PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Análisis y comparación morfométrica de cabezas y alas de cuatro especies de *Panstrongylus* en tres provincias endémicas para la Enfermedad de Chagas en el Ecuador

Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas

MARCO ISRAEL OROZCO PASACA

Quito, 2013

CERTIFICADO

Yo, Anita Villacís Directora de Tesis, CERTIFICO: Que el Señor Marco Israel Orozco Pasaca, ha realizado la investigación con el tema "**Análisis y comparación morfométrica de cabezas y alas de cuatro especies de *Panstrongylus* en tres provincias endémicas para la Enfermedad de Chagas en el Ecuador"** de acuerdo a las normas y técnicas establecidas. Una vez concluida y revisado el trabajo, conforme con las disposiciones reglamentarias, autorizo la presentación del informe respectivo.

Fecha: 30 de Enero del 2013

_____

DIRECTORA

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue posible gracias a la colaboración y el apoyo de varias personas e instituciones. En primer lugar quiero agradecer a mi familia, Ligia, Marco y Cristian, quienes supieron inculcarme desde pequeño los valores necesarios para llegar a ser una persona de bien, a ellos les debo su incondicional apoyo y amor en todo momento, dándome las fuerzas, el valor y el ánimo para poder realizar y concluir este trabajo.

Quiero agradecer sinceramente a la Dra. Anita Villacís, directora de tesis, por su excelente apoyo a lo largo de mi permanencia en el CIEI, y en la realización del trabajo de tesis, además me abrió las puertas a una perspectiva social de la biología y de la investigación científica, trabajando para la gente que más lo necesita.

Muchas gracias a la gente muy cercana a mí, Ingrid Vera, Rosita Aguinaga, Vadim Rovaina, Andrés Garcés, Andrés Mora, Javier Sarmiento, Ramón Zambrano, Nelly Muñoz, Andrea Zamorano, Karina Gomez, Doyle Beaty, Alejandro Saá, Fernanda Latorre, Andrea Zurita, Carla Rubio, que supieron darme apoyo, levantándome de momentos difíciles y brindándome los ánimos y la esperanza para continuar.

Quiero darle las gracias al Dr. Grijalva y a todos mis colegas que forman parte del CIEI por permitirme conformar esta institución, cuya labor es de gran importancia para combatir las enfermedades que aquejan a nuestro país y a nuestro continente.

También quiero agradecerle a la Dra. Verónica Crespo y al M.Sc. Álvaro Barragán, quienes fueron los revisores del presente trabajo, por su dedicación y apoyo.

A los miembros que pertenecen y pertenecieron al insectario, Oscar Suing, Katherine Mosquera, Dino Sánchez, Andriana Morocho, Anabel Padilla, Santiago Cadena, Wagner Solórzano y Paúl Briones, con los que conformamos un buen grupo de trabajo, y un especial agradecimiento a Sofía Muñoz, quien junto con Anita Villacís, me enseñaron prácticamente todo lo que se sobre entomología médica.

Un sincero agradecimiento a los miembros del Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM), quienes junto con estudiantes de la Universidad de Ohio realizaron las labores de recolección de las muestras utilizadas en el presente trabajo.

También un agradecimiento inmenso a las personas de las diferentes comunidades, quienes supieron mostrar su generosa ayuda, hospitalidad y confianza.

Para terminar quiero agradecer a las instituciones que hicieron posible el presente trabajo, a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, que me formó como profesional; al Centro Regional de Entrenamiento en Enfermedades Tropicales I 1475, que financió el presente trabajo; Instituto de Enfermedades Tropicales de la Universidad de Ohio; al Ministerio de Salud Pública del Ecuador por su colaboración con personal del SNEM para la recolección de las muestras.

TABLA DE CONTENIDOS

Agradecimientos v

Tabla de Contenidos viii

Lista de Figuras xiii

Lista de Anexos xvi

1. Resumen 1

2. Abstract 3

3. Introducción 5

3.1. Enfermedad de Chagas 5

3.1.1. Vías de Transmisión 6

3.1.2. Ciclo de Vida de *Trypanosoma cruzi* 7

3.1.3. Enfermedad de Chagas en Latinoamérica y el Ecuador 8

3.2. Insectos Transmisores de la Enfermedad de Chagas 9

3.2.1. Clasificación y Sistemática 10

3.2.2. Distribución de Triatominos En El Ecuador 11

3.2.3. Género *Panstrongylus* en Latinoamérica y Ecuador 12

3.2.4. Ciclo de Vida de Triatominos y del Género *Panstrongylus* 13

3.3. Descripción de *Panstrongylus chinai* 14

3.4. Descripción de *Panstrongylus howardi* 15

3.5. Descripción de *Panstrongylus rufotuberculatus* 16

3.6. Descripción de *Panstrongylus geniculatus* 16

3.7. Morfometría Geométrica 17

3.7.1. Utilidades de Análisis de la Morfometría Geométrica 19

3.7.2. Tamaño y Forma 20

3.7.3. Puntos Anatómicos (Landmarks, LM). 21

3.8. Importancia del estudio del Género *Panstrongylus* como Transmisor de la Enfermedad de Chagas en Ecuador 22

3.9. Objetivos 23

3.9.1. Objetivos Específicos 23

4. Materiales y Métodos 26

4.1. Área de Estudio 26

4.1.1. Provincia de Manabí 26

4.1.2. Provincia de Loja 28

4.1.3. Provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas 29

4.2. Recolección y Mantenimiento de Muestras 30

4.3. Definiciones Operacionales de las Variables 32

4.4. Selección y Tamaño de Muestras 32

4.4.1. Tamaño de Muestra 33

4.5. Preparación de Material y Toma de Puntos Anatómicos (LM) 33

4.5.1. Preparación de Hemiélitro derecho y toma de Puntos Anatómicos (LM) 34

4.5.2. Preparación de Cabezas y toma de Puntos Anatómicos (LM) 35

4.6. Morfometría Geométrica de Hemiélitro derecho y Cabezas 36

4.6.1. Tamaño del Centroide 37

4.6.2. Superposición de Procrusters para el Análisis de Tamaño y Conformación de Alas 37

5. Resultados 39

5.1. Análisis Morfométrico de Hemiélitro derecho de cuatro Especies de *Panstrongylus* 39

5.1.1 Variación Interespecífica de las Cuatro Especies [Tamaño (CS) Y Forma] 39

5.1.2. Variación Intraespecífica de Hemiélitro derecho de las cuatro Especies de *Panstrongylus*, Tamaño (CS) y Forma 40

5.1.2.1. Dimorfismo Sexual de *P. chinai* 40

5.1.2.2. Dimorfismo Sexual de *P. howardi* 40

5.1.2.3. Dimorfismo Sexual de *P. rufotuberculatus* 41

5.1.2.3.1. Dimorfismo Sexual de *P. rufotuberculatus* de la Provincia de Loja 41

5.1.2.3.2. Dimorfismo Sexual de *P. rufotuberculatus* de la Provincia de Manabí**.** 41

5.1.2.4. Dimorfismo Sexual de *P. geniculatus* 42

5.1.2.5 Diferenciación Morfométrica entre Poblaciones de *P. rufotuberculatus* de las Provincias de Loja y Manabí 42

5.1.2.6. Comparación Morfométrica entre *P. chinai* y *P. howardi* 43

5.2. Análisis Morfométrico de Cabezas de *P. chinai, P. howardi, P. rufotuberculatus* y *P. geniculatus*. 44

5.2.1 Variación Interespecífica de las cuatro Especies 44

5.2.2. Variación Intraespecífica de las cuatro Especies de *Panstrongylus* 45

5.2.2.1. Dimorfismo Sexual de *P. chinai* 45

5.2.2.2. Dimorfismo Sexual de *P. howardi* 45

5.2.2.3. Dimorfismo Sexual de *P. rufotuberculatus* 46

5.2.2.3.1. Dimorfismo Sexual de *P. rufotuberculatus* de la Provincia de Loja 46

5.2.2.3.1. Dimorfismo Sexual de *P. rufotuberculatus* de la Provincia de Manabí 46

5.2.2.4. Dimorfismo Sexual de *P. geniculatus* 47

5.2.2.5 Diferenciación Morfométrica entre Poblaciones de *P. rufotuberculatus* de Loja y Manabí 47

5.1.2.6. Comparación Morfométrica entre *P. chinai* y *P. howardi* 48

6. Discusión 49

6.1. Análisis Morfométrico de Alas y Cabezas de cuatro Especies de *Panstrongylus* (*P. chinai, P. howardi, P. rufotuberculatus* y *P. geniculatus)* 49

6.2. Análisis Intraespecífico, Dimorfismo Sexual de las cuatro especies de *Panstrongylus* 52

6.3. Análisis Intraespecífico entre las Poblaciones de la provincia de Loja y Manabí de la especie *P. rufotuberculatus* 53

6.4. Diferencia Morfométrica entre *Panstrongylus chinai* y *P. howardi* 55

7. Literatura Citada 58

8. Figuras 64

9. Tablas 88

10. Anexos 100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de *Trypanosoma cruzi* en el insecto transmisor y mamíferos hospederos. 65

Figura 2. Distribución de *Panstrongylus chinai* en el Ecuador..... 66

Figura 3. Distribución de *Panstrongylus howardi* en el Ecuador 67

Figura 4. Distribución de *Panstrongylus rufotuberculatus* en el Ecuador 68

Figura 5. Distribución de *Panstrongylus geniculatus* en el Ecuador 69

Figura 6. Mapa indicando las provincias y comunidades en las que fueron recolectados los especímenes de las cuatro especies, durante los años 2005, 2007, 2008, 2009 y 2010…....70

Figura 7. Ala (hemiélitro) derecho 71

Figura 8. Vista dorsal de la cabeza de una de las especies analizadas (*P. chinai*)..... 72

Figura 9. Análisis discriminante, mapa factorial. Diferenciación a nivel interespecífico, análisis de alas, de las cuatro especies y dendrogramas..... 74

Figura 10. Diferenciación interespecífica entre las cuatro especie, tamaño (CS) del hemiélitro derecho ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 11. Mapa factorial, variación sexual en *P. rufotuberculatus* de Loja y Manabí y diferenciación sexual de tamaño (CS) de *P. rufotuberculatus* de Loja y Manabí..... 75

Figura 12. Análisis discriminante, mapa factorial, dendrogramas y diferenciación a nivel intraespecífico de la poblaciones de Loja y Manabí, de *P. rufotuberculatus*, análisis de hemiélitro derecho. 76

Figura 13. Diferenciación intraespecífica de tamaño (CS) de las alas analizadas de las poblaciones de Loja y Manabí de *P. rufotuberculatus*..... 77

Figura 14. Diferenciación a nivel interespecífico de las especies *P.chinai* y *P. howardi* en hemiélitro derecho, análisis discriminante, mapa factorial, dendrogramas..... 78

Figura 15. Diferenciación interespecífica de tamaño (CS) de *P. chinai* y *P. howardi* 79

Figura 16. Diferenciación morfológica interespecífica en cabezas de las cuatro especies. Análisis discriminante, mapa factorial y dendrogramas..... 80

Figura 17. Diferenciación interespecífica entre las cuatro especie, tamaño (CS) de cabezas. 80

Figura 18. Mapa factorial, variación sexual en cabezas de *P. chinai* y diferenciación sexual de tamaño (CS)..... 82

Figura 19. A. Mapa factorial, variación sexual en cabezas de *P. howardi* y diferenciación sexual de tamaño (CS)..... 83

Figura 20. Mapa factorial, variación sexual en cabezas de *P. rufotuberculatus*, de la provincia de Loja y diferenciación sexual de tamaño (CS)..... 84

Figura 21. Diferenciación a nivel intraespecífico de la poblaciones de Loja y Manabí, pertenecientes a la especie *P. rufotuberculatus*, análisis de cabezas. Análisis discriminante, mapa factorial y dendrogramas..... 84

Figura 22. Diferenciación intraespecífica de tamaño (CS) de las cabezas analizadas de las poblaciones de Loja y Manabí de *P. rufotuberculatus*..... 86

Figura 23. Diferenciación a nivel interespecífico de las especies *P.chinai* y *P. howardi*, análisis de cabezas. Análisis discriminante, mapa factorial y dendrograma..... 87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género Panstrongylus……..…….89

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Programa Collection of COOrdinates (COO v80)..... 101

Anexo 2. Programa TableSpace Tabulations (TETv80) 102

Anexo 3. Programa Morphometric Geometrics (MOGwin v80) 103

Anexo 4. Programa PAD v80,..... 104

Anexo 5. Glosario……105

1. RESUMEN

La Enfermedad de Chagas (ECh), es considerada como una enfermedad de gran impacto en Latinoamérica. Las principales especies consideradas de importancia epidemiológica en el Ecuador son *Rhodnius ecuadoriensis* y *Triatoma dimidiata*. Sin embargo, especies del género *Panstrongylus* han ganado relevancia, para ser profundizadas a nivel ecológico, biológico, fenotípico y molecular. Este estudio tiene como objetivo realizar un análisis morfométrico de alas y cabezas de las especies *P. chinai*, *P. geniculatus*, *P. howardi* y *P. rufotuberculatus*, buscando diferencias intra e interespecíficas. Estas especies fueron recolectadas en tres provincias del Ecuador (Loja, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas). Se analizaron 134 alas (hemiélitros) derechas de individuos de las especies antes mencionadas, y un total de 117 cabezas. Los programas utilizados para realizar los análisis paramétricos y no paramétricos fueron COOwin, TETwin, MOGwin y PADwin. Como resultados, se encontraron diferencias significativas en el análisis realizado en las cuatro especies, con una similitud entre *P. chinai* y *P. howardi*. En el análisis intraespecífico de alas entre machos y hembras de las cuatro especies, no encontramos dimorfismo sexual, con excepción de *P. rufotuberculatus*, mientras que en el análisis de cabezas, *P. chinai* y *P. howardi* mostraron dimorfismo sexual. Por otra parte, las poblaciones de Loja y Manabí de la especie *P. rufotuberculatus* mostraron diferencias significativas tanto en los análisis de alas como el de cabezas, dando un valor de lambda Wilks muy inferior a 1. Al comparar a las especies *P. chinai* y *P. howardi*s, presentaron diferencias significativas en alas y cabezas. Existe diferencia significativa entre las cuatro especies,

analizando alas y cabezas. En el caso de dimorfismo sexual, los análisis morfométricos de alas mostraron resultados diferentes a los de cabezas, mientras que, en el análisis intraespecíficos de dos poblaciones de P. rufotuberculatus, ambos análisis mostraron resultados similares, diferencias significativas. El estudio de la morfometría en alas y cabezas de las especies analizadas es un buen indicador para su identificación y diferenciación de triatominos. Investigaciones como esta, son de suma importancia para el conocimiento de la ecología de estos insectos transmisores, lo que contribuye, a la planificación de estrategias de control vectorial para combatir la ECh.

Palabras claves: *Panstrongylus*, Enfermedad de Chagas, Morfometría geométrica, morfometría alar, morfometría de cabezas, Triatominos, Ecuador

2. ABSTRACT

Chagas Disease (ChD) is a disease with a huge impact in Latin-American countries. The principal vector species that have epidemiological importance in Ecuador are *Rhodnius ecuadoriensis* and *Triatoma dimidiata*. However, species from the genus *Panstrongylus* have become relevant to be studied at ecological, biological, phenotypical, and molecular levels. The objective of this research was to do morphometric analysis of wings and heads of *P. chinai*, *P. geniculatus*, *P. howardi* and *P. rufotuberculatus* to find intra and interspecific differences among these species. Those species are distributed in three provinces of Ecuador (Loja, Manabí and Santo Domingo de los Tsáchilas). We analyzed 134 right wings (hemelytra) of the species before mentioned and an overall of 117 heads. The software used for the parametric and non-parametric analyses were COOwin, TETwin, MOGwin and PADwin. In our results, showed significant differences in the wings and heads of the four specieswe found similarities between *P. chinai* and *P. howardi*. In the intraspecific analyses there were no differences between the wings of males and females of the four species, we didn't find statistical differences, except *P. rufotuberculatus*, On the other hand, intraspecific heads showed sexual dimorphism in *P. chinai* and *P. howardi*. When comparing different populations of the same species, we found significant differences, both in the heads and wings of *P. rufotuberculatus* form Loja and Manabí. Also, there were significant differences between *P. chinai* and *P. howardi* by analyzing the wings and heads. The morphometric analysis of wings and heads showed different results in the case of sexual dimorphism, whereas, in the analysis of intraspecific different populations both analyzes showed similar results. Morphometric research in wings and

heads of the analyzed species proved to be a powerful tool for identification and differentiation. Research such as this, are extremely important for understanding the ecology of the insect transmitters and contributing for the planning vector control strategies to combat the Chagas disease.

Keywords: *Panstrongylus*, Chagas disease, Geometrics morphometrics, wing morphometrics, head morphometric, Triatomines, Ecuador

3. INTRODUCCIÓN

3.1. ENFERMEDAD DE CHAGAS

La Enfermedad de Chagas (ECh), afecta a gran parte de Latinoamérica, pero su característica epidemiológica, manifestación, prevalencia, patología clínica, características del parásito, vectores y reservorios varían de un área a otra. Esta enfermedad tiene una estrecha relación con el aspecto socio-económico de los sectores que afecta (WHO, 2002).

Es una enfermedad parasítica causada por el protozoario *Trypanosoma cruzi*, que se encuentra predominantemente en los trópicos, donde los factores climático, social y económico facilitan su propagación (Remme *et al*., 2006). Esta enfermedad es transmitida principalmente por triatominos hematófagos (Moncayo y Ortiz, 2006; CFSPH, 2009).

La ECh consta de dos fases, la fase aguda que dura entre 6 y 8 semanas, y después de algunos años inicia la fase crónica (Moncayo y Ortiz, 2006). La fase aguda de esta enfermedad es asintomática, por lo general. Muy severa entre niños menores de 2 años y es fatal para pacientes con insuficiencia cardíaca, miocarditis y meningoencefalitis. La fase crónica está asociada con una gran tasa de mortalidad causada por anomalías que afectan al corazón y al colon. Esta fase presenta generalmente una forma indeterminada entre asintomático y sintomático, con síntomas parecidos a los de la gripe (Teixeira *et al*., 2009).

La ECh fue descubierta en el año 1909 por Carlos Chagas, quién descubrió tanto al parásito (*Trypanosoma cruzi*), vector (insecto transmisor), el reservorio y elementos involucrados en el ciclo de transmisión. En el año de 1912, se reportó al armadillo *Dasypus novemcinctus*, como reservorio silvestre de *T. cruzi*, en este mismo ecotopo, se encontró a individuos de la especie *Panstrongylus geniculatus*, con esto se definió el ciclo silvestre de la enfermedad. En 1924, estudios en monos infectados permitieron describir al parásito. Posteriormente, en 1916 y 1922 se realizaron las descripciones clínicas anatomopatológicas y la descripción patogénica de las fases aguda y crónica (Coura y Días, 2009).

3.1.1. VÍAS DE TRANSMISIÓN

La enfermedad de Chagas es transmitida por varios mecanismos, el principal es la transmisión vectorial, que constituye el 70% de los casos. También se puede transmitir por transfusiones de sangre, por vía oral, por ingestión de alimentos contaminados y por vía transplacentaria. También, aunque en menor grado, se da la transmisión por accidentes en laboratorio, trasplantes de órganos, manejo de animales infectados, transmisión sexual, contacto con de una herida con material infectado, contacto con esperma o fluidos menstruales contaminados (Coura y Días, 2009).

La transmisión vectorial se da después de que el triatomino se ha alimentado con sangre del hospedero. Cuando el vector defeca el material fecal que contiene al parásito *T. cruzi*, la solución de continuidad de la piel y la acción de rascarse, por parte del hospedero, hacen posible el ingreso del parásito al hospedero infectándolo (OPS, 2002).

3.1.2. CICLO DE VIDA DE *Trypanosoma cruzi*

El protozoo, *Trypanosoma cruzi*, presenta 4 estadios en todo su ciclo de vida, para que se cumplan dichos estadios es necesario la presencia del vector y del hospedero (Figura 1).

En primer lugar, los tripomastigotes metacíclicos invaden determinados tejidos del hospedero, en donde se convierten en amastigotes, estos presentan varios ciclos de división binaria. Posteriormente, los amastigotes se diferencian a tripomastigotes, los cuales retornan al torrente sanguíneo mediante la lisis de la cédula hospedera, a estos se los conoce como tripomastigotes sanguíneos, los mismos que pueden infectar a otras células o ser ingeridos por el insecto transmisor o vector. En el intestino del vector los tripomastigotes sanguíneos se diferencian en epimastigotes, ésta es la forma replicativa y no es infecciosa, en su permanencia en el tracto digestivo del insecto, los epimastigotes se diferencian en tripomastigotes metacíclicos con lo que el ciclo vital de *T. cruzi* finaliza (Pereira *et al.*, 2008).

3.1.3. ENFERMEDAD DE CHAGAS EN LATINOAMÉRICA Y EL ECUADOR

La ECh, ha sido catalogada como una de las enfermedades más graves de Latinoamérica, con un impacto socioeconómico significativo. Se estima que el número de personas infectadas oscila entre los 16 a 18 millones, y aproximadamente 100 millones de personas se encuentran en riesgo de infección (Dias *et al.*, 2002). En Latinoamérica, ha sido denominada como la principal causas de lesiones cardiacas en jóvenes y adultos que económicamente productivos (Moncayo y Silveira, 2009).

Según datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el número de infectados en el Ecuador llega a 180,000 personas aproximadamente, mientras que el 25% de la población se encuentra en riesgo de infección (OPS, 2004).

La prevalencia de esta enfermedad es de aproximadamente 1.38%, en la región sierra se estima 0.65%, en la costa 1.99% y en la región amazónica llega a 1,75%. No obstante, las estimaciones oficiales de la prevalencia de la ECh en el Ecuador, son al menos un 20 % menor a la cifra real. Se estima que 183 cantones del país se encuentran en riesgo, siendo mayor la tasa de prevalencia en las provincias de Loja y El Oro (Abad-Franch y Aguilar, 2003). La carga socioeconómica causada por ECh es muy alta, implicando gastos médicos, pérdida de productividad, que oscilan los 23 millones de dólares anuales, y las

pérdidas de vidas, discapacidad, muerte prematuras, que superan los 35.600 Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVADs) por año (Abad-Franch y Aguilar, 2003).

Existen cuatro iniciativas subregionales para combatir la ECh, estas son, la iniciativa del Cono Sur, de la subregión Andina, la Amazónica y la iniciativa centroamericana con el objetivo del control de esta enfermedad. Ecuador pertenece a la iniciativa de las subregiones Andina y Amazónica de prevención y control de la Enfermedad de Chagas de Sudamérica, cuyo compromiso, hasta el 2010, fue el de controlar el 100% de volúmenes de sangre donada, garantizar el tratamiento a todos los casos agudos que han sido diagnosticados y el de eliminación de especies domiciliares, en el Ecuador, se tomó el caso de *Triatoma dimidiata* (OPS. 2007).

El Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM), reactivó el Programa de Vigilancia y Control de la Enfermedad de Chagas, para cumplir los objetivos planteados en 1997, cuando se dio lugar a la Iniciativa de los Países Andinos y de la región Amazónica (Abad-Franch y Aguilar, 2003).

3.2. INSECTOS TRANSMISORES DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

La subfamilia Triatominae se la define por su hábito de alimentarse de sangre y por adaptaciones morfológicas asociadas a la búsqueda de un hospedero (alimento y refugio)

(Cruz *et al*., 2001). Hasta la actualidad se han reportado aproximadamente 140 especies, pertenecientes a cinco tribus y 17 géneros (Schofield y Galvão, 2009). Tienen una morfología típica de los hemípteros, con un pronoto alargado, cabeza subcilíndrica y un escutelo triangular, además, en los individuos adultos se puede observar la presencia de alas y de genitalia externa bien desarrollada (Marquardt *et al*., 2004).

3.2.1. CLASIFICACIÓN Y SISTEMÁTICA

La subfamilia Triatominae, perteneciente al orden Hemiptera, al suborden Heteroptera y a la familia Reduviidae, incluye a cinco tribus: Alberproseniini, Bolboderini, Cavernicolini, Rhodniini y Triatomini, de las cuales solo las dos últimas son de importancia para la salud pública, las cuales se diferencian por caracteres biológicos y fisiológicos. En la tribu Rhodniini se encuentran únicamente dos géneros, *Rhodnius* y *Psammolestes*, este último con tres especies que no son de importancia epidemiológica, El género *Rhodnius*, en cambio, abarca a especies de gran importancia epidemiológica. Se cree que la tribu Psammolestes se incluirá a la tribu Rhodniini, esto se debe a la relación que tiene con varios miembros con la tribu Rhodniini, en especial con la especie *R. prolixus* (Marquardt *et al*., 2005). Por otra parte, la tribu Triatomini, consta de siete géneros reportados. *Triatoma* es el más importante de este grupo, ya que todas las especies catalogadas como principales transmisores de la ECh pertenecen a este género, entre ellas tenemos a *T. infestans, T. brasiliensis, T. sordida, T. dimidiata*. Dentro de esta tribu tenemos también al género *Diptalogaster*, con una especie, al género *Eratyrus*, con dos especies, *Hermanlentia*

con solo una especie, *Linshcosteus* con seis especies, *Panstrongylus* que consta de 13 especies con gran importancia epidemiológica y por último al género *Paratriatom*a con una especie. (Schofield y Galvão, 2009).

3.2.2. DISTRIBUCIÓN DE TRIATOMINOS EN EL ECUADOR

Actualmente para Ecuador han sido reportadas un total de 16 especies de triatominos (Abad-Franch *et al*., 2001). En el país se tiene registros de triatominos en diecisiete de las veinticuatro provincias, aunque hay datos dudosos que podrían sugerir que se encuentren en más provincias, 13 especies son catalogados como vectores potenciales para la transmisión de la ECh (Abad-Franch *et al*., 2001; Grijalva y Villacis, 2009).

En el Ecuador las especies de mayor importancia epidemiológica para la ECh son *Triatoma dimidiata* y *Rhodnius ecuadoriensis*. Aunque *T. dimidiata* es una especie introducida, ha sido reportada en la mayoría de la región costa, principalmente en las provincias de Guayas y Manabí, mientras que *R. ecuadoriensis* se encuentra distribuida en varios sectores de la región costa y principalmente en los valles interandinos de las provincias de Loja y El Oro (Villacís *et al*., 2010). Sin embargo, debido a que algunas especies del género *Panstrongylus,* como *P. chinai*, *P. howardi*, *P. geniculatus, P. rufotuberculatus* y *P. herreri,* que anteriormente estaban limitadas a zonas silvestres, estas

se han extendido, habitando asentamientos humanos, su importancia epidemiológica ha aumentado notablemente (Abad, 2002; Magalhães *et al.*, 2003).

3.2.3. GÉNERO *Panstrongylus* EN LATINOAMÉRICA Y ECUADOR

El género *Panstrongylus*, está compuesto por 13 especies, son importantes transmisores de *T. cruzi*, en Centro y Sur América, algunas especies presentan poca diferencia morfológica, esto puede deberse a la adaptación a los diferentes ecotopos, ya sea en domicilio, peridomicilio o silvestre (Patterson *et al*., 2009).

Este género es considerado como el segundo más numeroso de la tribu Triatomini. Se encuentran ampliamente distribuidas, abarcando zonas desde México hasta Argentina, expandiéndose por 10 países, entre las especies más distribuidas tenemos a *P. lignarius, P. megistus*. Este género es considerado tradicionalmente como un grupo monofilético, aunque varios estudios moleculares han sugerido que éste tiene un origen polifilético (Crossa *et al*., 2002).

Por lo general, las especies pertenecientes a este género, están relacionadas con aves y mamíferos en hábitats silvestres, peridomiciliarios y domiciliarios. Existen varias hipótesis dentro de las especies de este género, como es el caso de *P. rufotuberculatus*,

cuyos caracteres morfológicos y coloración, difieren entre poblaciones (Crossa *et al*., 2002).

Las especies de mayor importancia epidemiológica son aquellas que están relacionadas con el hábitat domiciliar, estudios han demostrado que los miembros de este género son eficientes invasores y colonizadores, y se los va encontrando cada vez con mayor frecuencia en estos hábitats (Magalhães *et al.,* 2003).

3.2.4. CICLO DE VIDA DE TRIATOMINOS Y DEL GÉNERO *Panstrongylus*

Los triatominos son insectos hemimetábolos, con cinco estadios ninfales. Todos son hematófagos, necesitan de sangre para su nutrición y para la producción de huevos, requiriendo de al menos una alimentación para poder desarrollarse al siguiente estadio. Pueden permanecer largos periodos de ayuno (Marquardt *et al*., 2005). Entre 10 y 20 días posteriores a la cópula, la ovoposición se lleva a cabo, con un número de huevos que varía entre 100 y 600 (Castillo y Wolff, 2000). El tiempo que toma hasta la adultez depende de cada especie, de las condiciones en las que se encuentren y de la cantidad de alimento ingerido durante el desarrollo (Castillo y Wolff, 2000).

Rabinovich (1972), afirma que un factor importante, que define el tiempo de vida después de alcanzar el estadio adulto en los triatominos, es el sexo de los individuos, viviendo los machos 1,59 veces más que las hembras

En el caso específico del género *Panstrongylus*, datos no publicados de estudios realizados en *P. chinai*, señalan que cada estadio requiere de al menos una alimentación para mudar, y pasar al siguiente estadio. El tiempo entre un estadio y otro se va haciendo más prolongado, a lo largo del desarrollo. Cabe resaltar que esta especie un ciclo de vida anual.

3.3. DESCRIPCIÓN DE *Panstrongylus chinai*

Se encuentra distribuido en el sur del Ecuador, en las provincias de Loja y El Oro y en el norte del Perú (Abad-Franch *et al*., 2001) (Figura 2). Es una especie que se la considera, generalmente, de hábitos silvestres, pero con tendencias a colonizar ambientes domiciliarios (Cáceres *et al*., 2002). En el ambiente peridomiciliar, se encuentra relacionado con los nidos de gallinas, también se los suele encontrar en el interior de las viviendas, atraídas por las luces. (Carcavallo *et al*, 2009). Aunque estudios anteriores catalogaron a *P. chinai* como un vector principalmente silvestre, se han encontrado grandes índices de colonización, que permiten especular que esta especie podría ocupar el nicho de especies que estén bajo control vectorial (Grijalva *et al*., datos no publicados).

En cuanto a su morfología cabe resaltar que tiene un escutelo elongado, afilado apicalmente y subcilíndrico. Tiene una coloración negra, o de tonalidad marrón, con marcas rojizas en los ángulos humeral y submedial en el extremo posterior (Carcavallo *et al.*, 2009; Lent y Wygodzinsky, 1979) (Figura 3). Se la ha considerado como especie melánica de *P. howardi*, por su gran parentesco fenotípico (Lent y Wygodzinsky, 1979; Patterson et al., 2009).

3.4. DESCRIPCIÓN DE *Panstrongylus howardi*

Esta especie se encuentra restringida a sectores secos de la provincia de Manabí (Abad, *et al*., 2001) (Figura 3). Tiene hábitos silvestres y gran capacidad adaptativa a los diferentes microhábitats, como el peridomicilio e intradomicilio, donde se la ha encontrado frecuentemente. Aunque se desconoce su hospederos naturales, se lo considera un vector secundario para la ECh (Abad, *et al*., 2001; Grijalva *et al*., 2011).

Al referirnos a su morfología, el Corium tiene un color amarillo, con excepción de la base, donde presenta una membrana gris oscura, la sinlipsis tiene una longitud menor en comparación con el tamaño del ojo observado dosalmente, el femur carece de dentículos y presenta una protuberancia subapical (Figura 3) (Carcavallo *et al.*, 2009).

3.5. DESCRIPCIÓN DE *Panstrongylus rufotuberculatus*

Esta especies se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de Centroamérica y Suramérica, en Bolivia, Argentina, Brasil, Panamá, Ecuador, México y Colombia (Marín *et al.*, 2007). En el Ecuador se encuentra distribuida en las provincias de Manabí, Imbabura, Santo Domingo de los Tsáchilas, Loja, El Oro, Los Ríos y Guayas (Abad-Franch *et al*., 2001) (Figura 4). Está asociado con palmas, árboles huecos y sin corteza, y también en refugios de mamíferos como Dasypodidae y murciélagos. Suele frecuentar los hábitats domiciliar y peridomiciliar, atraída por la luz de las viviendas (Carcavallo *et al*., 2009). En cuanto a sus características morfológicas, esta especie posee jugas obtusas, también el tubérculo del lóbulo anterior del pronoto tiene una coloración rojiza con manchas oscuras en el centro. Generalmente presenta un color verdusco pálido con cerdas doradas (Figura 4) (Carcavallo *et al*., 2009).

3.6. DESCRIPCIÓN DE *Panstrongylus geniculatus*

Es una de las especies con mayor rango de distribución, extendiéndose desde el sur de México hasta el norte de Argentina. En el Ecuador se lo encuentra en las provincias de Sto. Domingo, Imbabura, Manabí, Esmeraldas, Sucumbíos, Orellana y Napo (Figura 5) (Abad-Franch *et al*., 2001). Esta especie pasa los 20 mm de longitud. Se encuentra relacionada con nidos de Dasypodidae y de aves, refugios de roedores, marsupiales y

murciélagos. Está relacionado con palmas como *Copernicia* sp., *Leopoldinia piassaba*, *Acrocomia* sp. y *Arecastrum romanzoffianum*. En el ambiente silvestres se encuentra relacionada con especies como *Philander oposumoposum, Didelphis marsupialis, Dasypus novemcinctus, Tamandua tetradactyla, Cuniculus paca, Coendou* sp. y *Micronycteris* sp. Se la encuentra en el ambiente del peridomicilio y en ocasiones en el interior de las viviendas. (Figura 5) (Carcavallo *et al.*, 2009; Javitt *et al.*, 2012).

En cuanto a su morfología, esta especie presenta un color marrón claro, un poco anaranjado, con patrones negros o marrón oscuro en varias partes del cuerpo. La superficie de la cabeza tiene una textura rugosa. El clípeus se encuentra ensanchado posteriormente. Los hemiélitros tienen una coloración parda clara, con venas más oscuras (Lent y Wygodzinsky, 1979).

3.7. MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA

La Morfometría Geométrica (MG), es una síntesis entre la morfometría y la biología. Abarca análisis de la forma en un espacio bi o tridimensional, lo que permite observar los cambios morfológicos de los organismos a estudiar (Bookstein, 1982). La MG aporta con datos cuantitativos para una o más características medibles que se resumen en valores medios y que permiten realizar comparaciones entre grupos (Bookstein, 1982). La MG es una técnica, que por medio de logaritmos de análisis, diferencia la posición relativa

de las coordenadas, con lo que se obtiene resultados más precisos en comparación a la morfometría tradicional. La MG no utiliza distancias como el caso de la tradicional, en su lugar, utiliza coordenadas como datos métricos, esta novedad ha mostrado ventajas importantes, como es el análisis de la forma en sí (Bookstein, 1982; Dujardin y Slice, 2007). Al contrario de la Morfometría Clásica, la MG no implica problemas que tengan que ver con la estrecha relación que existe entre las distancias lineales y el tamaño, lo que afecta a los patrones de variación en la forma (Bookstein *et al*., 1985).

Esta técnica es muy importante para el campo de la entomología médica. Se han realizado varios estudios de gran importancia en esta área, como por ejemplo el trabajo realizado por Villacís *et al*., en 2010, en el que se buscó diferencias fenotípicas relacionadas con la domiciliación de especies como lo es *R. ecuadoriensis*. En este caso la técnica utilizada fue la MG de alas, se encontraron diferencias notables al comparar poblaciones de las provincias de Manabí y Loja. Además en este estudio se utilizó a la MG, como técnica para analizar el dimorfismo sexual de esta especie. Otro ejemplo es el trabajo realizado por Hernández *et al.*, 2011. Este estudio se centró en el análisis cuantitativo de rasgos fenotípicos de *Triatoma infestans*. Esta investigación, utilizó la MG de alas y cabezas, con lo que se obtuvieron resultados importantes, como la diferenciación morfológica, sobre todo en alas, de poblaciones en diferentes ecotopos.

3.7.1. UTILIDADES DE ANÁLISIS DE MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA

La MG ha sido empleada en varias áreas tales como la ecología, taxonomía, genética, geología, antropología, citología, paleobiología, nematología y como es el caso de este trabajo la entomología (Dennis, 2007; Villacís, 2011)

En biología, la MG es de gran ayuda, en temas como la captación y descripción, de manera cuantitativa, de la morfología de organismos, que da pautas para el estudio del origen de la morfología y sus variaciones. También es útil para el estudio del ambiente y la herencia como factores que afectan la morfología de los organismos. Además es de gran importancia en estudios enfocados en patrones evolutivos y filogenéticos, y es una buena herramienta para estudios taxonómicos, sobre todo en casos de difícil identificación. Por último, en el área de la entomología médica, se ha utilizado para investigaciones sobre patrones de reinfestación (PAHO, 2008).

Esta técnica en los últimos años ha sido muy utilizada, debido a la exactitud de sus resultados, en estudios tales como el análisis de la variación métrica en poblaciones distintas (Bustamante *et al.*, 2004), comparación de ecotopos (Soto Vivas *et al*., 2007); (Hernández *et al*., 2011) en el caso de *T. infestans* y la variación de su fenotipo y estructura poblacional; y en estudios de hibridación homoploide y especiación como el realizado por (Costa *et al.*, 2009). Además otros estudios se han enfocado en la diferenciación geográfica

entre poblaciones como el realizado por (Lehmann *et al.,* 2005). En el Ecuador también se ha realizado investigaciones de importancia, como el estudio realizado por (Villacís *et al*., 2010), enfocado en la variación fenotípica en *Rhodnius ecuadoriensis,* que es uno de los principales vectores en el país.

Al incluir a la MG en estudios filogenéticos, se obtiene una descripción detallada de la forma morfológica de los organismos analizados. Aunque estos datos serían de gran importancia para incluirlos en árboles filogenéticos, se presentan inconvenientes, como es el de las variables morfométricas de forma, éstas al ser continuas, capturan el espacio de todas las variaciones de la forma posibles. Se debe tomar en cuenta que los procedimientos cladísticos están basados en caracteres discretos que se interpretan por separado (Dean *et al.,* 2004).

3.7.2. TAMAÑO Y FORMA

La morfometría en sí es el estudio cuantitativo de la forma. La MG toma en cuenta el tamaño y la forma, que constituyen toda la información geométrica que se mantiene después de eliminar los efectos de traslación, rotación y escala del objeto, éstos se eliminan a través de un proceso de transformaciones, por medio del reemplazo de conjuntos de coordenadas de landmarks por otras (Bookstein 1991).

En el área de la morfometría la forma es de gran importancia, ya que expresa las propiedades geométricas de un objeto u organismo, estos datos son independientes del tamaño total, de su orientación y de la posición de dicho objeto, y se construyen generalmente al dividir varias distancias (interlandmarks) por una medida de la escala (Rohlf y Marcus, 1993). Mientras que al referirnos a la forma, ésta abarca tanto al tamaño y forma del objeto, estos se encuentran relacionados (Monteiro et al., 2002). En caso de que la forma varíe al observar su geometría, se requiere de una elección arbitraria de una distancia representante o bien una cantidad que esté relacionada a una serie de tamaño único de medidas como es el caso del centroide. Una técnica muy empleada para calcular las coordenadas de la forma es la superposición de Procrusters (Rohlf, 1990). En la MG se busca un estimador de tamaño global, que sea alométrico o isométrico. Esto tiene como objetivo el estudio de la variación del tamaño en sí y la extracción de la variación métrica con el objeto de producir variables residuales que representen a la forma (Dujardin, y Slice, 2007).

3.7.3. PUNTOS ANATÓMICOS (LANDMARKS, LM).

Los LM se encuentran en un espacio de dos o tres dimensiones, estos corresponden a las posiciones de un carácter específico de un objeto u organismo, es la forma por la que se captura datos geométricos de tamaño y forma. Cabe resaltar, que los landmarks no se refieren a dimensiones lineales, como en la morfometría clásica, sino que son datos

obtenidos por coordenadas, con los que se puede obtener información sobre la forma de los organismos a estudiar (Bookstein, 1991).

La colocación de landmarks en la muestra depende del estudio que se quiera realizar, ya que son útiles en estudios filogenéticos, o de comparación de estructuras homólogas (Lele y Richtsmeier, 2001).

3.8. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL GÉNERO *Panstrongylus* COMO TRANSMISOR DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN ECUADOR

Aunque las principales especies consideradas de importancia epidemiológica en el Ecuador han sido *Triatoma dimidiata* y *Rhodnius ecuadoriensis*, algunas especies pertenecientes al género *Panstrongylus* estaban limitadas a zonas silvestres. Actualmente, estas especies se han extendido, habitando asentamientos humanos, por lo cual, la importancia epidemiológica de este género ha aumentado notablemente, esto se debe a factores como la deforestación y el avance de la agricultura a zonas silvestres (Magalhães *et al*, 2003).

Esta situación ha producido escenarios epidemiológicos más complejos, que plantean nuevos retos y estudios para elaborar estrategias de control vectorial de la

Enfermedad de Chagas. Aunque especies como *P. lignarius* han sido estudiadas más ampliamente, hay especies con distribución indefinida o mucho más limitada, por lo cual, los datos ecológicos de estas son muy escasos (Patterson *et al.*, 2009. En Ecuador, en particular, no existen muchos registros ni estudios sobre las especies pertenecientes a este género.

3.9. OBJETIVOS

Analizar las diferencias morfométricas presentes en alas y cabezas de cuatro especies de *Panstrongylus* en tres provincias endémicas para la Enfermedad de Chagas en el Ecuador.

3.9.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Cuantificar las diferencias interespecíficas existentes en alas de individuos de 4 especies de *Panstrongylus* utilizando la técnica de morfometría geométrica.

Ho: Las cuatro especies de *Panstrongylus* no presentan diferencias significativas tanto en tamaño como en conformación de alas.

H1: Las alas analizadas de cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus*, presentaron diferencias significativas a nivel interespecífico.

2. Determinar las diferencias interespecíficas analizando las cabezas de individuos de 4 especies de *Panstrongylus* usando la técnica de morfometría geométrica

Ho: Las cabezas de las especies analizadas no presentan diferencias significativas entre sí en la conformación y tamaño.

H1: Las cabezas analizadas de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus*, presentaron diferencias significativas a nivel interespecífico.

3. Determinar el dimorfismo sexual en las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus*, utilizando la técnica de Morfometría geométrica de alas y cabezas

H0. Las cuatro especies del género *Panstrongylus* no presentan dimorfismo sexual en las muestras de alas y cabezas

H1. El análisis morfométrico de alas y cabezas, entre hembras y machos de cada especie, presentaron diferencias significativas.

4. Comparar diferencias métricas entre poblaciones intraespecíficas de *P. rufotuberculatus* recolectadas en Loja y Manabí, utilizando morfometría geométrica de alas y cabezas.

Ho: No se encuentra diferencias métricas de alas y cabeza entre las poblaciones de *P. rufotuberculatus* de Loja y Manabí.

H1: Existen diferencias significativas en cuanto a diferencias métricas de cabeza y alas entre las poblaciones de *P. rufotuberculatus* de Loja y Manabí.

El presente trabajo se centra en el estudio y conocimiento de las especies del género *Panstrongylus*, que han demostrado ser de importancia epidemiológica emergente, además, el estudio de este género, es muy limitado en el país, por lo cual, resultados de investigaciones como ésta, son de gran ayuda para plantear estrategias eficientes de control vectorial de esta enfermedad, que es un gran problema para el Ecuador y toda América Latina.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó con especímenes de tres provincias consideradas endémicas para la Enfermedad de Chagas (Loja, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas), con muestras pertenecientes a las especies *P. chinai*, *P. howardi*, *P. rufotuberculatus* y *P. geniculatus*. Éstas fueron tomadas de 31 comunidades de las tres provincias mencionadas (Figura 6).

4.1.1. PROVINCIA DE MANABÍ

La provincia de Manabí, se encuentra ubicada en la región de la costa central del Ecuador, está conformada por grandes planicies y pequeñas pendientes y elevaciones. Tiene un promedio de lluvia anual de 563 mm/año (Villacís *et al*., 2010), y una extensión de 18.893,7 Km, que constituye un 7,36 % del territorio nacional. La línea costera abarca 354 km, y atravesada por la cordillera costanera Chongón-Colonche. Se cuenta con un total de 22 cuencas hidrográficas en toda la provincia (CPM, 2006).

La población de Manabí es de 1´185.025 habitantes, esta provincia consta de 22 cantones y 53 juntas parroquiales. La producción económica se centra principalmente en la

agricultura, caza y pesca, esta última genera el 50% del PIB (Producto Interno Bruto) de la provincia, aunque el sector agropecuario es precario. Existen sectores donde la población habita en condiciones de alta pobreza. El área dedicada a actividades agropecuarias constituye el 20,4% del territorio de la provincia, siendo sus principales productos: café, banano, arroz, maíz, cítricos, algodón, maní, yuca y cacao. Los sectores ganadero y turístico también son de importancia en esta provincia. El 21,5% de la superficie de Manabí está ocupado por bosques y montes, la mayoría de los bosques secos se encuentran en regiones muy pobladas, generalmente en suelos aptos para la agricultura, por lo que la intervención y destrucción estos bosques es relativamente mayor que la de otros tipos de bosques en el Ecuador (CPM, 2006). Los bosques secos de esta región son más aislados en relación a los que se encuentran en las faldas oriental y occidental de la cordillera, son bosques muy parecidos a los del sur del país, en particular destacan los bosques deciduos, semideciduos, matorral seco espinosos y el bosque seco montano bajo (Aguirre *et al*., 2006).

Las poblaciones rurales de la provincia, dependen de los bosques para obtener materiales maderables y no maderables para su subsistencia y para comercialización de los mismos. Por lo general, las viviendas de las comunidades de esta provincia están constituidas por paredes de madera o de caña guadúa (*Guadua angustifolia*), con techos de palma o zinc, con cercas de piñuelas, lo que aumenta la probabilidad de que triatominos habiten cerca de los domicilios (Aguirre *et al*., 2006; Villacís, 2011).

4.1.2. PROVINCIA DE LOJA

La provincia de Loja se ubica en el sur de la región andina, constituye la región más austral del Ecuador, su topografía tiene una combinación característica de colinas y montañas, con valles temperados; comprende la parte alta de la hoya del Jubones y las cuencas del Catamayo, Macará y Puyango (Ramón, 2012). Tiene una precipitación anual de 400 mm/año con dos temporadas lluviosas y dos secas (Villacis *et al*., 2010). Tiene un promedio de 16°C de temperatura, y es la segunda provincia más extensa de la región andina del Ecuador (Ramón, 2012).

El bosque presente en la provincia es el bosque seco de matorral espinoso, en el cual durante la estación seca del año casi todas las especies pierden sus hojas. En estos bosques secos, las faldas occidentales son más secas y las montañas son más bajas (Grijalva *et al*., datos no publicados).

La agricultura es de gran importancia para la provincia de Loja, una gran parte de la población económicamente activa se dedica a esta actividad. Los principales productos agrícolas son: café, arroz, árboles frutales, mandarinas, mangos, cocos, naranjas, limones, caña de azúcar, tabaco, algodón, fréjoles, cereales, banano y maíz, adicionalmente, cuenta con gran variedad de orquídeas y especies florísticas. En cuanto a la ganadería se centra en el ganado ovino y porcino (Ramón, 2012).

Con respecto a las viviendas, por lo general, en las comunidades rurales, los techos están hechos con tejas, las paredes son de adobe y el piso es de tierra, lo que constituye un buen albergue para triatominos, además es notable la distancia que se encuentra entre las viviendas de las comunidades rurales de la provincia (Villacís, 2011).

4.1.3. PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

Santo Domingo de Tsáchilas, se encuentra entre los 500 a 700 m s.n.m de altitud, con una precipitación media anual de 3005 mm. La humedad relativa es de 86%, con una temperatura media de 24 °C, esta no varía mucho durante el día (Sánchez, 2009).

El tipo de bosque es húmedo Premontano, forma parte del piso Zoogeográfico Tropical Noroccidental, está conformado por dos formaciones vegetales, estas son la Sabana, que está compuesta por árboles dispersos en pastizales y por el bosque húmedo siempre verde de la región occidental del Ecuador (Pozo y Eras, 2009). Los bosques han sido reducidos en gran porcentaje, debido al incremento de la actividad agrícola, además, la provincia tiene una gran diversidad de avifauna (Sánchez, 2009).

Predomina un clima tropical lluvioso, la precipitación anual es de de 3.213 mm, con un promedio de lluvias de 287 días al año (Sánchez, 2009). La mayor temperatura se la alcanza entre los meses de enero a mayo, y baja entre los meses de junio a octubre. Su

topografía es ondulada con sectores irregulares, el paisaje occidental está ubicado en la parte oriental de la provincia, este sector es caracterizado por sus relieves montañosos muy escarpados que se han desarrollado sobre material volcánico. El terreno está expuesto altamente a la erosión. Los suelos son jóvenes, que han sido formados sobre ceniza volcánica (Arévalo, 1968). Los árboles frutales predominantes en esta provincia son el mango (*Mangifera indica*), aguacate (*Persea americana*), "fruti pan" (*Artocarpus altillis*), "badea criolla" (*Pasiflora quadrangularis*), café (*Coffea arabica*), caimito (*Pouteria caimito*), y chirimoya (*Annona saquamosa*) (Sánchez, 2009).

Es una provincia reciente, declarada como tal en el año 2007, anteriormente pertenecía a la provincia de Pichincha. Santo Domingo tiene una tasa anual de crecimiento poblacional del 3.7%. El 30% de los habitantes está compuesto por población rural, su población es tradicionalmente agrícola, también es una provincia que se encuentra en pleno desarrollo en el ámbito ganadero. En el aspecto de sus viviendas, estas se encuentran construidas por lo general de madera, de bloque y de hormigón (Sánchez, 2009).

4.2. RECOLECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE MUESTRAS

Las muestras analizadas fueron recolectadas por el personal del Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM), bajo la supervisión y capacitación de los miembros del Centro de Investigaciones en Enfermedades Infecciosas (CIEI). Las recolecciones se las realizaron en hábitats domiciliarios, perodomiciliarios y silvetres en 16 comunidades de

Loja (Coamine, Bramaderos, Limones, La Extensa, Chaquizhca, Tocaranga, Guara, El limón, Santa Ester, Bramaderos, Jaguay, Vega del Carmen, San Jacinto, La Cienega, Algarrobillo, El Sauce), 13 comunidades de Manabí (Estero Seco, Punta Larga, Bejuco, Cholote, Chande, La América, San Francisco, La Encantada, Jesús María, Pacoche, Zapallo y Pimpiguasí) y 2 comunidades de Santo Domingo de los Tsáchilas (El Triunfo y San José de las Juntas) durante los años 2005, 2007, 2008, 2009 y 2010. (Figura 6). Las recolecciones se realizaron después de una búsqueda entomológica, vivienda por vivienda, y en los alrededores de las viviendas, y en áreas silvestres. Después de su colección, como menciona Villacís, 2011, se procedió a realizar fichas de reporte entomológico de cada vivienda, con datos de la misma y de sus ocupantes. Después, los especímenes recolectados fueron trasladados al CIEI, donde se los procesó. En primer lugar se extrajo el contenido intestinal de los triatominos, para examinar la presencia de *T. cruzi* (Ocaña, 2010). De cada insecto procesado se extrajo las patas, para realizar estudios moleculares, conservándolas en alcohol al 100%, las antenas se las utiliza, para los estudios de fenotipo antenal y se las conservó en alcohol al 100%, las alas y las cabezas obtenidas, se las utiliza para estudios de morfometría, como el presente trabajo y también se los conservó en alcohol al 100%. Las muestras se las mantiene en tubos eppendorf etiquetados debidamente, con datos de colección de cada individuo, especie, sexo, lugar, fecha de colección, ecotopo (hábitat) y el código que se les designa en el insectario para su fácil reconocimiento.

4.3. DEFINICIONES OPERACIONALES DE LAS VARIABLES

Las variables empleadas fueron las medidas obtenidas de alas y cabezas de individuos de las cuatro especies del género *Panstrongylus*, (*P. chinai*, *P. rufotuberculatus*, *P. geniculatus* y *P. howardi*). Los datos de cada individuo fueron tomados de la base de datos de la unidad de entomología médica (UEM) del CIEI, y fueron confirmados al analizar muestra por muestra. Los especímenes fueron seleccionados tomando en cuenta su especie, sexo, ecotopo y provincia de dónde fueron recolectados.

4.4. SELECCIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRAS

La totalidad de las muestras estuvo conformado por un total de 134 especímenes para alas, y 117 para cabezas, de las especies *Panstrongylus chinai*, *P. rufotuberculatus*, *P. geniculatus* y *P. howardi* de las provincias de Loja, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas (Tabla 1). Sin embargo, para *P. geniculatus* el número de individuos disponibles fue muy bajo, debido a que los estudios realizados por el CIEI, no abarcaron las provincias en la que se encuentra distribuida esta especie, además en Manabí, solo se encontraron pocos individuos, no obstante, se la tomó en cuenta para el estudio, ya que son especies de importancia epidemiológica, además sirvieron para comparar el resto de las especies. Los especímenes fueron seleccionados de acuerdo a los individuos pertenecientes a las especies que presentan importancia epidemiológica en el Ecuador. Tomando en cuenta el poco conocimiento que se tiene de los mismos, además que estas muestras se encuentran

disponibles en el insectario del CIEI. En el presente estudio, se utilizaron individuos adultos, ya que es el único estadio en el que estos insectos poseen alas, y es más fácil la diferenciación sexual, debido al dimorfismo que se tomó en cuenta en los análisis realizados.

4.4.1. TAMAÑO DE MUESTRA

El tamaño de la muestra debe tener el doble de individuos que el número de variables en el análisis discriminante (Bookstein, 1996). En este caso el número de puntos anatómicos (LM), debido a que se tomaron 9 LM para alas y 16 LM en cabezas, de cada muestra, por lo cual, el mínimo de individuos analizados fue 18 individuos para alas y 32 para cabezas. Cabe resaltar que el número de muestras de cabezas (117) difiere al de alas (134), debido a que no se pudo rescatar las cabezas de varios individuos que fueron tomados en cuenta para el análisis de morfometría alar.

4.5. PREPARACIÓN DE MATERIAL Y TOMA DE PUNTOS ANATÓMICOS (LM)

Para la realización de los análisis morfométricos, es necesario preparar las muestras, alas y cabezas, de tal forma, que sean claramente visibles, para que de esta manera se pueda determinar los LM, de cada una, que son de gran importancia en la MG.

4.5.1. PREPARACIÓN DE HEMIÉLITRO DERECHO Y TOMA DE LM

Para realizar los análisis de MG. en alas, se examinó una población de *Panstrongylus chinai* (19 hembras y 31 machos) recolectados en la provincia de Loja; una población de *P. howardi* (32 machos y 17 hembras) provenientes de la provincia de Manabí, dos población de *P. rufotuberculatus* (9 machos y 20 hembras); 14 individuos recolectados en la provincia de Loja y 15 individuos de Manabí.

A cada hemiélitro derecho de cada muestra, se lo ubicó en un cubre objetos, y se las colocó sobre una placa de luz, la que nos dió una imagen más detallada de las venaciones de las alas, facilitando su análisis. Las alas fueron colocadas con la parte proximal a la izquierda y la distal a la derecha. Debajo de cada ala se colocó papel milimetrado, para tener una medida exacta de las muestras analizadas. A cada muestra se le asignó un código, correspondiente a su especie, sexo y lugar dónde fue recolectado el insecto.

Las fotos de las muestras fueron capturadas, como imágenes digitales, utilizando una cámara MiScope® handheld digital microscope (1.3 megapixeles, high resolution optics, www.zarbeco.com) conectada directamente a una computadora a través del programa Video ToolBox (Figura 7).

Por medio del paquete de programas de análisis paramétricos y no paramétricos de Dujardin 2007, se realizaron los respectivos análisis morfométricos de las imágenes. Se seleccionaron 9 puntos anatómicos o LM (Figura 7), estos puntos fueron tomados en un sistema de datos bidimensional, tomando puntos de referencia, denominados coordenadas, en los ejes x,y, estos puntos se los denomina LM

4.5.2. PREPARACIÓN DE CABEZAS Y TOMA DE PUNTOS ANATÓMICOS (LM)

En el caso de las cabezas, estas fueron removidas de las muestras de cuerpos conservadas en alcohol al 100% por el personal del CIEI, esta metodología se realizó con mucho cuidado, apoyada con pinzas de disección, posteriormente, utilizando alfileres entomológicos No 0 de marca Entochrysis, se procedió a atravesarlas de manera sagital, ingresando el alfiler en la parte posterior de la cabeza, hasta llegar al anteclipeus.

El alfiler se lo estabilizó de tal manera, que todas las fotos sean captadas a una distancia estandarizada. Las fotos que se obtuvieron, fueron de la parte dorsal, aunque en estudios como el realizado por Hernández *et al.*, 2011, se centraron en la parte ventral, se decidió enfocar la parte dorsal, debido al número de estructuras en esta perspectiva son claramente visibles estructuras presentes en todas las especies de triatominos, por lo que fueron consideradas una buena opción para compararlas entre especies (Figura 8). Las fotografías se las tomó de tal manera, que todas las estructuras sean visibles para su

selección como referencia de medida. Como en el caso de las alas, también se designó un código para cada cabeza, teniendo como datos la especie, el sexo y su lugar de colección. Las imágenes fueron digitalizadas por medio del programa Video ToolBox. Para las cabezas se seleccionaron 16 LM, ubicados en la parte dorsal de éstas (Figura 8), éstos fueron tomados en un sistema tridimensional utilizando el programa COOrditanes (COO v80) de Dujardin 2007.

4.6. MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA DE HEMIÉLITRO DERECHO Y CABEZAS

Con el programa Collection of COOrdinates (COO v80) (Anexo 1), software Dujardin 2007, http://www.mpl.ird.fr/morphometrics se tomaron los LM correspondientes, 9 en alas y 16 LM en cabezas, dando lugar a las coordenadas para cada muestra, estas coordenadas se las utilizó, con ayuda del programa TableSpace Tabulations- TETv80, software Dujardin 2007 http://www.mpl.ird.fr/morphometrics, para realizar los análisis de las distancias morfométricas (Anexo 2). Ya calculadas las respectivas distancias de los puntos, se las convirtió en logaritmos naturales, con estos datos, se procedió a construir matrices de varianza-covarianza para los posteriores análisis.

4.6.1. TAMAÑO DEL CENTROIDE

El estimador a utilizar es el denominado tamaño de Centroide (CS), no se correlaciona con las variables de forma, al estar ausente la alometría. El tamaño del centroide es igual a la raíz cuadrada de la suma de las distancias al cuadrado de un grupo de LM al centroide definido por estos. También se define como la raíz cuadrada de la suma de las varianzas de los LM que se encuentran alrededor del centroide en los ejes x, y (Richtsmeier *et al*., 2002).

4.6.2. SUPERPOSICIÓN DE PROCRUSTERS PARA EL ANÁLISIS DE TAMAÑO Y CONFORMACIÓN DE ALAS

El Análisis Generalizado de Procrusters, el cual se encarga de hacer una superposición de las configuraciones geométricas empleando los mínimos cuadrados, lo que nos permite realizar la rotación de un objeto y alinearlo con otro, la rotación es el cambio de la orientación, que se caracteriza como movimiento alrededor de un eje.

Con este procedimiento los efectos de la escala, posición y de orientación son suprimidos, realizando varias modificaciones y arreglos con respecto a translocaciones, rotaciones y desplazamientos algebraicos, logrando una posición posición central única. Resultando coordenadas denominadas residuos procrusteanos ((Rohlf 1999). La

superposición se la realizó con ayuda de los programas Morphometric Geometrics (MOGwin v80) Dujardin 2007, http://www.mpl.ird.fr/morphometrics (Anexo 2), Mancova (COVwin V80) Dujardin 2007, http://www.mpl.ird.fr/morphometrics, y PADwin v80 Dujardin 2007, http://www.mpl.ird.fr/morphometrics (Anexo 4).

5. RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE HEMIÉLITRO DERECHO DE CUATRO ESPECIES DE *Panstrongylus*.

5.1.1 VARIACIÓN INTERESPECÍFICA DE LAS CUATRO ESPECIES [TAMAÑO (CS) Y FORMA]

Al analizar las muestras de alas derechas de cada una de las cuatro especies, se encontró que existen diferencias significativas entre el tamaño (CS) y forma de ellas (p<0.0083), como se puede observar en la Figura 9, además que es respaldado estadísticamente por el valor de lambda Wilks, que fue de 0.030. También, se puede observar en los dendrogramas de las distancias fenéticas derivadas de las distancias de Mahalanobis, o UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) una cercanía entre *P. chinai* y *P. howardi*, mientras que *P. geniculatus* se encuentra relativamente cercano a estas dos, mientras que *P. rufotuberculatus* está totalmente separado del resto de las especies (Figura 9). Cabe resaltar, que las alas de mayor tamaño fueron las pertenecientes a la especie *P. howardi*, seguidas por las de *P. chinai*, *P. geniculatus* y por último *P. rufotuberculatus* (Figura 10). Las muestras fueron sometidas a dos análisis discriminantes, la primera fue la recalificación simple (C) en la cual los individuos pertenecientes a las especies *P. chinai* y *P. rufotuberculatus* mostraron una validez del 96%, mientras que *P. geniculatus* presentó el 100% y *P. howardi* el 83%. Al

someter a las muestras al segundo análisis discriminante o Cross Checked Classification (CCC) los porcentajes no variaron mucho con respecto a la primera clasificación, (*P. chinai* le correspondía el 86%, *P. rufotuberculatus* el 96%, *P. geniculatus* un 100% y *P. howardi* el 81%).

5.1.2. VARIACIÓN INTRAESPECÍFICA DE HEMIÉLITRO DERECHO DE LAS CUATRO ESPECIES DE *Panstrongylus*, TAMAÑO (CS) Y FORMA

5.1.2.1. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. chinai*

Al comparar individuos hembras y machos pertenecientes a la especie *P. chinai*, se pudo observar que no existen diferencias significativas entre ellas, (lambda de Wilks = 0.5803). También se encontró que el tamaño de las alas en las hembras tiende a ser más grandes que el de las alas de los machos. Al someter a las muestras a los respectivos análisis discriminantes, como el C, sus porcentajes de validez fueron de 73% para hembras y 87 % en machos, y en el CCC, más estricto, fueron para hembras 52% y en machos 61%.

5.1.2.2. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. howardi*

Cuando se comparó a hembras y machos pertenecientes a la especie *P. howardi*, es notable que no existen diferencias significativas (Lambda de Wilks = 0.5196). No obstante

las alas de las hembras tienden a ser de mayor tamaño que la de los machos (Figura 18). Además, el análisis discriminantes C muestra porcentajes de validez de 88% en hembra y 84% en machos y en análisis discriminante CCC los porcentajes son de 41% para hembras y 68% en machos.

5.1.2.3. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. rufotuberculatus*

5.1.2.3.1. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. rufotuberculatus* DE LA PROVINCIA DE LOJA

Al realizar las comparaciones entre individuos hembras y machos de la especie *P. rufotuberculatus*, provenientes de la provincia de Loja, se pudo observar que existen diferencia significativas (Figura 11), (lambda de Wilks = 0.0750), también es notable que el tamaño alar de las hembras es mayor al de las alas de los machos (Figura 11). El análisis discriminante C para hembras y macho los porcentajes de validez fueron de 100%.

5.1.2.3.2. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. rufotuberculatus* DE LA PROVINCIA DE MANABÍ.

Las hembras y machos de la especie *P. rufotuberculatus*, de la provincia de Manabí, presentaron diferencias significativas como se muestra en la Figura 11, (lambda de Wilks =

0.0803), al igual que las anteriores especies, en esta también las hembras tienden a presentar las alas más grandes que los machos (Figura 11). Al igual que las muestras de Loja, los porcentajes de los análisis discriminantes en hembras y machos fueron del 100%.

5.1.2.4. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. geniculatus*

En el caso de *P. geniculatus*, se encuentra una tendencia de un dimorfismo sexual, con los datos que se dispusieron. Los porcentajes del análisis discriminante C para hembras y machos fueron de 100% para ambos sexos. Sin embargo, por el número limitado de muestras, de esta especie, los resultados obtenidos no son exactos ni significativos.

5.1.2.5 DIFERENCIACIÓN MORFOMÉTRICA ENTRE POBLACIONES DE *P. rufotuberculatus* DE LAS PROVINCIAS DE LOJA Y MANABÍ

Al comparar a los individuos de las poblaciones de Loja y Manabí, pertenecientes a la especie *P. rufotuberculatus*, se obtuvo diferencias significativas con respecto al tamaño y conformación de alas como se puede observar en la Figura 12, (Lambda Wilks = 0.0839), además se puede observar una tendencia en los individuos de la provincia de Manabí a tener un tamaño alar mayor que los de la provincia de Loja (Figura 12). También al obtener el UPGMA de este análisis, se ve una diferencia marcada entre estas dos poblaciones (Figura 13). Al someterlos a los análisis discriminantes, obtuvimos los porcentajes de

validez, en C fueron 100% para las hembras y machos de la población de Loja y los machos de Manabí y el 88% para las hembra de Manabí, mientras que en el análisis discriminante CCC, los porcentajes fueron en hembras de la provincia de Loja 63%, machos de Loja 0% y para hembras y machos de Manabí el porcentaje fue de 66%.

5.1.2.6. COMPARACIÓN MORFOMÉTRICA ENTRE *P. chinai* Y *P. howardi*

Si bien, no se planteó un objetivo entre estas dos especies, se realizaron los análisis para observar si pueden o no ser especies melánicas, debido a las grandes similitudes encontradas en los anteriores resultados, a continuación se detalla los resultados.

Las muestras pertenecientes a las especies *P. chinai* y *P. howardi*, presentaron una cercanía relativa, como se puede ver en el mapa factorial (Figura 14), no obstante el valor estadístico de Lambda Wilks es de 0.3672, lo que no respalda estadísticamente una relación estrecha entre estas dos especies. Además al obtener el UPGMA, al comparar las dos especies, la diferencia entre *P. chinai* y *P. howardi* es muy marcada, aunque el tamaño de las ramas es bajo (Figura 14). También es visible una ligera diferencia en el tamaño de las alas entre las dos especies, siendo *P. howardi*, la especie con mayor tamaño alar (Figura 15). El análisis discriminante C dio un porcentaje de validez de 94% en *P. chinai* y 85% en *P. howardi*, mientras que en análisis discriminante CCC los porcentajes fueron para *P. chinai* 86% y en *P. howardi* 81%.

5.2. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE CABEZAS DE *P. chinai, P. howardi, P. rufotuberculatus* Y *P. geniculatus.*

5.2.1 VARIACIÓN INTERESPECÍFICA DE LAS CUATRO ESPECIES

Al realizar los análisis morfométricos en cabezas de las cuatro especies, se observó que existen diferencias significativas entre ellas, mostrando una distancia más marcada entre especies, (Lambda Wilks = 0.0071), aunque la relación entre *P. chinai* y *P. howardi* es aún visible (Figura 16). Además cuando se obtuvo los UPGMA, la diferencia entre las especies y la relación entre *P. chinai* y *P. howardi* son muy claras (Figura 16). También al analizar el tamaño, se puede deducir que existen diferencias pequeñas, aunque se observa claramente que *P. chinai* tiende a tener cabezas de menor tamaño (Figura 17). Los porcentajes de validez en el análisis discriminante C fueron 100% para *P. chinai*, *P. rufotuberculatus* y *P. geniculatus*, mientras que para *P. howardi* el porcentaje fue de 94%. Además el análisis discriminante CCC muestra porcentajes de validez en *P. chinai* 93%, *P. howardi* 89%, *P. rufotuberculatus* 96% y *P. geniculatus* 100%.

5.2.2. VARIACIÓN INTRAESPECÍFICA DE LAS CUATRO ESPECIES DE *Panstrongylus*

5.2.2.1. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. chinai*

Al comparar los análisis morfométricos realizados entre individuos hembras y machos de la especie *P. chinai*, se dedujo que existe una diferencia significativa entre ellas, (Lambda Wilks = 0.1138) (Figura 18). La diferencia en el tamaño es muy pequeña, aunque es visible una tendencia en las hembras a tener un tamaño de cabeza más grande (Figura 18). En análisis discriminante C para hembras y machos da un porcentaje de 100%, mientras que en el análisis discriminante CCC los porcentajes son de 78% en hembras y 73% en machos.

5.2.2.2. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. howardi*

En el caso de *P. howardi*, al realizar los análisis morfométricos de individuos machos y hembras, tenemos como resultado que existe una diferencia significativa entre estos (Figura 19), (Lambda Wilks = 0.0751). El tamaño de las cabezas de las hembras es ligeramente mayor que el de los machos (Figura 19). En el análisis discriminante C, hembras y machos presentan un porcentaje de validez de 100%, y en el análisis discriminante CCC las hembras presentan un porcentaje de 75% y los machos 69%.

5.2.2.3. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. rufotuberculatus*

5.2.2.3.1. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. rufotuberculatus* DE LA PROVINCIA DE LOJA

En el análisis morfométrico que se realizó a individuos hembras y machos de la especie *P. rufotuberculatus*, provenientes de la provincia de Loja, se dedujo que existen diferencias significativas entre estos grupos (Figura 20), (Lambda Wilks = 0.2263). Además las hembras presentan una tendencia a tener cabezas de mayor tamaño (Figura 20) que los machos. Presentan porcentajes de 100% para hembras y machos en el análisis discriminante C.

5.2.2.3.1. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. rufotuberculatus* DE LA PROVINCIA DE MANABÍ

Las diferencias entre hembras y machos de la especie *P. rufotuberculatus*, de la población de Manabí fueron significativas, (Lambda Wilks = 0.6127). Además se observa, una tendencia de las hembras a tener mayor tamaño de cabeza, en comparación a los machos (Figura 34). El análisis discriminante C presentó los siguientes resultados: 87% en hembras y 83% en machos.

5.2.2.4. DIMORFISMO SEXUAL DE *P. geniculatus*

En las muestras de cabezas de esta especie, no se encontró una diferencia significativa entre machos y hembras, con los datos que pudimos obtener. No obstante, el estadístico Lambda Wilks (0.745), afirma que no existe dimorfismo sexual en esta especie, no se pudo obtener los análisis estadísticos C y CCC, debido a que el número de individuos era muy bajo.

5.2.2.5 DIFERENCIACIÓN MORFOMÉTRICA ENTRE POBLACIONES DE *P. rufotuberculatus* DE LOJA Y MANABÍ

En las dos poblaciones, de Loja y Manabí, pertenecientes a la especie *P. rufotuberculatus*, se encontraron diferencias significativas (Figura 21), (Lambda de Wilks = 0.0633). Además en el UPGMA, la diferencia entre las dos poblaciones es mucho más clara (Figura 21). Las cabezas de los individuos provenientes de la provincia de Manabí, presentan cabezas relativamente más grandes que los individuos de Loja (Figura 22). Las dos especies presentaron un porcentaje de validez de 100% en el análisis discriminantes C.

5.1.2.6. COMPARACIÓN MORFOMÉTRICA ENTRE *P. chinai* Y *P. howardi*

Al comparar las cabezas de ambas especies, los resultados muestran una relación marcada entre ellas (Figura 23), no obstante, el valor de Lambda Wilks (0.118), nos dice que no se respalda estadísticamente una relación estrecha al punto de ser consideradas especies melánicas. Asimismo, el UPGMA de la Figura 23 y el mapa factorial de estas dos especies mostraron una diferencia mucho más marcada. Es notable que los individuos pertenecientes a la especie *P. howardi* poseen cabezas de mayor tamaño, aunque el tamaño de los cuerpos es similar. El porcentaje de validez del análisis discriminante C para ambas especies fue de 100%, mientras que en el análisis discriminante CCC los porcentajes fueron 100% en *P. chinai* y 97% para *P. howardi*.

6. DISCUSIÓN

La Morfometría ha sido empleada como una herramienta muy eficaz en programas de control de triatominos, vectores de la ECh, ya que sirve para la identificación del origen de los insectos y su reinfestación (Dujardin *et al*., 2007). Además se ha demostrado es una herramienta eficaz para estudios de taxonomía, diferenciación sexual, estudio poblacional, ecología, biogeografía en varias especies de triatominos, enfocados al control de estos vectores, como son los resultados encontrados en el presente estudio y otros (Dujardin *et al*., 1999; Hernández *et al*., 2011; Jaramillo *et al*., 2002; Matias *et al*., 2001; Moreno-Perez *et al*., 2009; Riaño *et al*., 2009; Torres *et al*., 2010; Vargas *et al*., 2006; Villacís *et al*., 2010)..

6.1. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE alas y cabezas de cuatro especies de *Panstrongylus* (*P. chinai, P. howardi, P. rufotuberculatus* y *P. geniculatus)*

Como muestran los resultados obtenidos, existe una diferencia marcada entre las cuatro especies, respaldado estadísticamente con el valor de Lambda Wilks, este estadístico, nos permite medir las desviaciones presentes en cada grupo, por lo cual, en el caso de que un valor sea bajo, cercano a 0, hay una variabilidad total debido a la diferencia entre los grupos, mientras que, si el valor se aproxima a 1, los grupos estarán relacionados. En este caso, el valor de Lambda Wilks, fue de 0,0302, muy bajo, aunque es visible una similitud relativa entre *P. chinai* y *P. howardi*. Asimismo, los UPGMA obtenidos,

confirman la diferencia entre las cuatro especies y la relación entre *P. chinai* y *P. howardi*, estas diferencias marcadas pueden deberse a que el género *Panstrongylus* tiene un origen relativamente antiguo, por lo que la separación de sus especies se ha dado por un prolongado tiempo (Marcilla *et al*., 2002). Esto quiere decir que la separación entre especies de este género es muy marcada, como es el caso de *P. rufotuberculatus* y *P. geniculatus*, más no entre *P. chinai* y *P. howardi*, como muestran nuestros resultados. No obstante, estudios no publicados, realizados por Sempertegui (2012), en donde analizaron las diferencias entre *P. chinai*, *P. rufotuberculatus* y *P. howardi*, utilizando técnicas moleculares, como es el gene mitocondrial citocromo B (mt Cyt b) y la prueba de ITS-2, un marcador molecular nuclear, presentaron resultados similares a los que obtuvimos. En la prueba de Citocromo B, *P. rufotuberculatus* se encuentra cercano a *P. chinai* y *P. howardi*, que aunque estos dos están en clados separados, se encuentran estrechamente relacionados, resultados similares a los que observamos al realizar el análisis en cabezas. En los análisis de alas, *P. chinai* y *P. howardi* siguen mostrando una relación estrecha, pero *P. rufotuberculatus* no se encuentra relacionado a estas, resultados parecidos a los obtenidos en la prueba de ITS-2 de Sempertegui, 2012. Esta diferenciación que presenta *P. rufotuberculatus*, se puede explicar, por la gran variación morfológica que tiene esta especie, tanto en pigmentación como en morfología (Magalhães *et al*., 2003). Resultados similares a los obtenidos en las muestras de alas, se pueden apreciar al compararlos con otro estudio realizado por Marcilla *et al*., (2002); quienes utilizaron técnicas como ITS-2, rDNA, en análisis de polimorfismos de secuencia y máxima parsimonia, posicionando a *P. rufotuberculatus* en un clado totalmente aislado del resto de las especies de *Panstrongylus*, mientras que *P. chinai* y *P. geniculatus*, aunque en diferentes clados, presentaron una relación más cercana, diferenciados de *P. rufotuberculatus*, sugiriendo que el género

Panstrongylus es polifilético, esto quiere decir, que provienen de ancestros diferentes. Cabe resaltar el bajo número de individuos pertenecientes a la especie *P. geniculatus*, que pudo haber variado los resultados obtenidos para esta especie. Es necesario realizar otros estudios con un número mayor de individuos.

Al comparar los mapas factoriales y los UPGMA de cabezas y alas de las cuatro especies analizadas, se pudo observar que la diferencia entre especies era más marcada en las muestras de cabezas, con mayor distancia en sus ramas y un valor del estadístico Lambda Wilks mucho más bajo (0,00719). Esto nos lleva a especular, que el tamaño de los cuerpos jugó un papel fundamental, al diferenciar esta estructura para las cuatro especies, en la cual, según medidas realizadas a un promedio de 4 individuos por especie, obtuvimos que *P. howardi* tiene una medida promedio de machos de 27,6 ± 0,55 mm, y en hembras de 30 ± 1 mm, *P. rufotuberculatus* presenta 28 ± 1,41 mm en hembras y 26, 5 ± 0,70 mm en machos, en *P. chinai*, las hembras miden aproximadamente 30 ± 0.41 mm y los machos 28 ± 0,41 mm y por último *P. geniculatus* en el cual las hembras miden 26,5 ± 0,7 mm y los machos 24,5 ± 0,7 mm. Estas medidas fueron comparadas a las sugeridas en (Lent y Wygodzinsky, 1979). Es importante aumentar el número de individuos para tener una medida más exacta de su longitud. Al comparar la longitud entre *P. chinai* y *P. howardi*, en hembras y machos, la diferencia es baja, ya que al realizar un análisis de estadística descriptiva, del tamaño, la desviación estándar tuvo un valor de 0 para hembras y 0,28 en machos, por lo que se podría sugerir que ambas especies tienen medidas de longitud muy parecidas. Cabe resaltar que *P. howardi* es una especie que se encuentra en los tres hábitats, mientras que *P. chinai* está relacionada con el peridomicilio y el domicilio, especialmente

relacionado con los nidos de gallinas, en el Ecuador y en Perú se ha reportado en el hábitat silvestre (Grijalva *et al*., 2009, datos no publicados), lo que indica que se desarrollan en ambientes distintos, además que son afectados por factores externos diferentes, no obstante presentan medidas similares y resultados parecidos en alas y cabezas.

6.2. ANÁLISIS INTRAESPECÍFICO, DIMORFISMO SEXUAL DE LAS CUATRO ESPECIES DE *Panstrongylus*

En el caso del análisis del dimorfismo sexual en hemiélitros derechos de las cuatro especies, se pudo observar que no existen diferencias significativas entre machos y hembras de las especies *P. chinai*, *P. geniculatus* ni *P. howardi*, mostrando valores de lambda Wilks, relativamente alto, como para considerar la existencia de dimorfismo sexual, esto se puede deberse a que la mayoría de muestras analizadas (94 %) fueron recolectadas en ambientes domiciliarios y peridomiciliarios, ya que según Soto Vivas *et al*., (2007), el dimorfismo sexual en triatominos disminuye en individuos recolectados en áreas del peridomicilio y domicilio. En el caso de *P. rufotuberculatus*, si se encontró diferencia significativa entre machos y hembras, esto se puede deber a la gran variabilidad morfológica intraespecífica que existe en esta especie (Magalhães *et al*., 2003). Además, en todas las muestras analizadas, las hembras presentaban alas relativamente más grandes que los machos. La diferencia de tamaño entre hembras y machos es notable en la mayoría de los insectos (Dujardin *et al*., 1999). Mientras tanto, al analizar el dimorfismo sexual en cabezas de las cuatro especies, las hembras y machos de las especies *P. chinai* y *P.*

howardi, especie endémica de la provincia de Manabí, mostraron diferencias significativas. Llama la atención que nuevamente los resultados de estas dos especies son similares, mientras que en *P. rufotuberculatus* y *P. geniculatus*, no se encuentran diferencias significativas entre machos y hembras. Esto puede estar relacionado con el tamaño del cuerpo, debido a que, en triatominos, y en la mayoría de los insectos, las hembras tienden a ser más grandes que los machos (Dujardin *et al*., 1999; Lent & Wygodzinsky 1979).

6.3. ANÁLISIS INTRAESPECÍFICO ENTRE LAS POBLACIONES DE LA PROVINCIA DE LOJA Y MANABÍ DE LA ESPECIE *P. rufotuberculatus*

En el caso del análisis intraespecífico entre las poblaciones de las provincias de Loja y Manabí, pertenecientes a la especie *P. rufotuberculatus*, los resultados de hemiélitros derechos mostraron diferencias significativas entre las poblaciones, sustentando la diferencias estadísticamente con el valor de Lambda Wilks (0.0839), muy bajo para considerar alguna similitud, mientras que en las cabezas el valor estadístico nos indicó una diferencia entre ambas poblaciones, tanto en alas como en cabezas. Adicionalmente, al analizar los UPGMA, en cabezas y en alas, pudimos visualizar una diferencia marcada entre las dos poblaciones, esto se puede explicar debido a que *P. rufotuberculatus* es una especie muy variable en su morfología y en su aspecto cromosómico (Lent & Wygodzinsky 1979), además de su gran rango de distribución, su plasticidad ecológica, sugieren una propagación secundaria de esta especie a través de diferentes ecoregiones (Abad-Franch y

Monteiro, 2007). Existen muchas hipótesis que explican la gran variación poblacional, sobre todo en características morfológicas y de coloración (Magalhães *et al*., 2003). La ubicación geográfica, con factores tales como la temperatura, la humedad, el clima, tienen una gran relación con la variación entre poblaciones (Barbosa *et al*., 2006). Al comparar las provincias de Loja y de Manabí, éstas presentan condiciones muy diferentes de humedad, de temperatura y del tipo de bosque, lo que pudo influir en gran parte a la variación morfológica de *P. rufotuberculatus*, especie muy sensible a la variación. Se encontró que los especímenes de Manabí tendían a ser de mayor tamaño, en alas y cabezas, lo que contradice la regla de Bergman, de igual manera como ocurrió en el estudio realizado por Villacís *et al*., 2010. No obstante, el estudio de Sempertegui (2012), realizados en las mismas poblaciones de esta especie, utilizando técnicas moleculares, como ya se mencionó anteriormente, concluyeron que no existe un aislamiento geográfico entre las dos poblaciones de esta especie, atribuyendo su distribución en la provincia de Loja y Manabí a un transporte pasivo, que podría ser asistido por humanos y por sus animales domésticos, lo que concuerda con los resultados que obtuvimos. Esto nos lleva a concluir que se trata de un cambio meramente morfológico, dado por factores externos, más no genético, lo que excluiría la posible hipótesis de especiación o plasticidad fenotípica. Nuestros resultados también son similares a los de Villacís *et al*., (2010), donde se compararon poblaciones de Loja y Manabí de la especie *Rhodnius ecuadoriensis* y encontraron resultados similares, mencionando diferencias significativas en las alas. Además en el CIEI, se lleva a cabo un proyecto de cruce de individuos pertenecientes a estas dos provincias, esperando obtener progenie viable o no viable, con objeto de buscar una prueba más contundente, que sugiera la especiación de estas dos poblaciones, debido a la barrera geográfica que existe entre ellas, lo que impide el intercambio de genes (flujo génico) entre ellas (Dujardin, 2009) ,

Este podría ser también el caso en *P. rufotuberculatus*, por lo que estudios de cruces entre estas dos poblaciones serían necesarios de realizar para obtener datos más concisos sobre la existencia o no de especiación entre poblaciones de *P. rufotuberculatus*.

6.4. DIFERENCIA MORFOMÉTRICA ENTRE *Panstrongylus chinai* Y *P. howardi*

Al diferenciar las cuatro especies estudiadas, llamó mucho la atención la similitud entre *P. chinai* y *P. howardi* Además, en los mapas factoriales y en los dendrogramas de las distancias fenéticas derivadas de las distancias de Mahalanobis o UPGMA, de alas y cabezas, que incluyen todas las especies estudiadas, es clara una cercanía relativa entre *P. chiani* y *P. howardi*, en relación al resto de las especies. Esto podría afirmar la hipótesis de que se tratan de especies melánicas (Lent y Wygodzinsky, 1979; Patterson *et al*., 2009), por lo que se podría tratarse de un evento de especiación alopátrica. No obstante, al realizar los análisis morfométricos de cabezas y alas, enfocados solo entre las dos especies, como son los mapas factoriales, es notable que aún siguen existiendo similitudes, pero no lo suficientemente contundentes, como para respaldar la hipótesis de que pertenecen a una misma especie, debido a que el estadístico lambda Wilks obtenido en análisis de alas (0.367) y de cabezas (0.1184), que aunque más altos, en relación a las otras especies, no son lo suficientemente cercanos a 1, por lo cual no se encuentra un respaldo estadístico que afirme la hipótesis. Además al analizar solo las dos especies, podemos darnos cuenta que existe una separación marcada, aunque no muy amplia en comparación a las otras especies,

entre los individuos de las dos especies. Como se mencionó anteriormente, en estudios no publicados de Sempertegui 2012, resultados obtenidos al utilizar el marcador ITS-2, sugieren una relación muy marcada entre ambas especies, pero en la prueba de Citocromo B (mt Cyt b), sus resultados muestran, que las dos especies divergen, por lo que especulan que se trata de una especie que se encuentra en "el borde de la divergencia intra e interespecífica". Al tener evidencias morfométricas, respaldadas estadísticamente, y apoyadas con resultados moleculares, podemos sugerir, que la hipótesis de la existencia de melanismo entre *P. chinai* y *P. howardi* está errada, además, hasta el presente no se ha encontrado una zona de simpatría entre el hábitat de estas dos especies.

Estudios como éste, enfocados a la Morfometría geométrica de triatominos, son de gran importancia, debido a que son una buena herramienta para el conocimiento ecológico, de clasificación, comportamiento y de adaptación de estos insectos, además, la investigación de este género, es de vital importancia, ya que en el país, la información es muy escasa, debido a que la mayoría de los estudios realizados en el Ecuador, han priorizado las especies denominadas "vectores principales", (*Triatoma dimidiata* y *Rhodnius ecuadoriensis*). En cambio las especies pertenecientes al género *Panstrongylus*, son consideradas como vectores secundarios. Sin embargo, al no ser sometidas a campañas de control, pueden ocupar los nichos de las controladas, colonizando zonas peri y domiciliarias, ya que, especies de este género han demostrado una gran capacidad para adaptarse a nuevos hábitats, incluyendo la interacción con las personas y con sus animales domésticos, como nueva fuente de alimento (Magalhães *et al*., 2003). Es por esto, que trabajos como este, sirven como investigaciones piloto, que incentiven estudios sobre este

género. Además, se podría complementar con investigaciones, como la que se está realizando en el CIEI, como son: (i) el estudio del ciclo de vida de estas especies y su capacidad vectorial, (ii) análisis de fenotipo antenal de estas especies, lo que es un gran avance para la realización de estrategias de control vectorial, para que de esa manera se pueda hacer frente a esta terrible enfermedad como lo es la ECh.

7. LITERATURA CITADA

Abad, F. 2002. Control de la Enfermedad de Chagas en el Ecuador. OPS/OMS – Ministerio De Salud Pública Del Ecuador

Abad-Franch, F., Paucar, A., Carpio, C.,Cuba C. A., Aguilar, H. A., Miles, M. A. 2001. Biogeography of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) in Ecuador: Implications for the Design of Control Strategies. Mememorias do Instituto Oswaldo Cruz 96: 611-620.

Abad-Franch, F. y Monteiro, F. 2007. Biogeography and evolution of Amazonian triatomines (Heteroptera: Reduviidae): implications for Chagas disease urveillance in humid forest ecoregions**.** Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 102: 57-69.

Adams, D., Rohlf, F. y Slice, D. 2004. Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution', Italian Journal of Zoology, 71: 5-16

Aguirre, Z., Kvist, L., y Sánchez, O. 2006. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz 162-187.

Arévalo, M., 1968. "Relación entre algunos Factores Socio-Económicos y la Adopción de Prácticas Ganaderas en Santo Domingo de los Colorados, Ecuador". Tesis de Maestría. Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA Centro de Enseñanza e Investigación.

Barbosa, S., Belisário, C., Souza, R., Romanha, A. y Diotaiuti, L. 2006. Biogeography of Brazilian populations of *Panstrongylus megistus* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) based on molecular marker and paleo-vegetational data. Acta Tropica 99: 144–154

Barrietos, J. Curso Práctico de Entomología. Universidad Autónoma de Barcelona, 2004.

Bookstein, F. 1982. Foundation of morphometrics. Annual Review of Ecology and Systematics 13: 451-470.

Bookstein, F., Chernoff, B., Elder, R., Humphries, J., Smith, G. y Strauss, R. 1985. Morphometrics in evolutionary biology. Philadelphia: Academy of Natural Sciences Press.

Bookstein, F. 1991. Morphometric tools for landmark data. Geometry and biology. New York: Cambridge University Press.

Bookstein, F. 1996. Combining the tools of geometric morphometrics. In: Advances in Morphometrics (Marcus, L., Corti, M., Loy, A., Naylor, G., Slice, D. Eds). Plenum Press, New York 131-151.

Bustamante, D., Monroy, C., Menes, M., Rodas, A., Salazar-Schettino, P., Rojas, G., Pinto, N., Guhl, F., y Dujardin, J. 2004. Metric Variation Among Geographic Populations of the Chagas Vector *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) and Related Species. J. Med. Entomol 41: 296-301.

Cáceres, A.,Troyes, L., Pérez, A., Llontop, E., Bonilla, C., Murias, E., Heredia, N., Velásquez, C., Yáñez, C. 2002. Enfermedad de Chagas en la región Nororiental del Perú. I. Triatominos (Hemiptera, Reduviidae) presentes en Cajamarca y Amazonas. Rev Peru Med Exp Salud Publica 19.

Carcavallo, R., Girón, I., Jurberg, J., Lent, H. Atlas of Chagas Disease vectors in The Americas. Vol II. Fiocruz. Río de Janeiro Brasil. 2009.

Castillo, D. y Wolff, M. 2000. Aspectos del comportamiento de los Triatominos (Hemiptera: Reduviidae), vectores de la Enfermedad de Chagas. Biomédica 20: 59-64.

CDM. 2006. Objetivos del Desarrollo del Milenio. Estado de situación 2006 de la Provincia de Manabí. CONCOPE.

CFSPH. 2009. Chagas Disease, New World Trypanosomiasis. College of Veterinary Medicine Iowa State University

Coura, R., Días, P. 2009. Epidemiology, control and surveillance of Chagas disease - 100 years after its discovery. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 104.

Coura, R. 2007. Chagas disease: what is known and what is needed. A background article. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 102: 113-122.

Crossa, R., Hernández, M., Araccio, M., Rose, V., Valente, S., Valente, V., Moreno, J., Angulo, V., Sandoval, C., Roldán, J., Vargas, F., Wolff, M., Panzera, F. 2002. Chromosomal evolution trends of the genus Panstrongylus (Hemiptera, Reduviidae), vectors of Chagas disease. Infection, Genetics and Evolution 2: 47-56

Cruz, L., Malo, E. A., Rojas, J. C., Morga, E. D. 2001. Chemical ecology of triatomine bugs: vectors of Chagas disease. Medical and Veterinary Entomology 15: 351-357.

Dias, J., Silveira, A., Schofield, A. 2002. The Impact of Chagas Disease Control in Latin America - A Review. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 97: 603-612.

Dujardin, J., Panzera, P. y Schofield, C. 1999. Triatominae as a Model of Morphological Plasticity under Ecological Pressure. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 94: 223-228.

Dujardin, J., Beard, C. y Ryckman, R. 2007. The relevance of wing geometry in entomological surveillance of Triatominae, vectors of Chagas disease. Infection, Genetics and Evolution 7: 161–167

Dujardin, J. y Slice, D. Encyclopedia of Infectious Diseases: Modern Methodologies. WILEY-LISS. 2007. Canadá

Goula, M. 1984. Contribución al estudio de Hemiptera (Insecta, Heteroptera, Familia Miridae. TDX

Grijalva, M., Villacis, A. 2009. Presence of *Rhodnius ecuadoriensis* in Sylvatic Habitats in the Southern Highlands (Loja Province) of Ecuador. Journal Medical Entomology. 46: 708-711.

Jaramillo, N., Castillo, D. y Wolff, M. 2002. Geometric Morphometric Differences between *Panstrongylus geniculatus* from Field and Laboratory. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 97: 667-673.

Javitt, M., Travieso, V., Rodríguez, R. y Perdomo, Rosa. 2012. Finding of *Panstrongylus geniculatus* in urbanization of the area east of Barquisimeto, Lara State, Venezuela. Redvet 13.

Lehmann, P., Ordoñez, R., Ojeda, R., Mendez de Lira, J., Hidalgo, S., Monroy, C. y Ramsey, J. 2005. Morphometric analysis of *Triatoma dimidiata* populations (Reduviidae:Triatominae) from Mexico and Northern Guatemala. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 100: 477-482.

Lele, S., y Richtsmeier, J. 2001. An invariant approach to statistical analysis of shapes. Boca Raton, Florida: Chapman & Hall/CRC.

Lent, H. and Wygodzinsky, P. 1979. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas disease. Bulletin of the American Museum of Natural History 163: 123-520.

Magalhães dos Santos, C., Jurberg, J., Galvão, C., da Silva Rocha, D., y Rodriguez, J. 2003. Estudo Morfométrico do Gênero *Panstrongylus* Berg, 1879 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Memorias do Instituto Oswaldo Cruz *98*: 939-944.

Mancilla, A., Bargues, M., Abad-Franch, F., Panzera, F., Carcavallo, R., Noireau, F., Galvão, C., Jurberg, J. Miles, M., Dujardin, J. y Mas-Coma, S. 2002. Nuclear rDNA ITS-2 sequences reveal polyphyly of *Panstrongylus* species (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), vectors of *Trypanosoma cruzi.* Infection, Genetics and Evolution 1:225–235.

Marín, R., Santillán, R., Cuba, C., Jurberg, J. y Galvão, C. 2007. Hallazgo de *Panstrongylus rufotuberculatus* (Champion, 1899) (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) en ambiente domiciliario en la Región Piura, Perú. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 23: 2235-2238.

Marquardt, W., Black, W., Freire, J., Hagedorn, H., Hemingway, J., Higgs, S., James, A., Kondratieff, B., Moore, C. Biology of Desease Vectors, Second Edition, Elsevier, 2004, USA.

Matias, A., Riva, J., Torrez, M. y Dujardin, J. 2001. *Rhodnius robustus* in Bolivia Identified by its Wings. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 96: 947-950.

Moncayo, A. y Ortiz, M. I. 2006. An update on Chagas disease (human American trypanosomiasis). Annals of Tropical Medicine & Parasitology. 100: 663–677.

Monteiro, L., Diniz-Filho, J., dos Reis, S. y Araujo, E. 2002. Geometric Estimates of Heritability in Biological Shape. *Evolution* 56: 563-572

Moreno, L., Puebla, M., Bacigalupo, A. y García, A. 2009. Estudio comparativo de ejemplares de *Triatoma infestans* provenientes de poblaciones silvestres de l aboratorio, mediante Morfometría geométrica. Revista Ibero-Latinoamericana de Parasitología. 68: 130-136.

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, Quito, Ecuador.

OPS. 2002. Iniciativa de los Países de Centro América para la Interrupción de la Transmisión Vectorial y Transfusional de la Enfermedad de Chagas. OPS/DPC/CD/273/03.

PAHO. 2008. Update of American Trypanosomiasis and Leishmaniasis Control and Research: Final Report. PAHO/HDM/CD/512.

Patterson, S., Barbosa S., Feliciangeli, M. 2009. On the genus *Panstrongylus* Berg 1879: Evolution, ecology and epidemiological significance. ActaTropica 110: 187–199.

Pereira, C., Carrillo, C., Miranda, M., Bouvier, L., Canepa, G. *Trypanosoma cruzi*: Transporte de metabolitos esenciales obtenidos del hospedador. Medicina (Buenos Aires) 68: 398-404

POS. 2004. V Reunión de la Comisión Intergubernamental de la Iniciativa Andina.

Pozo, W. y Eras, R. 2009. Diversidad y usos de aves de bosques ribereños remanentes en fincas de Santo Domingo de los Tsáchilas. Revista Ciencia 12: 184-210.

Rabinovich, J. 1972. Vital Statistics Of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) Under Laboratory Conditions. Journal of Medical Entomology 9: 351-370

Ramón, M. 2012. Dinámica poblacional comparativa de la provincia de Loja. Universidad Particular de Loja. Loja-Ecuador.

Remme, J. H. F., Feenstra, P., Lever, P. R., Médici, A., Morel, C., Noma, M., Ramaiah, K. D., Richards, F., Seketeli, A., Schmunis G., van Brakel, W. H., Vassall, A. Tropical desease. Tropical deseases (chapter 22). Desease control Priorities proyect. 2006.

Riaño, H., Jaramillo, N. y Dujardin, J. 2009. Growth changes in *Rhodnius pallescens* under simulated domestic and sylvatic conditions. Infection, Genetics and Evolution 9: 62–168

Richtsmeier, J., Burke, V., Lele, S. 2002. The promise of Geometric Morphometrics. Yearbook of Physical Anthropology 45: 63-91.

Rohlf, F. 1999. Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces. Journal of Classification 16: 197-223.

Sánchez, R. 2009. Diagnóstico y Recomendación de Políticas Técnicas Ambientales para el Consejo Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de Ingeniería. Ecuador, Escuela Politécnica Nacional.

Sempertegui, C. 2012. Phylogenetic and Phylogeographic studies of *Panstrongylus sp.*, vectors of Chagas Disease in Loja and Manabí Provinces, Ecuador. Tesis de Doctorado. College of Arts and Sciences of Ohio University.

Schofield, C. J., Galvão C. 2009. Classification, evolution, and species groups within the Triatominae. Acta Tropica 110: 88–100

Slice, D. 2007. Geometric Morphometrics. Annual Review of Anthropology. 36:261-281.

Soto Vivas, A., Rodríguez, C., Bonfante-Cabarca, R. y Aldana, E. Morfometría Geométrica de *Triatoma maculata* (Erichson, 1848) de ambientes doméstico y peridoméstico, estado Lara, Venezuela. Boletín de Malariología y Salud Ambiental. 47.

Teixeira, A., R., L., Nitz, N., Guimaro, M. C., Gomes, C., Santos-Buch, C. A. 2009. Chagas disease. Postgrad Med 82:788–798.

Torres, K., Avendaño, F., Lizano, E., Rojas, M., Rodríguez, C., Bonfante, R. y Aldana, E. 2010. Evaluación de la estructura espacial de *Triatoma maculata* del centro-occidente de Venezuela y su viabilidad alimentado con sangre humana en condiciones de laboratorio. Biomédica 30:72-81

Vargas, E., Espitia, C., Patiño, C. Pinto, N., Aguilera, G., Jaramillo, C., Bargues, M. y Guhl, F. 2006. Genetic structure of *Triatoma venosa* (Hemiptera: Reduviidae): molecular and morphometric evidence. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 101: 39-45.

Villacís, A. 2011. Análisis de Variabilidad Fenotípica y Diversidad Genética de poblaciones sinantrópicas y silvestres de *Rhodnius ecuadoriensis* (Lent & León) en dos provincias endémicas para la Enfermedad de Chagas en el Ecuador. Tesis de Doctorado, Ecuador. PUCE.

Villacís, A. G., Grijalva, M. J., Catalá, S. 2010. Phenotypic Variability of *Rhodnius ecuadoriensis* Populations at the Ecuadorian Central and Southern Andean Region. Journal of Medical Entomology, 47:1034-1043.

World Health Organization, 2002. Control of Chagas Disease. WHO Library Cataloguing in Publication Data.

Zombori, L. y Steinmann, H. Dictioary of Insect Morphology. 1999. Walter de Gruyter.

8. FIGURAS

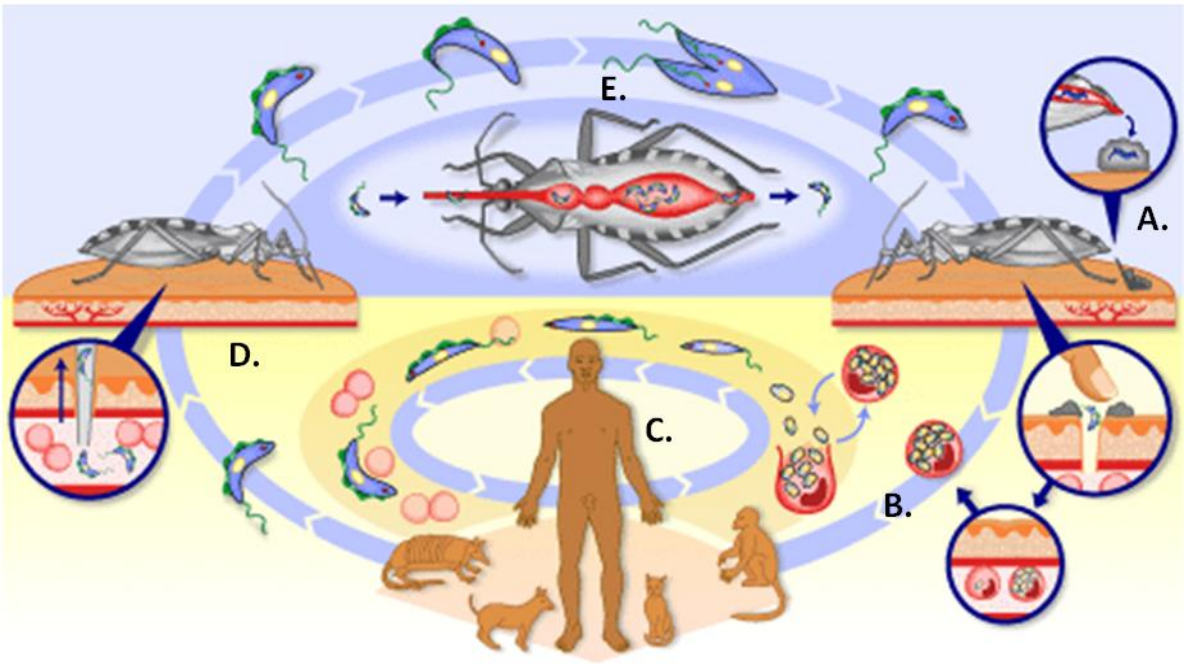


Figura 1. Ciclo de vida de *Trypanosoma cruzi* en el insecto vector y mamíferos hospederos. (Modificado de OMS/TDR [www.who.int], 2012).

- **A.** Las heces contaminadas con *Trypanosoma cruzi* ingresan al torrente sanguíneo del hospedero.
- **B.** Se da el ingreso de las formas infectivas a las células, pasando a estadio amastigote.
- **C.** Replicación de los amastigotes, dentro de la célula, diferenciación a tripomastigotes sanguíneos, estos son liberados en el torrente sanguíneo.
- **D.** El vector ingiere la sangre que contiene los tripomastigotes sanguíneos.
- **E.** Los tripomastigotes sanguíneos se diferencian en epimastigotes, replicándose, estos migran a la parte posterior del intestino, donde se diferencian en tripomastigotes metacíclicos, que se la forma infectiva de *T. cruzi*. (Villacís, 2011).

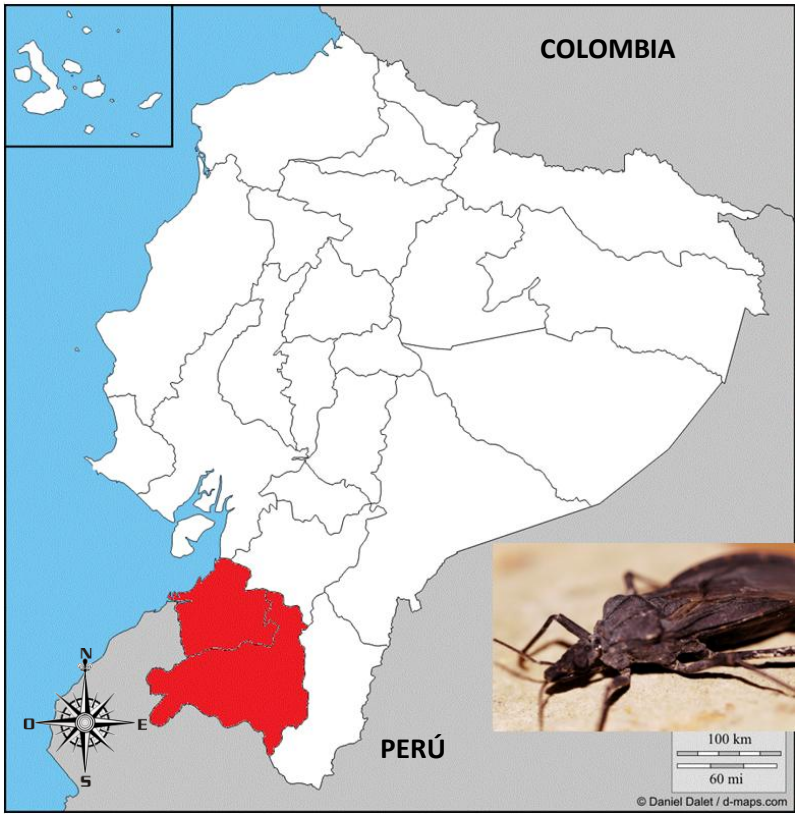


Figura 2. Distribución de *Panstrongylus chinai* en el Ecuador: Se extiende por las provincias de El Oro y Loja, también en el norte de Perú. Las hembras de *P. chinai* miden aproximadamente 30 ± 0.41 mm y los machos 28 ± 0,41. Foto: Esteban Baus (CIEI). Mapa: d-maps.com



Figura 3. Distribución de *P. howardi* en el Ecuador: Limitada a la provincia de Manabí. Especie endémica. *P. howardi*: Las hembras miden 30 ± 1 mm y los machos 27,6 ± 0,55 mm. Foto: Esteban Baus (CIEI). Mapa: d-maps.com



Figura 4. Distribución de *P. rufotuberculatus* en el Ecuador: Se extiende en las provincias de Manabí, Imbabura, Santo Domingo, Loja, El Oro, Los Ríos, Guayas y Santa Elena. *P. rufotuberculatus*: Las hembras miden 28 ± 1,41 mm y los machos 26, 5 ± 0,70 mm. Foto: Esteban Baus (CIEI). Mapa: d-maps.com

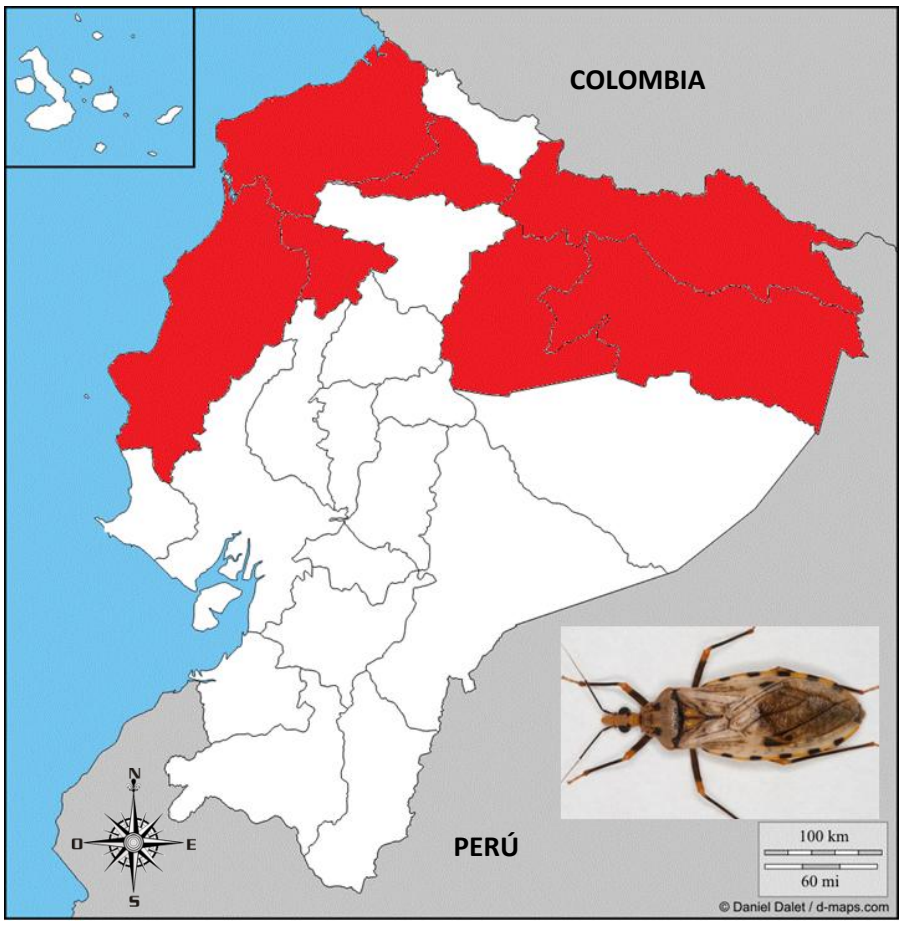


Figura 5. Distribución de *P. geniculatus* en el Ecuador: Se lo encuentra en las provincias de Sto. Domingo, Imbabura, Manabí, Esmeraldas, Sucumbíos y Orellana/Napo. *P. geniculatus*: Las hembras miden 26,5 ± 0,7 mm y los machos 24,5 ± 0,7 mm. (Foto: www.fotolog.com). Mapa: d-maps.com

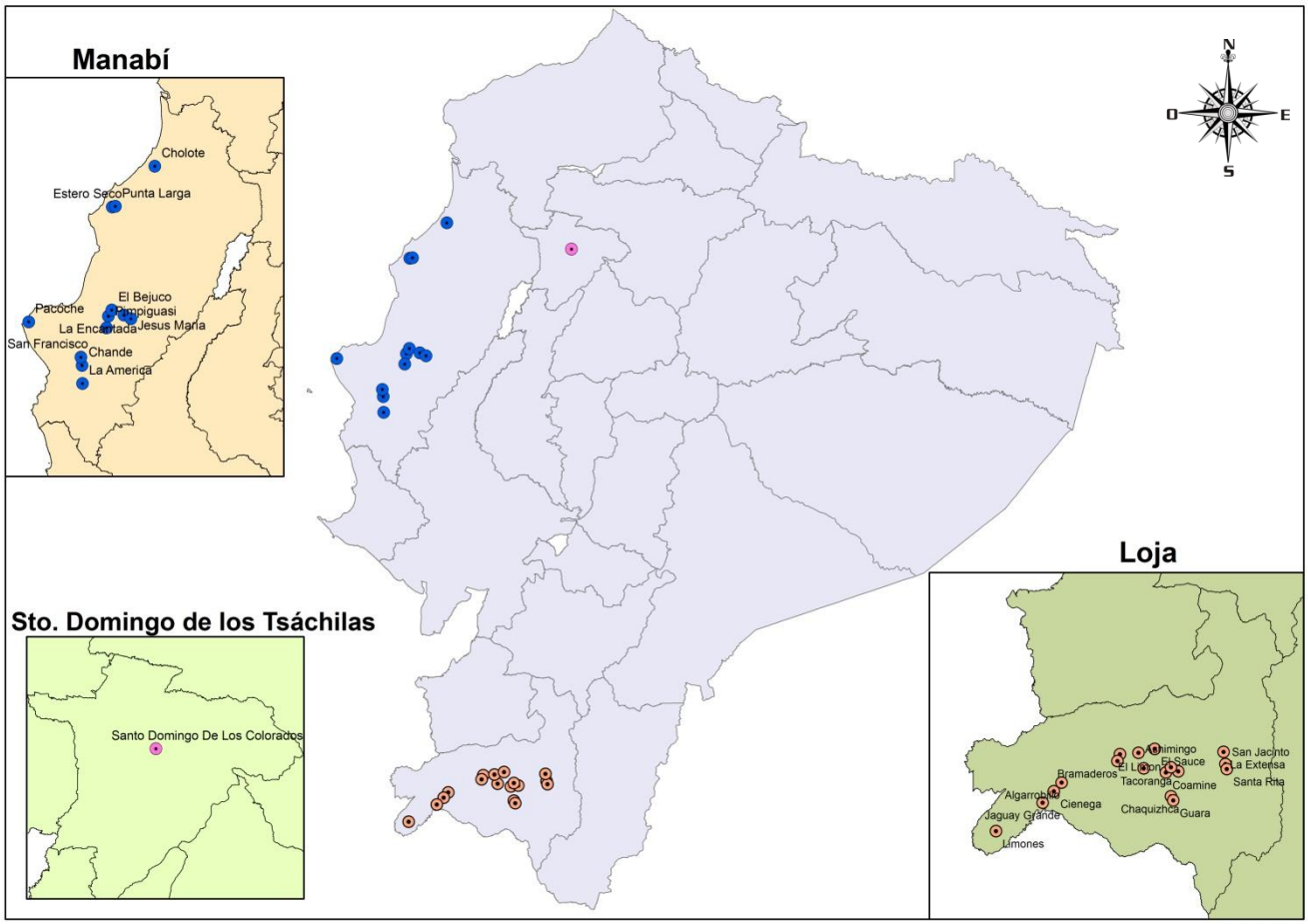


Figura 6. Mapa indicando las provincias y comunidades en las que fueron recolectados los especímenes de las cuatro especies, durante los años 2005, 2007, 2008, 2009 y 2010. Mapa: César Yumiseva (CIEI).

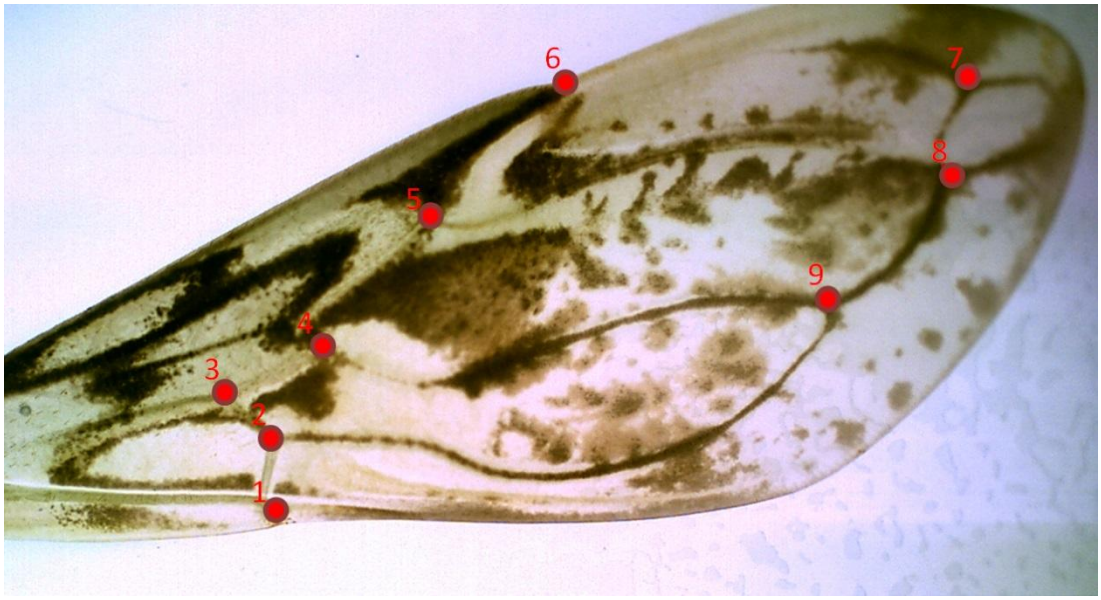


Figura 7. Ala (hemiélitro) derecho. Los puntos de color rojo, indican los landmarks utilizados en los análisis de MG.

1. Intersección entre la vena subcubital y primera anal
2. Intersección entre la vena cubital y la postcubital
3. Intersección entre la vena radial y la vena cubital
4. Intersección entre la vena cubital y la vena media
5. Intersección entre la vena media radial y la radial
6. Intersección entre la vena radial y la subcosta
7. Intersección entre la vena cubital y subcosta
8. Intersección entre al vena cubital y postcubital

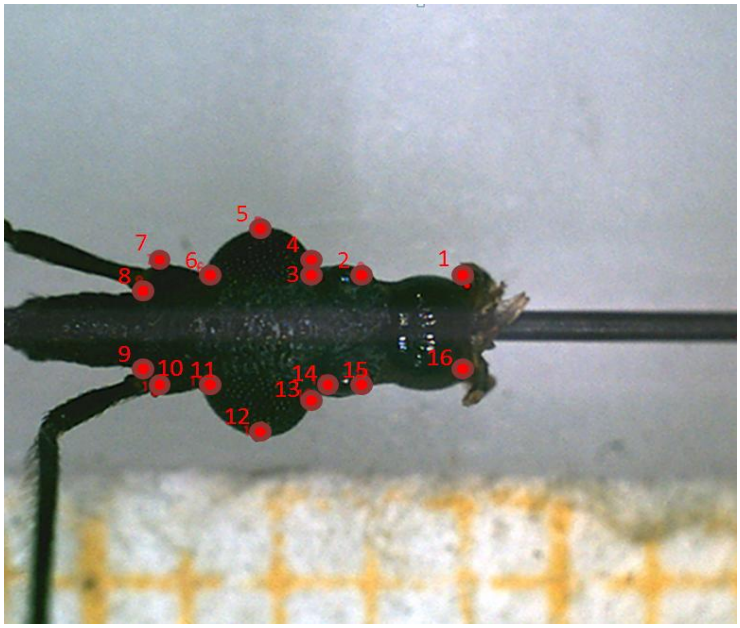


Figura 8. Vista dorsal de la cabeza de una de las especies analizadas (*P. chinai*), los puntos rojos indican los landmarks utilizados para realizar los análisis de MG.

1, 16: Cuello

2, 15: Región posocular (extremo del ocelo)

2,14: Ocelo, cercano al ojo

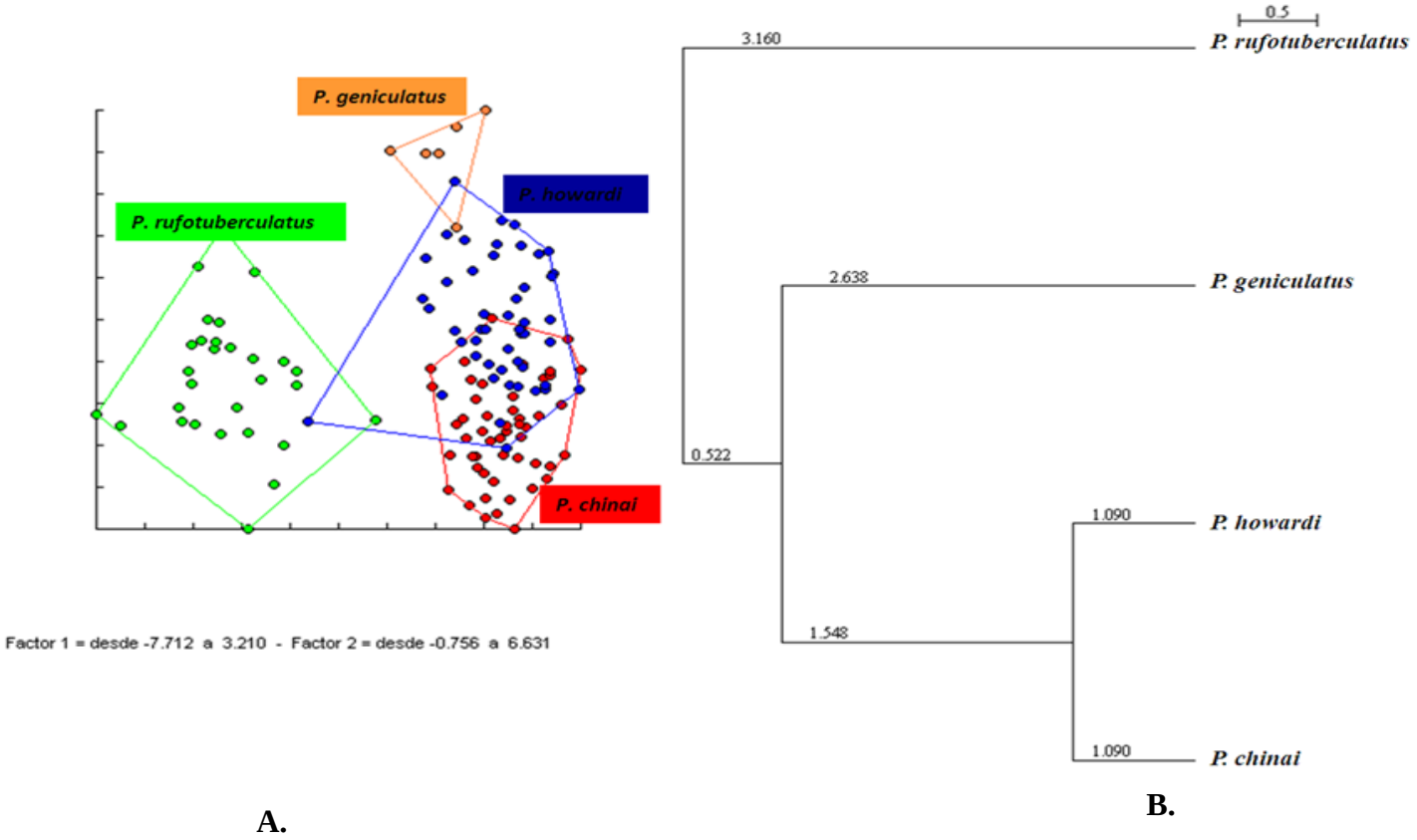
4, 13: Extremo del ojo cercano a la región posocular

5, 12: Parte media del ojo

6, 11: Extremo del ojo cercano a la región ateocular

7, 10: Tubérculo antenífero, parte externa

8, 9: Tubérculo antenífero, parte interna



A. **B.**

Figura 9. A. Análisis discriminante, mapa factorial. Diferenciación a nivel interespecífico, análisis de alas, de las cuatro especies (*P. chinai*, *P. rufotuberculatus*, *P. geniculatus* y *P. howardi*). B. Dendrograma de las distancias fenéticas derivadas de las distancias de Mahalanobis, del análisis de MG en alas de las cuatro especies, para la diferenciación interespecífica.

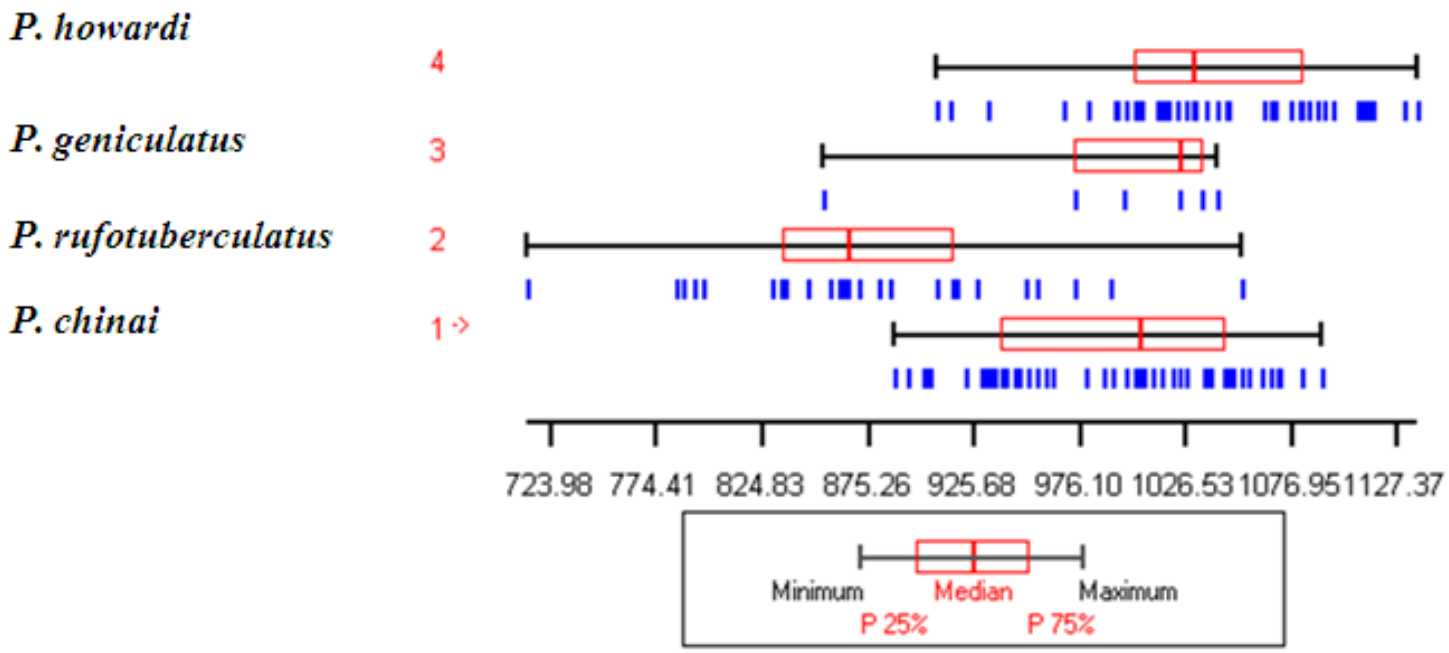
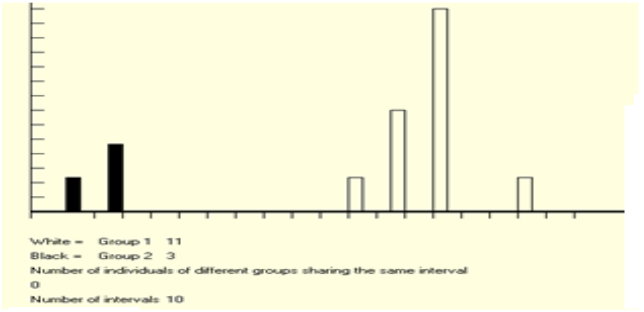
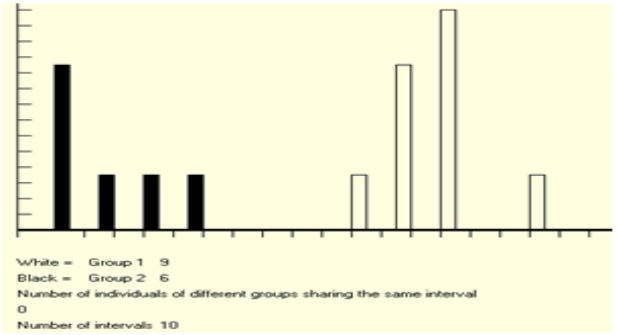


Figura 10. Diferenciación interespecífica entre las cuatro especie, tamaño (CS) del hemiélitro derecho. Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de los hemiélitros analizados, en los extremos, la líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En la parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de las cuatro especies.

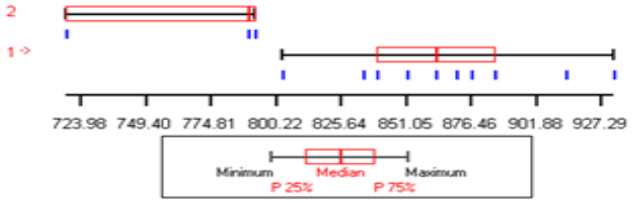


A.



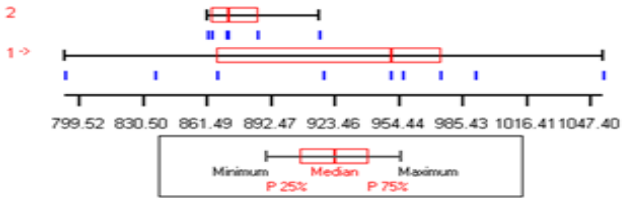
B.

Machos
Hembras



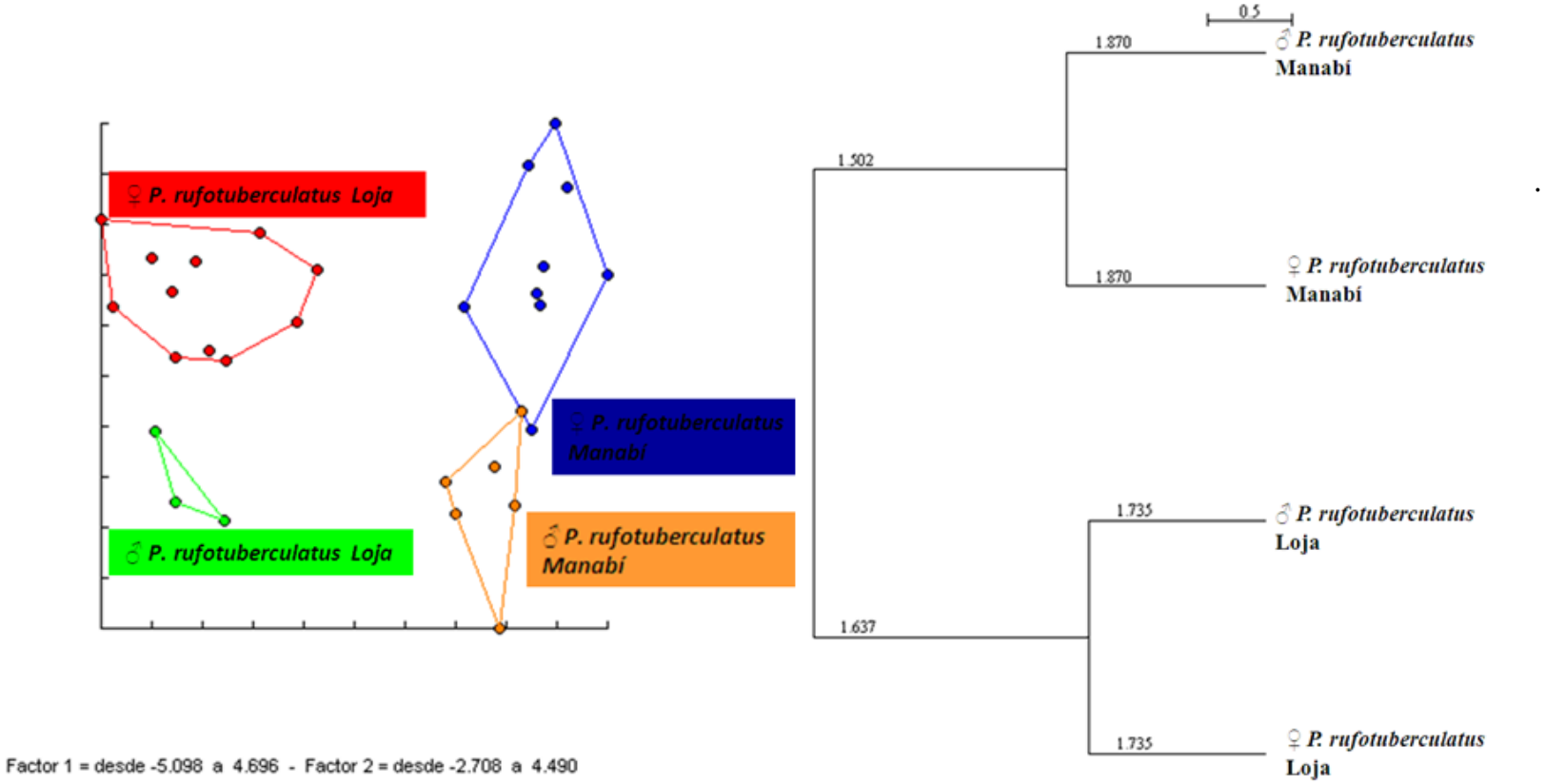
C.

Machos
Hembras



D.

Figura 11. A. y B. Mapa factorial, variación sexual en *P. rufotuberculatus* de Loja y Manabí, respectivamente. Las bandas negras representan a los machos y las bandas blancas representan a las hembras. **C. y D. Diferenciación sexual de tamaño (CS) de *P. rufotuberculatus* de Loja y Manabí, respectivamente.** Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de los hemiélitros analizados, en los extremos, la líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En la parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de hembras y machos



A. **B.**

Figura 12. A. Análisis discriminante, mapa factorial . **B. Dendrograma** de las distancias fenéticas derivadas de las distancias de Mahalanobis. Diferenciación a nivel intraespecífico de la poblaciones de Loja y Manabí, pertenecientes a la especie *P. rufotuberculatus*, análisis de hemiélitro derecho

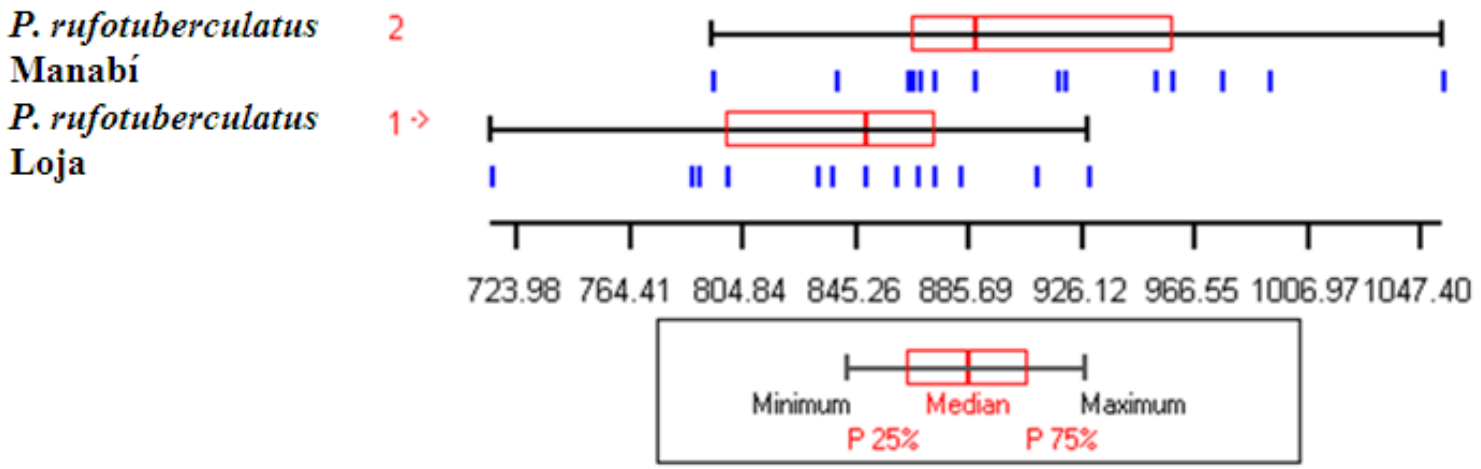
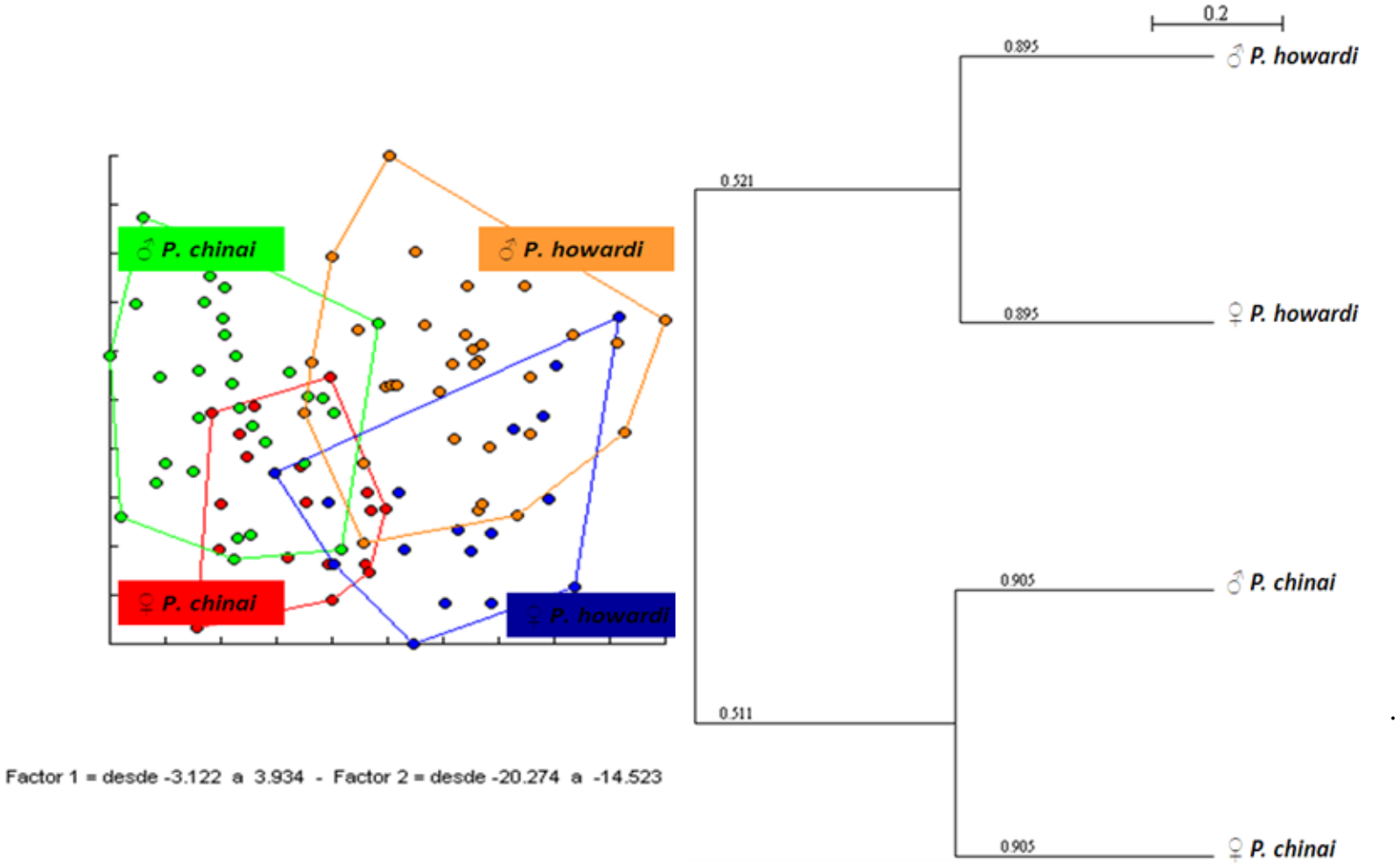


Figura 13. Diferenciación intraespecífica de tamaño (CS) de las alas analizadas de las poblaciones de Loja y Manabí de *P. rufotuberculatus*. Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de los hemiélitros analizados, en los extremos, la líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En la parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de cada población.



A. **B.**

Figura 14. Diferenciación a nivel interespecífico de las especies *P.chinai* y *P. howardi* en hemiélitro derecho. A. Análisis discriminante, Mapa factorial. B. Dendrograma de las distancias fenéticas derivadas de las distancias de Mahalanobis de las dos especies

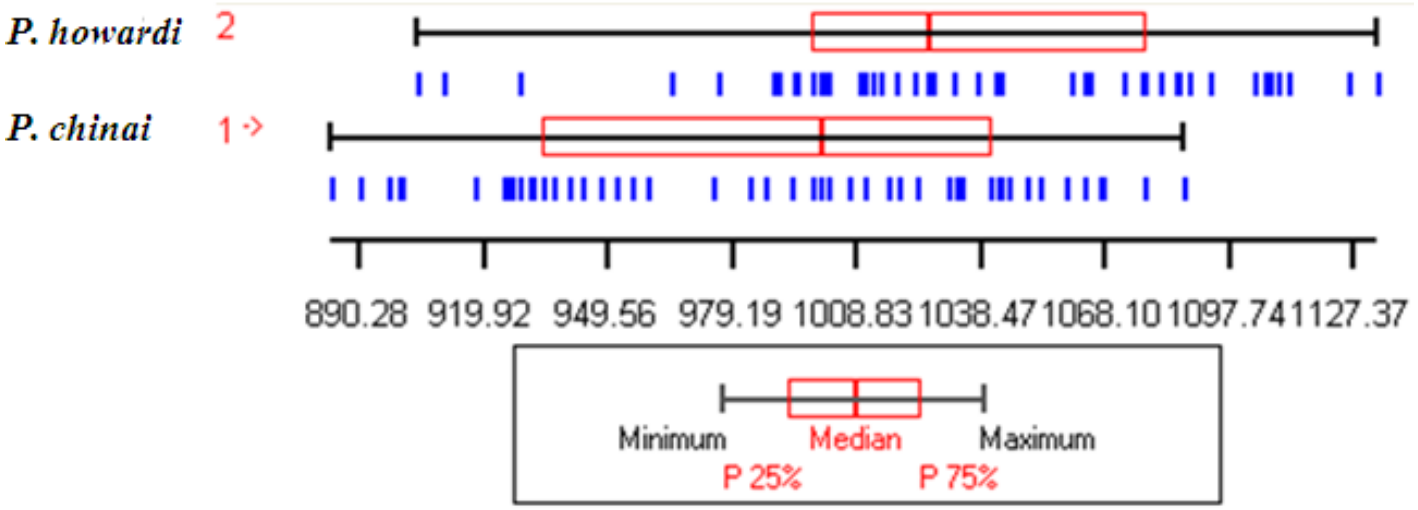
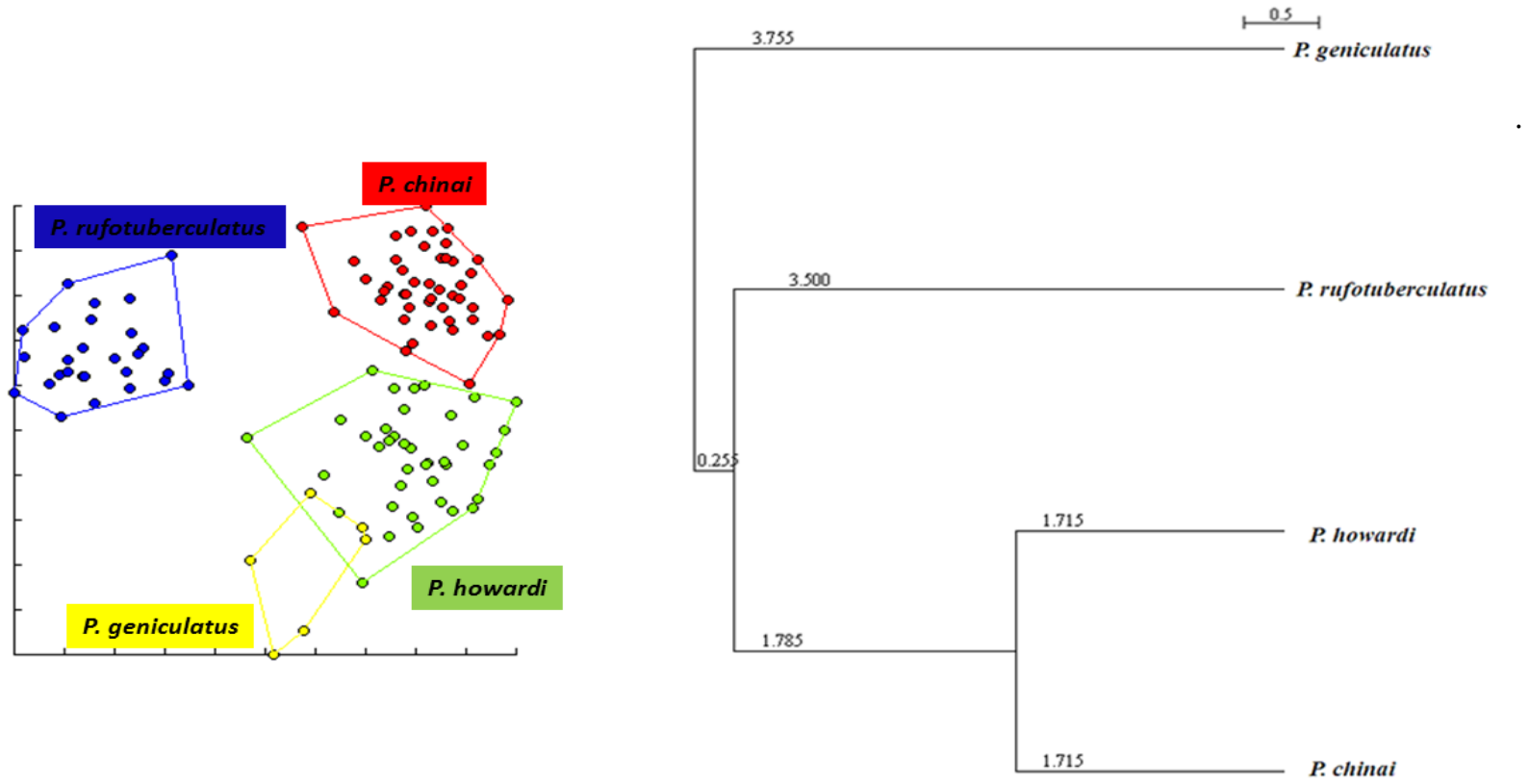


Figura 15. Diferenciación interespecífica de tamaño (CS) de *P. chinai* y *P. howardi*. Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de los hemiélitros analizados, en los extremos, las líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de las dos especies.



A. **B.**

Figura 16. Diferenciación morfológica interespecífica en cabezas de las cuatro especies (*P. chinai*, *P. rufotuberculatus*, *P. geniculatus* y *P. howardi*). **A. Análisis discriminante, mapa factorial. B. Dendrogramas** de las distancias fenéticas derivadas de las distancias de Mahalanobis de las cuatro especies de *Panstrongylus*

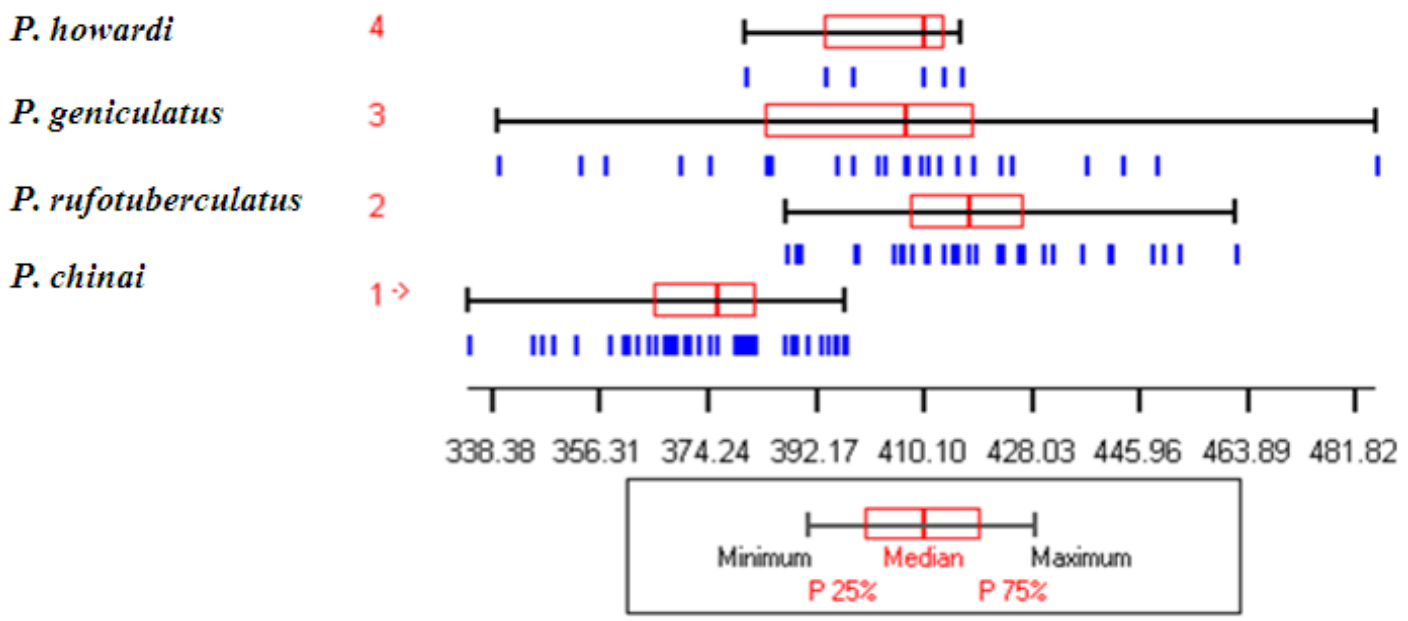


Figura 17. Diferenciación interespecífica entre las cuatro especie, tamaño (CS) de cabezas. Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de las cabezas analizadas, en los extremos, las líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En la parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de las cuatro especies.

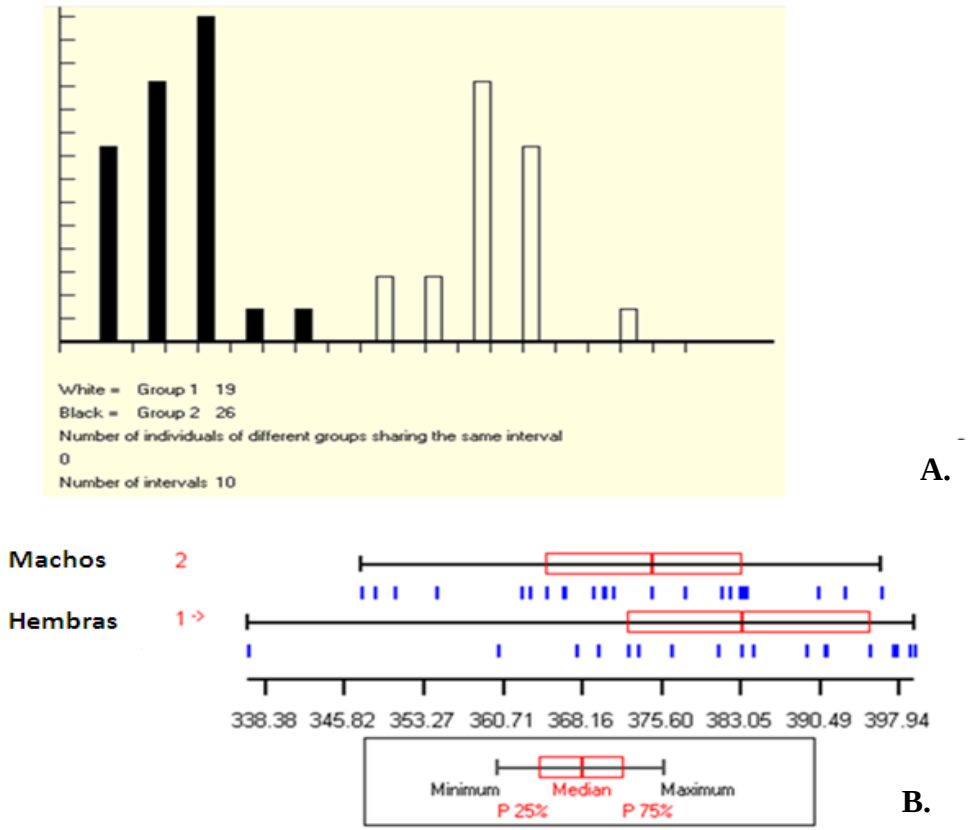


Figura 18. A. Mapa factorial, variación sexual en cabezas de *P. chinai*. Las bandas negras representan a los machos y las bandas blancas representan a las hembras. **B. Diferenciación sexual de tamaño (CS).** Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de los hemiélitros analizados, en los extremos, las líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En la parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de hembras y machos.

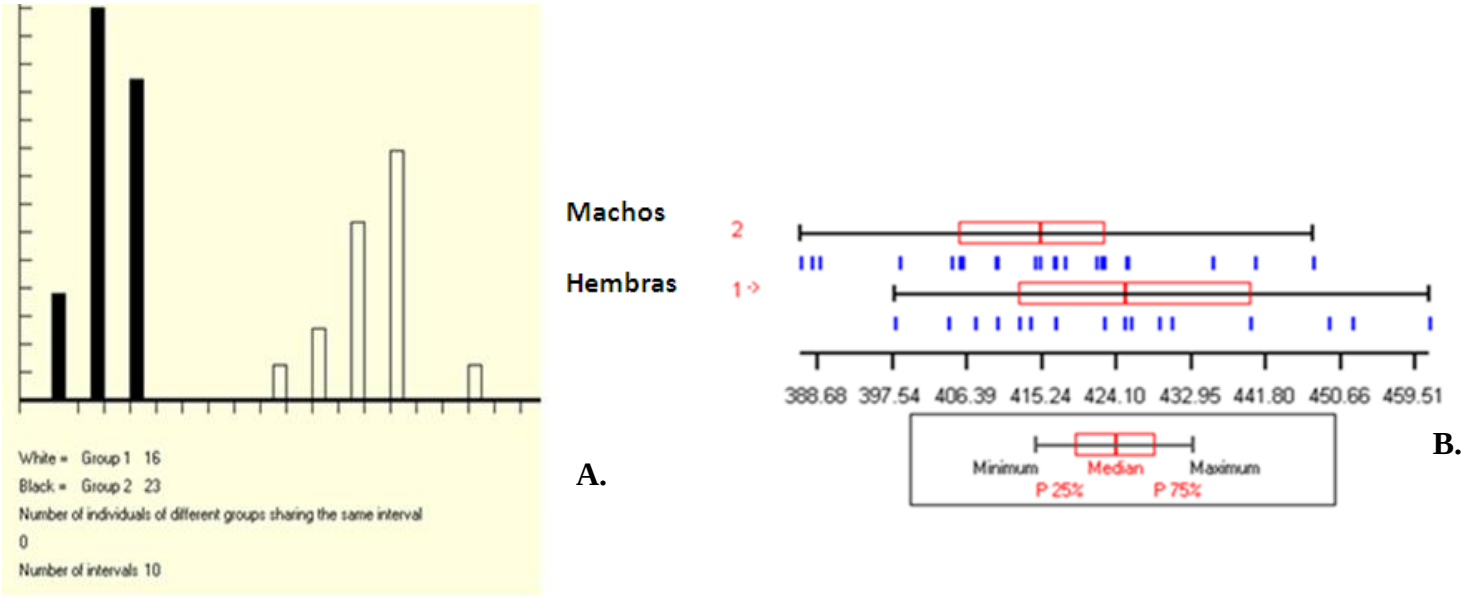


Figura 19. A. Mapa factorial, variación sexual en cabezas de *P. howardi*. Las bandas negras representan a los machos y las bandas blancas representan a las hembras. **B. Diferenciación sexual de tamaño (CS).** Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de los hemiélitros analizados, en los extremos, las líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En la parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de hembras y machos.

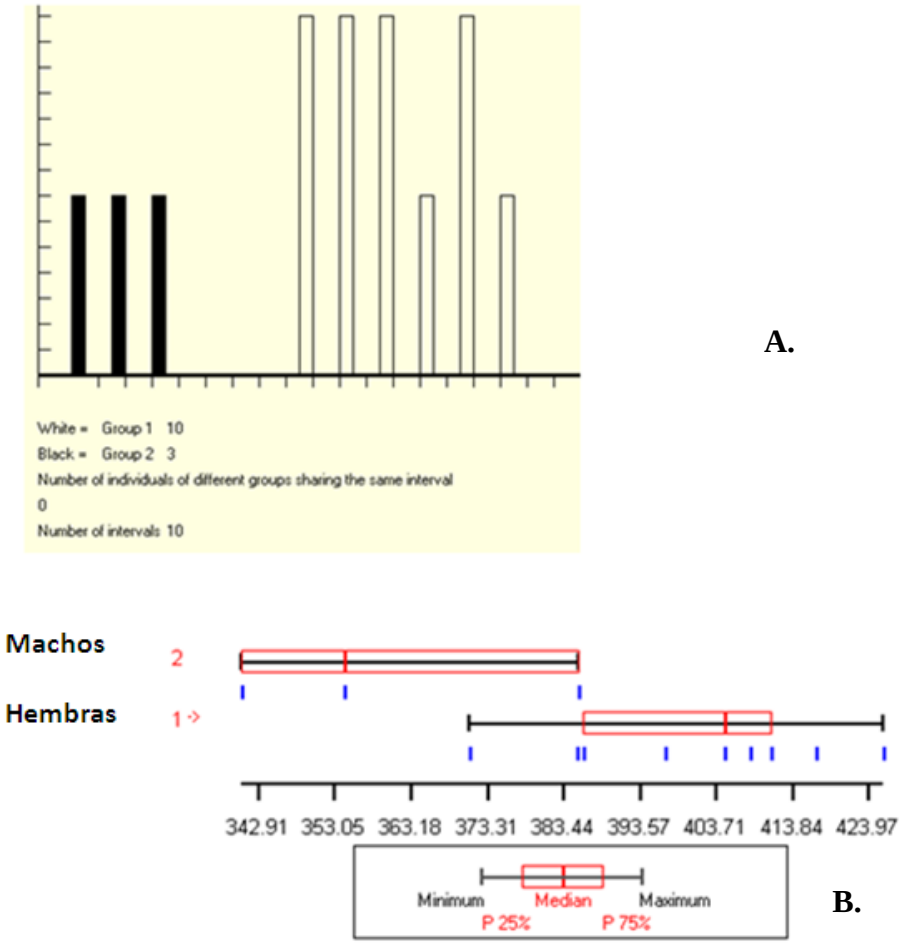


Figura 20. A. Mapa factorial, variación sexual en cabezas de *P. rufotuberculatus*, de la provincia de Loja. Las bandas negras representan a los machos y las bandas blancas representan a las hembras. **B. Diferenciación sexual de tamaño (CS).** Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de los hemiélitros analizados, en los extremos, las líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En la parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de hembras y machos.

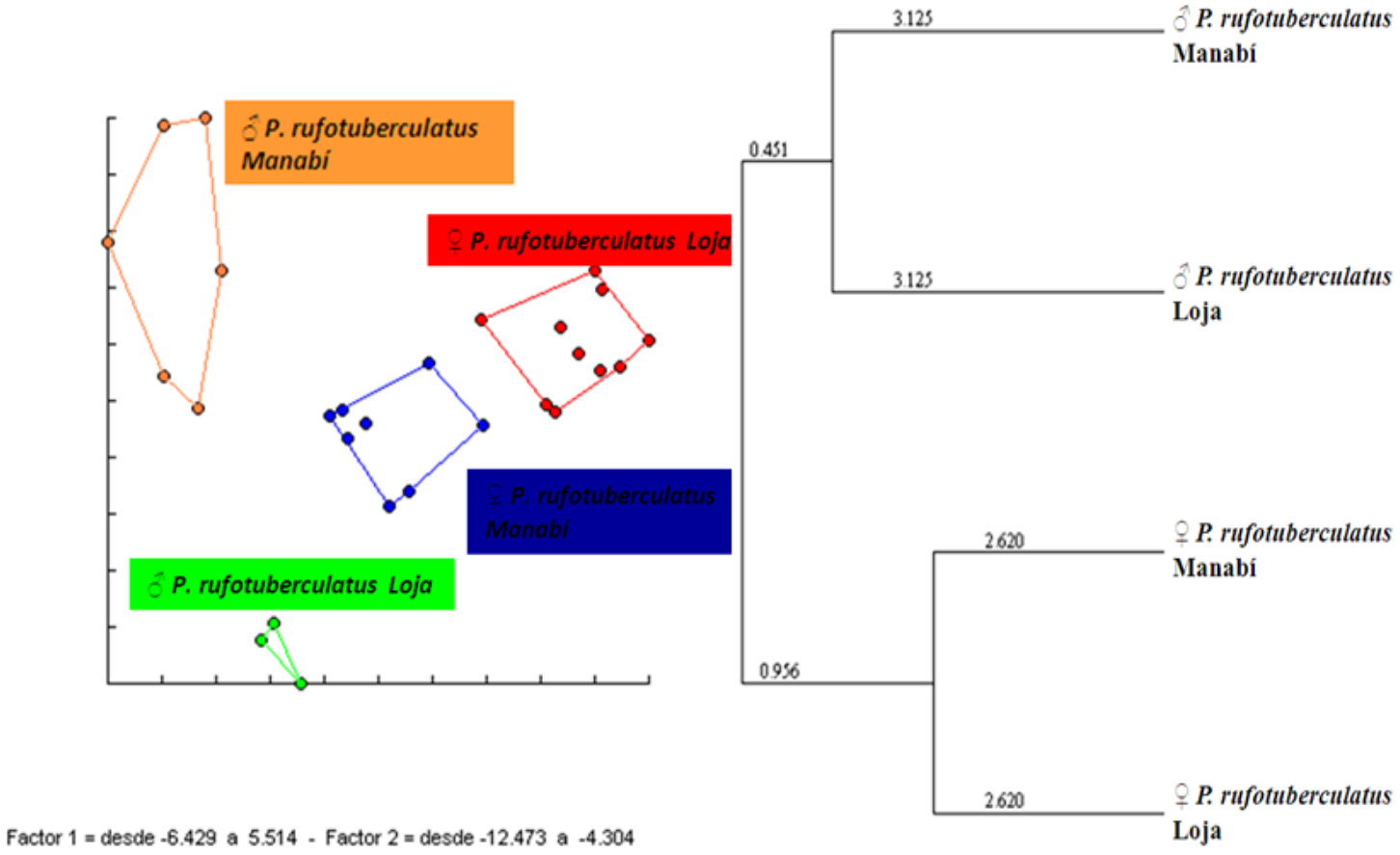


Figura 21. Diferenciación a nivel intraespecífico de la poblaciones de Loja y Manabí, pertenecientes a la especie *P. rufotuberculatus*, análisis de cabezas. A. Análisis discriminante, mapa factorial**. B. Dendrogramas** de las distancias fenéticas derivadas de las distancias de Mahalanobis de las dos poblaciones de *P. rufotuberculatus*.

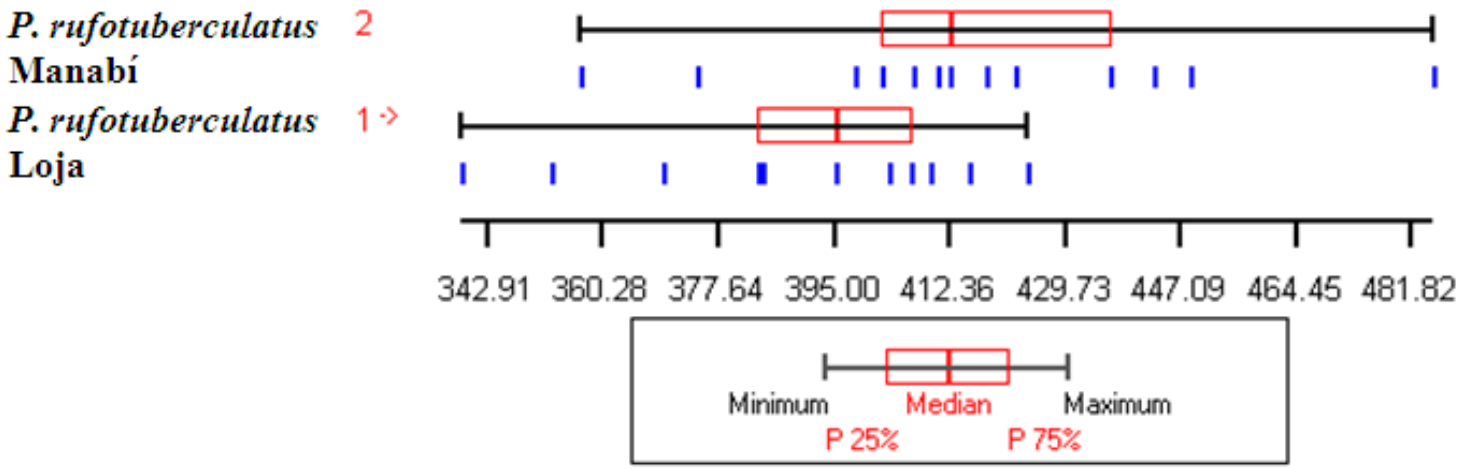
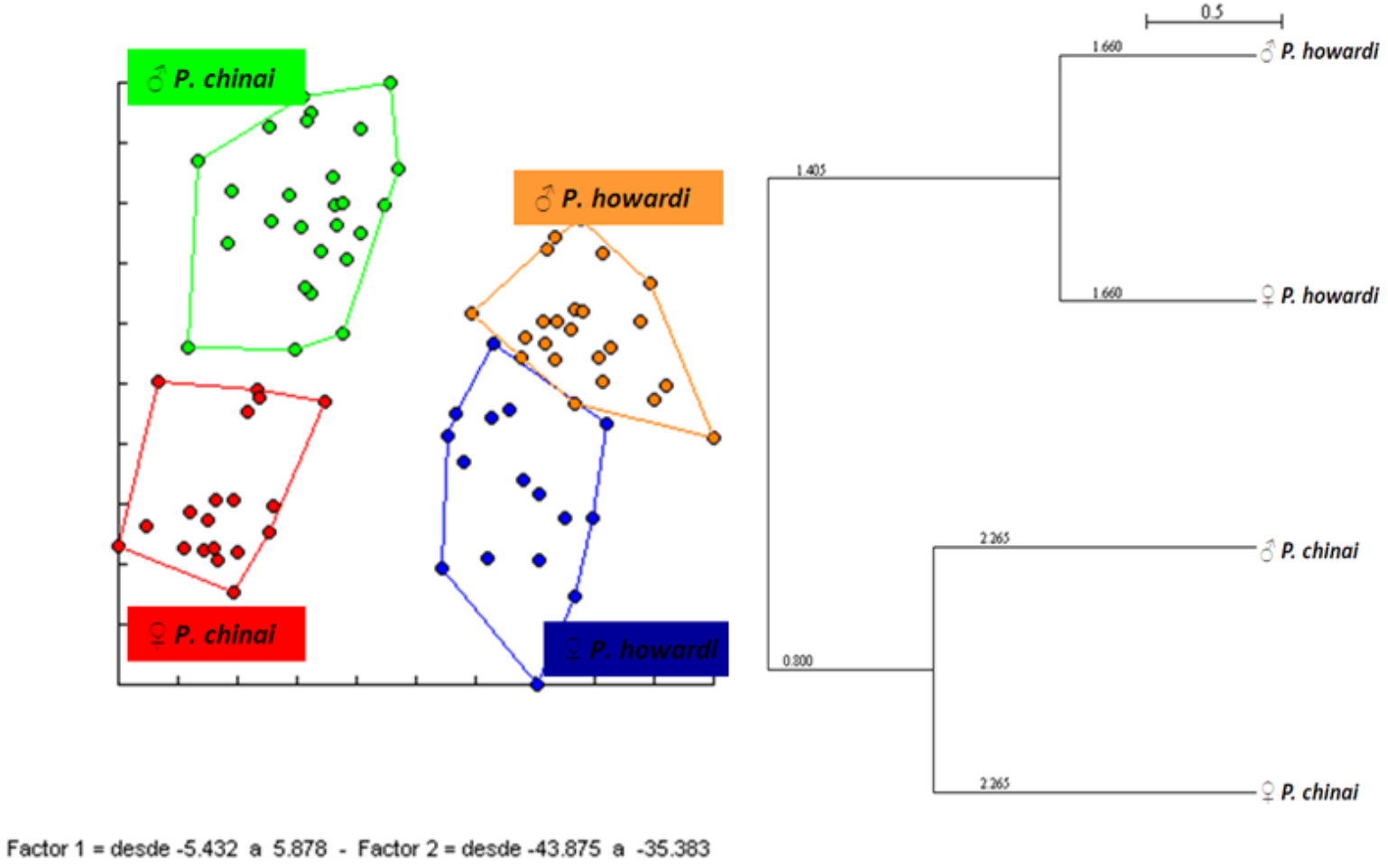


Figura 22. Diferenciación intraespecífica de tamaño (CS) de las cabezas analizadas de las poblaciones de Loja y Manabí de *P. rufotuberculatus*. Las líneas de color azul, representan al número de individuos analizados, la línea de color rojo, representan el tamaño del centroide de los hemiélitros analizados, en los extremos, la líneas negras representan los cuartiles (25 y 75). En la parte inferior, se encuentra el rango del tamaño centroide de las muestras de cada población.



A. **B.**

Figura 23. Diferenciación a nivel interespecífico de las especies *P.chinai* y *P. howardi*, análisis de cabezas**. A. Análisis discriminante,** mapa factorial. **B. Dendrograma** de las distancias fenéticas derivadas de las distancias de Mahalanobis de los análisis en cabezas de *P. chinai* y *P. howardi*

9. TABLAS

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus*

Código	*Especie*	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PC001Mp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:NIDO RATA	F.col5JUL2008	M	Peridomicilio
PC002Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:CAMA	F.col8JUL2008	M	Intradomicilio
PC003Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	BRAMADEROS	EX: CAMA, DORMITORIO	F:col10JUL2007	M	Intradomicilio
PC004Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LIMONES	EX: CAMA, DORMITORIO	F:coL7JUL2007	M	Intradomicilio
PC005Hp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LIMONES	EX: PILA DE LADRILLOS	F:coL12AGO2005	H	Peridomicilio
PC006Mp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LIMONES	EX: PILA DE LADRILLOS	F:coL12AGO2005	M	Peridomicilio
PC007Mp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LIMONES	EX: PILA DE LADRILLOS	F:coL12AGO2005	M	Peridomicilio
PC008Mp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LIMONES	EX: PILA DE LADRILLOS	F:coL12AGO2005	M	Peridomicilio
PC009Hp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LIMONES	EX: PILA DE LADRILLOS	F:coL12AGO2005	H	Peridomicilio
PC010Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LA EXTENSA	EX: DORMITORIO		M	Intradomicilio
PC011Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:PARED CAMA	F.col9JUL2008	M	Intradomicilio
PC012Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:PARED CAMA	F.col9JUL2008	H	Intradomicilio
PC013Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:PARED CAMA	F.col9JUL2008	M	Intradomicilio
PC014Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:CAMA	F.col8JUL2008	M	Intradomicilio
PC015Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:CAMA	F.col8JUL2008	M	Intradomicilio
PC016Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:COCINA	F.col8JUL2008	M	Intradomicilio
PC017Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:CAMA	F.col7JUL2008	H	Intradomicilio

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PC018Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:CAMA	F.col7JUL2008	M	Intradomicilio
PC019Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:CUYERA COCINA	F.col7JUL2008	M	Intradomicilio
PC020Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:CUYERA COCINA	F.col7JUL2008	M	Intradomicilio
PC021Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	CHAQUIZCA	EX: CAMA	F.col28AGO2008	M	Intradomicilio
PC022Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	CHAQUIZCA	EX: CAMA	F.col28AGO2008	H	Intradomicilio
PC023Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	CHAQUIZCA	EX: CAMA PARED	F.col28AGO2008	M	Intradomicilio
PC024Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	TACORANGA	EX: PARED	F.col26JUN2008	H	Intradomicilio
PC025Hp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	CHAQUIZCA	EX: NIDO GALLINA BODEGA	F.col28AGO2008	H	Peridomicilio
PC026Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: PARED DORMITORIO	F.col25JUL2008	H	Intradomicilio
PC027Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	EL LIMON	EX: LADRILLOS A LADO PARED CASA	F.col23JUN2008	H	Intradomicilio
PC028Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: CAMA	F.col26AGO2008	H	Intradomicilio
PC029Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	CHAQUIZCA	EX:CAMA	F.col19AGO2008	M	Intradomicilio

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PC030Hs	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX:BODEGA	F.col9JUL2008	H	Silvestre
PC031Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	COAMINE	EX: COCINA	F.col 30JUN2008	M	Intradomicilio
PC032Hp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LA EXTENSA	EX: NIDO DE RATA	F.col04JUL2007	H	Peridomicilio
PC033Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	SANTA ESTER	EX: CAMA Y COBIJAS	F.col12JUL2007	M	Intradomicilio
PC034Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: CAMA	F.col25JUL2008	M	Intradomicilio
PC035Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: CAMA	F.col25JUL2008	H	Intradomicilio
PC036Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	CHAQUIZCA	EX: CAMA	F.col25JUL2008	M	Intradomicilio
PC037Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	BRAMADEROS	EX: DORMITORIO CAMA Y PARED	F.col08JUL2007	M	Intradomicilio
PC038Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	CHAQUIZCA	EX: PARED DORMITORIO	F.col25JUL2008	H	Intradomicilio
PC039Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: PARED DORMITORIO	F.col25JUL2008	H	Intradomicilio
PC040Ms	*Panstrongylus chinai*	LOJA	SANTA ESTER	EX: DORMITORIO	F.col20FEB2009	M	Silvestre
PC041Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	LUCARQUI	EX: DEBAJO COLCHON	F.col16FEB2009	H	Intradomicilio
PC042Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	JAGUAY	EX: PARED DORMITORIO	F.col10FEB2009	M	Intradomicilio
PC043Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	JAGUAY	EX: PARED DORMITORIO	F.col10FEB2009	M	Intradomicilio
PC044Mp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	JAGUAY	EX:FUERA DE CASA	F.col10FEB2009	M	Peridomicilio
PC045Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: PARED DE AFUERA	F.col25JUL2008	M	Intradomicilio

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PC046Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	VEGA DEL CARMEN	EX: CUYERA DENTRO DE CASA	F.col11JUL2007	M	Intradomicilio
PC047Hp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: NIDO DE GALLINA	F.col25JUL2008	H	Peridomicilio
PC048Hp	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: NIDO DE GALLINA	F.col25JUL2008	H	Peridomicilio
PC049Hi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	CHAQUIZCA	EX: CAMA	F.col25JUL2008	H	Intradomicilio
PC050Mi	*Panstrongylus chinai*	LOJA	GUARA	EX: PARED DORMITORIO	F.col25JUL2008	M	Intradomicilio
PRM001Hp	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABI	MACONTA ABAJO	EX:NIDO RATA EN CADE	F.col27FEB2008	H	Peridomicilio
PRM002Mp	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	ESTERO SECO	EX: NIDO DE PALOMA	Fcol.26FEB2010	M	Peridomiciliar
PRM003Mp	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	ESTERO SECO	EX: NIDO DE PALOMA	Fcol.26FEB2010	M	Peridomiciliar
PRM004Hp	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	ESTERO SECO	EX: NIDO DE PALOMA	Fcol.26FEB2010	H	Peridomiciliar
PRM005Hs	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	PUNTA LARGA	EX: NIDO DE ARDILLA	Fcol.24FEB2010	H	Silvestre
PRM006Mp	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	ESTERO SECO	EX: NIDO DE PALOMA	Fcol.26FEB2010	M	Peridomiciliar
PRM007Hp	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	ESTERO SECO	EX: NIDO DE PALOMA	Fcol.26FEB2010	H	Peridomiciliar

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PRM008Mp	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	ESTERO SECO	EX: NIDO DE PALOMA	Fcol.26FEB2010	M	Peridomiciliar
PRM009Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	BEJUCO	EX: CAMA DEBAJO DE COLCHÓN	Fcol.08DIC2009	H	Intradomicilio
PRM010Hp	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	CHOLOTE	EX:MADERA FUERA DE CASA	Fcol.20JUL2009	H	Peridomiciliar
PRM011Ms	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	CHANDE	EX: NIDO DE ARDILLA	Fcol.07JUL2009	M	Silvestre
PRM012Hs	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	LA AMERICA	EX: NIDO DE CHACHAJA	Fcol.14JUL2007	H	Silvestre
PRM013Ms	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	SAN FRANCISCO	EX: NIDO DE RATA	Fcol.30JUN2009	M	Silvestre
PRM014Hs	*Panstrongylus rufotuberculatus*	MANABÍ	SAN FRANCISCO	EX: NIDO DE ARDILLA	Fcol.30JUN2009	H	Silvestre
PRM015Hs	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	SAN JACINTO	EX:NIDO ARDILLA	F.col21JUL2008	H	Silvestre
PRL016Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	LA CIENEGA	EX: DENTRO DE CASA	F.col04AUG2008	H	Intradomicilio

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PRL017Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	ALGARROBILLO	EX: CAMA PARED	F.col05AUG2008	H	Intradomicilio
PRL018Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	CIENEGA	EX: INTRADOMICILIO	F: col14JUL2005	H	Intradomicilio
PRL019Mi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	LA CIENEGA	EX: INTRADOMICILIO	F.col14JUL 2005	M	
PRL020Mi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	CIENEGA	EX: INTRADOMICILIO	F: col14JUL2005	M	Intradomicilio
PRL021Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	CIENEGA	EX: INTRADOMICILIO	F: col14JUL2005	H	Intradomicilio
PRL022Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	ALGARROBILLO	EX: CAMA PARED	F.col05AUG2008	H	Intradomicilio
PRL023Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	El Sauce	Ex:pared dormitorio	F.COL 24ABRL2007	H	
PRL024Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	ALGARROBILLO	EX: PARED, JUNTO A LA CAMA	F. col5JUL2005	H	Intradomicilio
PRL025Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	ALGARROBILLO	EX: PARED, JUNTO A LA CAMA	F. col5JUL2005	H	Intradomicilio
PRL026Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	ALGARROBILLO	EX: PARED JUNTO A LA CAMA	F. col15JUL2005	H	Intradomicilio
PRL027Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	ALGARROBILLO	EX: PARED JUNTO A LA CAMA	F. col15JUL2005	H	Intradomicilio
PRL028Hi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	ALGARROBILLO	EX: PARED JUNTO A LA CAMA	F. col15JUL2005	H	Intradomicilio
PRL029Mi	*Panstrongylus rufotuberculatus*	LOJA	ALGARROBILLO	EX: PARED JUNTO A LA CAMA	F. col15JUL2005	M	Intradomicilio

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PH001Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	LA ENCANTADA	EX: PILAS LADRILLOS	F. col18JUL2007	M	Peridomicilio
PH002Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	JESUS MARIA	EX: LEÑA	F.col25JUL2007	M	Peridomicilio
PH003Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	PACOCHE	EX: TOLDO	Fcol.09FEB2010	M	Intradomicilio
PH004Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: TRONCO JUNTO A PIÑUELA	Fcol.24JUN2009	H	Peridomiciliar
PH005Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: CUARTO- PARED	Fcol.24JUN2009	M	Peridomiciliar
PH006Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: TRONCO JUNTO A PIÑUELA	Fcol.24JUN2009	M	Peridomiciliar
PH007Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: SALA- PARED	Fcol.24JUN2009	M	Intradomicilio
PH008Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: CADY	Fcol.25JUN2009	H	Peridomiciliar
PH009Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: CADY	Fcol.25JUN2009	M	Peridomiciliar
PH010Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: ENTREGADO	Fcol.23JUN2009	M	Peridomiciliar
PH011Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: LADRILLOS	Fcol.23JUN2009	H	Peridomiciliar
PH012Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: LADRILLOS	Fcol.23JUN2009	M	Peridomiciliar

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PH013Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: MADERA (PILA)	Fcol.22JUN2009	H	Peridomiciliar
PH014Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PARED DE LA SALA	F.col13FEB2007	M	Intradomicilio
PH015Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	MACONTA ABAJO	EX:JUNTO A LA CASA	F.col15FEB2008	M	Peridomicilio
PH016Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	PIMPIGUASI	EX: PIEDRA		M	Peridomicilio
PH017Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: BASURA HOJAS DE PALMA	F.col25JUN2007	H	Peridomicilio
PH018Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:SALA	F.col2FEB2008	M	Intradomicilio
PH019Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PERIDOMICILARIO-MADERA	F.col23JUN2007	M	Peridomicilio
PH020Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PARED DE LA SALA	F.colFEB2008	M	Intradomicilio
PH021Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:ENTREGADOS	F.col2FEB2008	M	Intradomicilio
PH022Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PARED DE LA SALA	F.colFEB2008	M	Intradomicilio
PH023Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:ENTREGADOS	F.col12FEB2007	M	Intradomicilio
PH024Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: BASURA HOJAS DE PALMA	F.col25JUN2007	H	Peridomicilio
PH025Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:CAPTURADOS VOLANDO/NOCHE	F.col11FEB2008	M	Peridomicilio

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PH026Hs	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX: PINUELA, NIDO DE ZORRO	F. col27FEB2007	H	
PH027Hi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:ENTREGADOS	F.col2FEB2008	H	Intradomicilio
PH028Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:ENTREGADOS	F.col2FEB2008	M	Intradomicilio
PH029Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:ENTREGADOS	F.col12FEB2007	M	Intradomicilio
PH030Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	MACONTA ABAJO	EX:ENTREGADO/PERI-MADERA	F.col15FEB2008	H	Peridomicilio
PH031Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:ENTREGADOS	F.col9FEB2008	M	Intradomicilio
PH032Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PERIDOMICILARIO-MADERA	F.col23JUN2007	H	Peridomicilio
PH033Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	MACONTA ABAJO	EX:PERIDOMICILIARIO-ENTREGADO	F.colFEB2008	M	Peridomicilio
PH034Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PERIDOMICILARIO-MADERA	F.col23JUN2007	M	Peridomicilio
PH035Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:ENTREGADOS	F.col12FEB2007	M	Intradomicilio
PH036Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:CAPTURADOS VOLANDO/NOCHE	F.col11FEB2008	M	Peridomicilio
PH037Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PERIDOMICILARIO-MADERA	F.col23JUN2007	H	Peridomicilio
PH038Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	MACONTA ABAJO	EX:ENTREGADO/PERI-MADERA	F.col15FEB2008	M	Peridomicilio
PH039Hi	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: SALA	F.col25JUN2007	H	Intradomicilio

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus* (continuación…)

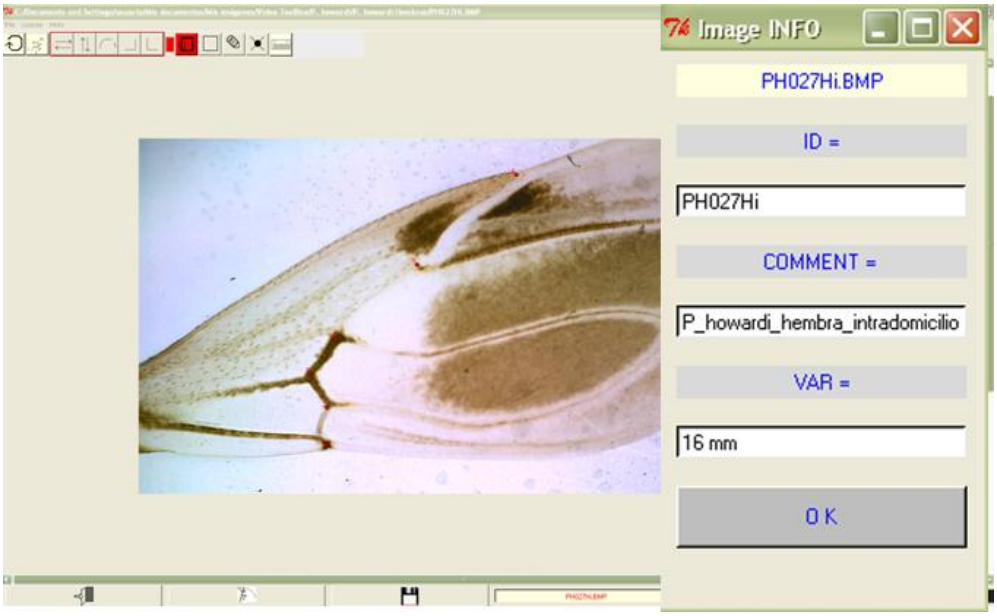
Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PH040	*Panstrongylus howardi*	MANABI	Zapallo	Ex:piñuela-tierra	F.COL 09MAR2007		
PH041Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:CAPTURADOS VOLANDO/NOCHE	F.col11FEB2008	M	Peridomicilio
PH042Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PERIDOMICILARIO-MADERA	F.col23JUN2007	H	Peridomicilio
PH043Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PERIDOMICILARIO-MADERA	F.col23JUN2007	M	Peridomicilio
PH044Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PERIDOMICILARIO-MADERA	F.col23JUN2007	H	Peridomicilio
PH045Hi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PARED DE LA SALA	F.colFEB2008	H	Intradomicilio
PH046Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:PERIDOMICILARIO-MADERA	F.col23JUN2007	H	Peridomicilio
PH047Mi	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:ENTREGADO-PARED DEL CUARTO	F.col9FEB2008	M	Intradomicilio
PH048Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	BEJUCO	EX:CAPTURADOS VOLANDO/NOCHE	F.col11FEB2008	M	Peridomicilio
PH049	*Panstrongylus howardi*	MANABI	Bejuco	Ex:maderas con ladrillo y 1 sapo	F.COL 17FEB2007		
PH050Mp	*Panstrongylus howardi*	MANABI	PIMPIGUASI	EX: PIEDRA		M	Peridomicilio
PH051Hp	*Panstrongylus howardi*	MANABÍ	BEJUCO	EX: BASURA HOJAS DE PALMA	F.col25JUN2007	H	Peridomicilio
PH052Hi	*Panstrongylus howardi*	MANABI		EX:ENTREGADOS	F.col2FEB2008	H	Intradomicilio
PG001M	*Panstrongylus geniulatus*	Santo Domingo				M	

Tabla 1. Datos de colección de especímenes de las cuatro especies pertenecientes al género *Panstrongylus*

Código	Especie	Provincia	Comunidad	Lugar de captura	Fecha colección	Sexo	Habitad
PG002M	*Panstrongylus geniulatus*	Santo Domingo				M	
PG003H	*Panstrongylus geniulatus*	Santo Domingo				H	
PG004M	*Panstrongylus geniulatus*	Santo Domingo				H	
PG005M	*Panstrongylus geniulatus*	Santo Domingo				M	
PG006H	*Panstrongylus geniulatus*	Santo Domingo	San José de las Juntas			H	

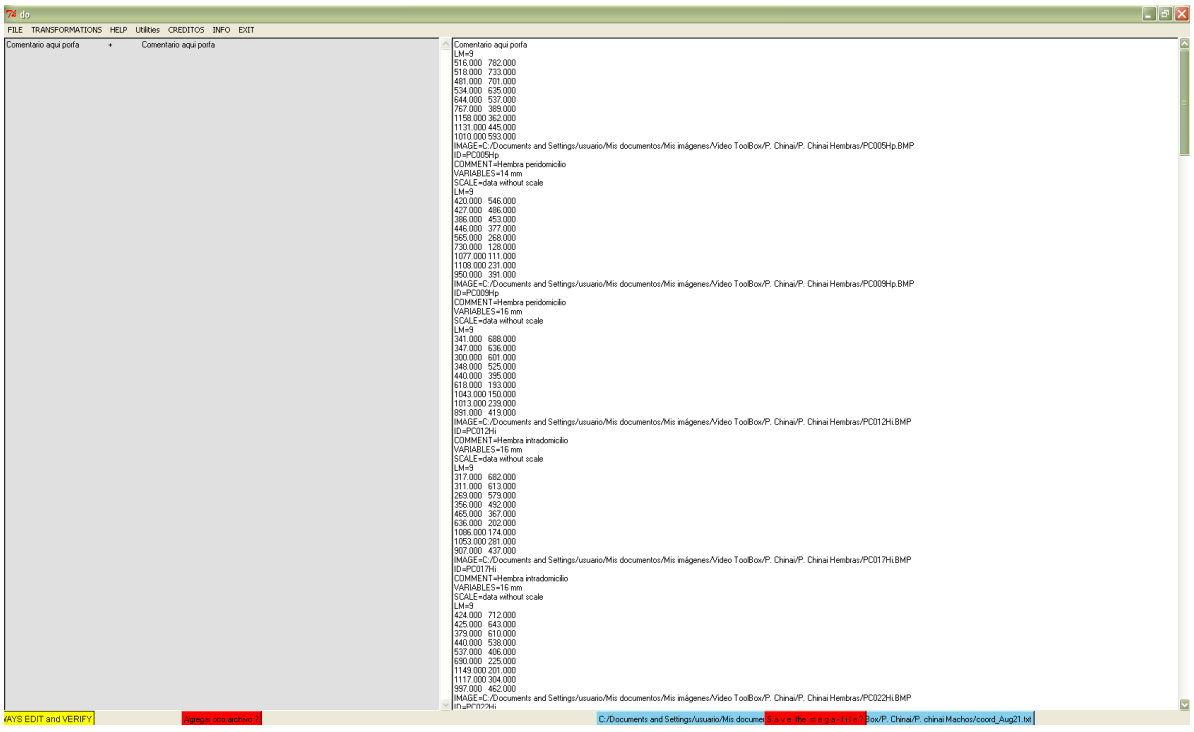
10.ANEXOS

Anexo 1. Programa Collection of COOrdinates (COO v80), utilizado para la toma de Landmarks y determinar las variables de las muestras a analizar (alas y cabezas).



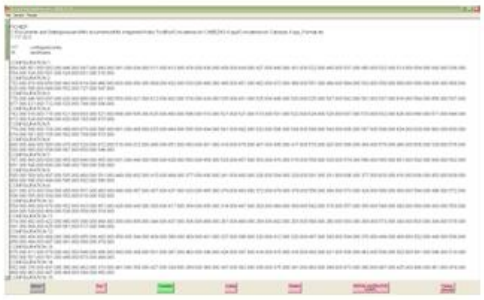


Anexo 2. TableSpace Tabulations (TETv80), permite concatenar, convertir y manipular los datos, realizando cálculos como transposiciones y log-transposiciones, para realizar el análisis de Morfometría geométrica.



Anexo 3. El programa Morphometric Geometrics (MOGwin v80), permite realizar la superposición de Procrusters, obtener los Partial Warps, el tamaño del centroide (CS), también nos permite realizar la separación, traslación y la rotación de los puntos, para el análisis morfométrico. **A,** B. Ingreso de datos. **C.** Separación de puntos. **D.** Traslación. **E.** Rotación. **F.** Tamaño del centroide.

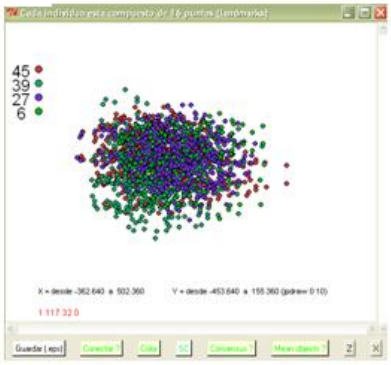
A.



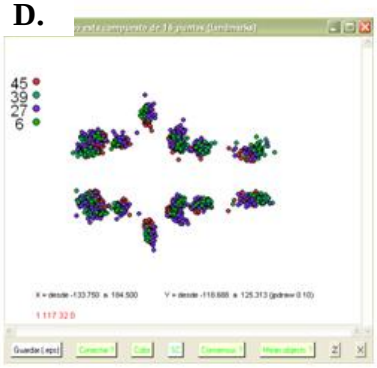
B.



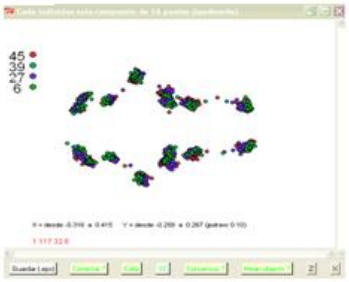
C.



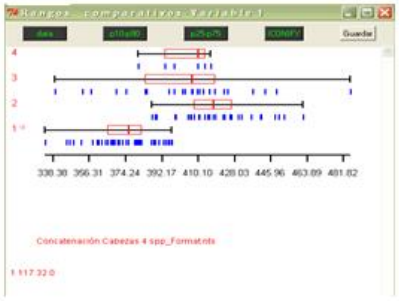
D.



E.



F.



Anexo 4. El programa PAD v80, permite realizar análisis discriminantes, permutaciones, obteniendo el mapa factorial y el dendrograma (UPGMA), que son los resultados de los análisis morfométricos. **A., B.** Ingreso de datos. **C.** Mapa factorial. **D**. Permutaciones. **E.** Simple re-classification (C), **F.** Cross Checked Classification (CCC).

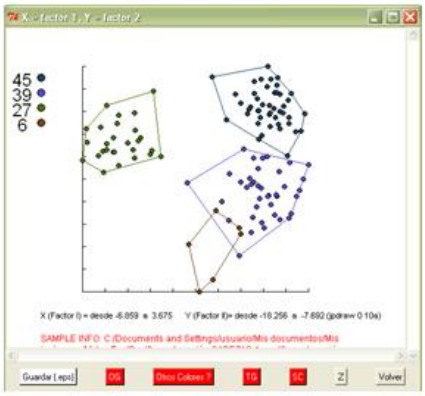
A.



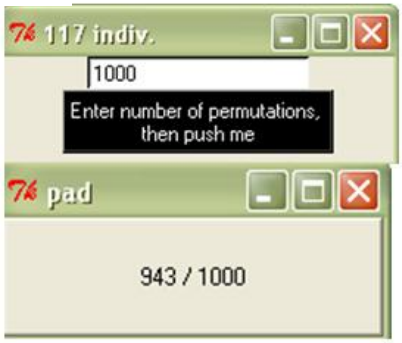
B.



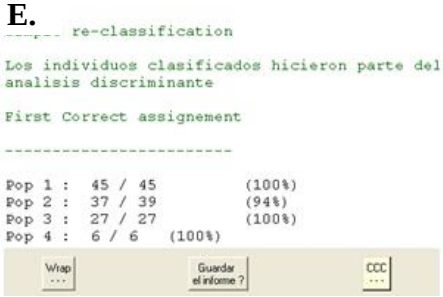
C.



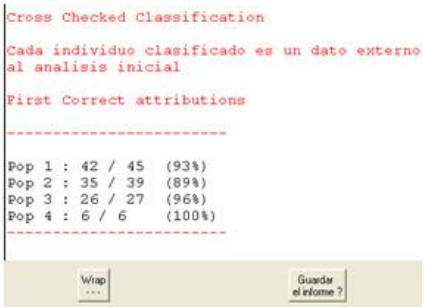
D.



E.



F.



Anexo 5. Glosario.

Análisis de cluster: Análisis multivariante que representa la variación de datos dentro de una serie de conjuntos (Slice *et al.,* 2007).

Análisis discriminante: Son métodos que se relacionan con la asignación de objetos que no se encuentran clasificados (Slice *et al.,* 2007).

Anteclipeus: Es la parte apical del clipeus, que se encuentra separado, por una línea transversal, del postclipeus (Zombori y Steinmann, 1999).

Coordenadas: Son parámetros que nos permite localizar un punto en un punto geométrico determinado (Slice *et al.,* 2007).

Jugas obtusas: Son láminas en la parte maxilar, que se encuentran dispuestas a cada lado del tilo (Barrietos, 2004).

Lamda Wilks: Es un estadístico que mide las desviaciones presentes en grupos, con respecto a las desviaciones totales, sin diferenciación de grupos (Jaume y Mora, 2001)

Punto anatómico (LandMarks): Punto que se encuentra en un espacio bi o tridimensional, que corresponda a una característica específica de un objeto (Lele y Richtsmeier 2001).

Sinlipsis: Región diferenciada, ubicada entre los ojos que une el vértex y el tilo (Goula, 1984).

Tamaño del Centroide (Centroid Size): Es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las distancias de un conjunto de puntos de referencia de su centro de gravedad (Slice *et al.,* 2007).