

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

***“Evaluación de los ensambles de caracoles terrestres como respuesta al gradiente climático del
noreste de Guatemala”***



Ana Luisa Ambrocio

Bióloga

Guatemala, abril de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



“Evaluación de los ensambles de caracoles terrestres como respuesta al gradiente climático del noreste de Guatemala”

INFORME FINAL DE TESIS

Presentado por

Ana Luisa Ambrocio

Para optar al título de

BIÓLOGA

Guatemala, abril de 2017

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza	Secretaria
M.Sc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreína Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a mi asesor Claudio Méndez por confiar en mí para participar en el proyecto CONCYT 17-2011 y por brindarme su tiempo y apoyo durante la realización de esta investigación.

A Mercedes Barrios investigadora principal el proyecto CONCYT 17-2011 por confiar en mí para trabajar en el proyecto.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT- por financiar los viajes de campo para esta investigación.

Al Centro de Estudios Conservacionistas por proporcionar sus instalaciones en sus en sus áreas protegidas para la estadía y a los guardarecursos que colaboraron en los muestreos.

A Lucia Prado del Museo de Historia Natural –MUSHNAT- de la Escuela de Biología por su asesoría en la clasificación de los especímenes.

A Pavel García por su asesoría en los análisis estadísticos.

A Julio Roberto García Sabana por su apoyo técnico en los paquetes informáticos.

Al personal administrativo de la Escuela de Biología y el Museo de Historia Natural, principalmente a Esvin, Sandra, Alma, Karla y Mirla.

DEDICATORIA

A mi madre Aura Noemí Ambrocio López porque sin su esfuerzo no habría llegado hasta este momento. Le doy las gracias por su apoyo y consejos que me han enseñado a luchar en la vida.

A mis segundos padres María Luisa Batres y Raymundo Reyes Ambrocio que aunque ya no están físicamente siempre me acompañarán.

A mi hermana Gabriela Indira Ambrocio, a mis tíos, tías y primos a quienes quiero mucho.

A Julio García, por su apoyo y amor incondicional y a toda la familia García por aceptarme como parte de su familia.

A Ana María, Jessica, Sonia, Pilar, Ivonne, Vivian y todos mis amigos. Por su amistad y por su apoyo.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala especialmente a la Escuela de Biología donde aprendí mucho tanto dentro como fuera de sus aulas.

A todos mis profesores, alumnos y compañeros de la Universidad, con quienes conviví y compartí muy buenos momentos.

A mi país, mi bella Guatemala que nunca deja de maravillarme con sus paisajes y su diversidad.

INDÍCE

1	RESUMEN	1
2	INTRODUCCION.....	2
3	ANTECEDENTES	4
3.1	Los Moluscos:.....	4
3.1.1	Características de los Moluscos terrestres (Gasterópodos):.....	4
3.1.2	Los caracoles terrestres y su importancia	6
3.2	Estudios previos.....	7
3.2.1	Estudios ecológicos de moluscos terrestres:.....	7
3.2.2	Estudios previos en Guatemala	8
4	JUSTIFICACIÓN	9
5	OBJETIVOS	10
5.1	General:	10
5.2	Específicos:.....	10
6	HIPOTESIS	11
7	MATERIALES Y METODOS	12
7.1	Universo.....	12
7.1.1	Población:	12
7.1.2	Muestra:.....	12
7.2	Materiales.....	12
7.2.1	Trabajo de colecta:	12
7.2.2	Trabajo de Laboratorio:	13
7.2.3	Reactivos:.....	13
7.2.4	Equipo:.....	14
7.3	Métodos:.....	15

7.3.1	Área de estudio.....	15
7.3.2	Diseño experimental.....	15
7.3.3	Esfuerzo:	17
7.3.4	Metodología de Colecta:.....	19
7.3.4.1	Colecta directa:.....	19
7.3.4.2	Colecta Indirecta:.....	19
7.3.5	Trabajo de laboratorio:.....	20
7.3.5.1	Tamizado de las bolsas de hojarasca.....	20
7.3.5.2	Relajación y fijación de especímenes vivos	21
7.3.6	Preparación de la colección Malacológica:.....	21
7.3.6.1	Etiquetado	22
7.3.7	Determinación taxonómica	23
7.3.8	Ilustraciones científicas y captura de imágenes:	23
7.3.9	Análisis de los datos:.....	24
7.3.9.1	Riqueza y distribución:	24
7.3.9.2	Diversidad de caracoles terrestres en los sitios de muestreo:.....	25
7.3.9.3	Similitud en la composición entre sitios:.....	25
8	RESULTADOS.....	27
8.1	Abundancia y distribución de los caracoles terrestres	27
8.1.1	Abundancia por familia:.....	27
	Riqueza de caracoles terrestres:	31
8.1.2	Riqueza Estimada de caracoles terrestres por sitio Muestreado:.....	34
8.2	Diversidad de caracoles terrestres por sitio de colecta:.....	36
8.3	Relación entre sitios de muestreo	37
9	DISCUSIÓN.....	39
9.1	Riqueza y Abundancia de los caracoles terrestres	39

9.1.1	Abundancia por banda climática	40
9.1.2	Diversidad de caracoles terrestres por sitio:	42
9.1.3	Diversidad de caracoles por banda climática	43
9.1.4	Relación entre sitios de muestreo y comportamiento de los ensambles en el gradiente climático:.....	44
10	CONCLUSIONES	46
11	RECOMENDACIONES	48
12	BIBLIOGRAFÍA	50
13	ANEXOS	57

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1	Rangos de temperatura y precipitación de las regiones climáticas en el noreste de Guatemala elegidas para el estudio	18
Cuadro 2.	Tipos de Ecosistema por transecto y unidades experimentales	18
Cuadro 3.	Abundancia y Distribución de familias de caracoles terrestres por sitio de colecta.....	31
Cuadro 4.	Ubicación de ocho puntos de muestreo evaluados durante 2011-2013, en el Noreste de Guatemala (Anexo 1).....	58
Cuadro 5.	Clasificación de las morfoespecies colectadas (Anexo 2).....	59
Cuadro 6.	Morfoespecies presentes en cada localidad (Anexo3).....	67
Figura 1.	a) Mapa de Zonas de vida de Holdridge y b) Mapa modelo de ecosistemas derivado de los tipos generalizados, Méndez C. y Véliz M. 2008.....	4
Figura 2.	Corte longitudinal de Caracol terrestre (modificado de Trappmann 1916).....	6
Figura 3.	Modelo de ecosistemas derivado de los tipos generalizados de C. Méndez y M. Véliz (2008).....	17
Figura 4.	Mapa de Bandas y los sitios de muestreo por banda.....	19
Figura 5.	Etiquetas. Formato de etiquetas con datos geográficos y ecológicos	23
Figura 6.	Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo por banda climática en el Noreste de Guatemala... ..	30
Figura 7.	Abundancia de caracoles terrestres por localidad estudiada	31

Figura 8.	Abundancia en porcentaje de cada morfoespecie de caracoles terrestres colectados en el Noreste de Guatemala. (*MSP = morfoespecies que representan menos del 1% del total).....	34
Figura 9.	Morfoespecies observadas Sobs (azul) y morfoespecies estimadas Chao1 Sest (corinto) y Bootstrap Sest (verde) para caracoles terrestres de ocho sitios del Noreste de Guatemala.	36
Figura 10.	Diversidad α con Exponencial de Shannon-Wiener para los caracoles terrestres de los ocho sitios de colecta en el Noreste de Guatemala	37
Figura 11.	Ordenación NMDS (Non-Metric Dimensional Scaling) de los ocho sitios muestreados en las tres bandas climáticas (SSv, ST y SSd) del Noreste de Guatemala.....	39
Figura 12.	Resultados de Preferencias de humedad del suelo y tipos de suelo para los caracoles terrestres (Mijail Pérez, Sotelo, Arana y López, 2008, p. 324) Anexo 4	70
Figura 13.	Imágenes de algunos especímenes colectados en el Noreste de Guatemala (Anexo 5)....	71
Figura 14.	Ilustraciones de algunos caracoles micromoluscos encontrados en muestras de hojarasca (Anexo 6).	80

1 RESUMEN

El noreste de Guatemala se ha considerado como una región homogénea que según la clasificación de Holdridge presenta dos zonas de vida (Bosque muy húmedo Subtropical cálido y Bosque húmedo Subtropical cálido), sin embargo se debe tomar en cuenta la existencia de microclimas que pueden ocasionar que la región sea heterogénea para muchos organismos. Méndez y Véliz, en 2008 presentaron un modelo de clasificación sobre ecosistemas basándose en las variaciones de altitud, temperatura y precipitación en el cual se muestran tres ecosistemas para el Noreste de Guatemala: Selva Subdecidua, Selva de Transición y Selva Siempre Verde; para analizar la continuidad o discontinuidad en dicha región se analizaron los ensambles de caracoles terrestres y así demostrar si para estos organismos el noreste de Guatemala es heterogéneo.

Se muestrearon ocho sitios ubicados en los departamentos de Huehuetenango, Alta Verapaz y Petén; los sitios se visitaron por dos años, en los meses más cálidos de la época seca y lluviosa, se muestreo a lo largo de un transecto de un kilómetro de longitud colectando de forma indirecta obteniendo muestras de suelo y hojarasca que posteriormente se revisaron en el laboratorio y de forma directa colectando especímenes presentes en la vegetación. Se obtuvieron 967 ejemplares de 93 morfoespecies pertenecientes a 17 familias de las cuales Helicinidae fue la más abundante y diversa con el 52% del total de los individuos colectados. Todos los sitios presentaron resultados importantes en diversidad lo que muestra que el Noreste de Guatemala es muy diverso en caracoles terrestres; al analizar los ensambles se encontró que cada sitio es independiente del otro lo que demostró que para los caracoles terrestres el Noreste de Guatemala es una región heterogénea que presenta diversas características que limitan la movilidad de los caracoles a lo largo del gradiente.

2 INTRODUCCION

En Guatemala la clasificación más usada para describir los biomas es “zonas de vida según Leslie Holdridge” (1967). Holdridge definió el concepto zona de vida como “un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo”. Para Guatemala el Mapa de Zonas de Vida de Holdridge, realizado por De la Cruz (1982, p. 13) presenta 14 zonas de vida (Holdridge, Lamb y Mason, 1950, p. 26; MAGA, 2005, p. 57), en esta clasificación el noreste de Guatemala presenta dos zonas de vida “Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) y Bosque húmedo Subtropical (cálido)” esto supone que esta gran área es bastante homogénea; sin embargo Méndez y Véliz en 2008 propusieron un modelo de clasificación sobre ecosistemas basándose en variaciones de altitud, temperatura y precipitación mostrando que existe un cambio gradual en la altura y decidualidad arbórea; estas condiciones cambiantes hacen que la región sea más heterogénea de lo que presenta el modelo de Holdridge (Figura 1) y estos factores podrían tener un efecto en la distribución de especies de plantas y animales; ya sea por cambios en los componentes físicos del hábitat que aporten los cambios en decidualidad y altura de las plantas o por interacciones de las especies.

Actualmente se desconoce si la distribución de los organismos coincide con los modelos planteados; es decir, se desconoce si los ensambles a lo largo de un ecosistema son similares, pero diferentes a los ensambles de un ecosistema diferente; si los organismos se distribuyen de una forma distinta dentro de un ecosistema o si la distribución es más heterogénea y no corresponde a lo esperado; por ello es necesario analizar la distribución de los ensambles de distintos organismos y poder verificar si presentan un comportamiento parecido a lo planteado en los modelos o presentan diferencias importantes. Los caracoles terrestres son un grupo muy diverso (Solem, 1978, p. 582-583) que se ha empleado como indicadores del funcionamiento de los ecosistemas y los estudios sobre su dispersión han demostrado que la movilidad de los caracoles terrestres puede ser restringida por la disponibilidad de lugares húmedos adecuados para habitar (Cook, 2001, p. 447), esto los hace un grupo idóneo para evaluar si el gradiente climático del Noreste de Guatemala es continuo o discontinuo y con esto dar a conocer información útil que servirá para desarrollar estrategias adecuadas para el manejo y conservación de las áreas protegidas del país.

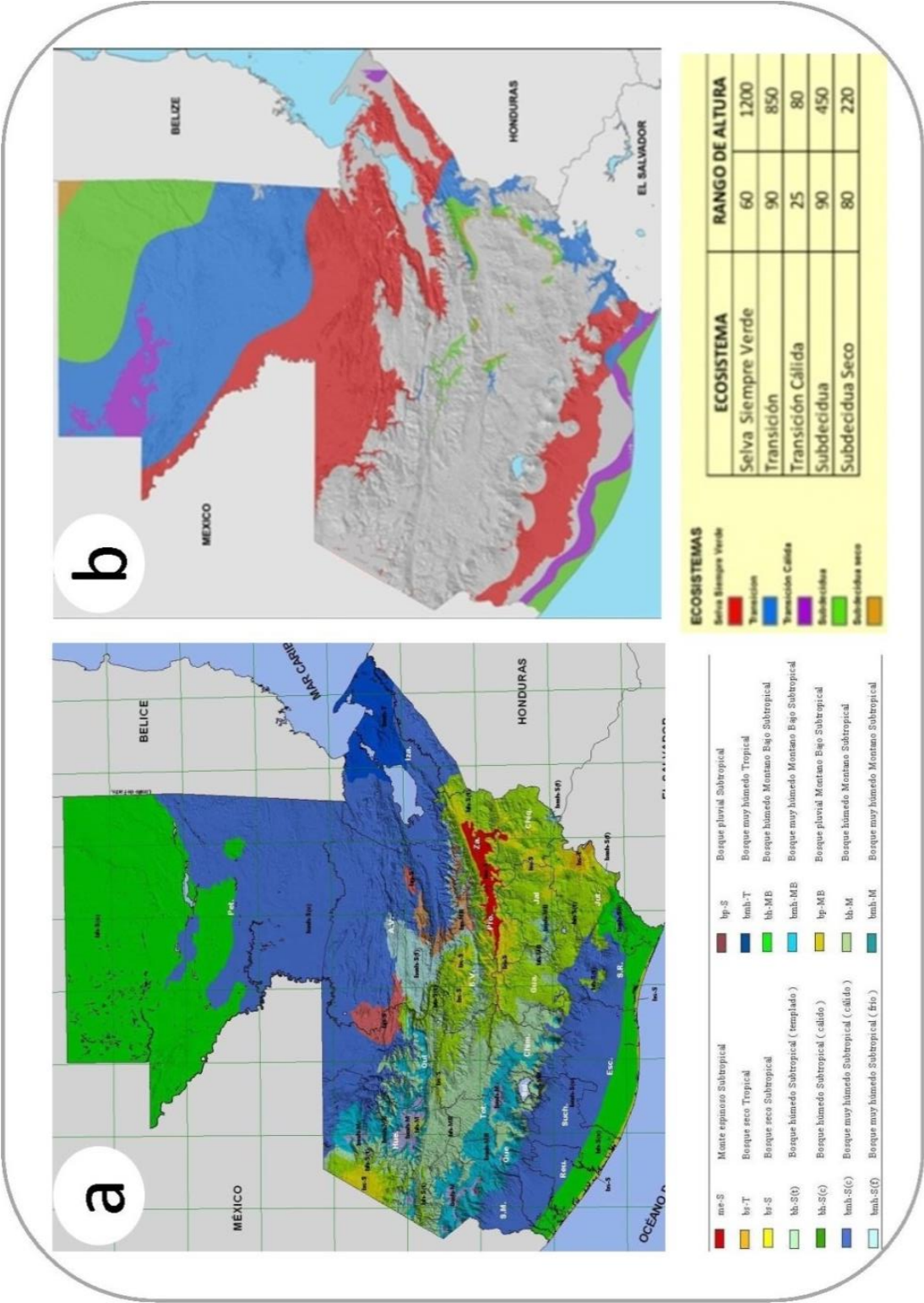


Figura 1. a) Mapa de Zonas de vida de Holdridge (MAGA 2005), b) Mapa modelo de ecosistemas derivado de los tipos generalizados, Méndez C. y Véliz M. 2008 ajustando rangos de temperatura y precipitación. Análisis CDC-CECON, 2011 (Ciencia y Conservación, 2014, p. 33).

3 ANTECEDENTES

3.1 Los Moluscos:

Los moluscos representan el segundo grupo de invertebrados más diverso, sólo superado por los artrópodos (Barker, 2001, p. 1, Brusca y Brusca, 2003, p. 693 y Sallam & El-Wakeil, 2012, p. 413). La mayor parte son marinos, pero también existen especies dulceacuícolas y terrestres. Las especies terrestres son pequeñas y poco coloridas, en comparación con las especies marinas (Monge-Nájera, 1997, p. 32). Sin embargo, los moluscos presentan una gran cantidad de endemismos.

Se ha calculado que aproximadamente un 50% de las especies no han sido descritas y de estos el porcentaje del que se conoce algún aspecto de su biología o ecología es mucho menor (Pérez *et al.* 2008, p. 326).

3.1.1 Características de los Moluscos terrestres (Gasterópodos):

Los gasterópodos terrestres constituyen un grupo muy diverso de animales. Las primeras estimaciones (Solem, 1978, p. 582-583), de alrededor de 24 000 especies (de los cuales aproximadamente 20 500 son pulmonados Stylommatophora y aproximadamente 3 650 pertenecen a otros grupos, principalmente los caenogastropodos y Neritopsina) siendo solo una estimación pues estudios recientes han revelado que existe una alta densidad en los bosques tropicales que aún no se conoce (Heller, 2001, p. 413).

Los moluscos terrestres en general son de cuerpo blando, sin segmentación, presentan un pie muscular y un manto (estructura que secreta la concha calcárea). Los moluscos terrestres pueden presentar concha (caracoles) o carecer de ella (babosas) y presentan una estructura raspadora llamada rádula empleada para alimentarse (Brown, 1991, p. 297). Estos organismos pueden encontrarse casi en cualquier parte, mientras puedan encontrar algún lugar donde puedan refugiarse; son principalmente terrestres pero hay algunos pocos arbóreos que bajan al suelo para alimentarse (Clench, 1974, p. 67, Monje-Nagera, 1997, p. 54). Son de hábitos nocturnos entrando en actividad cuando se presentan las condiciones adecuadas de

temperatura y humedad. Durante el día buscan refugio bajo las rocas, en la hojarasca y suelo bajo ella, bajo troncos caídos, en árboles y el dosel. Saliendo durante el día únicamente cuando la humedad relativa es muy alta para evitar la desecación (Gaviño *et al.*, 1974, p. 210; Rocque, 1974, p. 70; Lincoln & Sheals, 1979, p. 25). Durante la época seca los caracoles buscan refugio enterrándose total o parcialmente (Pérez *et al.*, 2008, p. 327).

Estudios sobre la dispersión de los individuos han demostrado que a largo plazo la movilidad de los caracoles terrestres puede ser restringida por la disponibilidad de lugares húmedos adecuados para habitar (Cook, 2001, p. 447). Los caracoles son frecuentes y abundantes en áreas de roca caliza, amplia sombra, con bastante musgo y hojarasca. También son frecuentes cerca de arroyos o estanques (arriba del área de inundación), las zonas sombreadas de los cañones y barrancas donde haya humedad en el suelo y una buena cubierta de hojarasca (Clench, 1974, p. 67). El grado de humedad resulta muy importante para la actividad de los caracoles terrestres; los valores extremos de humedad, mayor y menor, muestran los valores más bajos de diversidad de especies (Pérez *et al.*, 2008, p. 327).

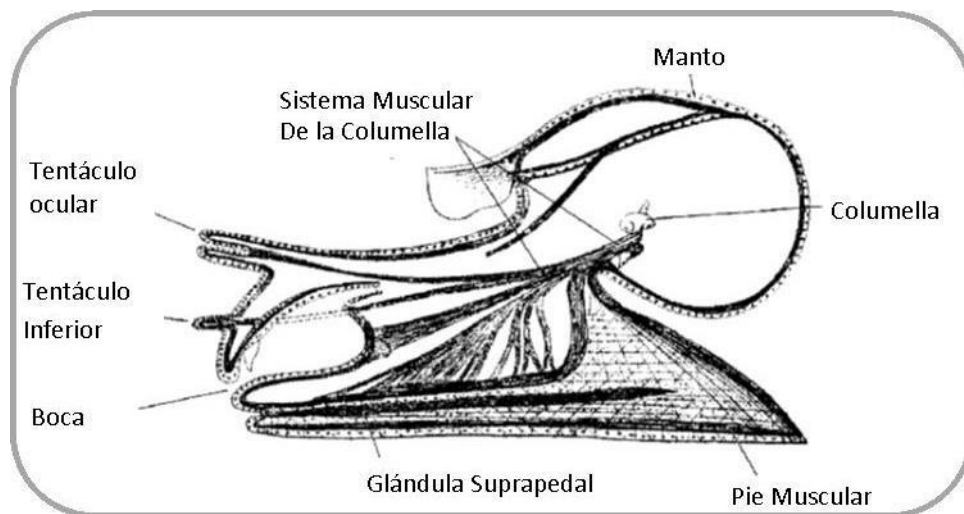


Figura 2. Corte longitudinal de Caracol terrestre (modificado de Trappmann 1916)

3.1.2 Los caracoles terrestres y su importancia

Los caracoles terrestres son de gran importancia para los ecosistemas debido a que son descomponedores y formadores de suelo; intervienen en los ciclos minerales (Naranjo-García, 2003b, p. 144 y Barker, 2004, p. ix); regulan la descomposición, las actividades microbianas del suelo y reducen la hojarasca a fragmentos pequeños; se alimentan de suelo, de otros microorganismos vivos o muertos y aceleran la humificación; además de que canalizan los nutrientes a través de su propia materia a la cadena de consumidores al ser fuente de alimento para otros animales (Naranjo-García, 2003b, p. 144; Barker, 2004, p. ix; Correoso, 2004, p. 54); sus desechos, su cuerpo y concha son integrados al suelo. (Naranjo-García, 2003b, p. 144). En menor medida, pero no menos significativos son los procesos ecológicos de los moluscos herbívoros que se alimentan de los tejidos vegetales vivos, macrohongos y microorganismos, y los moluscos depredadores que se alimentan principalmente de lombrices de tierra y otros gasterópodos; así como los carroñeros (Naranjo-García, 2003b, p. 144 y Barker, 2004, p. ix).

A los moluscos terrestres se les emplea como especies indicadoras de contaminación, calidad del suelo, el agua y el funcionamiento de los ecosistemas ante alteraciones ambientales (Correoso, 2004, p. 54); además, a nivel paleoclimático se ha encontrado que las comunidades de moluscos terrestres son buenos bioindicadores de temperatura, precipitación y biodiversidad en general (Rousseau, 1992, p. 105), como la Familia Helicinidae (Richling, 2004, p. 197-200). Los caracoles terrestres también son objeto de estudios epidemiológicos para prevenir enfermedades endémicas transmisibles de las cuales son vectores importantes en algunas zonas tropicales y pueden ser monitoreados con diferentes técnicas y métodos de información y distribución geográficas como SIG (sistemas de información geográficos), en forma de variables de diversidad, para establecer políticas de conservación en ecoregiones (Correoso, 2004, p. 55).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los ensambles de caracoles terrestres en el noreste de Guatemala con el fin de comprobar si existía diferencia entre estos; lo que es de apoyo para determinar si la distribución a lo largo del gradiente climático es continua o discontinua y para dar a conocer información útil que servirá para desarrollar estrategias adecuadas en el manejo y conservación de las áreas protegidas.

3.2 Estudios previos

3.2.1 Estudios ecológicos de moluscos terrestres:

Los estudios enfocados a la ecología y geografía, son importantes al analizar la distribución de los moluscos terrestres (Cook, 2001, p. 246). Sin embargo, aún son escasos los estudios que han revisado especialmente la ecología de los gastrópodos terrestres. La información disponible se halla dispersa en diferentes trabajos (Naranjo–García, 2003a, p. 483), principalmente taxonómicos.

Entre los estudios más importantes realizados en Latinoamérica han sido en los que se ha analizado la importancia que presenta la hojarasca en las poblaciones de moluscos terrestres, las diferencias del número de especies y abundancia de gastrópodos en función de tipos de árboles y las diferencias del número de especies y abundancia de gastrópodos; según la estación seca o lluviosa (Naranjo–García, 2003b, p. 143; Correa–Sandoval, 1993 p. 683; Correa–Sandoval, 1996–1997, p. 137; Correa–Sandoval y Rodríguez–Castro, 2005, p. 340 y Pérez, Vilaseca y Zione, 1996, p. 133).

Un estudio importante fue realizado en el Sureste de México (González-Valdivia, *et al.*, 2010, p. 91) en el cual se determinaron las variaciones en la composición de Gasterópodos terrestres por efecto de la actividad humana en un paisaje perturbado, en el cual encontraron que las variables estructurales y físico-ambientales influyen en la diversidad y el número de individuos registrados en cada unidad, mientras que el ambiente edáfico y superficial no tuvo relación relevante sobre la malacofauna. Otro estudio destaca la importancia de los caracoles terrestres para la reconstrucción paleoclimática, debido a los efectos del cambio climático en la distribución de estos organismos (Moine, Rousseau, Jolly & Vianey-Liaud, 2002, p. 162).

3.2.2 Estudios previos en Guatemala

En Guatemala sólo se conocen tres trabajos realizados sobre moluscos terrestres, el primero: Land and freshwater Mollusca en *Biología Centrali-Americana* (Martens, 1890-1901, p. 706), el cual forma parte de la expedición más importante realizada a nuestro país, en dicho documento se presentan las primeras descripciones de la malacofauna colectada en Centroamérica de la cual gran parte es de Guatemala, este trabajo es la base de los estudios sobre caracoles terrestres, sin embargo por la antigüedad que tiene, en la taxonomía moderna se han realizado algunas modificaciones; otro trabajo es una publicación realizada como resultado de expediciones realizadas a Guatemala por Goodrich & Van Der Schalie, (1937, pp. 1-15) "Mollusca of Petén and north Alta Verapaz, Guatemala"; éste trabajo se enfocó en la colecta e identificación de moluscos terrestres, en cinco áreas ecológicas identificadas: Sabanas, Tierras bajas boscosas, montículos de piedra caliza y afloramiento de piedra caliza, áreas despejadas en las regiones inhabitadas, estaciones a lo largo de ríos y lagos. Dicho trabajo muestra un listado de especies encontradas por cada área muestreada. El último trabajo, es una publicación sobre los moluscos terrestres del Parque Nacional Tikal (Basch, 1959, p. 15) en el cual se hace un inventario de las especies encontradas en lugares cercanos a las ruinas del Parque Nacional Tikal.

4 JUSTIFICACIÓN

El Noreste de Guatemala presenta un gradiente climático que ocasiona variaciones en la intensidad de lluvia a lo largo de la región, este fenómeno influye creando un ambiente que puede ser heterogéneo para diversos organismos, por esta razón es un factor importante a considerar para el manejo de las áreas protegidas ya que es necesario desarrollar estrategias de conservación idóneas para las distintas áreas y para ello es necesario ampliar nuestro conocimiento sobre las especies y su distribución.

Los moluscos se caracterizan por ser el grupo que ocupa el segundo lugar a nivel mundial en cuanto a número de especies; presentando hábitos de vida sedentarios y de poco desplazamiento que hace que la mayoría de las especies sean endémicas; estos organismos además son sensibles a los cambios en la temperatura y la humedad (Rangel Ruiz, 2000, p. 2 y Pérez *et al.* 2008, p. 327), por lo que la pérdida de su hábitat y las alteraciones climáticas pueden ocasionar su extinción.

Estudios como este son importantes debido a que los caracoles terrestres juegan un papel importante en los ecosistemas al ser descomponedores y formadores de suelo; contribuyen a la reducción de la hojarasca y aceleran la humificación; además son parte de la cadena de consumidores (Edna Naranjo-García, 2003, p. 144) sin embargo los estudios sobre caracoles terrestres tanto a nivel nacional como internacional son escasos y dispersos (Rangel Ruiz & Gamboa Aguilar, 2001, p. 2, Correa-Sandoval, Strenth, Rodríguez y Horta, 2009, p. 106).

Estas características los hicieron un grupo elegido para analizar la distribución de las especies a lo largo del noreste de Guatemala, y si dicha distribución seguía un modelo determinista, en el cual todas las especies se distribuyen de igual forma o si en realidad la distribución seguía un modelo estocástico en el cual las especies no siguen un patrón definido; analizando los valores de composición y abundancia de las especies a lo largo del gradiente climático. Además con los especímenes colectados se creó la primera colección de moluscos terrestres de las colecciones zoológicas del Museo de Historia Natural –MUSHNAT- de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5 OBJETIVOS

5.1 General:

Evaluar la distribución de los ensamblajes de caracoles terrestres como posible respuesta al gradiente climático del noreste de Guatemala.

5.2 Específicos:

Analizar los valores de composición y abundancia de las especies de caracoles terrestres a lo largo del gradiente climático para probar hipótesis deterministas o estocásticas sobre la distribución de las especies.

Argumentar con base en el objetivo anterior la continuidad o discontinuidad en los ecosistemas y su representatividad para la conservación.

Contribuir al conocimiento sobre los moluscos de Guatemala y desarrollo de las colecciones científicas de referencia de Guatemala.

6 HIPOTESIS

Las especies y las abundancias de caracoles terrestres se distribuyen independientes unas de otras a lo largo del gradiente climático del noreste de Guatemala.

7 MATERIALES Y METODOS

7.1 Universo

7.1.1 Población:

Caracoles terrestres de Guatemala.

7.1.2 Muestra:

Caracoles terrestres de la región noreste de Guatemala localizados en nueve localidades presentes en las tres áreas de muestreo seleccionadas (unidades experimentales).

- 1- Mirador, Naachtun-Dos Lagunas, Rio Azul.
- 2- Laguna del Tigre, San Miguel la Palotada-El Zotz, Tikal.
- 3- Barillas, el Copón y Laguna Lachuá.

7.2 Materiales

7.2.1 Trabajo de colecta:

- Pala de jardinería
- Guantes de cuero
- Estacas de madera y lazo (parcela de 25 x25 cm)
- Bolsas herméticas de 1 galón de capacidad
- Bolsas de plástico grandes
- Guantes de látex
- Cajas de plástico grandes (para transportar bolsas de especímenes)
- Libreta

7.2.2 Trabajo de Laboratorio:

- Secadora (del salón de preparaciones del Museo de Historia Natural MUSHNAT)
- Cernidor de abertura 1cm²
- Cernidor de abertura 0.5 cm²
- Papel filtro
- Tubos pequeños marca Eppendorf®
- Pisetas
- Agujas de disección
- Vidrios de reloj
- Pincel delgado
- Lupa con iluminación (del salón de preparaciones del Museo de Historia Natural MUSHNAT)
- Estereoscopio (del salón de preparaciones del Museo de Historia Natural MUSHNAT)
- Papel de algodón
- Lápiz HB
- Borrador Staendtlar
- Agujas de disección
- Pinzas
- Tijeras
- Regla
- Marcador indeleble grueso
- Marcador indeleble fino
- Claves taxonómicas
- Libreta

7.2.3 Reactivos:

- Etanol al 70%
- Tabaco (*Nicotiana tabacum*)
- Agua destilada

7.2.4 Equipo:

- Computadora portátil
- Estereomicroscopio Zoom Olympus S2X7, con tubo de dibujo
- Cámara fotográfica digital Sony Cybershot®
- Escáner
- Impresora Lexmark® con tinta indeleble
- Software estadístico R

7.3 Métodos:

7.3.1 Área de estudio

La región corresponde a las tierras del noreste de Guatemala (selvas lluviosas cálidas), elegidas por ser donde la lluvia sufre las principales variaciones y también por los criterios sobre la vegetación de Yucatán (Miranda y Hernandez, 1963, pp. 38-43). El área de trabajo abarcó regiones de los departamentos de Huehuetenango, Alta Verapaz y Petén. La parte basal del gradiente (pie de monte) se localiza en parte de la franja transversal del norte. A todo lo largo del gradiente en dirección noreste y paralelos en esta dirección se colocaron tres transectos que llegaron cerca del límite norte de Petén.

7.3.2 Diseño experimental

El gradiente noreste fue representado por tres bandas paralelas y perpendiculares a su dirección (mega transectos). Cada banda fue seccionada en tres regiones o bandas climáticas: “Selva Siempre Verde” (**SSv**), “Selva de transición” (**ST**) y “Selva Subdecidua” (**SSd**), cada una de las cuales fue identificada por la expresión fenológica y estructural resultante de la combinación de los factores: altitud, temperatura y precipitación (Figuras 3 y 4). Cada tratamiento lo define cada banda climática, en el cuadro 1 se presentan los valores de estos rangos.

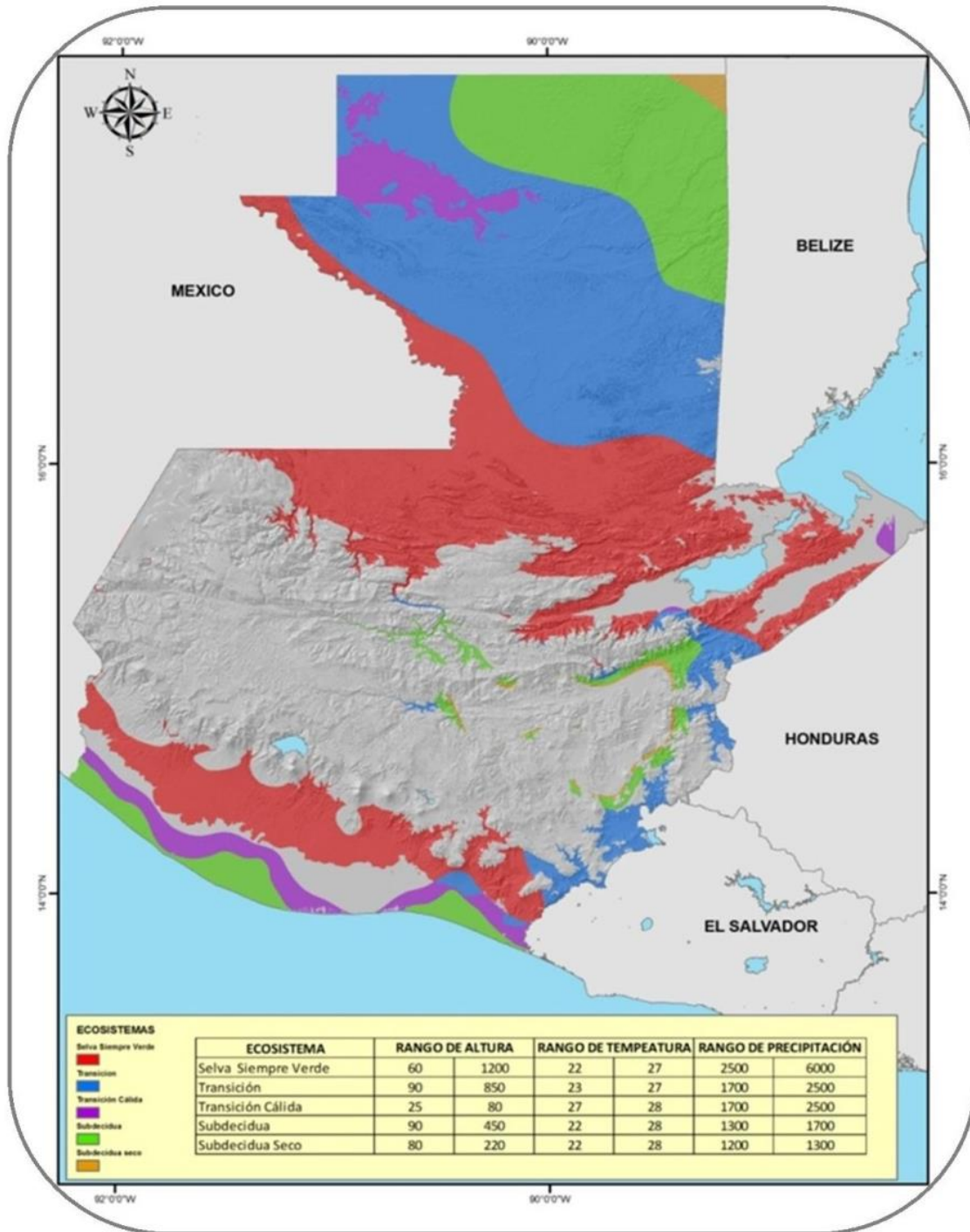


Figura 3. Modelo de ecosistemas derivado de los tipos generalizados de C. Méndez y M. Véliz (2008), ajustando rangos de temperatura y precipitación. Análisis CDC-CECON, 2011.

Cuadro 1. Rangos de temperatura y precipitación de las regiones climáticas en el noreste de Guatemala elegidas para el estudio (ver fig.3)

Región o banda climática	Rango de temperatura media anual	Rango de precipitación media anual	Localidades de muestreo
Rojo	22-27	2,500-6,000 mm	Barillas – Chinajá
Azul	23-27	1,700-2,500 mm	Tikal –Zotz-Yaxha-Nakum- Naranjo
Verde	22-28	1,300-1,700 mm	Mirador- Dos Lagunas y Río Azul

7.3.3 Esfuerzo:

Se seleccionaron tres regiones climáticas y en cada una se identificaron tres localidades de muestreo (unidades experimentales) para un total de nueve localidades. En cada localidad (marcada como X en el cuadro 2) se seleccionó un parche de selva lluviosa y en él se colocó un transecto lineal de un kilómetro de longitud y a lo largo de este se realizó la colecta de caracoles terrestres por medio de dos métodos.

Cuadro 2. Tipos de Ecosistema por transecto y unidades experimentales

Bandas	Selva Subdecidua (SSd) (verde)	Selva de Transición (ST) (azul)	Selva Siempre Verde (SSv) (rojo)
A	1X	4X	7X
B	2X	5X	8X
C	3X	6X	9X

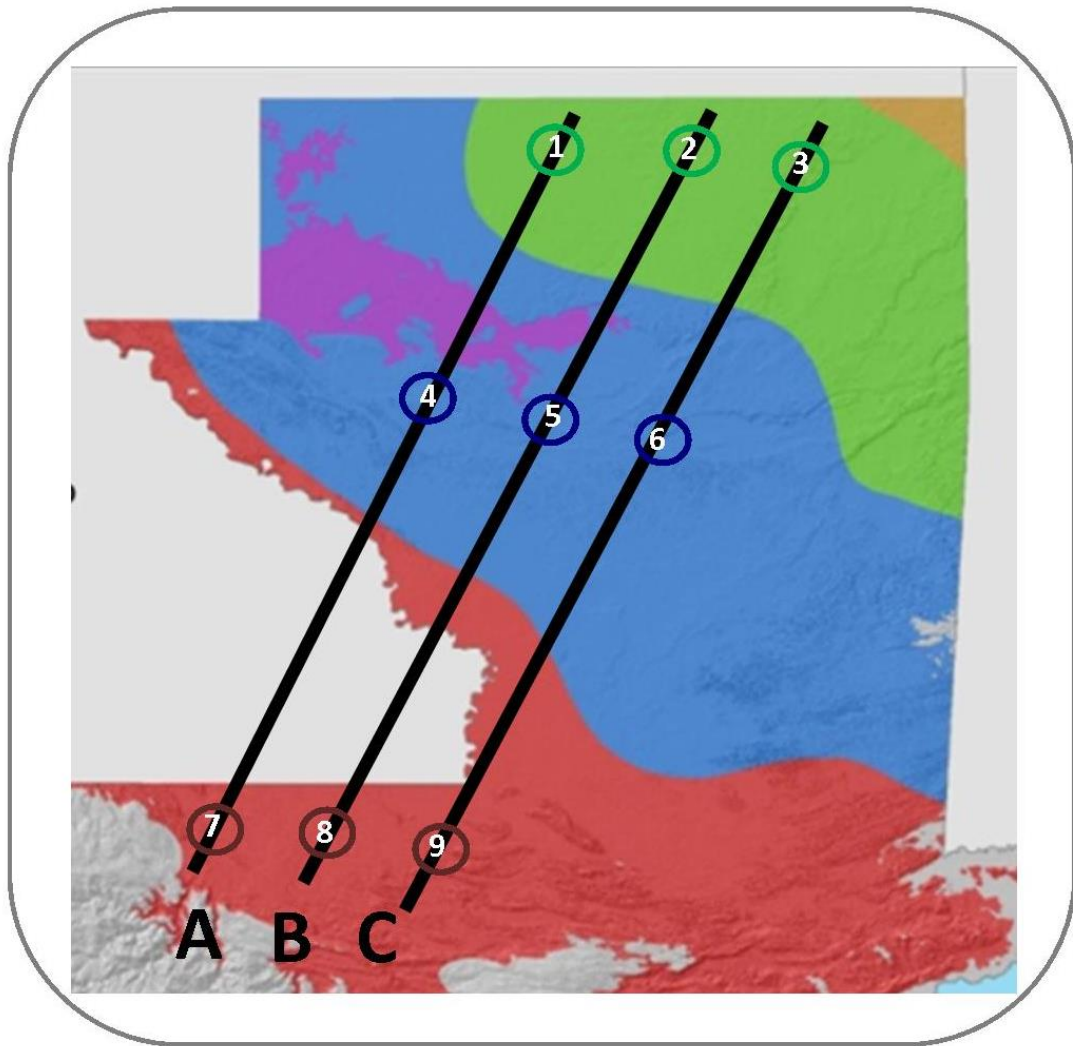


Figura 4. Mapa de Bandas y los sitios de muestreo por Banda o Megatransecto

BANDA (A): (1X) Mirador-Naachtun Dos Lagunas Na

(4X) Parque Nacional Laguna del Tigre LT

(7X) Finca Xibalbá, Barillas Ba

BANDA (B): (2X) Biotopo Protegido Universitario "Naachtun Dos Lagunas" DL

(5X) Biotopo Protegido Universitario San Miguel la Palotada-El Zotz EZ

(8X) El Copón Co

BANDA (C): (3X) Parque Nacional Mirador- Río Azul RA

(6X) Parque Nacional Tikal Ti

(9X) Parque Nacional Laguna Lachuá La

7.3.4 Metodología de Colecta:

7.3.4.1 Colecta directa:

Los caracoles terrestres pueden encontrarse en una amplia variedad de situaciones; se buscan entre la vegetación, en las veredas de los bosques, bajo piedras, en grietas de rocas, en hojarasca de bosque, sobre troncos de árboles, bajo cortezas e incluso en las altas copas de los árboles. En condiciones de humedad, se pueden obtener buenos resultados de muestreo. Pueden colectarse de manera directa con ayuda de pinzas o manualmente con guantes de cuero (Muzzio, 2011, p. 25; Darrigran, Vilches, Legarralde y Damborenea, 1997, p. 60 y Naranjo y Gómez, 2004, p. 211). Por medio de este método se recolectaron los caracoles observados a lo largo de un transecto de un kilómetro de longitud en cada sitio de colecta.

7.3.4.2 Colecta Indirecta:

Con cuatro estacas de madera y un lazo, se delimitó una parcela cuadrada de 25 x 25 cm (muestra) y se tomó toda la hojarasca, humus y tierra suelta dentro de la parcela; cada muestra se depositó en una bolsa de plástico hermética de un galón de capacidad la cual se identificó por dentro y por fuera con los datos de colecta (Naranjo y Gómez, 2004, p. 211). En cada sitio se tomaron 30 muestras las cuales se colectaron al azar a lo largo del transecto de un kilómetro en cada localidad.

7.3.5 Trabajo de laboratorio:

7.3.5.1 Tamizado de las bolsas de hojarasca

Cada bolsa con hojarasca y suelo llevó un proceso de separación de material para localizar caracoles de diferentes tamaños (Naranjo y Gómez, 2004, p. 212 y Geiger, et al., 2007, p. 6), a continuación se explica el procedimiento que se siguió para la separación y revisión de las muestras:

- a) En cada bolsa de muestra se procedió a extraer toda la hojarasca de las bolsas: hojas, palos y cualquier material grande; este material se colocó sobre una bandeja y con ayuda de una lupa y una lámpara se procedió a revisar, separando con ayuda de pinzas entomológicas los caracoles encontrados.

- b) El resto del material se tamizó, primeramente colocándolo en un cernidor con un cedazo de 0.5 cm², el material que quedó en el cernidor se colocó en recipientes de plástico y se le agregó agua hasta que el material liviano pudiera flotar, con ayuda de la lupa se buscaron los caracoles flotantes y se separaron con ayuda de pinzas entomológicas.

- c) El material fino que quedó después del tamizado, se lavó y el sobrenadante se colocó sobre papel filtro, se secó y se procedió a revisar con ayuda de un microscopio estereoscópico, separando los especímenes con ayuda de agujas de disección.

7.3.5.2 Relajación y fijación de especímenes vivos

Los caracoles colectados vivos se colocaron en recipientes que contenían una solución de nicotina que produce un efecto relajante lo cual evitó que los caracoles introdujeran su cuerpo en el caparazón o concha, debido a que para la identificación es importante utilizar el cuerpo y sobre todo la rádula; posteriormente se fijaron utilizando alcohol al 70% para preservarlos y almacenarlos (Puente, 1999, p.25).

Una vez separados, todos los especímenes, de las bolsas; así como los colectados directamente, se almacenaron en frascos, siempre cuidando de etiquetar adecuadamente cada recipiente con todos los datos de colecta de donde fueron encontrados y poder utilizarlos en futuros estudios (Naranjo y Gómez, 2004, p. 211). Los caparazones vacíos que se colectaron, únicamente se lavaron con agua destilada y se almacenaron en seco en recipientes adecuados.

7.3.6 Preparación de la colección Malacológica:

Luego de separar las muestras, se procedió a elaborar una colección Malacológica, la cual consiste en especímenes completos, los cuales presentan el cuerpo y la concha; los cuales están en alcohol al 70% y conchas vacías que se almacenaron en seco. Todas las muestras ingresaron en un armario preparado para dicha colección y forman parte de la colección entomológica del Museo de Historia Natural (MUSHNAT) en donde están a la disposición de los investigadores que deseen consultarla y para usos futuros en investigaciones con ADN debido a que estos estudios pueden contribuir a diferenciar e identificar especies (Tautz *et al.*, 2003, p. 71).

7.3.6.1 Etiquetado

Para cada individuo o grupo de individuos colectados en el mismo lugar (lote) se generaron etiquetas con todos los datos de colecta correspondientes: País con mayúsculas (luego dos puntos): departamento, municipio, localidad, coordenadas geográficas, fecha completa, altitud, colector y método de colecta. Las etiquetas se diseñaron en Microsoft Word®, con fuente tipo Arial número 3 ó 10 dependiendo del tamaño del espécimen, y fueron impresas en papel algodón libre de ácido con tinta indeleble, utilizando una impresora láser marca Lexmark®.



Figura 5. Etiquetas. Formato de etiquetas con datos geográficos y ecológicos

Se colocó una etiqueta externa, en cada frasco con especímenes, con el objetivo de facilitar su ubicación para futuras consultas; también se colocó una etiqueta dentro de cada frasco, esto para evitar la pérdida de información si se deteriora o se cae la etiqueta externa.

7.3.7 Determinación taxonómica

Con los especímenes de caracoles terrestres curados adecuadamente, se realizó la determinación taxonómica hasta familia con ayuda de las claves taxonómicas de: Burch (1962, p. 214), Ruiz, *et al.* (2002, p. 303), Fahy (2003, pp. 473-482), Roth & Sadeghian (2006, p. 82), de Triplehorn & Johnson (2005, p. 377-400), y donde fue posible se determinaron hasta tribu y género, utilizando claves especializadas para cada familia; además se consultaron listados de especies de caracoles terrestres de Guatemala mencionados en las publicaciones de Von Martens (1890-1901, p. 706), Goodrich & Schalie (1937, p. 7-47), Basch (1959, p. 2-15). Además se revisó la lista de especies de Thompson (2008, p. 1- 903) de caracoles terrestres y de agua dulce en México y Centroamérica para corroborar que los nombres científicos estuvieran bien escritos y se consultó con malacólogos expertos en los distintos grupos que se encontraron, para confirmar las determinaciones.

7.3.8 Ilustraciones científicas y captura de imágenes:

El registro gráfico de especímenes es muy valioso ya que ayuda a almacenar evidencia de características que ayudan a la identificación de los especímenes. El dibujo y la fotografía son dos recursos que se complementan pero no se excluyen. El dibujo tiene posibilidades que se escapan a la técnica fotográfica; por ejemplo, se pueden efectuar simplificaciones a fin de facilitar la comprensión; asimismo, pueden resaltarse detalles que pasarían inadvertidos en una fotografía (Cocucci, 2000, p. 9). Las ilustraciones se llevaron a cabo realizando primeramente un boceto a lápiz, para luego realizar el dibujo acabado con pluma tubular uni-ball micro, únicamente se ilustraron individuos a los cuales no se les apreciaron los detalles con la fotografía (Anexo 6, p. 80).

Las fotografías ayudan a almacenar evidencia de características que pueden perderse como color y forma, y también permiten analizar mejor a un individuo, al verlo sin necesidad de un microscopio o estereoscopio (Hernández y Bieler, 1999, p. 157). Las fotografías fueron tomadas con una cámara Sony Cybershot modelo DSC-W620 de 14 MP; se tomaron fotos con y sin la ayuda de un Estereoscopio de acuerdo al tamaño de los ejemplares o estructura a documentar; las imágenes fueron editadas digitalmente para mejorar la calidad (Anexo 5, p.71).

7.3.9 Análisis de los datos:

7.3.9.1 Riqueza y distribución:

Los especímenes colectados fueron separados por morfoespecie y se determinaron taxonómicamente con claves especializadas. Todos los datos de colecta y taxonómicos fueron ingresados en una tabla de datos realizada en Microsoft Excel®, a partir de la cual se elaboró una matriz con la abundancia de las morfoespecies obtenidas en cada sitio de colecta (ocho puntos). Se elaboraron tablas y gráficas de barras para representar la abundancia y diversidad de los caracoles por cada sitio estudiado. Para tener un aproximado de la diversidad real se estimó la riqueza de cada sitio por medio de los métodos no paramétricos Chao1 y Bootstrap; (López-Gómez y Williams-Linera, 2006, p. 7- 11; Moreno, 2001, p. 32; Álvarez *et al.*, 2004, p. 194-197 y Escalante, 2003, p. 55) mediante el paquete EstimateS⁹ utilizando las siguientes formulas:

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b} \qquad Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Dónde para Chao 1: S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra y donde para Bootstrap: S es el número de especies en una muestra, p_j = la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Moreno, 2001, p. 32 y 40 y Escalante, 2003, p. 33 y 55).

En el programa EstimateS⁹ la gráfica obtenida muestra que si existe cierta separación entre la curva de la Sest (estimados) de la Sobs (observados), esa separación indica cuántas especies faltan por registrar en la comunidad. “Entre más separadas estén, podríamos esperar que el número total de especies que contenga el lugar sea mayor que el que actualmente conocemos” (Escalante, 2003, p. 55).

7.3.9.2 Diversidad de caracoles terrestres en los sitios de muestreo:

Para evaluar la diversidad de caracoles terrestres en los ocho sitios de muestreo estudiados, se obtuvo el valor de la verdadera diversidad; obteniendo primero el índice de Shannon-Wiener en donde S es el número de especies (riqueza de especies), p_i es la abundancia relativa de la especie i (i.e. la abundancia de la especie i dividida entre la suma total de abundancias de las S especies que integran la comunidad) y N es número de todos los individuos de todas las especies (Moreno, 2001, p. 43 y Álvarez, *et al.*, 2004, p. 200) y luego obteniendo el exponencial de Shannon-Wiener = e^H (verdadera diversidad) (Jost y González-Oreja, 2012, p. 5-7) las formulas se presentan a continuación:

Índice de Shannon:

$$H_{\text{Shannon}} = - \sum p_i \times \log_b(p_i)$$

Exponencial del índice de Shannon:

$$D_{\text{exp Shannon}} = b^{H_{\text{Shannon}}}$$

7.3.9.3 Similitud en la composición entre sitios:

Para determinar si existe similitud en la composición entre los sitios muestreados, se realizó un análisis de ordenación multivariante denominado Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico–NMDS- por medio del paquete estadístico R (R Development Core Team). El NMDS es una técnica que trata de representar un conjunto de objetos en un espacio geométrico de pocas dimensiones; el NMDS fue el método de ordenación más adecuado para este estudio debido a que es un método de ordenación adecuado para datos que no son normales o que están en una escala discontinua o arbitraria. (Cayuela, 2011, p. 15, Bordcard, Gillet y Pierre, 2011, p.117).

La ventaja del NMDS sobre otras técnicas de ordenación es que, al estar basada en rangos de distancias, tiende a linealizar la relación entre las distancias ambientales y las distancias biológicas (se calcularon a partir de una matriz de sitios x especies) (Cayuela, 2011, p. 15). Para el análisis de NMDS se calculó el stress y R^2 y se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico de disimilitud de Morisita-Horn (C_{MH}) para observar mejor las agrupaciones de los sitios de acuerdo a sus disimilitudes.

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a n_i \times b n_j)}{(d a + d b) a N \times b N}$$

Dónde: aN = número total de individuos en el sitio A, bN = Número total de individuos en el sitio B, $a n_i$ = Número de individuos de la i-esima especie en el sitio A, $b n_j$ = Número de individuos de la i-esima especie en el sitio B, $d a = \sum a n_i^2 / a N^2$ y $d b = \sum a n_j^2 / a N^2$ (Moreno, 2001, p. 50).

8 RESULTADOS

8.1 Abundancia y distribución de los caracoles terrestres

En cada sitio fueron colectadas 30 bolsas con muestras de suelo y hojarasca las cuales dieron un total de 390 muestras de suelo colectadas en ocho sitios, estas muestras fueron revisadas y se obtuvieron en su mayoría caparazones vacíos y pocos caracoles completos (caparazón y cuerpo); además se obtuvieron cinco frascos con especímenes de caracoles colectados directamente del dosel en cinco sitios durante la época húmeda, estas muestras las constituyen caracoles que se encontraban vivos al momento de la colecta por ello se encuentran completos. Se obtuvo un total de 967 ejemplares en su mayoría conchas vacías; estos ejemplares fueron clasificados en cinco órdenes, 17 familias y 29 géneros; excepto tres que solo pudieron ser clasificados hasta familia y siete a infraorden (anexo 2, p. 59).

8.1.1 Abundancia por familia:

De las 17 familias de caracoles terrestres encontradas en los ocho sitios, la familia **Helicinidae** fue la más abundante 52% (n=504), seguida de **Neocyclotidae** 25.65% (n=248), **Spiraxidae** 8.5% (n= 82), **Subulinidae** 3.1% (n=30), **Bulimulidae** 2.58% (n=25), **Thysanophoridae** 1.65% (n=16), **Pomatiidae** 1.34% (n=13), **Vertiginidae** 0.93% (n=9), **Charopidae** 0.83% (n=8), **Valloniidae** 0.21% (n=2), **Gastrodontidae** 0.21% (n=2), **Cyclophoridae** 0.1% (n=1), **Ferussaciidae** 0.1% (n=1), **Cochlicopidae** 0.1% (n=1), **Strobilopsidae** 0.1% (n=1), **Euconulidae** 0.1% (n=1), **Pupillidae** 0.1% (n=1) y especímenes que solo se lograron clasificar a Infraorden **Stylommatophora** 2.27% (n=22). (Cuadro 3).

8.1.2 Abundancia por localidad:

Fueron muestreados ocho de los nueve sitios elegidos para el estudio (Figura 6), cinco de los cuales, se muestrearon dos veces (época húmeda y época seca) y tres fueron muestreados una vez (época seca). Para evitar sesgo por especies de distribución amplia, no se tomó en cuenta la morfoespecie (*m_{sp}81*) para comparar las abundancias de cada sitio (Figura 7); se obtuvo en orden del más abundante al menos abundante: sitio **6X** (Parque Nacional Tikal **Ti**) n=330, el sitio **9X** (Parque Nacional Laguna Lachuá **La**) n=124, el sitio **4X** (Parque Nacional Laguna del tigre **LT**) n=112, el sitio **5X** (Biotopo Protegido Universitario San Miguel la Palotada-el Zotz **EZ**) n=93, el sitio **2X** (Biotopo protegido Universitario "Naachtun Dos Lagunas" **DL**) n=72, el sitio **3X** (Parque Nacional Mirador- Río Azul **RA**) n=27, el sitio **1X** (Mirador transecto - Naachtun Dos Lagunas **Na**) n=24 y el sitio **7X** (Finca Xibalbá, Barillas **Ba**) n=13 en donde observamos que el sitio 6X fue el más abundante y el sitio 7X el menos abundante. Los resultados no sufrieron grandes cambios al omitir la *m_{sp}81* por lo que en el resto de los análisis si se encuentra incluida dicha morfoespecie (Figura 8 y Cuadro 3).

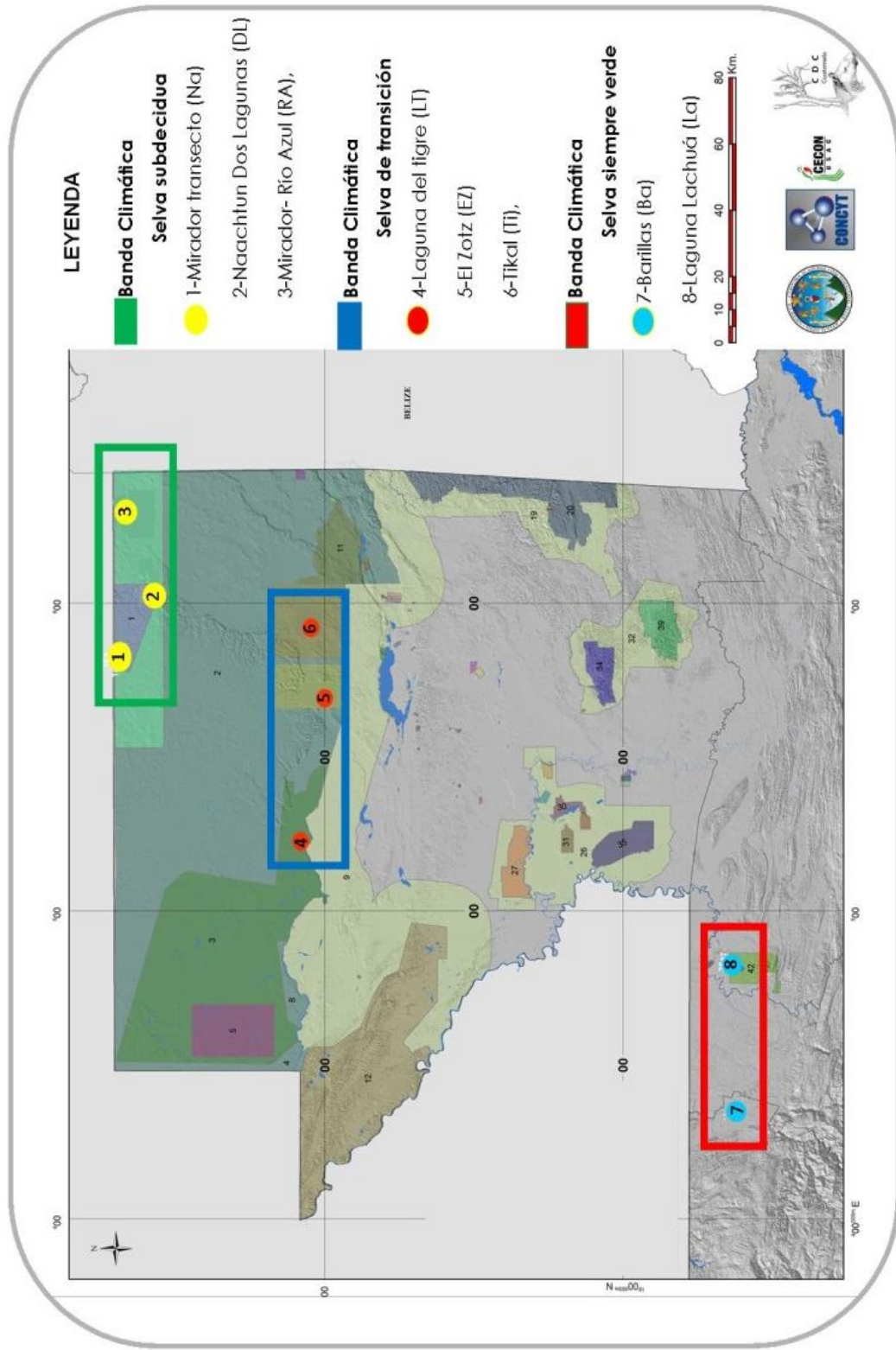


Figura 6. Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo por banda climática en el Noreste de Guatemala (Imagen Modificada de Mapa de ubicación de puntos de Muestreo Proyecto FODECYT 17-2011 CECON USAC 2014).

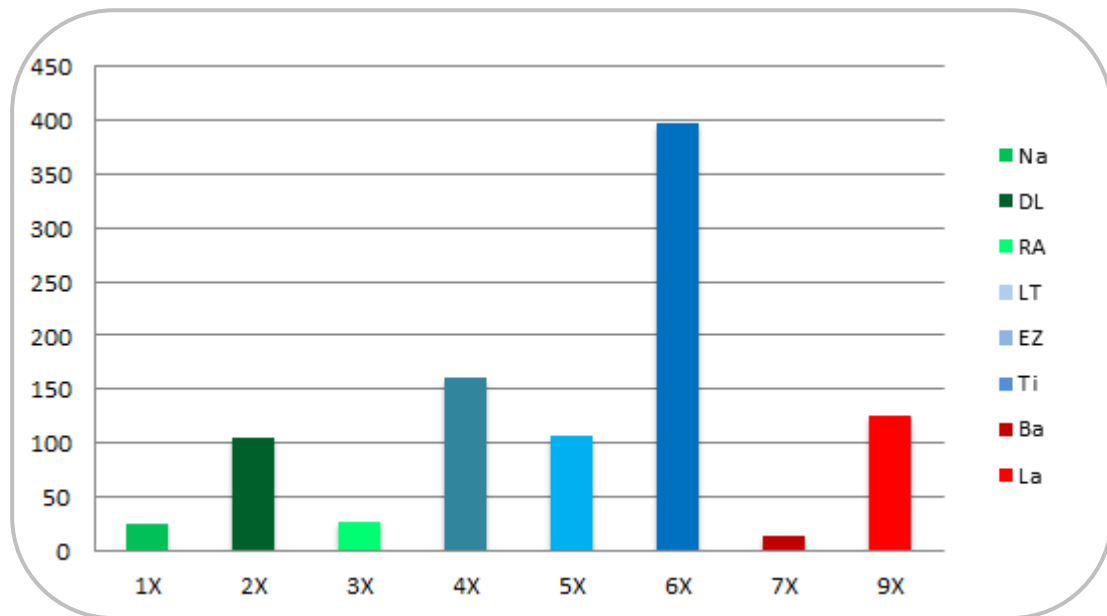


Figura 7. Abundancia de caracoles terrestres por localidad estudiada.

Cuadro 3. Abundancia y Distribución de familias de caracoles terrestres por sitio de colecta.

Infraorden	Familia	ABUNDANCIA		ABUNDANCIA POR SITIO DE COLECTA							
		n	%	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X	9X
	Helicinidae	504	52	7	35	7	90	64	216	2	83
	Cyclophoridae	1	0.1						1		
	Pomatiidae	13	1.34	2	9			1	1		
	Neocyclotidae	248	25.65	5	39	15	65	26	88	3	7
Stylommatophora	Bulimulidae	25	2.58	4		3	3	3	12		
	Spiraxidae	82	8.5	7	20		3	11	29	3	9
	Subulinidae	30	3.1	1	1	1	1	3	15	3	5
	Valloniidae	2	0.21						1		1
	Ferussaciidae	1	0.1						1		
	Cochlicopidae	1	0.1		1						
	Strobilopsidae	1	0.1								1
	Euconulidae	1	0.1								1
	Gastrodontidae	2	0.21						1	1	
	Vertiginidae	9	0.93								9
	Pupillidae	1	0.1						1		
	Thysanophoridae	16	1.65						11		5
	Charopidae	8	0.83						4		4
Stylommatophora	-----	22	2.27			1			17	2	2
	TOTAL	967	100	26	105	27	162	108	398	14	127

Riqueza de caracoles terrestres:

De los 967 ejemplares fueron identificadas 93 morfoespecies, de las cuales el 2.15% fue identificado a nivel de Orden (Archaeogastropoda), el 7.53% a nivel de infra orden (Orden Pulmonata: Infraorden Stylommatophora), el 13.98% quedó a nivel de familia (Helicinidae, Spiraxidae y Subulinidae) y el 76.94.9% a nivel de género (Anexo 3, p. 67). La morfoespecie que presentó más especímenes fue **msp81** *Xenocyclus* sp. 19% (n=184), seguida de **msp45** *Helicina* sp. 16% (n=151), **msp64** *Lucidellia* sp. 9% (n=90), **msp70** *Lucidellia* sp. 8% (n=73), **msp80** *Schasicheila* sp. 6% (n=56), **msp50** *Oligyra* sp. 5% (n=52), **msp40** *Euglandina* sp. 4% (n=41), **msp63** *Xenocyclus* sp. 3% (n= 27), **msp39** *Euglandina* sp. 2% (n=17), **msp57** *Helicina* sp. 2% (n=15).

Las morfoespecies que presentaron un porcentaje de aproximadamente 1% cada una fueron: **msp12** *Leptinaria* sp. (n=13), **msp11** *Chondropoma* sp. (n=12), **msp62** Fam. Helicinidae (n=12), **msp22** *Chrisacme* sp. (n=11), **msp23** Infraorden Stylommatophora (n=11), **msp68** *Neocyclotus* sp. (n=11), **msp17** *Helicina* sp., (n=10), **msp60** *Xenocyclus* sp. (n=10), **msp69** Orden Archaeogastropoda (n=10), **msp71** *Ortalichus* sp. (n=9), **msp65** *Helicina* sp. (n=8), **msp85** *Chanomphalus* sp. (n=8), **msp48** *Gastrocopta* sp. (n=7), **msp1** *Rabdotus* sp. (n= 6), **msp84** *Thysanophora* sp. (n=6), **msp89** *Thysanophora* sp. (n=6), **msp6** *Thysanophora* sp. (n=5), **msp72** *Schasicheila* sp. (n=5) (Figura 8).

Las morfoespecies con un porcentaje menor a 1 fueron: **msp91** *Drymaeus* sp. (n=5), **msp43** Infraorden Stylommatophora (n=4), **msp55** *Oligyra* sp. (n=4), **msp2** *Bulimulus* sp. (n=3), **msp3** Familia Spiraxidae (n=3), **msp15** *Lamellaxis* sp. (n=3), **msp36** *Euglandina* sp (n=3), **msp58** *Helicina* sp. (n=3), **msp67** Orden Archaeogastropoda (n=3), **msp78** *Schasicheila* sp. (n=3), **msp87** *Xenocyclus* sp. (n=3), **msp5** Infraorden Stylommatophora (n=2), **msp10** Fam. Subulinidae (n=2), **msp24** Infraorden Stylommatophora (n=2), **msp30** *Allopeas* sp. (n=2), **msp38** Fam. Spiraxidae (n=2), **msp49** *Gastrocopta* sp. (n=2), **msp53** *Leptinaria* sp. (n=2), **msp66** *Schasicheila* sp. (n=2), **msp6** *Thysanophora* sp. (n=2), **msp88** *Xenocyclus* sp, (n=2), **msp4** Fam. Spiraxidae (n=1), **msp7** Fam. Subulinidae (n=1), **msp8** *Euglandina* sp. (n=1), **msp9** *Euglandina* sp. (n=1), **msp13** *Pupisoma* sp (n=1), **msp14** Fam. Subulinidae (n=1), **msp16** Fam. Subulinidae (n=1), **msp18** *Leptinaria* sp. (n=1), **msp19** *Pupisoma* sp (n=1), **msp20** *Schasicheila* sp. (n=1), **msp21** *Chondropoma* sp. (n=1), **msp25** Infraorden Stylommatophora (n=1), **msp26** Infraorden Stylommatophora (n=1), **msp27**

Infraorden Stylommatophora (n=1), **msp28** *Dicrista* sp. (n=1), **msp29** *Drymaeus* sp. (n=1), **msp31** *Cecilioides* sp. (n=1), **msp32** *Cochlicopa* sp. (n=1), **msp33** *Mayaxis* sp. (n=1), **msp34** *Strobilops* sp. (n=1), **msp35** *Euconulus* sp. (n=1), **msp37** *Striatura* sp. (n=1), **msp41** *Euglandina* sp. (n=1), **msp42** *Euglandina* sp. (n=1), **msp44** *Allopeas* sp. (n=1) **msp46** *Striatura* sp. (n=1), **msp47** Fam. Subulinidae (n=1), **msp51** Fam. Subulinidae (n=1), **msp52** *Salasiella* sp. (n=1), **msp54** *Leptinaria* sp. (n=1), **msp56** *Lucidella* sp. (n=1), **msp59** *Schasicheila* sp. (n=1), **msp61** *Helicina* sp. (n=1), **msp73** *Pupilla* sp. (n=1), **msp74** *Schasicheila* sp. (n=1), **msp75** *Rabdotus* sp. (n=1), **msp76** *Salasiella* sp. (n=1), **msp77** *Schasicheila* sp. (n=1), **msp79** *Schasicheila* sp. (n=1), **msp82** *Thysanophora* sp. (n=1), **msp83** *Thysanophora* sp. (n=1), **msp90** Fam. Spiraxidae (n=1), **msp92** Fam. Spiraxidae (n=1), **msp93** Fam. Spiraxidae (n=1). (Figura 8).

En cuanto a especies dominantes: (**msp81**) *Xenocyclus* sp. fue la única morfoespecie que se presentó en los ocho sitios; mientras que tres morfoespecies se encontraron en cinco localidades: (**msp57**) *Helicina* sp., (**msp60**) *Xenocyclus* sp., (**msp71**) *Ortalichus* sp.; cuatro morfoespecies fueron encontradas en seis localidades: (**msp40**) *Euglandina* sp., (**msp50**) *Oligyra* sp., (**msp63**) *Xenocyclus* sp. y (**msp64**) *Lucidellia* sp.; ocho morfoespecies se encontraron en cuatro localidades: (**msp1**) *Rabdotus* sp., (**msp11**) *Chondropoma* sp., (**msp12**) *Leptinaria* sp., (**msp39**) *Euglandina* sp., (**msp45**) *Helicina* sp., (**msp62**) *Lucidellia* sp., (**msp68**) *Neocyclotus* sp., (**msp70**) *Lucidellia* sp., tres morfoespecies se encontraron en tres sitios: (**msp2**) *Bulimulus* sp., (**msp58**) *Helicina* sp. y (**msp80**) *Schasicheila* sp., doce morfoespecies en dos sitios: (**msp6**) *Thysanophora* sp., (**msp15**) *Lamellaxis* sp., (**msp17**) *Helicina* sp., (**msp23**) Infraorden Stylommatophora, (**msp24**) Infraorden Stylommatophora, (**msp30**) *Allopeas* sp., (**msp55**) *Oligyra* sp., (**msp65**) *Helicina* sp., (**msp69**) Orden Archaeogastropoda, (**msp72**) *Schasicheila* sp., (**msp84**) *Thysanophora* sp., (**msp85**) *Chanomphalus* sp. y el resto de las morfoespecies **62**, no se comparten es decir que solo están presentes en una de las localidades (Anexo 3, p. 67).

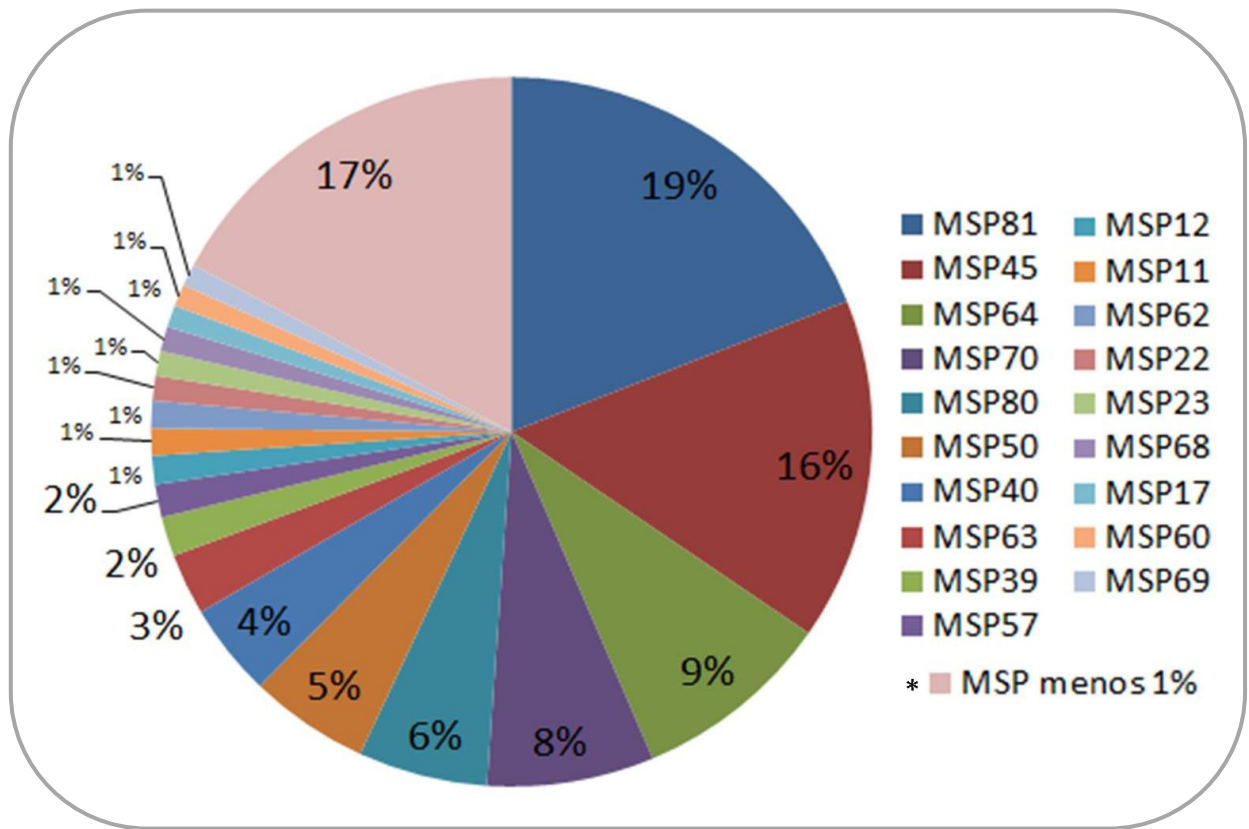


Figura 8. Abundancia en porcentaje de cada morfoespecie de caracoles terrestres colectados en el Noreste de Guatemala. La morfiespecie predominante es MSP81 con el 19% de los individuos colectados (azul). (*MSP = morfoespecies que representan menos del 1% del total).

8.1.2 Riqueza Estimada de caracoles terrestres por sitio Muestreado:

De acuerdo al análisis de riqueza con los estimadores Chao 1 y Bootstrap, en el sitio **1X** el estimador Bootstrap = 13 estimó dos especies más por encontrar, mientras que Chao 1 = 14 estimó tres especies más por encontrar; para el sitio **2X** Bootstrap = 20 y Chao 1 = 20 estimando dos especies más por encontrar en ambos; para el sitio **3X** se observa Bootstrap = 14 estimando tres especies más por encontrar, mientras Chao 1 = 20 predijo nueve especies más; para el sitio **4X** el estimador Bootstrap = 21 estimó cuatro especies más por encontrar, mientras que Chao 1 = 29 predijo 11 especies más por encontrar; para el sitio **5X** el estimador Bootstrap = 19 estimó tres especies más por encontrar, mientras que Chao 1 = 18 predijo dos especies más por encontrar; para el sitio **6X** se observa que el estimador Bootstrap = 74 estima 15 especies más por encontrar, mientras que Chao 1 = 138 predice 79 especies más por encontrar; para el sitio **7X** se observa que el estimador Bootstrap = 15 estima cuatro especies más por encontrar, mientras que (Chao 1 = 34) predice 23 especies más por encontrar y para el sitio **9X** se observa que el estimador Bootstrap = 37 estima ocho especies más por encontrar, mientras que Chao 1 = 52 predijo 23 especies más por encontrar. Estos resultados muestran que en todos los sitios faltan especies por encontrar pero únicamente dos sitios, 6X y 7X mostraron una diferencia entre S_{est} y S_{obs} considerable (Figura 9).

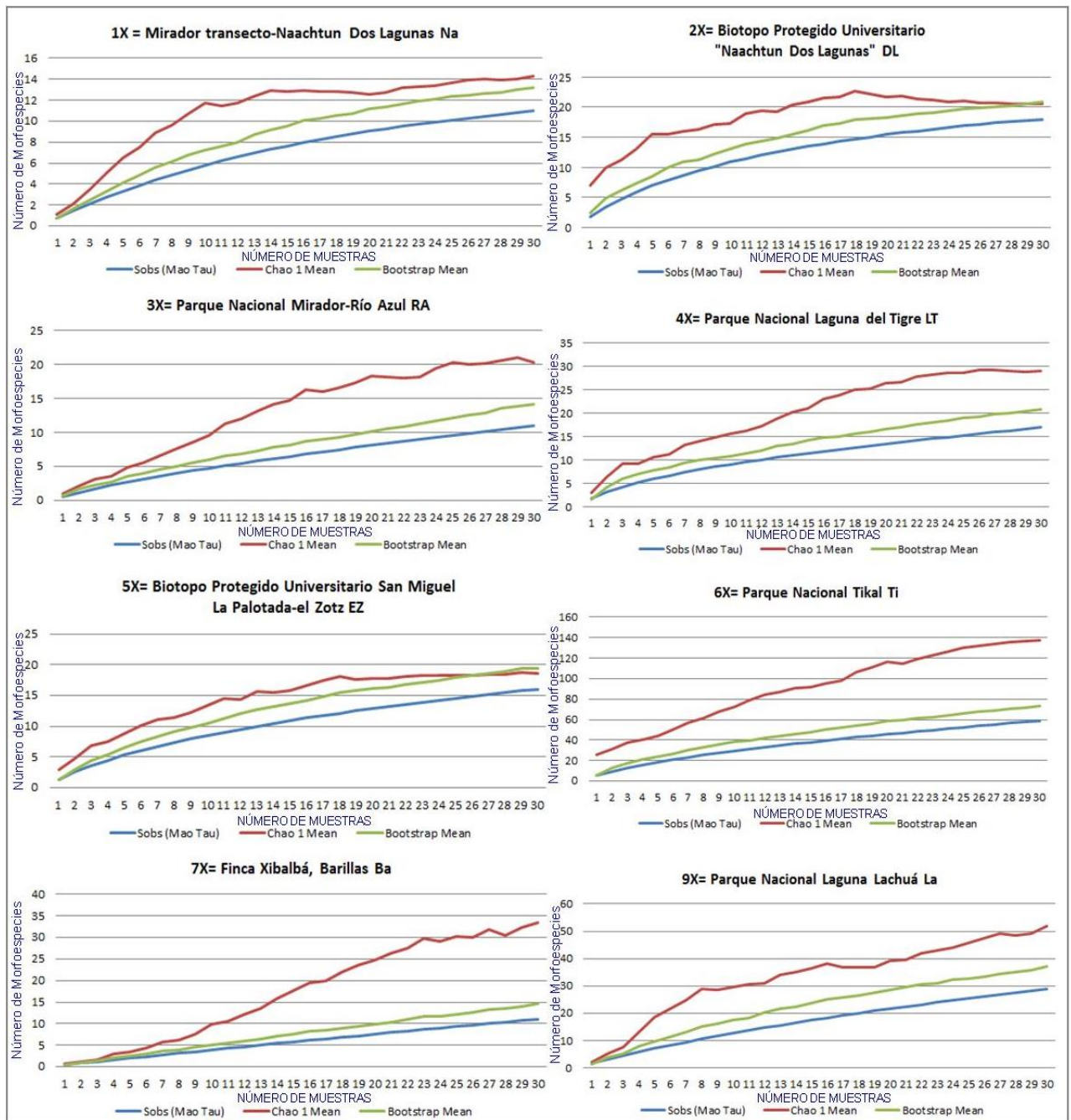


Figura 9. Morfoespecies observadas Sobs (azul) y morfoespecies estimadas Chao1 Sest (corinto) y Bootstrap Sest (verde) para caracoles terrestres de ocho sitios del Noreste de Guatemala.

8.2 Diversidad de caracoles terrestres por sitio de colecta:

Al evaluar la verdadera diversidad con el Exponencial del índice de Shannon-Wiener se estableció que el sitio con mayor diversidad α es el **6X** (Parque Nacional Tikal Ti) con 17.60, seguido del **9X** (Parque Nacional Laguna Lachuá La) con 17.09 y **7X** (Finca Xibalbá, Barillas Ba) con 12.67; los sitios que presentaron diversidad intermedia fueron, el sitio **2X** (Biotopo protegido Universitario "Naachtun Dos Lagunas" DL) con 9.43, **1X** (Mirador transecto - Naachtun Dos Lagunas Na) con 8.86 y **5X** (Biotopo Protegido Universitario San Miguel la Palotada-el Zotz EZ) con 8.38; los dos sitios con menor diversidad fueron, el sitio **4X** (Parque Nacional Laguna del tigre LT) con 7.40 y **3X** (Parque Nacional Mirador- Río Azul RA) con 6.65 (Figura 10).

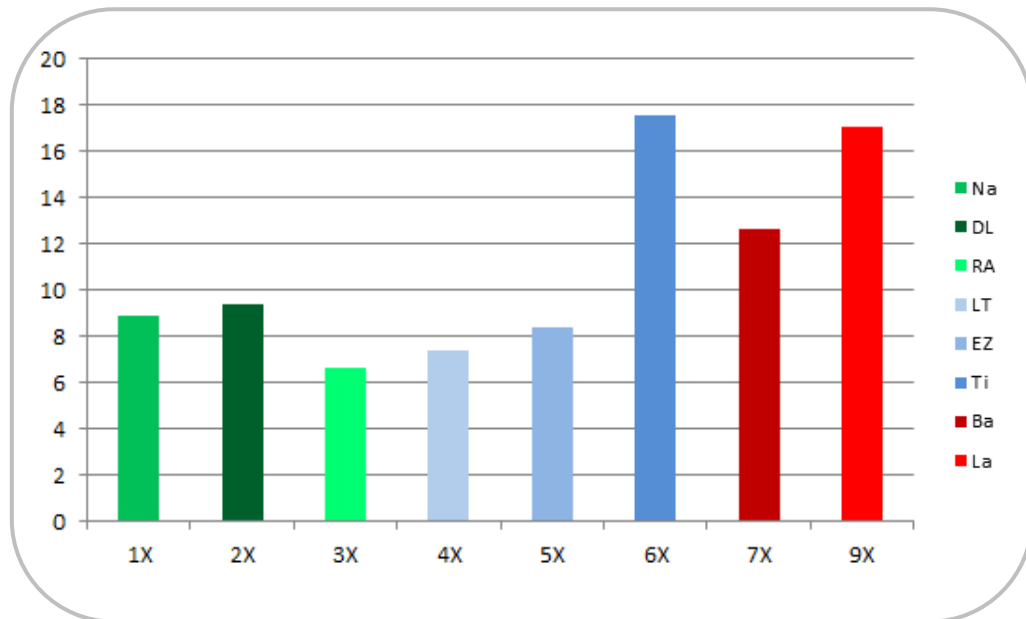


Figura 10. Diversidad α con Exponencial de Shannon-Wiener para los caracoles terrestres de los ocho sitios de colecta en el Noreste de Guatemala.

8.3 Relación entre sitios de muestreo

Con el análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico –NMDS- no se presentó ningún agrupamiento en particular entre los sitios muestreados (en los análisis de ordenación como el –NMDS- mientras más grande es la distancia entre dos puntos más grande es la diferencia entre los sitios); sin embargo los sitios 4X y 6X se mostraron más cercanos entre sí en el análisis aunque físicamente el sitio 5X se encontraba entre estos dos pero en el análisis se presentó alejado de todos los sitios; estos puntos corresponden banda climática “Selva de Transición” (**ST**). Los sitios 2X y 3X que también se presentaron relativamente cercanos pero a una distancia mayor que los anteriores, en este caso los sitios físicamente se encontraban cercanos sin embargo el sitio 1X que corresponde a la misma banda climática “Selva Subdecidua” (**SSd**) en el análisis se presentó alejado de todos los sitios.

Los sitios 7X y 9X aunque pertenecían a la misma banda climática “Selva Siempre Verde” (**SSv**), en el análisis se presentaron más distantes entre sí, mostrándose más cercanos a sitios de las otras dos bandas climáticas aunque el sitio 9X mostró cercanía al sitio 6X que físicamente también encontraba relativamente cerca, el sitio 7X se mostró cercano al sitio 3X que físicamente se encontraba bastante distante. De las tres bandas climáticas, los sitios de la “Selva de Transición” (**ST**) fueron los que se encontraron más cerca entre sí que los sitios de las otras bandas. El Escalamiento Multidimensional No Métrico –NMDS- se graficó en base a las distancias relativas de Morisita-Horn; el análisis presentó un $R^2 = 0.996$ y el valor de estrés = 0.114 lo que se encuentra dentro del rango aceptable (Figura 11).

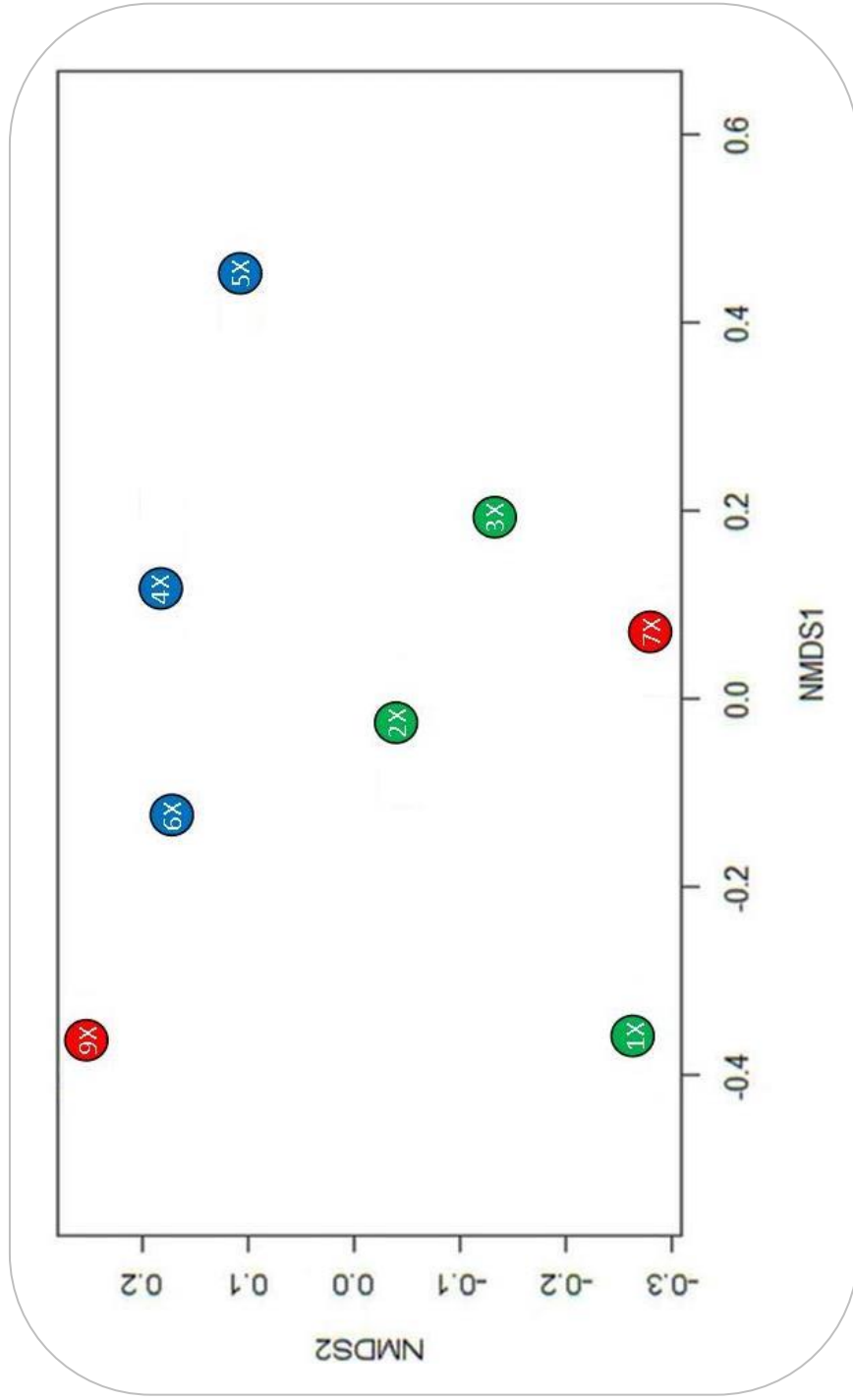


Figura 11. Ordenación NMDS (Non-Metric Dimensional Scaling) de los ocho sitios muestreados en las tres bandas climáticas (SSv, ST y SSd) del Noreste de Guatemala. No se muestra una agrupación entre sitios.

9 DISCUSIÓN

9.1 Riqueza y Abundancia de los caracoles terrestres

Se registraron 967 ejemplares clasificados en cinco órdenes, 17 familias y 29 géneros separados en 93 morfoespecies; excepto tres morfoespecies que se clasificaron hasta familia y siete a infraorden (Anexo 3, p. 67). De los 29 géneros encontrados, 14 coincidieron con los reportados para el área de estudio (Basch, 1959, p. 13, Goodrych & Schalie, 1937, p. 6-12). Estas muestras están constituidas en su mayoría por conchas vacías y unos pocos los constituyen caracoles completos lo que concuerda con otros estudios (Basch, 1959, p. 1 y 5).

La familia Helicinidae fue la más importante en riqueza y abundancia con más de la mitad de los individuos colectados **52%** (n=504) pertenecientes a 21 morfoespecies; la familia Neocyclotidae mostró ser la segunda más abundante con el **25.65%** (n=248) del total de los especímenes los cuales pertenecen únicamente a siete morfoespecies por lo que su abundancia se debe principalmente a la morfoespecie **msp81** (*Xenocyclus sp.*) la cual representa el 19% del total los individuos colectados (n=184). En cuanto a riqueza, la familia con el segundo lugar es Spiraxidae que presenta 17 morfoespecies pero en abundancia únicamente representa el 8.5% de los individuos colectados (cuadro 3).

El análisis de riqueza estimada mostró que en la mayoría de los sitios se alcanzó un porcentaje considerable del total de las morfoespecies esperadas: sitio **1X** (Chao1 = 78.6%, Bootstrap = 85%), sitio **2X** (Chao1 = 90%, Bootstrap = 86%), sitio **3X** (Chao1 = 55%, Bootstrap = 78.6%), sitio **4X** (Chao1 = 59%, Bootstrap = 81%), Sitio **5X** (Chao1 = 89%, Bootstrap = 84%), sitio **6X** (Chao1 = 43%, Bootstrap = 80%), Sitio **7X** (Chao1 = 33%, Bootstrap = 73%) y sitio **9X** (Chao1 = 56% , Bootstrap = 78%); sin embargo en los sitios **6X** y **7X** existe la mayor diferencia entre los dos estimadores esto se debe a que Chao1 es sensible a las especies raras y ambos sitios presentaron la mayor cantidad de morfoespecies representadas por uno o dos individuos por lo que se consideran raras; mientras que Bootstrap es el estimador que estuvo más cerca de la riqueza real debido a que es menos variable y no tiende a sobrestimar la verdadera riqueza independientemente de cuan frecuentes son las especies raras en la comunidad (Moreno, 2001,

p. 32; Escalante, 2003, p. 55; Álvarez, et al., 2004, p. 194-197; López y Williams, 2006, p. 7- 11; Bautista-Hernández, Monks y Pulido-Flores, 2013, p. 15 y 16) estos resultados sugieren que aun que se obtuvo un buen registro, el inventario aun es incompleto sobre todo tomando en cuenta la presencia de muchas especies representadas por un solo individuo (raras) (Villareal, et al., 2004, 21-24 pp.).

9.1.1 Abundancia por banda climática

La banda climática “Selva de transición” (**ST**) presentó la mayor abundancia de caracoles terrestres, siendo el sitio **6X** (Parque Nacional Tikal Ti) el más abundante de los ocho sitios muestreados con el 41% de los especímenes colectados; **4X** (Parque Nacional Laguna del tigre LT) presentó el 16.75% del total siendo el segundo sitio más abundante de los ocho; ambos sitios sumados al tercero, el **5X** (Biotopo Protegido Universitario San Miguel la Palotada-el Zotz EZ) con 11.17% constituyen el 68.92% del total de especímenes. La banda climática “Selva Subdecidua” (**SSd**) presentó el segundo lugar en abundancia presentando el sitio **2X** (Biotopo Protegido Universitario "Naachtun Dos Lagunas" DL) un 10.86% del total, el sitio **3X** (Parque Nacional Mirador-Río Azul RA) un 2.79% y el sitio **1X** (Mirador transecto-Naachtun Dos Lagunas Na) un 2.69% del total de los especímenes colectados; en conjunto representan el 16.48 % del total de morfoespecies. La banda climática denominada “Selva Siempre Verde” (**SSv**) con solo dos sitios, presentó la menor abundancia, el sitio **9X** (El Parque Nacional Laguna Lachúa La) presentó un 13.14% del total y el sitio **7X** (Finca Xibalbá, Barillas Ba) presentó un 1.46%; en conjunto representan el 14.60 % del total de los individuos (Figuras 4 y 7; Cuadro2).

La diferencia en abundancias entre los sitios puede ser explicada en relación a las características individuales de cada sitio debido a que la humedad y el tipo de suelo afectan directamente a los caracoles terrestres; los valores extremos de humedad mayor y menor muestran menos presencia de caracoles y en suelo suelto es posible encontrar más caracoles que en suelo compacto; además también se ha encontrado que los caracoles prefieren sitios con hojarasca (Mijail, Sotelo, Arana y López, 2008, p. 324) (Anexo 4, p. 70). En cuanto a las características de cada sitio muestreado; los dos puntos con mayor abundancia: **6X** (Parque

Nacional Tikal Ti) y **4X** (Parque Nacional Laguna del tigre LT) pertenecen a la banda (**ST**) que presenta una precipitación intermedia (1,700-2,500 mm anuales) (Cuadro 1) lo que puede ocasionar que el suelo esté húmedo pero no saturado, además se observó que ambos sitios presentaban gran cantidad de hojarasca, lo cual es una característica preferida por los caracoles terrestres (Mijail, Sotelo, Arana y López, 2008, p. 324).

La banda (**SSd**) con precipitación (1,300-1,700 mm anuales) presentó el segundo lugar en abundancia (16.48%). Sin embargo al ser la región más seca se esperaba que presentara el menor número de caracoles terrestres; además cabe resaltar que los tres puntos pertenecientes a esta región fueron muestreados únicamente en la época seca (Figura 7) momento en el cual hay menor abundancia de caracoles terrestres (Hernández y Reyes, 2013, p. 1775 y 1779), los resultados obtenidos pueden deberse a que la región aún se mantiene dentro de los valores de humedad adecuados para estos organismos; además se observó que el sitio presentaba otras características favorables como hojarasca abundante y suelo suelto, características primordiales para los caracoles terrestres debido a que proporcionan un microclima adecuado brindando refugios y alimento a diversas especies (Petersen & Luxton 1982, p. 289-345, Solem & Climo 1981, p. 475-475 y Correa-Sandoval, Strenth, Rodríguez y Horta, 2009, p. 108-115).

La banda (**SSv**) presentó el tercer lugar en abundancia; algunos estudios mencionan que los caracoles terrestres se ven afectados por los suelos saturados en lugares muy húmedos y esta región tiene la mayor precipitación anual (2,500-6,000 mm); sin embargo al analizar los resultados de cada punto por separado se encontró que el sitio **9X**, tiene el tercer lugar del total de especímenes colectados (n=127); esto muestra que la humedad presente no es excesiva y este punto presenta características bastante favorables para los caracoles terrestres; se pudo observar que el área presentaba hojarasca considerable que según otros estudios presenta una característica ideal para los caracoles terrestres, además el sitio presentaba riachuelos que brindan humedad todo el año, característica que concuerda con otra de las preferencias de los caracoles terrestres donde se menciona que pueden encontrarse preferentemente cerca de cuerpos de agua y en bosques de galería.

El sitio **7X** (Finca Xibalbá, Barillas Ba) presentó el menor número de individuos colectados (n=14) en este caso las características propias del sitio no favorecieron la presencia de tantos caracoles como el resto de los sitios ya que este punto se encontraba en un terreno más inclinado que ocasionaba que la cantidad de hojarasca fuera menor y el suelo era más arcilloso y compacto; características que concuerdan con lo reportado sobre características poco favorables para los caracoles terrestres (Mijail, Sotelo, Arana y López, 2008, p. 321-326). Cabe resaltar que en esta banda climática solo se muestrearon dos de los tres puntos elegidos inicialmente, por ello se esperaba que la abundancia total aumentará al realizar un estudio en el sitio **8X** (El Copón).

9.1.2 Diversidad de caracoles terrestres por sitio:

Al evaluar la diversidad con la exponencial de Shannon-Wiener = e^H se encontró que el sitio con mayor diversidad α fue **6X** (Parque Nacional Tikal Ti) con (17.60) punto que también presentó la mayor abundancia. La menor diversidad por sitio la presentó el **3X** (Parque Nacional Mirador- Río Azul RA) con (6.65), este sitio se encuentra dentro del área más seca y es una de las tres localidades que solo se muestrearon en época seca, por ello aunque los resultados concuerdan con lo esperado; no haber podido coleccionar en época húmeda pudo afectar en los resultados obtenidos. El segundo sitio con diversidad baja fue **4X** (El Parque Nacional Laguna del tigre LT) con (7.40) sitio que se encuentra dentro de la región (**ST**) en donde los otros dos sitios presentaron una diversidad alta por lo que no se esperaba dicho resultado; esto puede deberse a que al igual que con la abundancia, a las características individuales de cada sitio, sin embargo se puede observar que dichas características influyen de forma diferente para la diversidad pues podemos tomar como ejemplo al sitio **X7** (Finca Xibalbá, Barillas Ba) el cual presentó el octavo lugar en abundancia pero tiene el tercer lugar en diversidad.

9.1.3 Diversidad de caracoles por banda climática

Al analizar la diversidad de caracoles terrestres por banda climática se obtuvo que la banda más diversa fue la “Selva de transición” (**ST**); sin embargo esta la diversidad está representada principalmente por el sitio más diverso del estudio, el **6X** (Parque Nacional Tikal Ti) que presentó 59 morfoespecies colectadas; mientras que la banda climática con el segundo lugar en diversidad fue la “Selva Siempre Verde” (**SSv**) en la cual se muestrearon solo dos de los tres sitios elegidos originalmente **X7** y **X9**; es importante mencionar que ambos sitios tienen el segundo y tercer lugar en diversidad después del sitio **X6** lo que muestra que si se realiza un muestreo del sitio faltante **X8**, ésta banda climática podría ser la más diversa y siendo el área tiene la mayor precipitación anual (ver figura 3) podemos decir que la intensa humedad favorece la diversidad de los caracoles terrestres, sin embargo existen otros factores que también pueden influir en los resultados obtenidos por lo que también deben ser analizados.

Es importante mencionar que aunque unos sitios presentaron una mayor diversidad que otros; todos los sitios presentaron una alta diversidad y muchos estudios mencionan que la alta diversidad de caracoles terrestres tiene relación con características como el tipo de suelo, la presencia y tipo de hojarasca, vegetación, acidez del suelo, intensidad de luz y temperatura; así como también una variada fisiografía ya que estos factores favorecen la presencia de diferentes microhábitats para la malacofauna terrestre (Mijail, Sotelo, Arana y López, 2008, p. 321-326) por lo que se esperaría que los ocho sitios presenten varias de las características mencionadas en dichos estudios. Además pueden existir barreras que afectan la movilidad de los caracoles terrestres que como lo menciona Pfenninger et al. (2003) la movilidad es un factor importante para la especiación de los moluscos terrestres y hay que tener presente que la dispersión en moluscos es lenta (algunos se desplazan menos de 5m en toda su vida) por ello cada sitio presenta morfoespecies distintas conocidas como distribución restringida (Barrientos Llosa, 2010, p.1169).

9.1.4 Relación entre sitios de muestreo y comportamiento de los ensamblajes en el gradiente climático:

El análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico–NMDS- mostró que los sitios de colecta se encuentran distantes y no forman ninguna agrupación en particular lo que muestra que la composición de caracoles terrestres de cada sitio es característico; sin embargo los tres sitios de la banda “Selva de Transición” (**ST**) se encuentran relativamente cerca lo que indica que comparten cierta similitud pero es baja; de la banda “Selva Subdecidua” (**SSd**) presentó dos sitios cercanos 2X y 3X, mientras que el sitio 1X se encuentra distante lo que muestra que no existe mucha relación entre este sitio y los otros dos de la misma banda; los sitios 7X y 9X resultaron ser los más distantes entre sí aunque pertenecen a la misma banda climática “Selva Siempre Verde” (**SSv**) esto se debe a que aunque ambos sitios pertenecen a la misma banda al observar sus características físicas de cada sitio mostraron ser lugares muy distintos, el sitio 7X se encontraba en una zona montañosa e irregular rodeada de potreros mientras que el sitio 9X se encontraba en una zona plana con abundante hojarasca y presencia de riachuelos; considerando que diferentes características del hábitat determinan la distribución de moluscos terrestres (Correa-Sandoval, 2007, p. 146-150) este resultado puede ser consecuencia de que cada sitio presentó características únicas que ocasionan que cada uno presente una malacofauna distinta (Rangel Ruiz & Gamboa Aguilar, 2001, p. 8).

Aun cuando en varios puntos tratados anteriormente se menciona que cada sitio tiene características distintas, no se tomaron mediciones de estas características; únicamente se pueden mencionar las características observadas en cada punto que fueron registradas durante las colectas como la presencia y tipo de hojarasca y el tipo de suelo; esto debido a que el objetivo de este trabajo era evaluar las tres regiones en que se divide el gradiente climático del Noreste de Guatemala y debido a que la escala a la que se realizó el estudio fue amplia, no se pudo enfatizar en la microdistribución de los organismos ni en los factores microambientales en cada sitio, pero tomando como base los resultados obtenidos en otros estudios realizados sobre malacofauna continental, se puede esperar que en los sitios muestreados también influyan factores similares que hacen que para los caracoles terrestres cada sitio presente características distintas y estos factores se ven reflejados en los resultados obtenidos lo que permite corroborar la hipótesis planteada.

En cuanto al comportamiento de la distribución de los caracoles terrestres a través del gradiente climático, no fue posible determinar qué modelo sigue debido a que los ensambles resultaron ser diferentes entre los sitios presentando pocas morfoespecies compartidas lo que no permitió analizar su comportamiento a lo largo del gradiente. Es por esto que para analizar la distribución de los caracoles terrestres a lo largo del gradiente es recomendable que en próximos estudios se tomen en cuenta los linajes que tengan representantes a lo largo de todo el gradiente.

En el presente trabajo se encontraron tres familias con una distribución amplia (Helicinidae, Neocyclotidae y Subulinidae) presentando especímenes en todos los sitios por lo que pueden ser grupos adecuados para ser utilizados en estudios posteriores para analizar la distribución; otro factor importante a tomar en cuenta para analizar el comportamiento de la distribución de los caracoles terrestres es el número de especímenes ya que en este estudio no se lograron obtener suficientes especímenes de muchas de las morfoespecies teniendo en algunos sitios solo un espécimen por morfoespecie, por ello es necesario realizar más muestreos en cada sitio para obtener suficientes individuos para obtener un análisis robusto que permita demostrar si la distribución sigue un modelo determinista, en el cual todas las especies se distribuirían de igual forma en todo el gradiente o si en realidad la distribución sigue un modelo estocástico en el cual las especies no seguirían un patrón definido.

10 CONCLUSIONES

- 10.1 La composición de especies es diferente en cada uno de los sitios estudiados lo que demuestra que existen varios factores además del gradiente climático que afectan la distribución y diversidad de los caracoles terrestres.
- 10.2 La diversidad y la abundancia de especies fue distinta en todos los sitios, siendo el sitio 6X el que presentó mayor diversidad y abundancia; mientras el sitio 3X fue el menos diverso y el sitio 7X el menos abundante.
- 10.3 El esfuerzo y la temporalidad del muestreo utilizado en este estudio fue el adecuado registrando un buen número de las especies esperadas, sin embargo aún no se ha logrado alcanzar la totalidad de las especies, especialmente en los sitios 6X y 7X en los cuales se registró el menor porcentaje de las especies esperadas de acuerdo a los estimadores.
- 10.4 Se registraron 29 géneros de caracoles terrestres pertenecientes a 17 familias, de las cuales la familia Helicinidae es la más diversa con 21 morfoespecies. Mientras que la única morfoespecie que se presentó en todas las localidades (distribución amplia) fue ***msp81*** del género *Xenocyclus sp.* perteneciente a la familia Neocyclotidae.
- 10.5 Los ensambles de caracoles terrestres no resultaron ser adecuados para analizar si la distribución de caracoles terrestres sigue un comportamiento determinista o estocástico a lo largo del gradiente climático del Noreste de Guatemala debido a que los ensambles resultaron ser distintos en cada sitio y pocas morfoespecies se compartieron en todos los sitios.

10.6 Existen diferencias en la abundancia y diversidad de caracoles terrestres en cada banda climática del Noreste de Guatemala; la Selva de Transición (ST) presentó mayor abundancia, mientras que en relación a la diversidad aunque en la Selva Siempre Verde (SSv) solo se muestrearon dos sitios, ambos presentaron el segundo y tercer lugar en diversidad y en ambos casos la Selva Subdecidua (SSd) presentó los resultados más bajos mostrando que la variación en la humedad afecta la distribución de los caracoles terrestres a lo largo del gradiente.

10.7 Los resultados confirman que para los caracoles terrestres existe una discontinuidad en los ecosistemas a lo largo del gradiente climático del noreste de Guatemala lo que representa un factor importante que debe tomarse en cuenta en los trabajos de conservación debido a que todos los sitios mostraron tener una alta diversidad de caracoles terrestres.

11 RECOMENDACIONES

- 11.1 Es relevante realizar estudios taxonómicos de los especímenes colectados durante ésta investigación para identificarlos a un nivel específico debido a que este grupo tiene características que han mostrado un alto endemismo en otros países donde han sido estudiados, por lo que es posible que se encuentren nuevos registros para el país e incluso nuevas especies para la ciencia.
- 11.2 Para posteriores investigaciones es recomendable considerar las variables de cada microhábitat, como temperatura, humedad, cantidad de luz, tipo de sustrato, composición de iones inorgánicos, el pH, el drenaje, la textura del suelo y disponibilidad de alimento para obtener resultados más certeros en cuanto los factores que afectan la distribución de los de caracoles terrestres a lo largo de las selvas tropicales.
- 11.3 Es necesario realizar estudios sobre linajes de caracoles que presenten una distribución amplia para continuar con los análisis sobre el comportamiento de la distribución de los caracoles terrestres a lo largo del gradiente climático lo que permitirá demostrar si sigue un modelo determinista o estocástico.
- 11.4 Es importante realizar más estudios sobre caracoles terrestres ya que no se cuenta con suficiente información sobre este grupo; sobre todo para analizar su importancia y los efectos que pueden afectarlos como el el cambio climático, la pérdida de su hábitat, etc.
- 11.5 Tomar en consideración a los caracoles terrestres a la hora de analizar las estrategias para la conservación de la biodiversidad debido a que son organismos de poco desplazamiento con alta diversidad, que pueden presentar endemismos y son muy sensibles a los cambios ambientales a gran y pequeña escala, por ello factores como la deforestación, el cambio de uso de la tierra y otras actividades antropogénicas a nivel local pueden afectarlos; pero también pueden ser los primeros en verse afectados por cualquier cambio en su ambiente

a gran escala como el cambio climático y tomando en cuenta que cualquier efecto negativo en los organismos del suelo impactará en el resto de los organismos con los que interactúan, deben ser un grupo a tomar en cuenta para estudios a corto, mediano y largo plazo.

11.6 Es primordial superar el impedimento taxonómico de este grupo sobre todo cuando solo se encuentra el caparazón vacío del espécimen debido a que muchas especies presentan variabilidad morfológica en la concha, además en ocasiones se presenta dificultad de observar la ornamentación, lo que hace que la identificación no siempre sea correcta, siendo necesario el estudio anatómico del cuerpo, opérculo y rádula, estructuras que únicamente se encuentran en caracoles colectados vivos, por lo que los estudios deben ser enfocados en la época lluviosa para lograr obtener el mayor número de especímenes completos.

12 BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mandoza, H., et al. (2004) Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.

Barker, G. M. (2001). Gastropods on Land: Phylogeny, Diversity and Adaptive Morphology. In: The Biology of Terrestrial Molluscs (pp. 1- 146). USA: CABI *Publishing*.

Barker, G. M. (2004). Natural Enemies of Terrestrial Molluscs: Preface (pp. ix). USA: CABI *Publishing*.

Barrientos Llosa, Z. (2010). Los moluscos terrestres (Mollusca: Gastropoda) de Costa Rica: clasificación, distribución y conservación. *Rev. Biol. Trop.* 58(4), 1165-1175.

Barrios, M., García, P., Orellana, R., García, M., Burgos, C., del Cid, J. et al. (2014). Conocimiento del Patrimonio Natural de Guatemala, 25 Años de Investigación y Manejo de Información: Centro de Datos para la Conservación (CDC). *Ciencia & Conservación* 5, 26-37.

Basch, P. F. (1959). Land mollusca of the Tikal National Park, Guatemala. *Occasional papers of the Museum of zoology*, 612, 1-15.

Bautista- Hernández, C., Monks, S. y Pulido-Flores, G. (2013). Los parásitos y el estudio de su biodiversidad: un enfoque sobre los estimadores de la riqueza de especies. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas.* (2), 13-17.

Bordcard, D., Gillet, F. & Pierre, L. (2011). *NUMERICAL ECOLOGY WITH R*. USA: Springer.

Brown, K. M. (1991). Mollusca: Gastropoda. In *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* (pp. 297-329). Nueva York: Academic Press.

Brusca, R. C. y Brusca, G. J. (2003). Phylum Mollusca. En: *Invertebrados.* (pp. 693-761). España: Editorial McGraw-Hill Interamericana.

Burch, J. B. (1962). *The Eastern Land Snails*. Dubuque, Iowa: W. M. C. Brown Company Publishers.

Cayuela, L. (2011). *Análisis Multivariante*. Madrid, Area de Biodiversidad y Conservación, Universidad Rey Juan Carlos.

Clench, W. J. (1974). Land shell collecting. In: *How to Study and Collect Shells*. (pp. 67-68). American Malacological Union. USA: American Malacological Society.

Cocucci, A. E. (2000). *Dibujo Científico: Manual para biólogos que no son dibujantes y dibujantes que no son biólogos*. Argentina: Sociedad Argentina de Botánica.

Cook, A. (2001). Behavioural Ecology: On Doing the Right Thing, in the Right Place at the Right Time. In: *The Biology of Terrestrial Molluscs* (pp. 458-487). USA: CABI *Publishing*.

Correa-Sandoval, A. (1993). Caracoles terrestres (Mollusca: Gastropoda) de Santiago, Nuevo León, México. *Rev. Biol. Trop.* *41*, 683-687.

Correa-Sandoval. 1996-1997. Caracoles terrestres (Mollusca: Gastropoda) de Iturbide, Nuevo León, México. *Rev. Biol. Trop.* *44/45*, 137-142.

Correa-Sandoval, A. y Rodríguez, R. (2005). Los gastrópodos terrestres. En: G. Sánchez-Ramos, P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.). *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera* (pp. 340-344). México. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Correa-Sandoval, Ned, A., Strenth, E., & Salazar M. (2007). Zoogeografía de los Gastrópodos Terrestres del Sur de Nuevo León, México. *Acta Zoológica Mexicana* *23*(2), 143-162.

Correa-Sandoval, A., Strenth, N., Rodríguez R. y Horta, J. (2009). Análisis Ecológico Básico de los Gastrópodos Terrestres de la Región Oriental de San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana* *25*(1), 105-122.

Correoso, M. (2004). Experiencias y recomendaciones con transeptos y parcelas en estudios de Moluscos terrestres del Ecuador Continental. *Revista Geospacial*, 1, 54-55.

Darrigran, G., Vilches, A., Legarralde, T. y Damborenea, C. (1997) Guía para el estudio de macroinvertebrados. I.- Métodos de colecta y técnicas de fijación. Buenos Aires: ProBiota.

De la Cruz, J. R. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Escalante, T. (2003) ¿Cuántas especies hay? *Rev. Elementos*, 52(1), 53-56.

Fahy, N. (2003). Clave de los géneros de moluscos terrestres mexicanos usando caracteres conquiológicos. *Rev. Biol. Trop.*, 51(3), 473-482.

Gaviño, T. G. (1974). Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. México: Limusa.

Geiger D., Marshall, B., Ponder, W., Sasaki, T. & Warén, A. (2007) Techniques for collecting, handling, preparing, storing and examining small molluscan specimens. *Molluscan Research*, 27(1), 1–50.

González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona, S., Cambranis, E., Lara, O., Pérez-Hernández, I. y Ponce-Mendoza, A. (2010) Gasterópodos terrestres asociados a un paisaje agropecuario y a un referente ecológico en el sureste de México. México. El Colegio de la Frontera Sur.

Goodrych, C. & Schalie, H. V. (1937). Mollusca of Petén and north Alta Verapaz, Guatemala. *Miscellaneous Publications*, 34, 1-15.

Heller, J. (2001). Life History Strategies. In: *The Biology of Terrestrial Molluscs* (pp. 413-457). USA: CABI *Publishing*.

Hernández, J., y Bieler, A. (1999) Fotografía. En: Papavero, N. y Llorente J. (Eds.) *Herramientas prácticas para el ejercicio de la taxonomía zoológica* (p. 157). México: Fondo de Cultura Económica.

Hernández, M. y Reyes, B. (2013). Composición y estructura en agregaciones de moluscos terrestres en el Complejo de vegetación de mogote, Escaleras de Jaruco, Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 61 (4), 1769-1783.

Holdridge, L. R., Lamb, F. B., y Mason, B. (1950). *Los Bosques de Guatemala*. Costa Rica: IICA.

Holdridge, L. R. (1967). «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. Trad.

Jiménez, H. (1982). «Ecología Basada en Zonas de Vida». San José, Costa Rica: IICA.

Jost, L. y Gonzáles-Oreja, J. A. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. España. *Acta zoológica lilloana* 56(1-2), 3–14.

Martens, von E. (1890-1901). *Biologia Centrali-Americana*. Land and freshwater Mollusca. Londres (s.n.).

Mijail, A., Sotelo, M., Arana, I. & López, A. (2008) Diversidad de moluscos gasterópodos terrestres en la región del Pacífico de Nicaragua y sus preferencias de hábitat. Nicaragua. *Rev. Biol. Trop.* 56 (1): 317-332.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2005). *Atlas temático de la República de Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Miranda, F. y Hernandez, E. (1963). *Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación*. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo. Recuperado de: [http://www.ibiologia.unam.mx/sociedad/www/pdf/BSBM%2087/MS1018/Miranda%20y%20Hernandez-X%201963%20\(BSBM28%2029-176\)%20sobretiro-e%20.pdf](http://www.ibiologia.unam.mx/sociedad/www/pdf/BSBM%2087/MS1018/Miranda%20y%20Hernandez-X%201963%20(BSBM28%2029-176)%20sobretiro-e%20.pdf)

Moine, O., Rousseau, D., Jolly, D. & Vianey-Liaud, M. (2002). Paleoclimatic Reconstruction Using Mutual Climatic Range on Terrestrial Mollusks. *Quaternary Research*, 57, 162–172.

Monje-Nagera J. (1997). *Moluscos de importancia agrícola y sanitaria en el trópico: la experiencia costarricense*. Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, España: GORFI, S.A.

Muzzio, J. K. (2011) Moluscos hospederos intermediarios de *Angiostrongylus cantonensis* en dos provincias de Ecuador (Tesis de Maestría). Instituto de Medicina Tropical “PEDRO KOURI” Departamento de Control de Vectores. La Habana, Cuba.

Naranjo–García, E. (2003a). Moluscos continentales de México: Terrestres. México. Revista de Biología Tropical 51(3), 483–493.

Naranjo–García, E. (2003b). Malacofauna de la hojarasca. En: Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México (pp. 141–161). México: Instituto de Ecología, A.C. Universidad Nacional Autónoma de México.

Naranjo–García, E. y Gómez, C. (2004). Moluscos. En: Técnicas de Muestreo párrafo manejadores de Recursos Naturales (pp. 211-233). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Lincoln, R. & Sheals J. G. (1979). Invertebrate animals, collecting and preservation. British (Mus. Nat. Hist.). England: Cambridge University Press.

Pérez, A. M., Vilaseca, J. y Zione, N. (1996). Sinecología básica de moluscos terrestres en cuatro formaciones vegetales de Cuba. Cuba, Rev. Biol. Trop. 44(1), 133-146.

Pérez, A. M., Sotelo, M., Arana, I. y López, A. (2008). Diversidad de moluscos gasterópodos terrestres en la región del Pacífico de Nicaragua y sus preferencias de hábitat. Nicaragua. Rev. Biol. Trop., 56 (1), 317-332.

Petersen, H. & Luxton M. (1982). A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. Oikos. 39(3), 287-388.

Pffenninger, M., Sstaubach, S., Albrecht, C., Streit, B. & Schwenk, K. (2003). Ecological and morphological differentiation among cryptic evolutionary lineages in freshwater limpets of the nominal form-group *Ancylus fluviatilis*. *Mediterranean. Mol Ecol.* 12(10):2731-45.

Puente, M. (1999). Contribución al conocimiento de algunos aspectos biológicos y de cultivo del mejillón de agua dulce en el Estado de Colima (Tesis de Maestría). Universidad de Colima, facultad de Ciencias Marinas. México.

Rangel Ruiz, L. (2000). Gasterópodos de la "Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla" en el estado de Tabasco, México. Universidad Autónoma de Tabasco: México.

Rangel Ruiz, L. & Gamboa Aguilar, J. (2001). Diversidad Malacológica en la Región Maya: I. "Parque Estatal de la Sierra," Tabasco, México. *Acta zoológica Mexicana*, 82, 1-12.

Richling, I. (2004). "Classification of the Helicinidae: Review of Morphological Characteristics Based on a Revision of the Costa Rican Species and Application to the Arrangement of the Central American Mainland Taxa (Mollusca: Gastropoda: Neritopsina)". *Malacologica* 45(2), 195-440.

Rocque, A. (1974). Short notes on land snails. In: *How to Study and Collect Shells*, American Malacological Union. (pp. 69 – 71). USA: American Malacological Society.

Roth, B. & Sadeghian P. (2006). Checklist of the Land Snails and Slugs of California (2ª ed.). California: Santa Bárbara of Natural History.

Rousseau, D. (1992). Terrestrial mollusks as indicator of global Aeolian dust fluxes during glacial stages. *Boreas*, 21, 105-109.

Ruiz, A., Cárcaba, A., Porras, A., y Arrébola, J. (2002). *Caracoles Terrestres de Andalucía, Guía manual de identificación*. España: Fundación Gypaetus.

Sallam, H. & El-Wakeil, N. (2012) Biological and Ecological Studies on Land Snails and Their Control. In: Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics (pp. 413-444). Publisher InTech.

Solem, A. (1978). Cretaceous and Early Tertiary camaenid land snails from Western North America (Mollusca: Pulmonata). *Journal of Paleontology*, 52(3), 581-589.

Solem, A., Climo, F. & Roscoe, D. (1981). Sympatric species diversity of New Zealand land snails. *New Zealand Journal of Zoology*, 8(4), 453-485.

Tautz, D., Arctander, P., Minelli, A., Thomas, R. & Vogler, A. (2003). A plea for DNA taxonomy. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 18(2), 70–74.

Triplehorn, C. & Johnson, N. (2005). Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. United States of America: Thomson-Brooks/Cole.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad, Programa de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Instituto de recursos biológicos Alexander von Humboldt.

Anexo 1. Ubicación de los ocho puntos de muestreo evaluados durante 2011-2013, en el Noreste de Guatemala.

	Nombre de Localidad	Coordenadas		Época muestreada	
		N	O	SECA	LLUVIOSA
X1	Mirador transecto - Naachtun Dos Lagunas (Na)	17.81530	-89.74260	X	
X2	Biotopo protegido Universitario "Naachtun Dos Lagunas" (DL)	17.6976	-89.5397	X	
X3	Parque Nacional Mirador- Río Azul (RA)	17.77940	-89.28030	X	
X4	Parque Nacional Laguna del tigre (LT)	17.24812	-90.30019	X	X
X5	Biotopo Protegido Universitario San Miguel la Palotada-el Zotz (EZ)	17.1801	-89.8562	X	X
X6	Parque Nacional Tikal (Ti)	17.2225	-89.6316	X	X
X7	Finca Xibalbá, Barillas (Ba)	15.9361	-91.1244	X	X
X9	Parque Nacional Laguna Lachuá (La),	17.2481	-90.2481	X	X

Anexo 2. Clasificación de las morfoespecies colectadas

**CLASIFICACIÓN DE LAS MORFOESPECIES DE CARACOLES TERRESTRES
DEL NORESTE DE GUATEMALA**

PHYLUM MOLLUSCA

CLASE GASTROPODA

SUBCLASE PROSOBRANCHIA

ORDEN Archaeogastropoda

Familia Helicinidae

Género Helicina

Morfoespecies

Msp17

Msp45

Msp57

Msp58

Msp61

Msp65

Género Lucidella

Morfoespecies

Msp56

Msp64

Msp70

Género Oligyra

Morfoespecies

Msp50

Msp55

Género Schasicheila

Morfoespecies

Msp20

Msp59

Msp66

Msp72

Msp74

Msp77

Msp78

Msp79

Msp80

Familia Helicinidae

Género ---

Morfoespecie

Msp62*

ORDEN Archaeogastropoda

Familia ---

Género ---

Morfoespecie

Msp67***

Msp69***

ORDEN Mesogastropoda

Familia Cyclophoridae

Género Dicrista

Morfoespecie

Msp28

SUPERORDEN Caenogastropoda

ORDEN Sorbeoconcha

Familia Pomatiidae

Género Chondropoma

Morfoespecie

Msp11

Msp21

ORDEN Architaenioglossa

Familia Neocyclotidae

Género Neocyclotus

Morfoespecie

Msp22

Msp68

Género Xenocyclus

Morfoespecie

Msp60

Msp63

Msp81

Msp82

Msp83

SUBCLASE Orthogastropoda

SUPERORDEN Heterobranchia

ORDEN Pulmonata

INFRAORDEN Stylommatophora

Familia Bulimulidae

Género Bulimulus

Morfoespecie

Msp2

Género Drymaeus

Morfoespecie

Msp29

Msp91

Género Ortalichus

Morfoespecie

Msp71

Género Rabdotus

Morfoespecie

Msp1

Msp75

Familia Charopidae

Género Chanomphalus

Morfoespecie

Msp85

Familia Cochlicopidae

Género Cochlicopa

Morfoespecie

Msp32

Familia Euconulidae

Género Euconulus

Morfoespecie

Msp35

Familia Ferussaciidae

Género Cecilioides

Morfoespecie

Msp31

Familia Gastrodontidae

Género Striatura

Morfoespecies

Msp37

Msp46

Familia Pupillidae

Género Pupilla

Morfoespecies

Msp73

Familia Spiraxidae

Género Euglandina

Morfoespecies

Msp8

Msp9

Msp36

Msp39

Msp40

Msp41

Msp42

Género Mayaxis

Morfoespecie

Msp33

Género Salasiella

Morfoespecies

Msp52

Msp76

Género Spiraxis

Morfoespecies

Msp6

Msp3

Msp4

Msp38

Msp90

Msp92

Msp93

Familia Strobilopsidae

Género Strobilops

Morfoespecie

Msp34

Familia Subulinidae

Género Allopeas

Morfoespecies

Msp30

Msp44

Género Lamellaxis

Morfoespecie

Msp15

Género Leptinaria

Morfoespecies

Msp12

Msp18

Msp53

Msp54

Familia Subulinidae

Género ---

Morfoespecies

Msp7*

Msp10*

Msp14*

Msp16*

Msp47*

Msp51*

Familia Thysanophoridae

Género Thysanophora

Morfoespecies

Msp82

Msp83

Msp84

Msp86

Msp89

Familia Valloniidae

Género Papisoma

Morfoespecies

Msp13

Msp19

Familia Vertiginidae

Género Gastrocopta

Morfoespecies

Msp48

Msp49

ORDEN Pulmonata

INFRAORDEN Stylommatophora

Familia - - -

Género - - -

Morfoespecie

Msp5**

Msp23**

Msp24**

Msp25**

Msp26**

Msp27**

Msp43**

Morfoespecies con * se clasificaron solo hasta familia, Morfoespecies con ** se clasificaron solo a Infraorden, Morfoespecies con *** se clasificaron solo a orden.

Anexo3: Morfoespecies presentes en cada localidad

MORFOESPECIES POR LOCALIDAD									
MORFO ESPECIES	SELVA SUBDECIDUA			SELVA DE TRANSICIÓN			SELVA SIEMPRE VERDE		número localidades
	(X1)	(X2)	(X3)	(X4)	(X5)	(X6)	(X7)	(X9)	
Msp1	X		X	X		X			4
Msp2			X		X	X			3
Msp 3								X	1
Msp 4						X			1
Msp 5						X			1
Msp 6						X	X		2
Msp 7								X	1
Msp 8	X								1
Msp 9				X					1
Msp 10						X			1
Msp 11	X	X			X	X			4
Msp 12	X			X	X	X			4
Msp 13						X			1
Msp 14						X			1
Msp 15						X		X	2
Msp 16						X			1
Msp 17						X		X	2
Msp 18								X	1
Msp 19								X	1
Msp 20							X		1
Msp 21		X							1
Msp 22				X					1
Msp 23						X		X	2
Msp 24							X	X	2
Msp 25						X			1
Msp 26			X						1

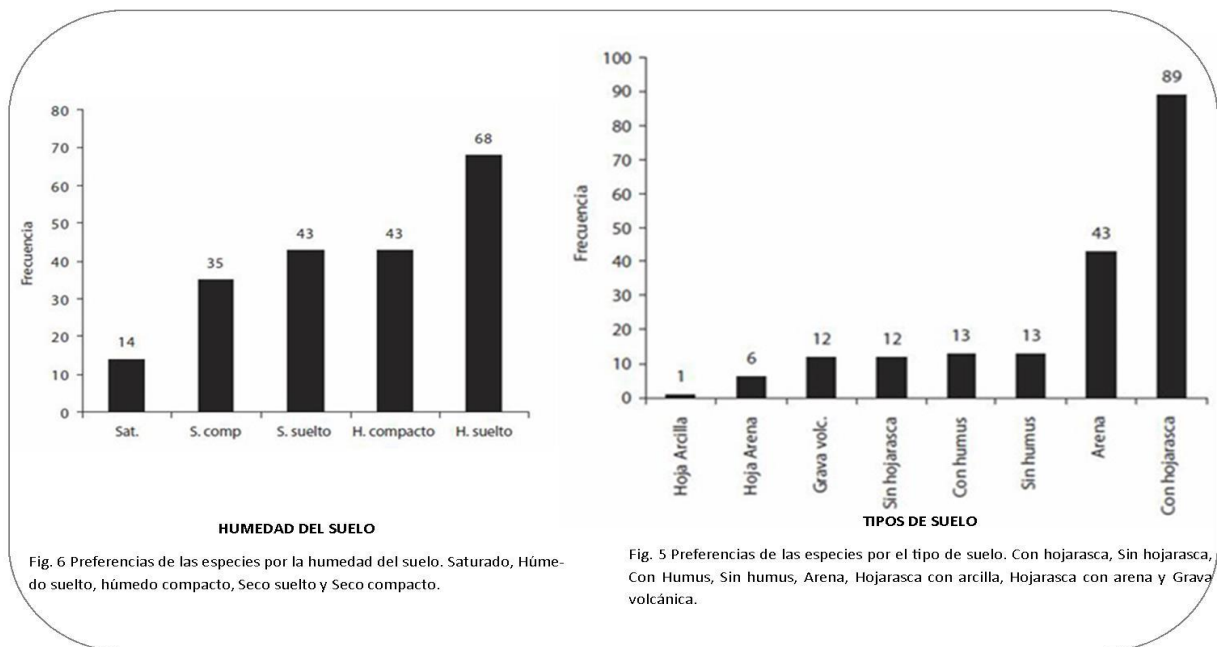
Msp 27						X		1	
Msp 28						X		1	
Msp 29						X		1	
Msp 30		X				X		2	
Msp 31						X		1	
Msp 32		X						1	
Msp 33						X		1	
Msp 34							X	1	
Msp 35							X	1	
Msp 36					X		X	1	
Msp 37						X		1	
Msp 38					X			1	
Msp 39	X				X	X		X	4
Msp 40	X	X		X	X	X		X	6
Msp 41						X			1
Msp 42								X	1
Msp 43						X			1
Msp 44							X		1
Msp 45		X		X		X		X	4
Msp 46							X		1
Msp 47								X	1
Msp 48								X	1
Msp 49								X	1
Msp 50	X	X	X		X	X		X	6
Msp 51			X						1
Msp 52						X			1
Msp 53							X		1
Msp 54						X			1
Msp 55		X				X			2
Msp 56						X			1
Msp 57		X	X	X	X	X			5
Msp 58		X	X			X			3

Msp 59							X		1
Msp 60	X	X			X	X	X		5
Msp 61		X							1
Msp 62		X		X		X		X	4
Msp 63	X	X	X	X		X	X		6
Msp 64		X	X	X	X	X		X	6
Msp 65					X	X			2
Msp 66				X					1
Msp 67				X					1
Msp 68		X			X	X		X	4
Msp 69						X		X	2
Msp 70		X		X		X		X	4
Msp 71	X		X	X	X	X			5
Msp 72				X		X			2
Msp 73						X			1
Msp 74							X		1
Msp 75						X			1
Msp 76						X			1
Msp 77						X			1
Msp 78						X			1
Msp 79						X			1
Msp 80				X	X			X	3
Msp 81	X	X	X	X	X	X	X	X	8
Msp 82						X			1
Msp 83								X	1
Msp 84						X		X	2
Msp 85						X		X	2
Msp 86						X			1
Msp 87								X	1
Msp 88						X			1
Msp 89						X			1
Msp 90						X			1

Msp 91						X			1
Msp 92						X			1
Msp 93							X		1
Total/morfos	11	18	11	17	16	59	13	30	

(X1) Na	Mirador transecto Naachtun Dos Lagunas	(X4) LT	Parque Nacional Laguna del tigre	(X7) Ba	Parque Nacional Laguna Lachuá
(X2) DL	Biotopo protegido Universitario "Naachtun Dos Lagunas"	(X5) EZ	Biotopo Protegido Universitario San Miguel la Palotada-el Zotz	(X9) La	Finca Xibalbá, Barillas
(X3) RA	Parque Nacional Mirador-Río Azul	(X6) Ti	Parque Nacional Tikal		

Anexo 4: Resultados de Preferencias de humedad del suelo y tipos de suelo para los caracoles terrestres (Mijail Pérez, Sotelo, Arana y López, 2008, p. 324)



Anexo 5. Imágenes de algunos especímenes colectados en el Noreste de Guatemala

ORDEN Archaeogastropoda

Familia Helicinidae

Género *Helicina*

Msp17



Msp61



Msp65



(6 mm)

Msp57



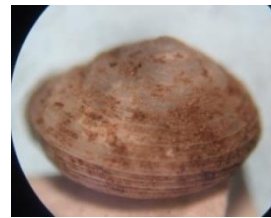
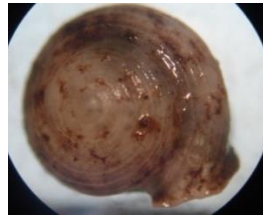
Msp58



(7 mm)

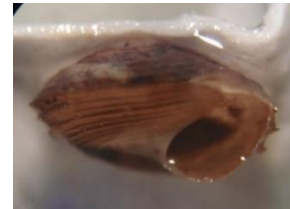
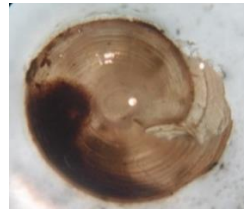
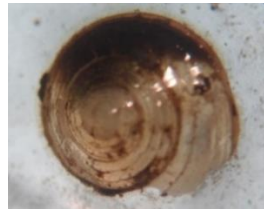
Género *Lucidella*

Msp70



(4 mm)

Msp64



(5 mm)

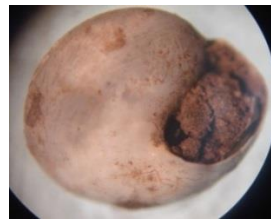
Género *Oligyra*

Msp50



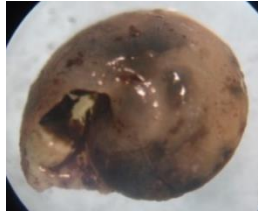
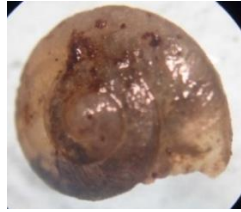
(4 mm)

Msp55



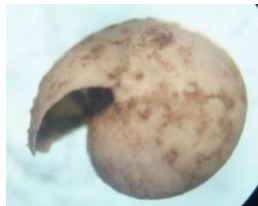
Género *Schasicheila*

Msp20



(3 mm)

Msp59

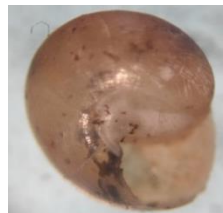


(3mm)

Msp66



Msp72



Msp74



(2 mm)

Msp80



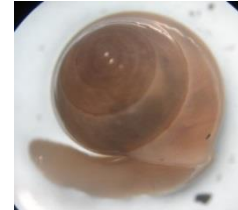
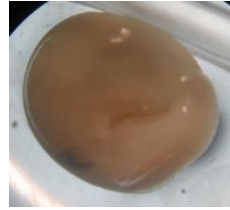
(12 mm)

ORDEN Architaenioglossa

Familia Neocyclotidae

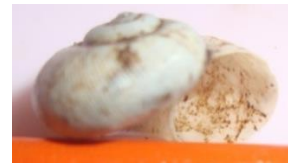
Género *Xenocyclus*

Msp63



(5 mm)

Msp81



(12 mm)

ORDEN Pulmonata

Familia Bulimulidae

Género *Bulimulus*

Msp2



(18 mm)

Género *Drymaeus*

Msp93



Género *Ortalichus*

Msp71

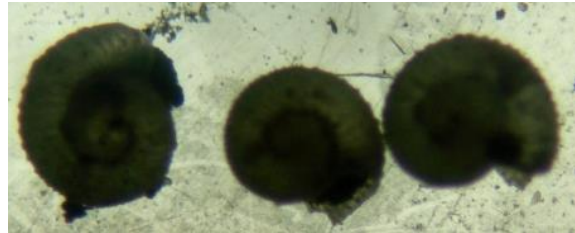


(40 mm)

Familia Charopidae

Género *Chanomphalus*

Msp85



(2 mm)

Familia Spiraxidae

Msp92



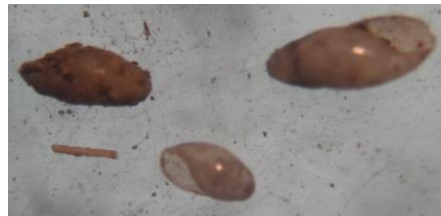
(30 mm)

Msp93



Género Euglandina

Msp42



(1 mm)

Msp41



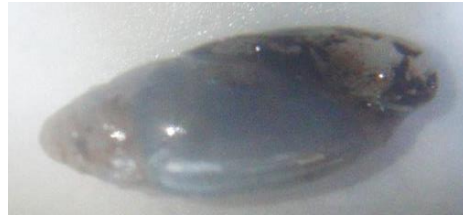
(3 mm)

Msp40



(8 mm)

Msp39



(9 mm)

Msp8



(50 mm)

Msp9



(55 m)

Género *Spiraxis*

Msp6



(3 mm)

Msp90

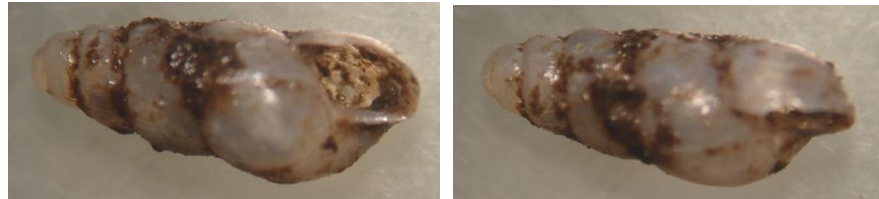


(12 mm)

Familia Subulinidae

Género *Allopeas*

Msp30



(5 mm)

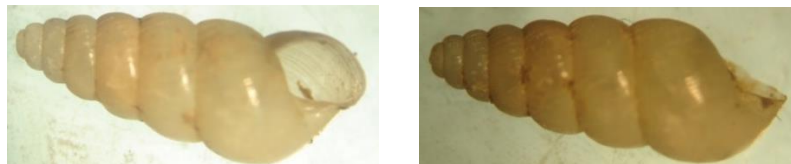
Msp44



(6 mm)

Género *Lamellaxis*

Msp15



(7 mm)

Género *Leptinaria*

Msp12



(5 mm)

Msp18



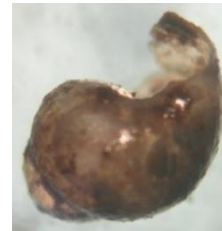
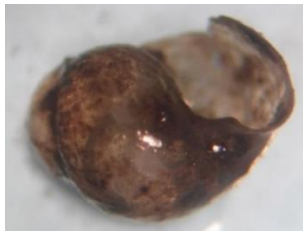
(4 mm)

Msp53



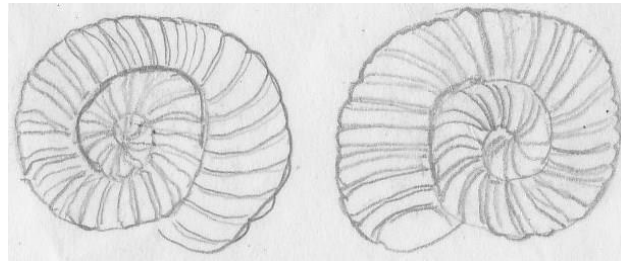
(7 mm)

Msp54

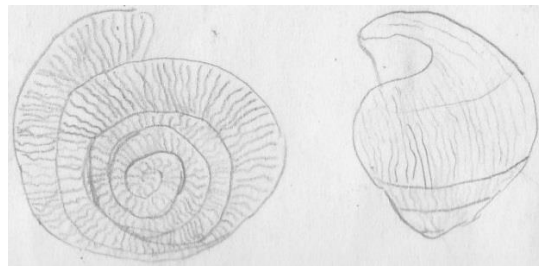


(2 mm)

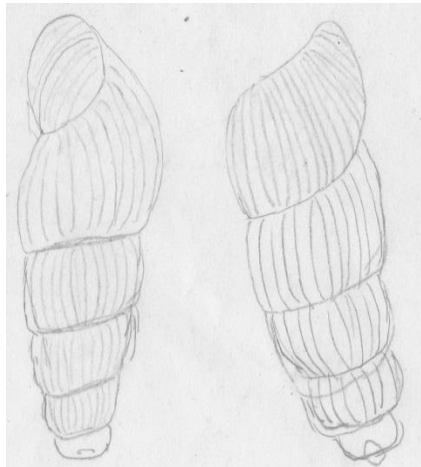
Anexo 6: Ilustraciones de algunos caracoles micromoluscos encontrados en muestras de hojarasca



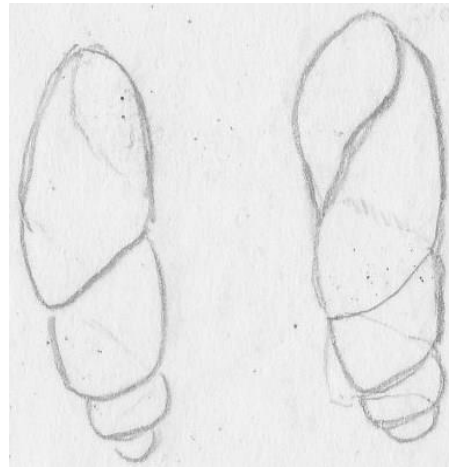
Msp85 (2 mm) *Chanomphalus sp*



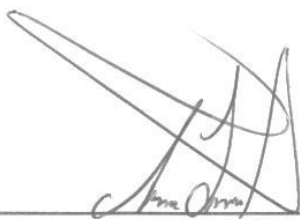
Msp86 *Thysanophora sp.*



Msp6 (3 mm) *Spiraxis sp.*



Msp30 (5 mm) *Allopeas sp.*



Br. Ana Luisa Ambrocio

Autora



Lic. Claudio Aquiles Méndez Hernández

Asesor



MSc. Lucía Margarita Prado Castro

Revisora



Licda. Ana Rosalito Barrios de Rodas

Directora

Escuela de Biología



Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda

Decano

Fac. de Ciencias Químicas y Farmacia