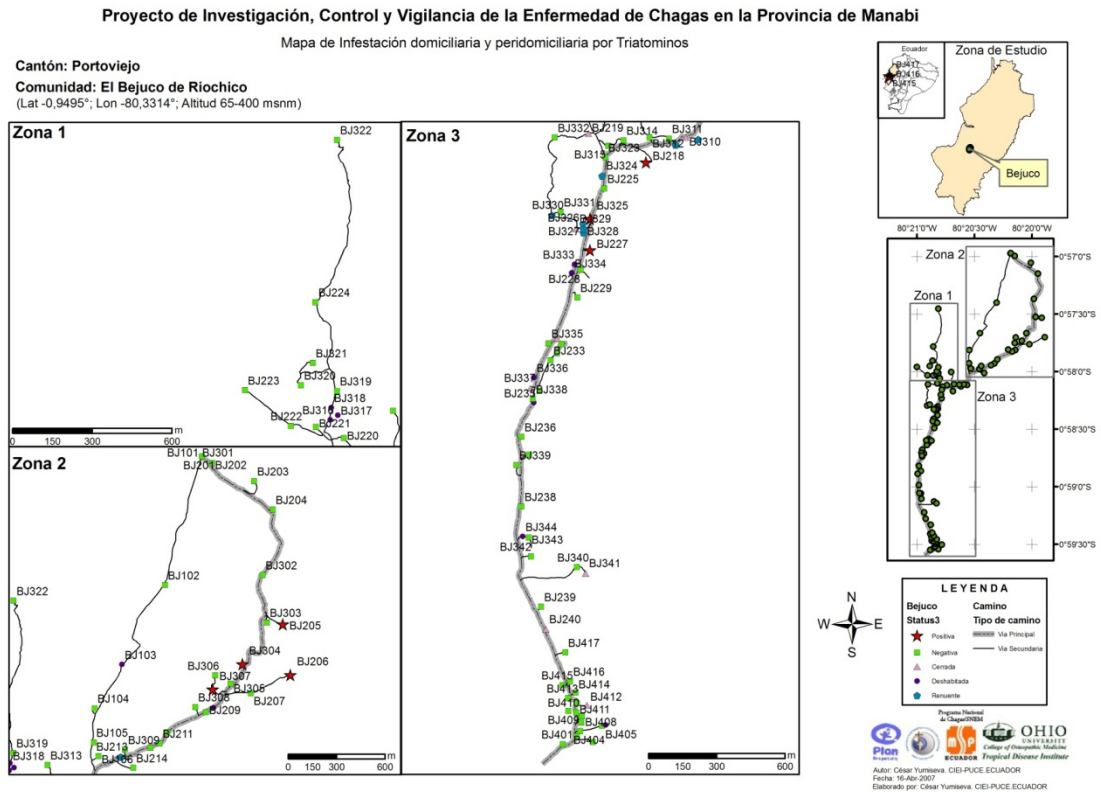


Figura 5. Ejemplo del mapeo de las comunidades en búsquedas entomológicas de campo.

La localización de cada una de las localidades involucradas en el estudio se superpone sobre varias capas, lo que nos ayuda a interpretar distintas situaciones en las provincias involucradas en el estudio, así como una visualización de la presencia de estos vectores en las mismas.

En total, en la provincia de Loja se trabajó con 40 comunidades donde se reportó la presencia de *R. ecuadoriensis* (Tabla 4) y con 43 comunidades en donde hubo reportes de este vector en la provincia de Manabí (Tabla 5).

El período de recolección de información efectiva de información se viene dando desde el año 2004, en donde se hicieron visitas a las comunidades de cada provincia y regresando a las mismas a años seguidos. Sin embargo a partir del año 2008, se programaron visitas a distintas comunidades, haciendo que el

trabajo de campo y recolección de vectores se extienda a lo largo de las mismas.

Se clasificó cada una de las comunidades muestreadas de acuerdo a la presencia de las especies encontradas, es decir, se desestimó (por el momento) el resto de especies encontradas (hubo casos de comunidades en las que se encontró individuos de 3 especies diferentes), para luego poder trabajar con ellas separadamente ya que la especie en la que se enfoca este trabajo es *R. ecuadoriensis*.

Por otro lado, se realizó un seguimiento a la información que se recolectó por parte de diferentes “equipos” de chagas, pertenecientes a varias provincias o zonas alrededor del país. Es el caso de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas que colaboró con la información de 3 comunidades, donde se obtuvieron reportes de colección de *T. ecuadoriensis*. (Tabla 6). El grupo de Manabí, que es de donde se obtuvo la mayor cantidad de datos pertenecientes a esa provincia, aportando con aproximadamente 100 comunidades, localizadas en su mayoría en el Cantón Portoviejo y sus alrededores. La complementación de la información la hizo el CIEI, recolectando la información en la provincia de Loja, básicamente con trabajos realizados por proyectos propios de la institución.

El trabajo de georeferenciación de las comunidades se lo realizó en cartas topográficas de escala 1:50000, provenientes del IGM (Instituto Geográfico Militar), escaneadas en formato digital TIFF, en la que la resolución por pixel de la imagen es muy alta, lo que hizo relativamente fácil la búsqueda de nombres y coordenadas de las comunidades.

Se determinó el tipo de dato a validar, esto es definir, que tipo de información es la necesaria para crear la Base de datos de coordenadas de las comunidades. La información georeferenciada por el CIEI, fue separada y colocada en un archivo aparte, puesto que esta ya fue confirmada y validada.

La información proveniente de los grupos de Chagas de las áreas o provincias se caracterizó por ser de dos tipos:

- Nombre de la comunidad
- Nombre de la comunidad con nombre del cantón

Toda esta información fue procesada con la ayuda del personal del Centro. La información de las comunidades fue revisada en las cartas topográficas, localizada, anotada su coordenada y validada luego en ArcGIS 10.

Finalmente se creó un Shapefile con la información de todas las comunidades validadas que entraron en el estudio.

3.6. Selección de datos climáticos

Se utilizó un set de imágenes climáticas globales con una resolución de 1km², provenientes de la Base de datos de WORLDCLIM, las cuales son usadas para modelamiento espacial y uso en SIG (Sistemas de Información Geográfica). El worldclim es una base de datos desarrollada por el Museo de Vertebrados de la Universidad de California (Berkeley), con la colaboración del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Trópic), y Rainforest CRC (Cooperative Research Centre of Tropical Rainforest Ecology and Management). La creación de las capas de datos del worldclim, fue hecha a través de la interpolación de los promedios de datos climáticos mensuales para cada estación. Las variables

incluidas fueron de precipitación total mensual, temperaturas máximas y mínimas anuales, y 19 variables bioclimáticas derivadas de los valores mensuales de lluvias y temperaturas, utilizadas para generar variables biológicamente significativas. Estas variables representan tendencias anuales, temporalidad y factores ambientales extremos o limitantes (datos de trimestres más fríos o cálidos, trimestres más lluviosos o secos) Tabla 7. Para los datos de estacionalidad, worldclim obtuvo información de registros de varios años, en algunos casos se calcularon datos con períodos de 1960 – 1990 y en otros casos se extendieron períodos de tiempo que van desde 1950 al 2000, incluyendo registros de áreas donde no hubo información válida reciente y registros predominantemente actuales.

3.7. Modelamiento con MaxEnt

El escoger un método apropiado para iniciar un modelamiento de nicho es una tarea en la que se tienen que ver muchos temas, especialmente en el uso de los algoritmos apropiados por el software a usar y así mismo ciertas preferencias. Es más, actualmente hay una gran cantidad de plataformas de análisis de datos que arrojan como resultados una amplia gama de resultados, sin embargo muchos de estos análisis van de la mano de muchos otros datos, lo que hace que se pueda tener muchas suposiciones con respecto a las mismas y que en muchos casos también, lleguen a ser incorrectas.

Por el momento entonces se tienen varias opciones y dentro de estas, la más clara para iniciar entonces un modelamiento de nicho ecológico debe tomar en cuenta ciertos aspectos:

- La calidad de los datos, ya que puede haber varias opciones

- Que los únicos datos disponibles sean de presencia (positivos)
 - Que los datos sean de presencia y ausencia (positivos y negativos)
 - Que los datos sean de presencia dudosa (falsos positivos)
- El método a utilizar entonces debe tener el potencial para poder responder a estructuras complejas en el espacio. Es decir, que si las respuestas de las especies estudiadas a variables ambientales son no lineales, entonces el uso de un modelamiento lineal no es suficiente. Entonces, en este sentido, antes de iniciar un análisis tenemos que analizar primero los datos y determinar su estructura espacial. Maxent al momento es la mejor plataforma para poder utilizar todo este tipo de datos.
 - El algoritmo de la plataforma no debería tener “hambre de datos”. Esto quiere decir que si se usan plataformas con algoritmos demasiado grandes, estos también tienden a requerir una gran cantidad de datos. Por eso es trascendental el análisis previo de los datos.
 - Por otro lado, el uso de muy pocos datos nos puede dar el riesgo de que como resultado obtengamos un modelo “estrecho”, por eso es mejor tener una cantidad moderada de datos para no tener que hacer un “sobreajuste” de problemas. En este tipo de casos GARP es una plataforma que ayuda a trabajar con una pequeña cantidad de datos. Según recomendaciones el número mínimo de datos a ser usados en GARP es de 10 puntos de “ocurrencia” o presencia de la especie en estudio.

Tomando en cuenta entonces este tipo de “indicaciones”, y con la cantidad de datos obtenidos para el desarrollo de este estudio se tomó en cuenta la plataforma MaxEnt, para el desarrollo de un análisis de modelado de nicho ecológico.

Maxent es un software usado para modelamiento de nichos de varias especies. Su importancia se debe a que puede ayudar a determinar la distribución espacial de las especies dentro de un territorio, lo que permite manejar programas de conservación, en el caso de especies en peligro de extinción. Sin embargo siendo un software de modelamiento de nicho para diversas especies, es de mucha ayuda para poder determinar la distribución de un vector que transmite la enfermedad de Chagas y así contribuir en el control y prevención de esta enfermedad.

Maxent se basa en el uso de algoritmos, cuya teoría se encuentra detallada en diversas publicaciones (Elith, 2011) y en las que nos dicen cuáles son los tipos de probabilidades que se pueden obtener con el uso de esta plataforma.

Dos probabilidades principales son las que se obtienen de la plataforma Maxent, que son las de salida “cruda” y salida “logística” y son representadas sobre una perspectiva geográfica y ambiental.

Las probabilidades MaxEnt entonces se obtienen de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$P_i = \frac{e^{-\lambda \cdot X_i}}{\sum_i e^{-\lambda \cdot X_i}}$$

Dónde:

$\beta \cdot X$ = Es el resultado de maximizar la entropía sujeta a ciertas restricciones.

P_i = Distribución de probabilidades

X_i = celdas con valores ambientales

$\sum_i P_i$ = suma de medias de valores ambientales parecidos a los empíricos

Que es la función de Gibbs que MaxEnt calcula.

Todo esto hace evidente que el uso de varias ecuaciones de probabilidad, en las que se toma en cuenta la probabilidad de que un pixel cercano contenga información climática similar a la que la especie en estudio esta acondicionada.

La perspectiva geográfica se ilustra en cada celda (pixel) obtenida de los datos de clima, en donde cada celda, contiene un ambiente característico, y las que se encuentran a su alrededor obtienen valores probables obtenidos del análisis por algoritmos que posee Maxent.

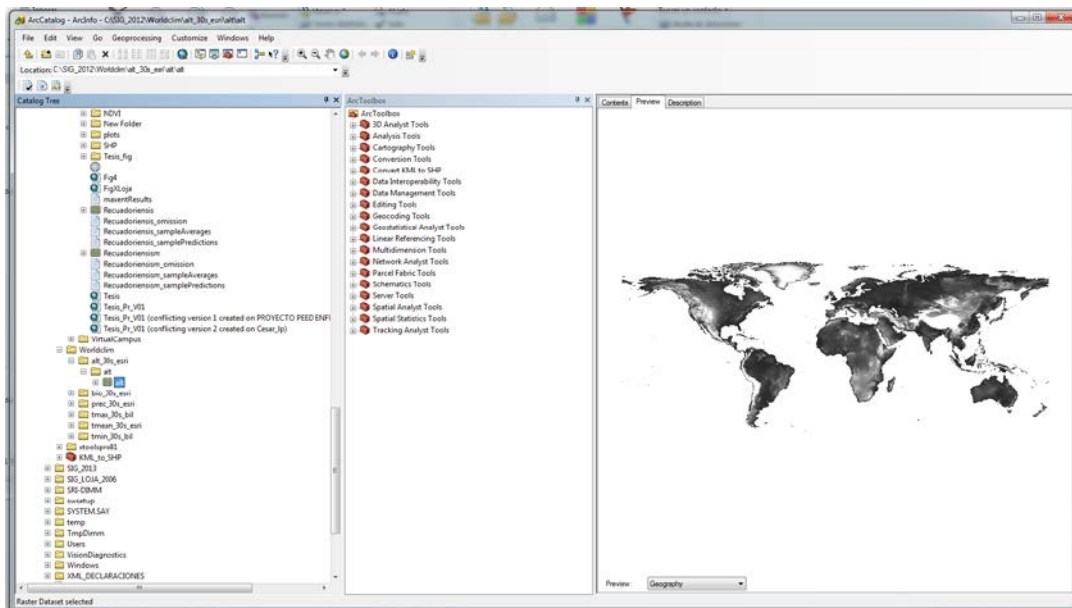
En cambio, con la perspectiva ambiental se mide la probabilidad de obtener la presencia de una especie dentro de una combinación ambiental característica para la especie en estudio, entonces aquí es donde se obtiene una “prevalencia” de la especie, de acuerdo a ciertas características ambientales, lo cual es esencialmente importante debido a que muchas especies de vectores tienen una estrecha relación con los patrones ambientales presentes en sus ciclos vitales.

3.8. Coberturas Climáticas de Ecuador

Las coberturas de las 19 variables climáticas del Bioclim, fueron descargadas desde su dirección web en formato raster, sin embargo, estas luego de ser

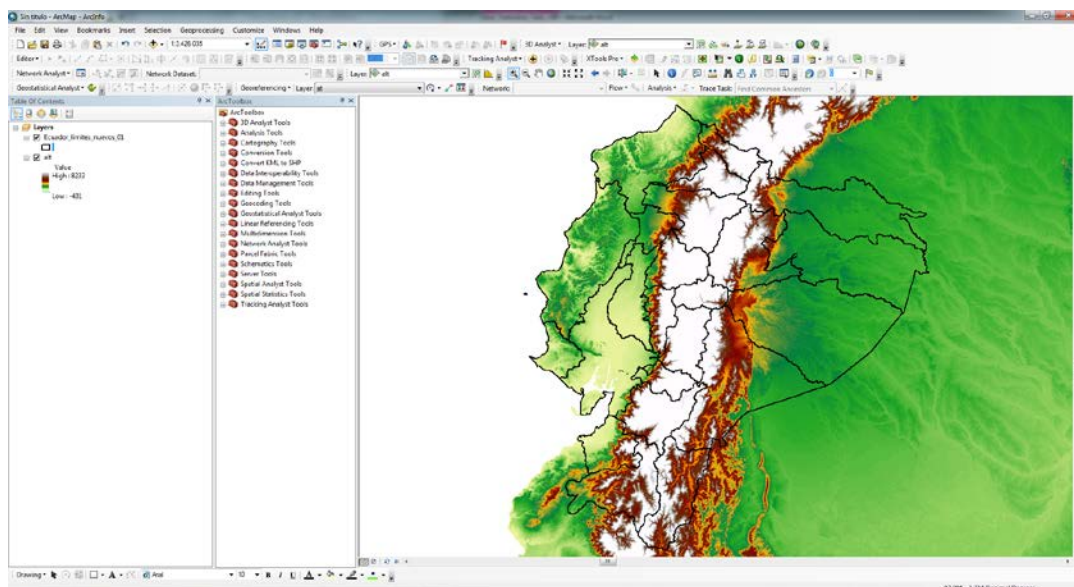
descargadas tienen que pasar por un proceso de “adecuación” para que se utilicen específicamente las capas de información de la zona a estudiar ya que las capas descargadas contienen información de todo el mundo (Figura 6).

Usando la herramienta Toolbox del ArcGIS 10, se hicieron los cortes y preparación de las capas raster para su posterior análisis (Figuras 7 y 8).



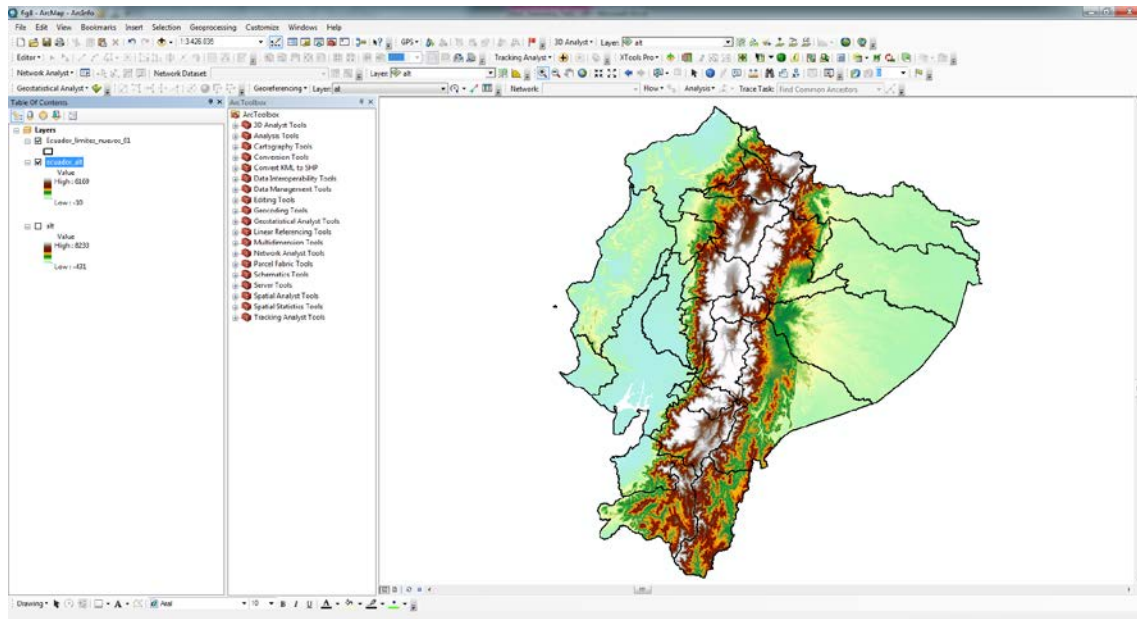
Fuente: César Yumiseva - CIEI

Figura 6. Preparación de capas Raster obtenidas del WorldClim (Bioclim)



Fuente: César Yumiseva - CIEI

Figura 7. Corte de capas raster Ecuador



Fuente: César Yumiseva - CIEI

Figura 8. Corte realizado a la capa Raster con límites políticos del Ecuador.

Finalmente, la plataforma MaxEnt utiliza datos en formato ASCII, el cual es un tipo de archivo de texto, por lo que se realizó la transformación de las coberturas climáticas obtenidas anteriormente en formato GRID a formato ASCII (Figura 9).

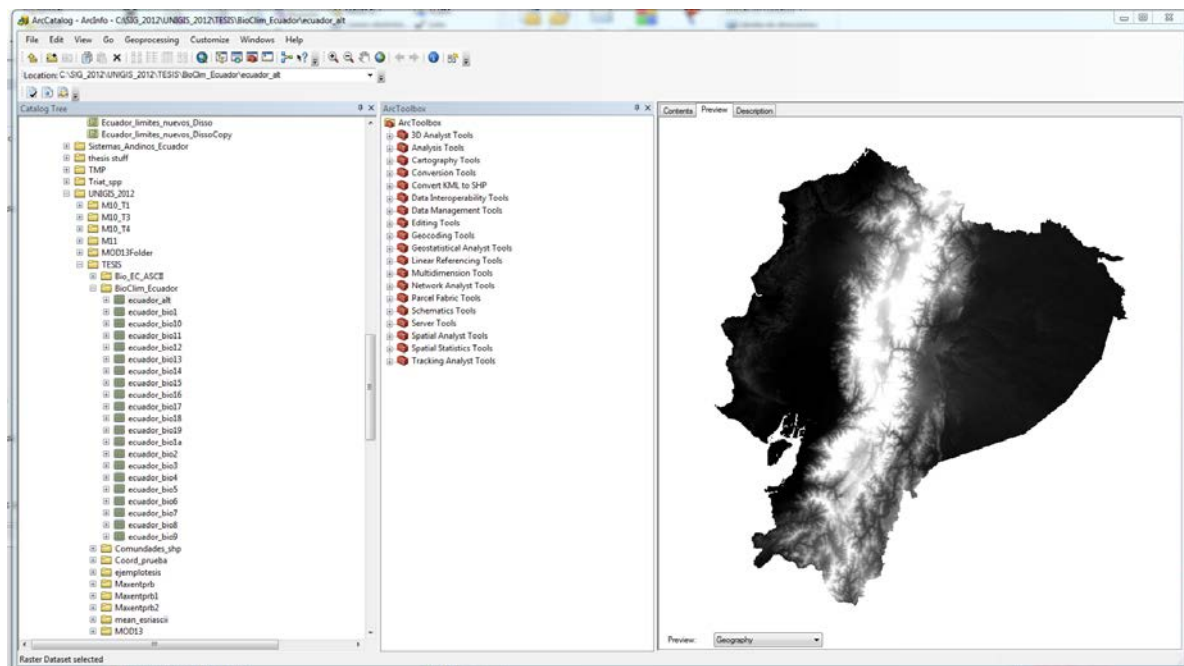


Figura 9. Conversión de GRID a ASCII

3.9. Modelamiento Predictivo

Luego del procesamiento de las imágenes y la obtención de las coordenadas de localización de sitios de presencia de *R. ecuadoriensis*, se ingresaron los datos a la plataforma Maxent para su análisis. La calidad de los datos fue corroborada por el personal del CIEI y por el personal de campo del PNCh. El ingreso de los datos a la plataforma Maxent, se inicia con la preparación de las tablas de coordenadas de las localidades donde se encontraron los individuos.

Para luego obtener un mapa de resultados en donde se pueden observar las posibles áreas de presencia de *R. ecuadoriensis*, de acuerdo a los parámetros ambientales provenientes de las provincias de Loja y Manabí.

Tomando en cuenta en este caso y que los datos de presencia de *R. ecuadoriensis* en ciertos sitios de las provincias de Loja y Manabí, tienen similitudes ambientales, esta información se extrapola hacia el resto del país para poder determinar sitios probables en donde hay una alta posibilidad de encontrar la presencia de este vector, como se indica en el diagrama de flujo (Fig. 10)

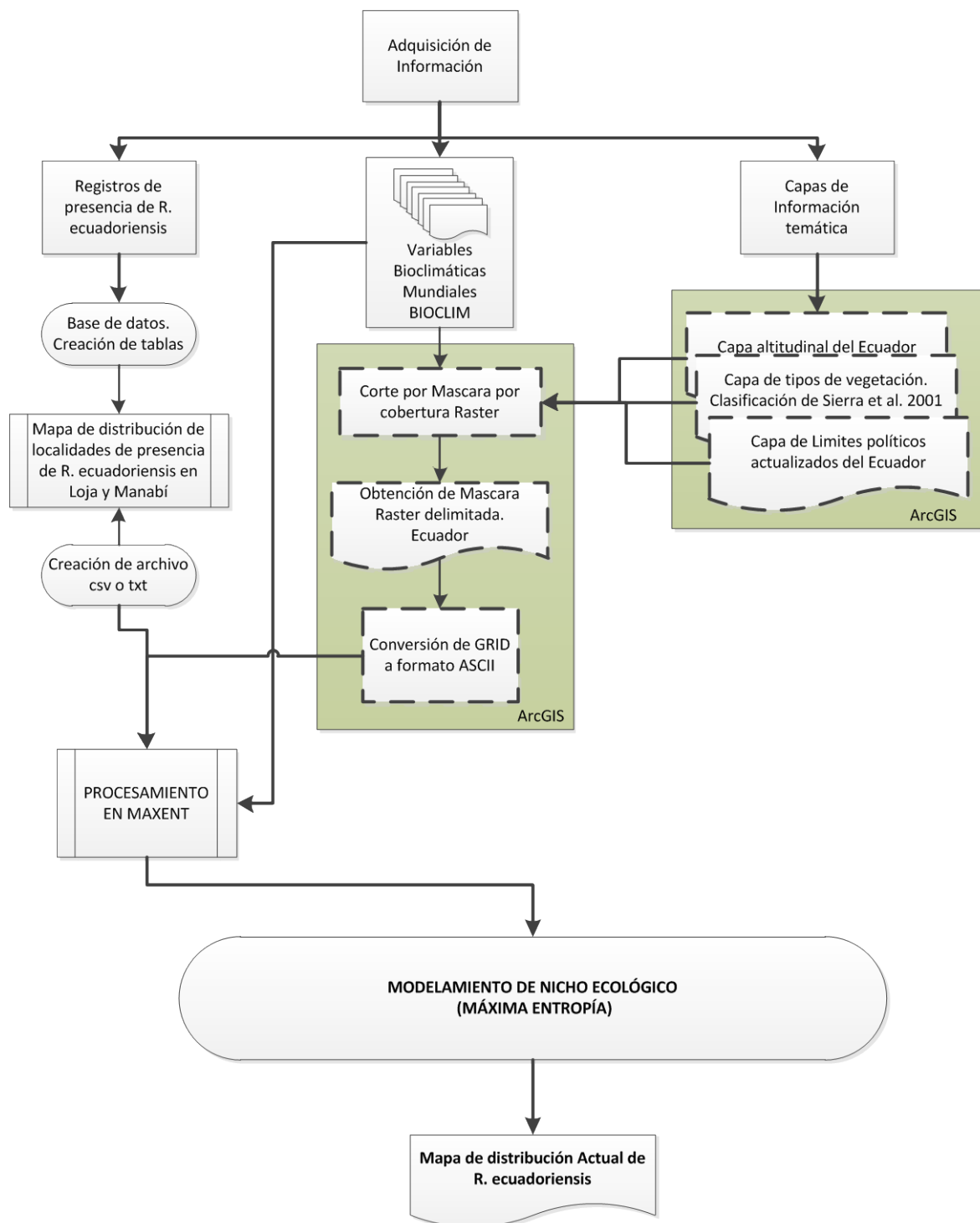


Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de Modelamiento con Maxent.

4. Resultados

La recolección de la información geográfica de las localidades, se realizó dentro de un período de 5 años. Dentro de este período de estudio, se realizaron visitas periódicas y programadas a cada una de las comunidades para realizar un estudio de monitoreo, para complementar y actualizar la información obtenida de años anteriores y generar una base de datos actualizada.

El muestreo se lo realizó en períodos comprendidos de 30 días aproximadamente entre los meses de junio y julio, obteniéndose en conjunto (durante los 5 años) un trabajo de campo acumulado de 6 meses.

4.1. Mapa de distribución de localidades con *R. ecuadoriensis*

En total se encontraron 4 especies de triatominos: *Rhodnius ecuadoriensis*, *Triatoma carrioni*, *Panstrongylus chinai* y *Panstrongylus rufotuberculatus*, distribuidas a lo largo de las comunidades muestreadas.

Se obtuvieron reportes de cada una de las localidades en donde y se definió el mapa de presencia de *R. ecuadoriensis* para las provincias de Loja y Manabí.

4.2. Distribución de *R. ecuadoriensis* en Loja

La distribución de *R. ecuadoriensis* en la provincia de Loja, cubre la mayor parte de su territorio. Principalmente su presencia dentro de los cantones de Calvas, Paltas, Celica, Puyango, Zapotillo, Sozoranga, Macará, Chaguarpamba, Catamayo y Espíndola.

De las 91 comunidades en donde se han realizado las investigaciones sobre presencia o ausencia de triatominos, 40 de las mismas presentan la presencia de *R. ecuadoriensis* (su presencia es intra o perodomiciliar). Y es con estas comunidades, con la que se trabajó para el modelamiento de nicho ecológico.

4.3. Distribución de *R. ecuadoriensis* en Manabí

La provincia de Manabí tiene muchas localidades, en donde la presencia de *R. ecuadoriensis* ha sido confirmada por los grupos de trabajo del PNCh. La distribución de esta especie se concentra hacia el centro de la provincia, cerca a la capital provincial, Portoviejo. La metodología de trabajo de las brigadas del PNCh en Manabí, hace que las búsquedas sean cercanas a la capital, debido primero a su logística, que en este caso al estar más cerca al punto de concentración de recursos para el PNCh, las visitas a las comunidades sean cercanas al mismo y en segundo lugar, las visitas se programaron de acuerdo a los reportes de presencia de estos vectores, dados por los mismos habitantes o por otro tipo de referencias.

Por otro lado, las búsquedas realizadas por el personal del CIEI, con la ayuda del personal de campo del PNCh, cubrieron la mayor parte del territorio de la provincia de Manabí, lo que hizo que al final de este estudio se obtenga una mayor y mejor variedad en los datos sobre presencia de *R. ecuadoriensis* en la provincia.

Así, como podemos observar, el mapa resultante de la localización geográfica de las comunidades que han reportado la presencia de *R. ecuadoriensis*, se lo puede observar en la Figura 11.

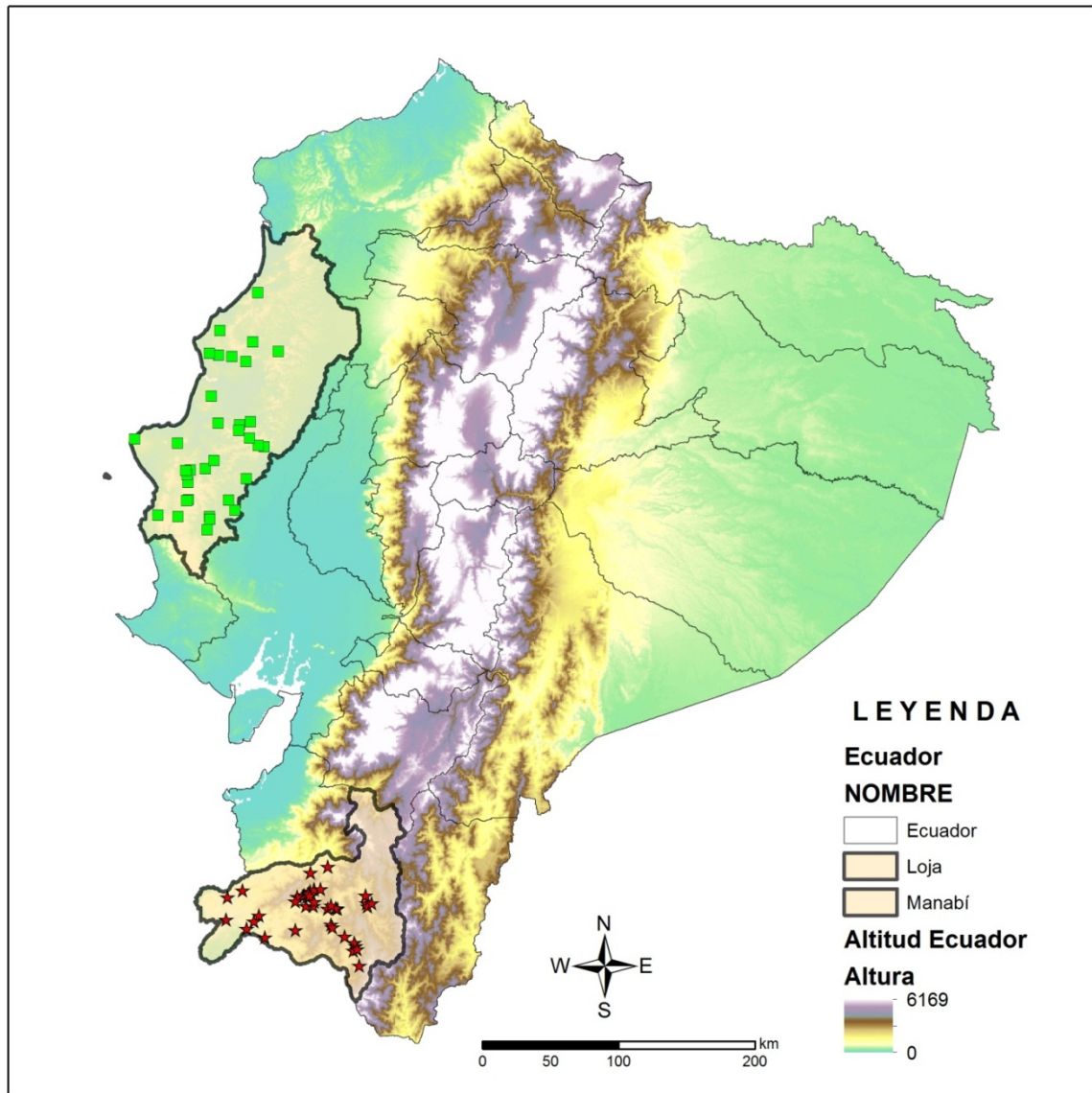


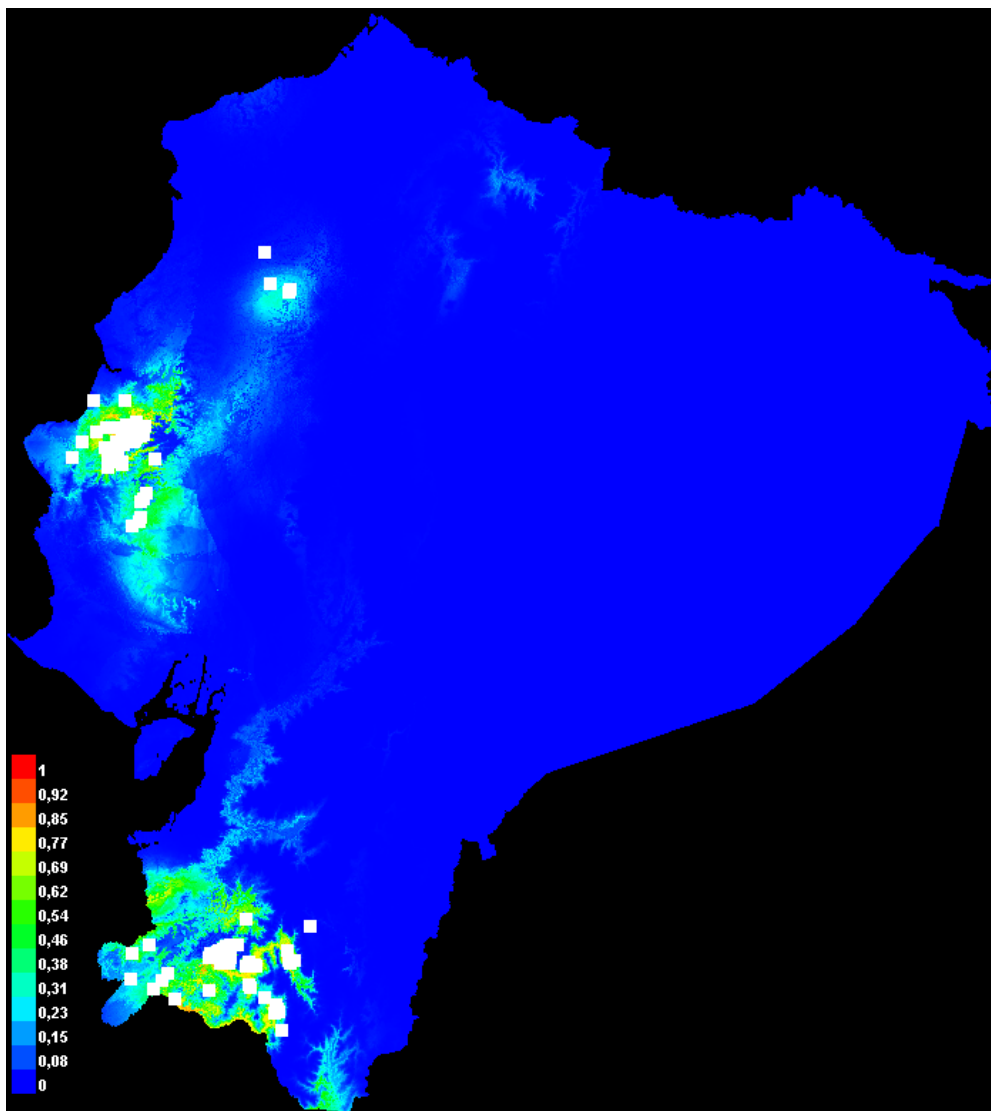
Figura 11. Localización de todas las comunidades que han reportado *R. ecuadoriensis*

4.4. Mapas de Resultado

4.4.1. Mapa de modelamiento por nicho ecológico

El uso del modelamiento por Nicho Ecológico, el cual según Odum (1963), es la “posición de un organismo en su comunidad y ecosistema como resultado de sus adaptaciones estructurales, fisiológicas y de conducta: dirección y

profesión”, ha sido de gran ayuda para la determinación de los sitios de presencia de *R. ecuadoriensis*. Tomando en cuenta esta definición de nicho ecológico, se usó entonces el Modelamiento por Máxima Entropía (MaxEnt), con lo que se llegó a obtener un mapa con una probable distribución de *R. ecuadoriensis* a nivel nacional (Fig. 12 y 13), basado en las variables climáticas provenientes de la presencia de este vector en las provincias de Loja y Manabí.

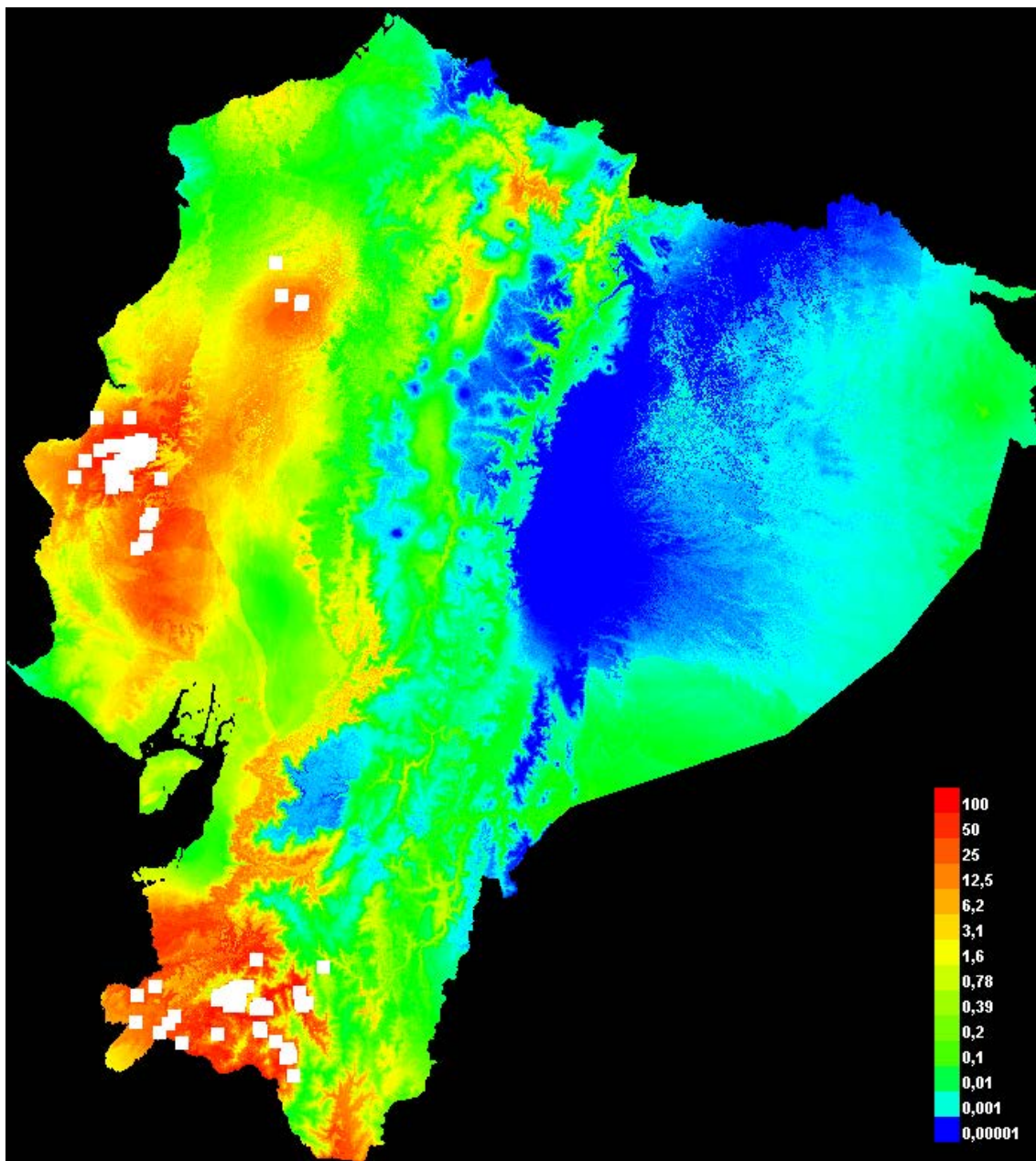


Fuente: César Yumiseva -CIEI

Figura 12. Mapa de probable distribución de *R. ecuadoriensis* en Ecuador, basado en variables climáticas de las provincias de Loja y Manabí. Salida Logística, que indica una probable distribución de la especie.

El mapa producido para *Rhodnius ecuadoriensis* indica que las regiones de colores cálidos o colores marcados en rojo son las más propensas a tener la

presencia de este vector. Los puntos en blanco, muestran la presencia de las muestras acerca de la presencia de vectores en los sitios anteriormente descritos de cada provincia en estudio (puntos de entrenamiento) y los puntos violeta indican las localizaciones de prueba.



Fuente: César Yumiseva - CIEI

Figura 13. Mapa de probable distribución de *R. ecuadoriensis* en Ecuador, basado en variables climáticas de las provincias de Loja y Manabí. Salida Cumulativa, que indica una idoneidad de hábitat probable distribución de la especie.

4.4.2. Proyección de Modelamiento con las variables ambientales

En el mapa resultante, se muestran las características ambientales que necesita *R. ecuadoriensis* para sobrevivir. Las zonas en rojo indicadas anteriormente son las que reúnen características ambientales que permitirían la presencia de este vector en presencia de condiciones adecuadas. Las zonas en verde en cambio son las zonas en la que las condiciones son típicas de los sitios en donde los vectores se encuentran.

Sin embargo, las predicciones de maxent, pueden verse afectadas por algunas variables climáticas que se encuentran fuera del rango de datos de “entrenamiento”, los valores mostrados entonces brindan una absoluta diferencia entre predicciones cuando son y no son usados en sujeciones (Sujeción significa que las variables ambientales y las características de las mismas están restringidas a los rangos de los valores encontrados en los análisis de entrenamiento).

4.4.3. Comparación de variables similares

Muchas de las variables utilizadas para el análisis de las predicciones de los vectores de la enfermedad de Chagas, contienen información similar, como se demuestra en la figura 14, en la que se tiene áreas de color rojo, que indican que las variables utilizadas se encuentran fuera del rango de datos de entrenamiento, lo que hace que estas áreas sean consideradas “predictivas” pero bajo mucho cuidado, ya que pueden generar datos falsos o falsos positivos con respecto a la presencia del vector.

Cumulative threshold	Logistic threshold	Description	Fractional predicted area	Training omission rate
1.000	0.012	Fixed cumulative value 1	0.210	0.000
5.000	0.065	Fixed cumulative value 5	0.115	0.035
10.000	0.137	Fixed cumulative value 10	0.080	0.047
1.764	0.022	Minimum training presence	0.175	0.000
19.681	0.251	10 percentile training presence	0.049	0.093
16.078	0.213	Equal training sensitivity and specificity	0.058	0.058
15.866	0.210	Maximum training sensitivity plus specificity	0.059	0.047
1.764	0.022	Balance training omission, predicted area and threshold value	0.175	0.000
10.932	0.150	Equate entropy of thresholded and original distributions	0.075	0.047

Figura 14. Comparación de variables ambientales

4.5. Análisis estadístico

4.5.1. Tasas de omisión

El resultado obtenido se basa en la relación existente entre la omisión sobre las muestras de prueba sobre la tasa de omisión predicha (Figura 15). La tasa de omisión se indica en el gráfico como una línea recta, definida por la salida de datos. Sin embargo existen algunas razones por las cuales la línea de la tasa de omisión se ubica por debajo de la línea de omisión, y una de estas es la posibilidad de que los datos de prueba no sean independientes.

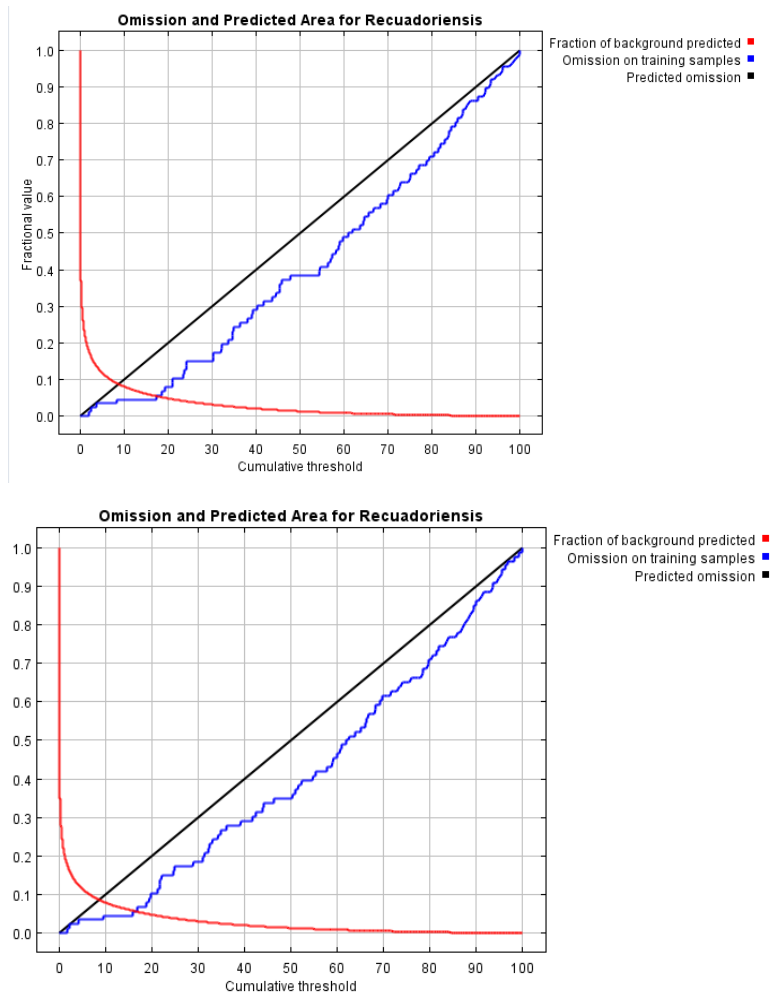


Figura 15. Gráficos de tasas de omisión. Salidas logística y cumulativa respectivamente

4.5.2. Curva ROC

La curva ROC es básicamente la comparación de dos características operativas (Falsos positivos y Falsos negativos), lo que proporciona herramientas para seleccionar modelos posiblemente óptimos y descartar modelos subóptimos independientemente del coste de la distribución de las dos clases sobre las que se decide. El análisis de la curva ROC se relaciona también de forma directa y natural con los análisis de coste/beneficio en toma de decisiones diagnósticas, lo que en este caso se refiere a la sensibilidad Vs

la especificidad de los datos obtenidos para presencia o ausencia de individuos de *R. ecuadoriensis* en los sitios escogidos de predicción para esta especie.

La figura 16 nos indica entonces que luego de obtener los resultados de MaxEnt, el Área bajo la Curva (AUC, por sus siglas en inglés), es de 0.968 en lugar de 1, donde la línea roja expresa el resultado de los datos de “entrenamiento” (que son los datos que se ajustan al muestreo), puesto que MaxEnt utiliza el 25% de los mismos para el análisis y la línea azul expresa los datos de “prueba” (los datos a ser considerados dentro del análisis estadístico, esta línea indica el grado de ajuste del modelo a los datos del test y esto entonces supone que es el test real del poder predictivo del modelo), entonces podemos ver en el gráfico que la línea roja al representar los datos de “entrenamiento” tiende a tener un ajuste hacia la normalidad, lo que indica que existe una capacidad de predecir al compararla con la línea azul que contiene los datos de “prueba”, en donde se “observa la real” capacidad de predicción de los datos. En cambio la línea turquesa muestra lo que se espera del modelo si este no fuera mejor que el azar. En todo caso si la curva azul de los datos de prueba cae por debajo de la curva esperada, nos indica que el modelo tiene problemas para mejorar su predicción.

Entonces el área bajo la curva nos indica el área donde la tasa es mayormente usada, dado que en este modelo estamos usando los datos de presencia y no datos de ausencia.

Entonces, la tabla resultante donde los datos de prueba están disponibles, nos indica la significancia de estadística de la predicción.

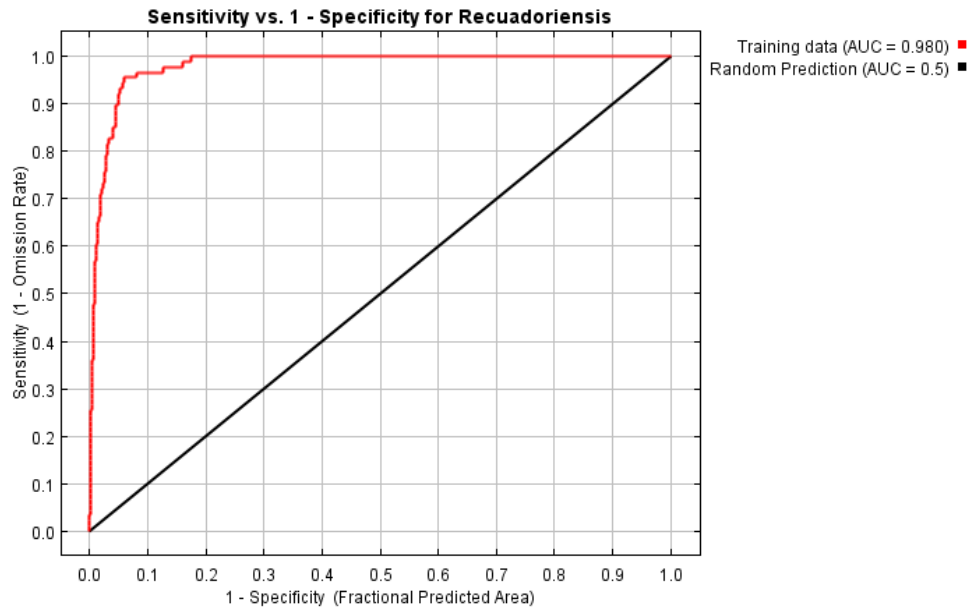


Figura 16. Curva ROC del modelamiento logístico

4.5.3. Análisis de Jacknife o de contribución de variables.

El resultado de la predicción logística de maxent nos muestra que cada variable ambiental presente en el modelo puede afectar a la predicción del mismo. Las curvas nos indican como cada variable ambiental afecta al modelo mostrando un efecto marginal (figura 17).

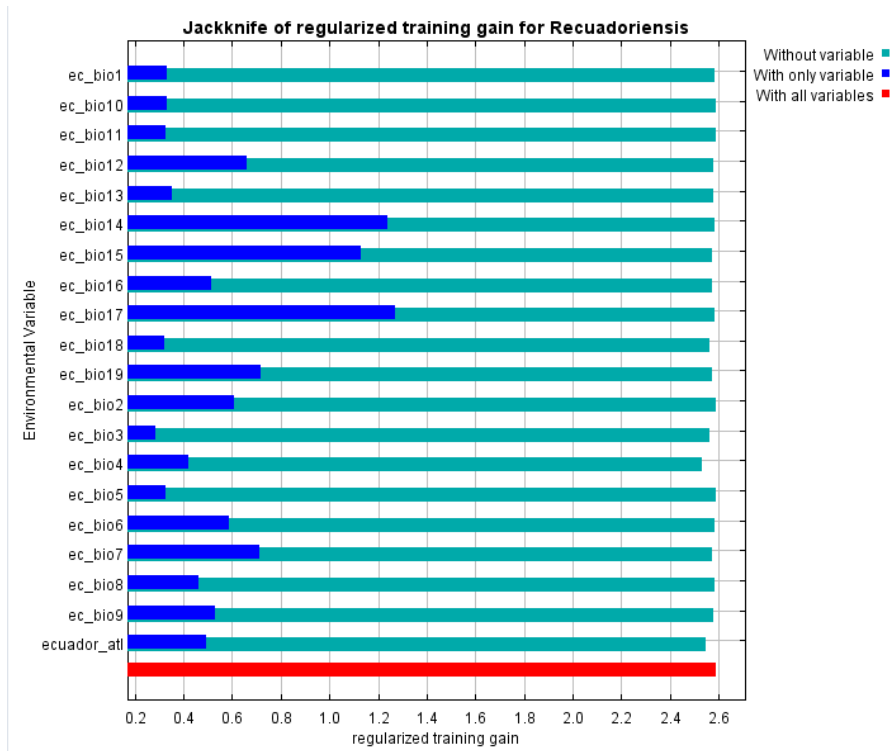


Figura 17. Gráfico de análisis de contribución de variables.

5. DISCUSIÓN

El trabajo desarrollado en este modelamiento utilizó imágenes satelitales provenientes del WorldClim e información georeferenciada de localización del vector *R. ecuadoriensis* en diferentes sitios de las provincias de Loja y Manabí para poder determinar, por modelamiento de nicho ecológico, sitios probables de presencia de especie y que por razones epidemiológicas, estos también se convierten en sitios probables de presencia de casos de la enfermedad de Chagas.

Estudios de estas características que se han desarrollado anteriormente, no son ni han sido muy desarrollados en Ecuador, debido principalmente a la falta de generación de datos entomológicos, con respecto a vectores de la enfermedad de Chagas, así como también a la falta de generación de datos serológicos y epidemiológicos de la misma enfermedad.

El Ministerio de Salud Pública y la Organización Panamericana de la Salud realizaron informes anteriores acerca de la situación epidemiológica de la enfermedad de Chagas en el Ecuador, es así que desde el año 2003, cuando se emitió un informe acerca la situación de Control de la Enfermedad de Chagas en el Ecuador (Abad-Franch F. A., 2003), al momento no se ha considerado una actualización acerca de esta enfermedad, y mucho menos con respecto a vectores.

La información actual considerada por el Ministerio de Salud como de referencia se encuentra en su página de internet: www.salud.gob.ec. Sin embargo, mucha de esta información contiene reportes del año 2010

(considerando el caso de enfermedades infecciosas o transmitidas por vectores).

Estudios similares de modelamiento de algunas enfermedades transmitidas por vectores indican que la información obtenida anteriormente, puede ser validada en campo y en muchos casos corroborar información de ciertas localidades donde la presencia del vector se viene reportando desde hace tiempo, sin embargo el desarrollo de un modelamiento predictivo permite tener una mejor visión acerca de la distribución de los vectores transmisores de la Enfermedad de Chagas y dar luces de cómo se está dando esta distribución actualmente y al mismo tiempo brinda información relativa sobre la Enfermedad de Chagas.

Tomando en cuenta que los modelos predictivos se basan en la generación de información a partir de la correlación que tienen los insectos con la variación climática ambiental (Gorla, 1997), las distribuciones anteriores o los mapas de distribución vectorial generados en informes epidemiológicos de años anteriores, no tienen una “credibilidad” del 100%. Por lo que usar datos actualizados resulta ser prioridad para programas de salud.

5.1. Consideración Metodológica

Como se comentó anteriormente, la presencia de un vector responsable de la transmisión de una enfermedad depende mucho de sus consideraciones ambientales, es decir, de su capacidad de encontrar un nicho en un ambiente con la temperatura, humedad y diversas características ambientales que permitan su supervivencia. Esto hizo entonces que la búsqueda de la información haya sido más específica con respecto a la información ambiental. Las capas predictoras de información ambiental se las puede obtener de

diferentes sitios web y su utilidad, es que estas usan interpolaciones matemáticas y algoritmos para tener datos primarios de percepción remota útiles para la determinación del nicho del vector.

La calidad de información de los datos ambientales debió también ser examinada con minuciosidad ya que la precisión de los datos puede generar un sesgo grande e incertidumbres en el caso de que esta no sea precisa, así como también la calidad de los datos georeferenciados sobre presencia de vectores, especialmente en zonas de las provincias de Loja y Manabí que fue de donde se requirieron los datos climáticos.

El desarrollo de estos modelos viene dado desde hace algunos años, como por ejemplo la distribución de *T. infestans* en Argentina (Gorla, 1997), el cual se basa en medir el efecto de la temperatura ambiental en ciertas zonas, que indiquen la probabilidad de presencia de este vector en específico. Al final, tomando en cuenta, tasas de mortalidad, natalidad, inmigración y emigración que definen una ecuación básica, dentro de la ecología poblacional de cualquier especie, y que cada uno de estos valores está supeditado a cambios de carácter ambiental, el caso de un aumento de temperatura haría que las tasas de mortalidad o natalidad varíen generando un aumento o disminución de la población de vectores.

Muchos de los reportes epidemiológicos sobre enfermedades de transmisión vectorial por ahora no están muy actualizados, tomando en cuenta que la relación vector – enfermedad es muy estrecha, y ya que se puede decir que donde está el vector, hay muchas probabilidades de que exista la enfermedad, por lo que en el presente estudio la importancia de las localizaciones

georeferenciadas de los vectores ha resultado crítica para el desarrollo del modelamiento predictivo a pesar de trabajar con solo los datos de dos provincias (Loja y Manabí), que son las provincias en donde se ha podido determinar que se tiene una mucho mayor presencia de *R. ecuadoriensis*, como principal vector de la enfermedad de Chagas. Estos demuestran en el modelamiento, que hay sitios en el Ecuador en donde puede haber la presencia del vector y por como los datos lo demuestran, también debe haber la presencia de casos de pacientes con Chagas. Sin embargo, recordemos que al ser los modelamientos, un manejo matemático de datos ambientales y de presencia de vectores, se deben hacer comprobaciones de campo y determinar la confirmación de presencia del vector, así como de pacientes enfermos con Chagas.

Además, hay que tomar en cuenta que en la actualidad existen muchas metodologías de uso de datos espaciales para modelamiento predictivo, como software de tipo GARP, DIVA-GIS que utilizan casi el mismo tipo de datos, pero la lógica matemática que utiliza cada uno de ellos puede dar resultados diferentes o coincidir en muchos de los sitios predecidos para la presencia del vector.

5.2. Uso de SIG en modelamiento de salud

La actualidad de la Salud en el país está mejorando notablemente, sin embargo el uso de nuevas tecnologías para el desarrollo de nuevas estrategias de control, hace que se tomen en cuenta los SIG, como una buena alternativa en la toma de decisiones.

La relación vector – enfermedad, ahora que el cambio climático se ha hecho más evidente, se hace más estrecha, por lo que el solo poder determinar la presencia de un vector, nos da información acerca de la posibilidad de tener la presencia de una enfermedad. Sin embargo hay que tomar muy en cuenta que el apareamiento de nuevos casos de una enfermedad, no se relaciona todo el tiempo con la presencia del vector, sino que también existen otros factores, como el migratorio. En el caso de Chagas, muchos de los pacientes no saben que tienen la presencia del parásito en su cuerpo y al no tener una evidencia temporal de síntomas que determinen la enfermedad, este puede moverse de un sitio a otro del país y llevar consigo el parásito y constituirse en un sujeto de riesgo para transmisión.

Entonces, además de ese tipo de situaciones, los SIG ahora tienen varias razones por las que tienen que ser usados en aplicaciones para la salud (Jacquez, 2000). El futuro análisis espacial epidemiológico debe ser mejorado todo el tiempo, ya que al tener brotes epidémicos en cualquier momento, estos generan una gran cantidad de datos, entomológicos, epidemiológicos, los que tienen que ser manejados dentro de un sistema organizado que permita usar un software capaz de procesar toda esa cantidad de datos generada.

La complejidad de cada una de los procesos de transmisión de enfermedades genera también diferentes tipos de modelos a construir, sin embargo, la versatilidad de los software actuales, permiten que los epidemiólogos actuales manejen y puedan desarrollar modelos espaciales (Gewin, 2004).

Sin duda entonces, la utilización de los SIG en la actualidad se ha vuelto una herramienta casi indispensable para generar y manejar información de casos

humanos o de reporte de presencia de vectores o reporte de condiciones especiales para el apareamiento de enfermedades, los que con adecuadas políticas de manejo y control dan un gran soporte sobre todo en tomas de decisión política referentes a Salud Pública.

6. CONCLUSIONES

El uso de tecnologías nuevas y actuales se ha convertido en una herramienta casi indispensable en varios campos de la ciencia, y en este caso de la salud pública, puesto que además de generar, organizar, manejar y presentar los datos obtenidos de enfermedades transmitidas por vectores, toma mucha parte en la toma de decisiones a nivel político-administrativo.

La ventaja de usar este tipo de técnicas, hace que se pueda replicar, no solo para especies vectoras de enfermedades tropicales, sino en todas las especies animales que dependan de sus características ambientales para ocupar un nicho ecológico. Es así, que al conocer mejor las características ambientales del nicho del vector, se pueden generar cambios o recomendaciones a los programas de control de enfermedades transmitidas por vectores.

El manejo adecuado de la información y mantener un buen control de calidad de la misma, hace que a futuro se generen y mantengan bases de datos con información de calidad, para que se produzcan publicaciones científicas de calidad y que sean de mucha ayuda en la toma de decisiones en el área de salud pública.

7. RECOMENDACIONES

Las aplicaciones a futuro de esta metodología pueden ser una herramienta muy útil en la generación de modelos predictivos para otros vectores transmisores de enfermedades, como por ejemplo, con vectores de enfermedades como Dengue o Malaria, pero al ser un sistema que recibe gran cantidad de datos, se debe tomar en cuenta que cada vector para cada enfermedad, en este caso mosquitos, tienen diferencias en los ambientes en los que se desarrollan. Algunas especies van a necesitar mayores o menores condiciones de humedad que otras y así sucesivamente. Pero no por este tipo de condiciones el sistema va a dejar de ser propicio para su uso.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abad-Franch, F. (2007). Eco-epidemiología de la Enfermedad de Chagas: La Enfermedad de Chagas a la puerta de los 100 años del conocimiento de una endemia americana ancestral. 203 - 18.
- Arteaga, I. d. (2003). Algunos hechos históricos relacionados con la Enfermedad de Chagas. *Revista Mexicana de Patología Clínica*, 109 - 112.
- Benito de Pando, B. P. (2007). Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *Unidad de Conservación Vegetal, Dpto. de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada*, 119.
- Black, C. O.-T. (2007). Household risk factors for Trypanosoma cruzi seropositivity in two geographic regions of Ecuador. *Journal of Parasitology*, 12 - 16.
- Briceño-León, R. (2009). La Enfermedad de Chagas en las Américas: una perspectiva de Esosalud. *Cadernos de Saúde Pública*, 25, S71 - S82.
- Chagas, C. (1909). Nova tripanozomíaze humana: estudos sobre morfologia e o ciclo evolutivo de Schizotrypanum cruzi n. gen., n. sp. agente etiologico de nova entidade morvida do homen. *Memorias do Intituto Oswaldo Cruz*, 1, 159 - 218.
- Coura, J. (2007). Chagas Disease: what is know and what is needed - a background article. *Memorias do Intituto Oswaldo Cruz*.
- Coura, J. (2007). Chagas Disease: what is Know and what is needed - a backround article. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*(102), 113 - 122.
- Eisen, L. E. (2011). Using Geographic Information Systems and Decision Support Systems for Prediction, Prevention and Control of Vector-Borne Diseases. *Annu. Rev. Entomol.*, 41 - 61.
- Elith, J. P. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for Ecologist. *Diversity and Distributions*, 43-57.
- ESD, O. (2005). *Environmental Sciences Division. Oak Ridge National Laboratory*. Recuperado el 2012, de Strategic Environmental Research & Development Program (SERDP):
<http://www.esd.ornl.gov/programs/SERDP/EcoModels/habmodel.html>
- Gaunt, M. M. (2000). The ecotopes and evolution of triatomine bugs (triatominae) and their associated trypanosomes. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95: 557 - 565.
- Guhl, F. J. (2000). Chagas disease and human migration. *Memorias do Intituto Oswaldo Cruz*(95), 553 - 555.

- Hay, S. T. (2006). Global environmental data for mapping infectious disease distribution. *Advance in Parasitology*, 37 - 77.
- INAMHI. (2011). Climatología, características generales del clima en el Ecuador. *ESPOL*.
- Larreategui, D. (2011). Obtenido de Enfermedad de Chagas en el Ecuador 100 años de historia. Actualización 2011: <http://es.scribd.com/doc/50321101/Revision-Chagas-100-anos-en-Ecuador>
- Lent, H. W. (1979). Revision of the Triatomine (Hemiptera: Reduviidae), and their significance as vector of Chagas disease. *Bulletin of the American Museum of Natural History*(163), 123 - 520.
- Luquetti, A. P.-A. (2003). Chagas' disease diagnosis: a multicentric evaluation of Chagas Statpak, a rapid immunochromatographic assay with recombinant proteins of *Trypanosoma cruzi*. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*(46), 265 - 271.
- Moncayo, A. (2004). En *Global Epidemiology of Infectious Disease: Chagas Disease* (págs. 325 - 348).
- Muñoz, J. C. (2009). Prevalence and vertical transmission of *Trypanosoma cruzi* infection among pregnant Latin American women attending two maternity clinics in Barcelona, Spain. *Clinical Infectious Disease*, 1736 - 1740.
- Neghme, A. (1962). La tripanosomiasis en América. *Creces*, 3, 23 - 28.
- Ocaña-Mayorga, S. B. (2010). Determinación de linajes y dinámica de la transmisión de *Trypanosoma cruzi* en dos provincias endémicas para la Enfermedad de Chagas. *Tesis de Doctorado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
- Pinto, C. O.-M. (2006). Infection by trypanosomes in marsupials and rodents associated with human dwellings in Ecuador. *Journal of Parasitology*(92), 1251 - 1255.
- Ponce, C. P.-A. (2005). . Validation of a rapid and reliable test for diagnosis of Chagas' Disease by detection of *Trypanosoma cruzi*- specific antibodies in blood of donors and patients in Central America. *Journal of Clinical Microbiology*(43), 5065 - 5068.
- Resources, I. W. (2005). Millenium Ecosystem Assesment, Ecosystems and Human well-being: Biodiversity synthesis. En W. R. Institute. Washington DC.
- Rozas, M. B.-M. (2007). Coexistencia of *Trypanosoma cruzi* genotypes in wild and peridomestic mammals in Chile. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 77, 647 - 653.
- Schofield, C. (2000a). *Trypanosoma cruzi* the vector-parasite paradox. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*(95), 535-544.

- Scoremind. (2009). *slideshare*. Recuperado el 13 de 10 de 2012, de Scoremind: <http://www.slideshare.net/davidreyblanco/qu-es-un-modelo-predictivo-y-para-qu-vale>
- Sierra, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. *Proyecto INEFAN/BIRF*.
- Tarleton, R. R. (2007). The challenges of Chagas Disease-grim outlook or glimmer of hope. *PLoS Medicine*, 4:e332.
- Tartarotti, E. A.-O. (2006). Phylogenetic approach to the study of Triatomines (Triatominae, Heteroptera). *Brazilian Journal of Biology*(12), 703 - 708.
- Thomson, M. C. (2000). Environmental information systems for the control of arthropod vector of disease. *Med. Vet. Entomol.*(14), 227-244.
- UNAM. (2002). *Manual de Laboratorio para el diagnóstico de la infección por T. cruzi*. Mexico: UNAM.
- Villacis, A. A.-T. (2008). Life cycle, feeding and defecation patterns of *Rhodnius ecuadoriensis* under laboratory conditions. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*(103), 690-695.
- Villacís, A. G. (2010). Phenotypic variability of *Rhodnius ecuadoriensis* populations at the Ecuadorian central and southern Andean region. *Journal of Medical Entomology*(47), 1034 - 1043.
- WHO. (2002). *Control of Chagas Disease. Second report of the Who expert committee*. Ginebra, Suiza.
- WHO. (2006). *Chagas*.

TABLAS

Tabla 1. Especies vectoras involucradas en la transmisión de la enfermedad de Chagas presentes en el Ecuador.

Especies	Posible distribución
<i>Triatoma dimidiata</i>	Guayas, Manabí, Los Ríos, El Oro, Santo Domingo de los Tsáchilas
<i>Rhodnius ecuadoriensis</i>	Guayas, Manabí, Los Ríos, El Oro, Loja, Santo Domingo de los Tsáchilas
<i>Triatoma carrioni</i>	Loja
<i>Rhodnius pictipes</i>	Cuenca Amazónica
<i>Rhodnius robustus</i>	Cuenca Amazónica
<i>Panstrongylus geniculatus</i>	Cuenca Amazónica
<i>Panstrongylus rufotuberculatus</i>	Loja
<i>Panstrongylus chinai</i>	Loja
<i>Panstrongylus howardi</i>	Manabí
<i>Panstrongylus herreri</i>	Ecuador
<i>Eratyrus mucronatus</i>	Ecuador
<i>Eratyrus cuspidatus</i>	Ecuador
<i>Cavernicola pilosa</i>	Ecuador
<i>Triatoma venosa</i>	Ecuador
<i>Triatoma dispar</i>	Ecuador

Tabla 2. Lista de comunidades visitadas en la provincia de Loja

COMUNIDADES	Cantón	Coordenadas X	Coordenadas Y
Algarrobera	GONZANAMA	- 79,39090000000	- 4,04122000000
Algarrobillo	CELICA	- 80,06437000000	- 4,17230000000
Buena Vista	CHAGUARPAMBA	- 79,72330000000	- 3,89127000000
Coamine	PALTAS	- 79,61120000000	- 4,12942000000
Cangochara	ESPINDOLA	- 79,41120000000	- 4,54667000000
Cucumate	CHAGUARPAMBA	- 79,72960000000	- 3,86109000000
Chaquizhca	CALVAS	- 79,59010000000	- 4,23263000000
Guara	CALVAS	- 79,57979000000	- 4,25007000000
Higinda	PALTAS	- 79,75430000000	- 4,10926000000
Jacapo	QUILANGA	- 79,41620000000	- 4,36621000000
Jorupe	CHAGUARPAMBA	- 79,57800000000	- 3,87241000000
Las Cochas	PALTAS	- 79,55630000000	- 4,05563000000
Lozumbe	CHAGUARPAMBA	- 79,73550000000	- 3,84567000000
Mizquillana	CHAGUARPAMBA	- 79,67180000000	- 3,86691000000
San Jacinto	GONZANAMA	- 79,35360000000	- 4,09208000000
Santa Rita	GONZANAMA	- 79,34720000000	- 4,11429000000
Santa Teresita	ESPINDOLA	- 79,41090000000	- 4,56867000000
Tacoranga	PALTAS	- 79,70740000000	- 4,11105000000
Tundurama	ESPINDOLA	- 79,40190000000	- 4,50223000000
Venecia	CHAGUARPAMBA	- 79,57800000000	- 3,87241000000
Yamana	PALTAS	- 79,69916000000	- 4,00219000000
Zapotepamba	PALTAS	- 79,77518256350	- 4,04628478273
La Ramada	PALTAS	- 79,74797630500	- 4,05077582300
Lucarqui	PALTAS	- 79,83496763600	- 4,12466623900
Macandamine	PALTAS	- 79,72592209300	- 4,01481452400

Palo Blanco	PALTAS	- 79,71271062100	- 4,02811417400
Sabanilla	PALTAS	- 79,76565650500	- 4,03794882900
Cordillera	PALTAS	- 79,71407041700	- 4,00480762200
El Limon	PALTAS	- 79,81144625500	- 4,04972221700
El Naranjo	PALTAS	- 79,73919986600	- 4,02947506000
Mongara	PALTAS	- 79,69916010100	- 4,00219406000
Ashimingo	PALTAS	- 79,73047019730	- 4,04361482747
Chingulle	CALVAS	- 79,65349817460	- 4,33610385324
Chorora	SOZORANGA	- 79,75401085610	- 4,37276939902
Cienega	CELICA	- 80,09753745800	- 4,21083144883
Cochas del Almendro	ZAPOTILLO	- 80,27886216350	- 4,20013077596
Comunidades	LOJA	- 79,22282978700	- 4,34012699900
El Tambo	ESPINDOLA	- 79,40802383040	- 4,47255997960
Elvira	LOJA	- 79,21042850980	- 4,35076866339
Algodonal	MACARA	- 80,05050000000	- 4,28016666667
Laguar	MACARA	- 80,02388735120	- 4,31803540367
Limones	ZAPOTILLO	- 80,34922552650	- 4,38341212476
Nueva Fatima	SOZORANGA	- 79,82179891130	- 4,27024765911
Palmira	LOJA	- 79,23702646780	- 4,33367352042
Sanambay	ESPINDOLA	- 79,45240382850	- 4,59822063377
Suanamaca	CALVAS	- 79,64126135030	- 4,32711082551
Trigopamba	GONZANAMA	- 79,49774363820	- 4,31020544882
Tronco Quemado	ZAPOTILLO	- 80,38823333330	- 4,43663333333
Machay	ESPINDOLA	- 79,45104101480	- 4,61858203678
Tumbunuma	SOZORANGA	- 79,81002812090	- 4,28129324729
Viviatas	SOZORANGA	- 79,75639751920	- 4,37196289230
Tuburo	QUILANGA	- 79,42687053970	- 4,37408837531

Gualguama	SOZORANGA	- 79,75651101020	- 4,37195358839
Alahumbo	PUYANGO	- 79,98923333330	- 4,04305000000
Chamical	SARAGURO	- 79,26905000000	- 3,48678333333
Galapagos	QUILANGA	- 79,43440000000	- 4,35233333333
Mangahurquillo	PUYANGO	- 80,27120000000	- 4,05186666667
Naranjo Dulce	PALTAS	- 79,70058333330	- 4,08213333333
Pindo Alto	QUILANGA	- 79,44045000000	- 4,40531666667
Pitayo	PUYANGO	- 80,18316666670	- 4,00680000000
San Bernabe	CATAMAYO	- 79,30605000000	- 4,10605000000
Zapotepamba	SARAGURO	- 79,24916666670	- 3,47081666667
El Huayco	CATAMAYO	- 79,32281666670	- 4,09101666667
Santa RosaQ	QUILANGA	- 79,41861666670	- 4,39603333333
Achiotes	CHAGUARPAMBA	- 79,62755442400	- 3,85019813700
Chirimoyos	GONZANAMA	- 79,54560531100	- 4,12947284100
Santa ESter	GONZANAMA	- 79,55818956500	- 4,12388521300
Vega del Carmen	PALTAS	- 79,59012344300	- 4,10610677700
Yaguachi	CHAGUARPAMBA	- 79,61078324200	- 3,85242059900
Usaime	CALVAS	- 79,54414669200	- 4,46035567700
La Delicia	OLMEDO	- 79,63178333330	- 3,92801666667
La Extensa	CATAMAYO	- 79,36183333330	- 4,03950000000
Milagro	PINDAL	- 80,15236666670	- 4,10933333333
Misama	PINDAL	- 80,09003333330	- 4,09886666667
San Francisco	PUYANGO	- 80,17111666670	- 4,00716666667
Santa RosaS	SARAGURO	- 79,23136666670	- 3,46383333333
Amarillos	CHAGUARPAMBA	- 79,69275000000	- 3,87281666667
Chapamarca	CATAMAYO	- 79,30641666670	- 4,05783333333
Zambi	CATAMAYO	- 79,53485000000	- 3,91543333333

Guahinche	PUYANGO	- 79,99248840700	- 4,04469726600
La Vega	PUYANGO	- 79,98460455600	- 4,02979466200
Bramaderos	PALTAS	- 79,82234180700	- 4,07934914400
Jacapo	CALVAS	- 79,62691186740	- 4,31599617045
Playas	PALTAS	- 79,69342620900	- 4,02914137600
Guineo Grande	CELICA	- 80,33000000000	- 4,19700000000
Jaguay Grande	ZAPOTILLO	- 80,14500000000	- 4,25900000000
Jurupe	GONZANAMA	- 79,51850000000	- 4,18635000000
Guarango_Potreriillos	ESPINDOLA	- 79,40570000000	- 4,52958000000
El Sauce	PALTAS	- 79,66060000000	- 4,02649000000
El Tingo	ESPINDOLA	- 79,42390000000	- 4,49078000000
Sacapianga	PALTAS	- 79,65780000000	- 4,00031000000
Bella Maria	Calvas	- 79,61030000000	- 4,19718000000

Tabla3. Comunidades visitadas en la provincia de Manabí

COMUNIDADES	Cantón	Coordenadas X	Coordenadas Y
Ambache Chico	SAN VICENTE	- 80,389800000000	- 0,462400000000
Balza Abajo	PICHINCHA	- 79,973200000000	- 0,987510000000
Balzar	CHONE	- 80,073020000000	- 0,490100000000
Cajones El Achiote	EL CARMEN	- 79,453440000000	- 0,303440000000
Callejon Santa Rita	24 DE MAYO	- 80,418080000000	- 1,228610000000
Caña Brava	PAJAN	- 80,391330000000	- 1,545750000000
Cañitas	JIPIJAPA	- 80,517790000000	- 1,239450000000
Cerro Copeton	MONTECRISTI	- 80,581500000000	- 1,054500000000
Chande	JIPIJAPA	- 80,532310000000	- 1,320330000000
Cheve arriba	PEDERNALES	- 79,891620000000	- 0,093500000000
Cheve en medio	PEDERNALES	- 79,917120000000	- 0,129650000000
Chila	FLAVIO ALFARO	- 79,809750000000	- 0,296360000000
Chita	SAN VICENTE	- 80,331000000000	- 0,480560000000
Cholote	PEDERNALES	- 80,073870000000	- 0,068130000000
Danzarin	ROCAFUERTE	- 80,334500000000	- 0,929730000000
Dislabon	CHONE	- 80,106800000000	- 0,392900000000
El Porvenir	PAJAN	- 80,223490000000	- 1,503840000000
El Remojo	SAN VICENTE	- 80,344700000000	- 0,420010000000
El Toro	SUCRE	- 80,356400000000	- 0,735340000000
Estero Seco	JAMA	- 80,341400000000	- 0,323870000000
Guajil	OLMEDO	- 80,263940000000	- 1,436580000000
Guale	PUERTO LOPEZ	- 80,741420000000	- 1,678550000000
Humedal	SAN VICENTE	- 80,320000000000	- 0,409720000000
La America	JIPIJAPA	- 80,529710000000	- 1,433880000000
La Curia	PAJAN	- 80,386870000000	- 1,561970000000

La Envidia	SUCRE	- 80,360000000000	- 0,707960000000
La Mina	PEDERNALES	- 79,938830000000	- 0,050670000000
Ladera De Noboa	24 DE MAYO	- 80,400250000000	- 1,405150000000
Liguiqui	MANTA	- 80,884700000000	- 1,033520000000
Mariscal Sucre	JIPIJAPA	- 80,541790000000	- 1,438970000000
Moralito	JUNIN	- 80,191800000000	- 0,940070000000
Murucumba	BOLIVAR	- 80,119330000000	- 0,920030000000
Pacoché	MANTA	- 80,868000000000	- 1,046530000000
Palmeras Unidas	EL CARMEN	- 79,564820000000	- 0,291630000000
Pechiche Abajo	SUCRE	- 80,378700000000	- 0,751270000000
Piedra Fina	PICHINCHA	- 80,029520000000	- 1,084190000000
Piñuela	TOSAGUA	- 80,169620000000	- 0,795810000000
Punta Larga	JAMA	- 80,321300000000	- 0,320120000000
Rio Canoa	SAN VICENTE	- 80,391500000000	- 0,467880000000
Rio Javier	FLAVIO ALFARO	- 80,004550000000	- 0,412870000000
Roma	TOSAGUA	- 80,327000000000	- 0,735990000000
San Francisco	JIPIJAPA	- 80,539390000000	- 1,268360000000
San Isidro	PUERTO LOPEZ	- 80,731770000000	- 1,465830000000
San Ramon	SUCRE	- 80,436000000000	- 0,789950000000
San Roque	OLMEDO	- 80,168490000000	- 1,373300000000
Sandial	JIPIJAPA	- 80,547650000000	- 1,242420000000
Santa Rosa	PEDERNALES	- 80,072240000000	- 0,123880000000
Santa Rosa	PEDERNALES	- 79,927940000000	- 0,039570000000
Santa Rosa de las Palmas	MONTECRISTI	- 80,602200000000	- 1,061190000000
Santo Tomas	JAMA	- 80,316800000000	- 0,343420000000
Sasay	SANTA ANA	- 80,359860000000	- 1,174290000000
Tabiasso	PEDERNALES	- 80,048230000000	- 0,098520000000

Tablada De Algodon	JUNIN	- 80,19870000000	- 0,97751000000
Tablada El Moral	SANTA ANA	- 80,06853000000	- 1,07731000000
Tomas Chila	PEDERNALES	- 80,07176000000	- 0,19654000000
Valarezo	PICHINCHA	- 79,85157000000	- 1,06013000000
Vueltas Largas		- 80,74800000000	- 1,69200000000
Cruz Alta	PORTOVIEJO	- 80,26979000000	- 1,00466000000
Pimpiguasi	PORTOVIEJO	- 80,36640000000	- 1,01147000000
San Gregorio	PORTOVIEJO	- 80,23340000000	- 1,03619000000
El Bejuco	PORTOVIEJO	- 80,34460000000	- 0,97258000000
La Cienega	PORTOVIEJO	- 80,35900000000	- 1,02000000000
San Gabriel	PORTOVIEJO	- 80,37920000000	- 1,01270000000
Naranjo Adentro	PORTOVIEJO	- 80,32200000000	- 0,96300000000
La Encantada	PORTOVIEJO	- 80,26920000000	- 1,00411000000
Quebrada de Maconta	PORTOVIEJO	- 80,36300000000	- 1,06000000000
Jesus Maria	PORTOVIEJO	- 80,22380000000	- 1,02653000000
Maconta Abajo	PORTOVIEJO	- 80,37810000000	- 1,08480000000
La Mocora	PORTOVIEJO	- 80,41500000000	- 1,10100000000
El Cade	PORTOVIEJO	- 80,39437000000	- 1,10890000000
Agua Blanca	PUERTO LOPEZ	- 80,73008000000	- 1,53559000000
Cadialito	JAMA	- 80,23122000000	- 0,31847000000
Daca2	CHONE	- 80,15165000000	- 0,52444000000
El Mirador	CHONE	- 79,98618000000	- 0,60136000000
Estero de Noche Arriba	SANTA ANA	- 80,14672000000	- 1,29414000000
La Brava	EL CARMEN	- 79,64034000000	- 0,31489000000
La Isla	CHONE	- 80,00292000000	- 0,50695000000
La Mocora	SAN VICENTE	- 80,24347000000	- 0,48866000000
Las Cañas	FLAVIO ALFARO	- 79,93759000000	- 0,45858000000

Las Lajas	CHONE	- 79,93186000000	- 0,56801000000
La Sandia	CHONE	- 79,93527000000	- 0,56293000000
Limon de Procel	PAJAN	- 80,40605000000	- 1,63035000000
Los Cruces	MONTECRISTI	- 80,85827000000	- 1,15622000000
Lozas Adentro	PORTOVIEJO	- 80,12744000000	- 1,02804000000
Palmital	PAJAN	- 80,56769000000	- 1,55774000000
Pepa de Uso	JIPIJAPA	- 80,59863000000	- 1,54358000000
Rio Blanco	PUERTO LOPEZ	- 80,74901000000	- 1,59765000000
San Roque	FLAVIO ALFARO	- 79,83376000000	- 0,39103000000
Sosote	ROCAFUERTE	- 80,48102000000	- 0,96213000000

Tabla 4. Lista de comunidades donde hay presencia de *R. ecuadoriensis* en Loja

Cantón	Comunidades	Coordenadas X	Coordenadas Y
CELICA	Algarrobillo	-80,064370	-4,172300
CHAGUARPAMBA	Buena Vista	-79,723300	-3,891270
PALTAS	Coamine	-79,611200	-4,129420
CALVAS	Chaquizhca	-79,590100	-4,232630
CALVAS	Guara	-79,579790	-4,250070
PALTAS	Higinda	-79,754300	-4,109260
GONZANAMA	San Jacinto	-79,353600	-4,092080
GONZANAMA	Santa Rita	-79,347200	-4,114290
PALTAS	Tacoranga	-79,707400	-4,111050
ESPINDOLA	Tundurama	-79,401900	-4,502230
PALTAS	Yamana	-79,699160	-4,002190
PALTAS	Zapotepamba	-79,775183	-4,046285
PALTAS	La Ramada	-79,747976	-4,050776
PALTAS	Macandamine	-79,725922	-4,014815
PALTAS	Sabanilla	-79,765657	-4,037949
PALTAS	El Limon	-79,811446	-4,049722
PALTAS	El Naranja	-79,739200	-4,029475
PALTAS	Mongara	-79,699160	-4,002194
PALTAS	Ashimingo	-79,730470	-4,043615
CELICA	Cienega	-80,097537	-4,210831
ZAPOTILLO	Cochas del Almendro	-80,278862	-4,200131
MACARA	Laguar	-80,023887	-4,318035
SOZORANGA	Nueva Fatima	-79,821799	-4,270248
GONZANAMA	Trigopamba	-79,497744	-4,310205
QUILANGA	Tuburo	-79,426871	-4,374088
QUILANGA	Galapagos	-79,434400	-4,352333
PUYANGO	Mangahurquillo	-80,271200	-4,051867
PALTAS	Naranja Dulce	-79,700583	-4,082133
QUILANGA	Pindo Alto	-79,440450	-4,405317
CATAMAYO	El Huayco	-79,322817	-4,091017
QUILANGA	Santa RosaQ	-79,418617	-4,396033
GONZANAMA	Chirimoyos	-79,545605	-4,129473
GONZANAMA	Santa Ester	-79,558190	-4,123885
PALTAS	Vega del Carmen	-79,590123	-4,106107
CHAGUARPAMBA	Yaguachi	-79,610783	-3,852421
CATAMAYO	La Extensa	-79,361833	-4,039500
PUYANGO	San Francisco	-80,171117	-4,007167
PALTAS	Bramaderos	-79,822342	-4,079349
ZAPOTILLO	Jaguay Grande	-80,145000	-4,259000
PALTAS	Sacapianga	-79,657800	-4,000310

Tabla 5. Lista de comunidades donde se ha reportado presencia de *R. ecuadoriensis* en Manabí

Cantón	Comunidades	Coordenadas X	Coordenadas Y
Portoviejo	Higuerón Adentro	-80,48064509830	-1,00466036224
Portoviejo	Mapasingue	-80,41272678710	-1,15650906392
Portoviejo	Mocora Adentro	-80,41428596620	-1,09837435475
Portoviejo	Naranjo Adentro	-80,43147549650	-1,09295309197
Portoviejo	Pachinche Adentro	-80,35357672130	-1,13838093769
Portoviejo	Pachinche Medio	-80,37476606710	-1,14621033425
Portoviejo	El Pollo	-80,37776194080	-1,15725212925
Portoviejo	Potrerrillo	-80,33501483020	-1,04199521640
Portoviejo	La Pita	-80,25562218790	-1,03764849259
Portoviejo	La Balsa	-80,24523127890	-1,03597761093
Portoviejo	Jesus Maria	-80,22337856280	-1,02516486382
Portoviejo	Agua Blanca	-80,26851725200	-1,06498388749
Portoviejo	Los Naranjos	-80,32048732610	-0,97842783689
Portoviejo	Las Chacras	-80,41898475490	-0,97441978601
Portoviejo	San Vicente	-80,32308841930	-1,08064269490
Portoviejo	Quebrada Grande	-80,38286973790	-0,97817712139
Portoviejo	Tomatal	-80,42099850170	-0,98108048085
Junin	Balsa Tumbada	-80,24862632210	-0,94616640487
Junin	Tablada El Algodon	-80,20136237030	-0,96864247221
Montecristi	Cerro de Hojas	-80,56549141480	-1,06520670142
Montecristi	La Laguna	-80,62541745040	-1,15232168721
Santana	Las Guaijas	-80,33102967560	-1,19310428452
Santana	El Nispero	-80,37517003520	-1,18140202239
Santana	Sasay Afuera	-80,36284498360	-1,17251437938
Santana	Sasay Adentro	-80,33426875000	-1,18046942705
Santana	Rio Platano	-80,14387673480	-1,15983163724
Sucre	El Blanco	-80,49978665900	-0,81889430237
24 de Mayo	Agua Amarga	-80,41264812220	-1,21566430915
Pajan	Porvenir	-80,22367356340	-1,49909592269
Pajan	Zota Grande	-80,27796880300	-1,55120010788
Pajan	Lascano	-80,22928248760	-1,53066131407
Tosagua	El Junco	-80,31915470390	-0,82136985547
Olmedo	Olmedo	-80,21121933620	-1,39581152417
Olmedo	La Clemencia	-80,22738452860	-1,41281834103
Portoviejo	Quebrada d Maconta	-80,36313446620	-1,06063878139
Portoviejo	La Paja	-80,20377144380	-1,01678324650
Portoviejo	Quebrada Boqueron	-80,24338174100	-1,02316846399
Portoviejo	Tablada Cañales	-80,21120763550	-0,99598183197
Portoviejo	El Pasaje de Alajuela	-80,26136206240	-1,05003095934

Portoviejo	Quebrada Los Tigres	-80,31096319130	-0,96159390167
Olmedo	Quebrada Boqueron	-80,19181293130	-1,36043401873
Portoviejo	La Majagua	-80,27719560220	-0,98028696224
Portoviejo	Cada Fuego	-80,32855612070	-0,98904394719

Tabla 6. Localidades de Sto. Domingo de los Tsachilas que reportaron presencia de *R. ecuadoriensis*

Cantón	Comunidades	Coordenadas X	Coordenadas Y
Santo Domingo de los Colorados	San Jose de las Juntas	- 79,46300000000	- 0,14000000000
Santo Domingo de los Colorados	Bella vista	- 79,49600000000	0,04500000000
Santo Domingo de los Colorados	Palma Sola	- 79,34800000000	- 0,16700000000
Santo Domingo de los Colorados	El Triunfo	- 79,35400000000	- 0,18900000000
Santo Domingo de los Colorados	Montañita	- 79,35400000000	- 0,18900000000

Tabla 7. Variables climáticas del BioClim

- BIO1 = Annual Mean Temperature
- BIO2 = Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))
- BIO3 = Isothermality (BIO2/BIO7) (* 100)
- BIO4 = Temperature Seasonality (standard deviation *100)
- BIO5 = Max Temperature of Warmest Month
- BIO6 = Min Temperature of Coldest Month
- BIO7 = Temperature Annual Range (BIO5-BIO6)
- BIO8 = Mean Temperature of Wettest Quarter
- BIO9 = Mean Temperature of Driest Quarter
- BIO10 = Mean Temperature of Warmest Quarter
- BIO11 = Mean Temperature of Coldest Quarter
- BIO12 = Annual Precipitation
- BIO13 = Precipitation of Wettest Month
- BIO14 = Precipitation of Driest Month
- BIO15 = Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)
- BIO16 = Precipitation of Wettest Quarter
- BIO17 = Precipitation of Driest Quarter
- BIO18 = Precipitation of Warmest Quarter
- BIO19 = Precipitation of Coldest Quarter

Fuente: <http://www.worldclim.org/bioclim>

ANEXOS

Encuesta de vivienda	
Chagas en Ecuador	
# Estudio	B <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Grupo <input type="text"/> Fecha <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 2 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	día mes año
<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Localidad	Cantón Código Cantón
<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Provincia	Código de la vivienda
Jefe de Familia	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
	Nombres Apellidos
Sección A. Información geográfica	
A1. Latitud (en grados decimales)	<input type="text"/> °
A2. Longitud (en grados decimales)	<input type="text"/> °
A3. Altitud (en metros)	<input type="text"/>
Sección B. Servicios	
B1. ¿Cuántos dormitorios tiene su casa?	<input type="text"/>
B2. ¿Cuántas personas duermen en la casa?	<input type="text"/>
B3. ¿Tiene servicio higiénico en la casa?	<input type="text"/>
	1= SI 2= NO
Sección C. Material predominante de la casa	
C1. Techo o cubierta	<input type="text"/>
	1 Losa 2 Asbesto o eternit 3 Zinc 4 Teja 5 Paja, palma, o similares 6 Otros, especifique
C2. Paredes	<input type="text"/>
	1 Hormigón, ladrillo o bloque 2 Adobe o tapia 3 Madera 4 Caña guadua revestida 5 Bahareque 6 Caña guadua no revestida
C3. Piso	<input type="text"/>
	1 Entablado rústico 2 Parquet 3 Baldosa o vinyl 4 Ladrillo o cemento 5 Caña guadua 6 Tierra 7 Otros materiales _____
Sección D. Intervención	
D1.1. ¿Ha fumigado Ud. Mismo su casa?	<input type="text"/>
	1= SI 2= NO
D1.2. ¿Hace cuánto tiempo?	<input type="text"/>
Sección E. Tiene animales domésticos dentro o cerca de la casa	
E1.1. gallinas o palomas u otras aves?	<input type="text"/>
	1= SI 2= NO
E1.2. ¿Cuántas gallinas u otras aves?	<input type="text"/>
E2.1. perros?	<input type="text"/>
	1= SI 2= NO
E2.2. ¿Cuántos perros?	<input type="text"/>
E3.1. cuyes?	<input type="text"/>
	1= SI 2= NO
E3.1. ¿Cuántos cuyes?	<input type="text"/>
E3.1. gatos?	<input type="text"/>
	1= SI 2= NO
E3.2. ¿Cuántos gatos?	<input type="text"/>
Datos del responsable	
Nombre	<input type="text"/>
Firma	_____

V 1.1 13 de Junio de 2013

Estudio B007

Anexo 1. Formulario de recolección de datos de vivienda

Ficha Entomológica para visitas a casas			
Estudio	[B]	Grupo	[]
			Fecha [/ / 2]
	Localidad	GPS	Cantón
	MANABI	Camara	[]
	Provincia		Código de la casa
Jefe de Familia	Nombres Apellidos		
Sección A (la casa será considerada positiva cuando se encuentre un triatomino vivo) <input type="checkbox"/>			
1=Cerrada 2=Renueve 3=Deshabitada 4=No infestada 5=Infestada			
Sección B. Infestación intradomiciliar		Sección C. Infestación peridomiciliar	
B1. Alguno de los triatominos fue encontrado en el intradomicilio? 1=SI 2=NO		C1. Alguno de los triatominos fue encontrado en el peridomicilio? 1=SI 2=NO	
B2. Cuántos triatominos fueron encontrados en el intradomicilio		C2. Cuántos triatominos fueron encontrados en el peridomicilio	
B3. Qué especie fue encontrada en el intradomicilio		C3. Qué especie fue encontrada en el peridomicilio	
Especie		Especie	
Huevos [] Ninfas [] Adultos []		Huevos [] Ninfas [] Adultos []	
Huevos [] Ninfas [] Adultos []		Huevos [] Ninfas [] Adultos []	
Huevos [] Ninfas [] Adultos []		Huevos [] Ninfas [] Adultos []	
Huevos [] Ninfas [] Adultos []		Huevos [] Ninfas [] Adultos []	
B4. Lugar exacto dónde se encontraron los triatominos		C4. Lugar exacto dónde se encontraron los triatominos	
.....		
Sección D. Rociamiento de la vivienda		CTR= numero de cargas para rociamiento <input type="checkbox"/>	
D1. La casa fue rociada? 1=SI 2=NO		D3. Cuantos gramos de insecticida fueron utilizados <input type="checkbox"/>	
D2. Cálculo de la carga total de insecticida		D4. Nombre del Rociador	
A= ancho de la casa <input type="checkbox"/>		
H= alto de la casa <input type="checkbox"/>			
L= Largo de la casa <input type="checkbox"/>			
Datos del Responsable		Firma	
Nombre _____		_____	
versión 1.0 21 de junio de 2009		1 de 1	
		estudio B01	

Anexo 2. Formulario de recolección de datos entomológicos.