



Malacofauna en dos sistemas silvopastoriles en Estelí, Nicaragua

Malacofauna in two silvopastoral systems in Estelí, Nicaragua

González-Valdivia Noel Antonio¹, Martínez-Puc Jesús Froylán^{1*}, Echavarría-Góngora Elías de Jesus²

Datos del Artículo

¹Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México. Calle 8, entre 22 y 28, Chiná, Campeche, México. CP. 25420.

sjankaan2003@gmail.com

²Departamento de Ciencias Económicas Administrativas, Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México. Calle 8, entre 22 y 28, Chiná, Campeche, México. CP. 25420.

*Dirección de contacto:

Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México. Calle 8, entre 22 y 28, Chiná, Campeche, México. CP. 25420.

Jesús Froylán Martínez-Puc

E-mail address:

frovitovarro@hotmail.com

Palabras clave:

Moluscos epicontinentales, sistemas silvopastoriles tradicionales, biodiversidad, conservación biológica, Nicaragua.

J. Selva Andina Anim Sci.
2018; 5(1):3-13.

Historial del artículo.

Recibido octubre, 2017.
Devuelto enero 2018.
Aceptado febrero, 2018.
Disponible en línea, abril, 2018.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Key words:

Epicontinental mollusk, traditional silvopastoral systems, biodiversity, biological conservation, Nicaragua.

Resumen

La diversidad malacológica en dos sistemas silvopastoriles tradicionales, uno en bosque seco (Las Mesitas) y otro en bosque de pino-encino (Picacho-Tomabú), ubicados en el municipio de Estelí, Nicaragua fue determinada con el fin de establecer comparaciones entre los ensambles de moluscos terrestres entre ambos sistemas. Para esto, durante la estación lluviosa (mayo a octubre) se realizaron muestreos una vez establecidas las lluvias (agosto a septiembre), siguiendo el método de conteo directo en 20 parcelas de 2.25 m² y 20 árboles seleccionados al azar para cada localidad. Los moluscos extraídos de las muestras fueron identificados en el Centro Malacológico de la Universidad Centro Americana (UCACM), en Managua. Se estimaron los índices de riqueza, diversidad, equidad, dominancia y abundancia de especies para cada sistema y la asociación existente entre estos. Se determinó la presencia de un total de 47 especies, 41 de ellas presentes en Las Mesitas y 22 en el Picacho-Tomabú, incluyendo las 16 especies comunes entre ambas localidades distribuidas entre 21 diferentes familias. Basados en la cuantificación de los índices de biodiversidad se determinó que en las Mesitas existe una mayor riqueza, diversidad, equidad, y abundancia de especies, no así la dominancia que fue mayor en el Picacho-Tomabú, y una mínima similitud entre sistemas. Se calificó a un conjunto de 13 especies de moluscos identificados como potenciales vectores de enfermedades al ganado o plagas de cultivos. Los sistemas silvopastoriles permiten una alta diversidad de moluscos, aunque esta incluye algunas especies pueden causar problemas al ganado, particularmente aquellas dulceacuícolas introducidas a los cuerpos de agua y abrevaderos, que son vectores de enfermedades parasitarias.

© 2018. *Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. Todos los derechos reservados.*

Abstract

The malacological diversity in two traditional silvopastoral systems, one in dry forest (Las Mesitas) and another in pine-oak forest (Picacho-Tomabú), located in the municipality of Estelí, Nicaragua was determined in order to comparatively establish the effect of these systems on this biological group. For this, during rainy season (may to october), sampling was performed, when rains was well established (august to september), following the direct counting method in 20 plots of 2.25 m² and 20 trees randomly select for each locality. The mollusks extracted from the samples were determined at the Malacological Center of the Universidad Centro Americana (UCACM), Managua. The indexes of wealth, diversity, equity, dominance and abundance of species for each system and the association between them were estimated. It was determined the existence of a total of 47 species, 41 of them present in the Mesitas and 22 in the Picacho-Tomabú, including the 16 species common between both localities distributed among 21 different families. Based on the quantification of biodiversity indexes, it was determined that there is greater richness, diversity, equity, and abundance of species in Mesitas, but the dominance that was greater in the Picacho-Tomabu, and a minimum similarity between systems, was not found. A set of 13 species of mollusks identified as potential vectors of diseases to livestock or pest for crops was rated. The silvopastoral systems allow a high diversity of molluscs, although this includes some species can cause problems to livestock, particularly freshwater introduced to bodies of water and watering holes, which are vectors of parasitic diseases.

© 2018. *Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. All rights reserved.*

Introducción

Los sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles son alternativas de un modelo de manejo pecuario más acorde con la intensa preocupación mundial y la acción local sobre como revertir el daño al ambiente y a los recursos naturales en general. En estos sistemas los árboles producen beneficios identificados al productor, para favorecer su producción ganadera (Peck & Cruz 1987). Este tipo de estrategia productiva ha sido considerada como proteccionista de la flora y fauna (Pérez *et al.* 2006, González-Valdivia *et al.* 2011). Sin embargo, al menos a nivel del conocimiento nacional, en particular a nivel local, aún es insuficiente la información que ha sido publicada demostrando como la fauna encuentra refugio en estos agroecosistemas, motivo que en parte, es el propósito del presente estudio científico. La fauna y flora de Nicaragua ha sido objeto de recientes estudios por diferentes investigadores e instituciones científicas, que incluso han aportado información sobre la diversidad en sistemas agroforestales (González-Valdivia *et al.* 2016a). No obstante, aún hace falta para completar el discernimiento básico sobre la diversidad biológica, sobre todo el estudio de la fauna malacológica que ha sido insuficientemente estudiada en relación a países vecinos de Centroamérica (Pérez 2008, Martínez-Sánchez *et al.* 2001, MARENA 2010).

Un esfuerzo, en generar información válida sobre la malacofauna terrestre de la región pacífico de Nicaragua, realizada por investigadores del Centro de Malacología de la Universidad Centro Americana (UCACM), ya que los moluscos juegan un papel muy importante en el estudio de vectores de enfermedades que afectan al hombre y otros animales (Pérez & López 1999).

Desarrollamos la presente investigación sobre la malacofauna existente en dos sistemas silvopastoriles, con el objetivo de identificar las especies y diferenciar malacológicamente las áreas de estudio así como la determinación de los moluscos potencialmente dañinos para la ganadería.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en dos sistemas silvopastoriles, (SSP) ubicados en dos zonas distintas del municipio de Estelí, departamento de Estelí, zona norte y montañosa de Nicaragua. En ellos se realiza de manera tradicional y sin tecnificación, el pastoreo libre del ganado bovino, dentro de formaciones boscosas en las que se ha abierto el dosel por medio de extracción de leña o cortas de árboles, para permitir el crecimiento de pastos nativos y otras herbáceas. El primero se localizaba en la comarca Las Mesitas a 13°13'22''N y los 86°22'31''O a una altura de 850 msnm, con precipitaciones anuales de 700 a 900 mm, temperaturas que oscilan entre 22 a 28 °C al año (Incer 1970), tiene suelos de origen volcánicos, arcillosos ricos en materia orgánica con texturas finas, pesadas (vertisoles), presencia de bosque seco, arbustivo y caducifolio de regeneración secundaria. El área abarca 140.5 ha, con una carga animal de 6.3 Unidades Animales por ha (UA/ha).

El Cerro El Picacho que forma parte de la Reserva Natural Tomabú (en adelante Picacho-Tomabú) ubicado en los 13°01'24''N y 86°18'21''O con una altura que va de 900 a 1400 msnm, precipitación pluvial media de 800 a 1400 mm anuales cuyas máximas se presentan en los meses de mayo a octubre. La zona presenta temperatura de 22 a 23 °C,

humedad relativa de 70 a 85%. El área comprende bosque seco tropical, formado principalmente por pino, roble con suelos que varían en textura de franco arcilloso a franco arenoso y pedregoso, aparentemente ricos en hierro (inceptisoles). La topografía del área va de ligeramente ondulada a fuertemente escarpada presentando pendientes irregulares con rangos de 20 a 65%. La localidad incluye 56.2 ha de estudio con una carga animal de 3 UA/ha.

Muestras. Se realizaron durante los meses de Agosto y Septiembre, dentro de la estación de lluvias que corresponde en la zona a los meses de Mayo a Octubre, cuando es mayor la actividad de este grupo biológico. El procedimiento se realizó siguiendo el método de conteo directo basado en la metodología usada por Pérez *et al.* (1996). En cada sistema se establecieron 20 parcelas de 2.25 m² (1.5 m x 1.5 m) revisando en cada una la capa superficial del suelo suelto hasta una profundidad de 5 cm, preferentemente se eligieron áreas con presencia de rocas y árboles que cubrían al menos un cuarto de la extensión de la parcela. Cuando debió elegirse una parcela sin árbol o roca, se procuró que al menos estuviesen próximas a estas, pues su presencia incrementa la humedad y acumulación de materiales orgánicos, condiciones favorables a la malacofauna terrestre en particular de microgasterópodos (Pérez 2000, González-Valdivia 2003). Para la malacofauna arborícola se seleccionaron al azar 20 especies arbóreas en cada sistema, que fueron revisados inspeccionando detenidamente la corteza hasta los 2 m de altura. A partir de este punto se realizó una inspección visual sobre el árbol, buscando ejemplares de mayor tamaño. Se consideraron arbóreas a todas las plantas leñosas con más de 3 m de altura.

Determinación de especies. La identificación de las muestras se realizó por comparación con los especímenes que conforman la colección de malacofau-

na en el Centro de Malacología de la Universidad Centroamericana (UCACM) en Managua, Nicaragua.

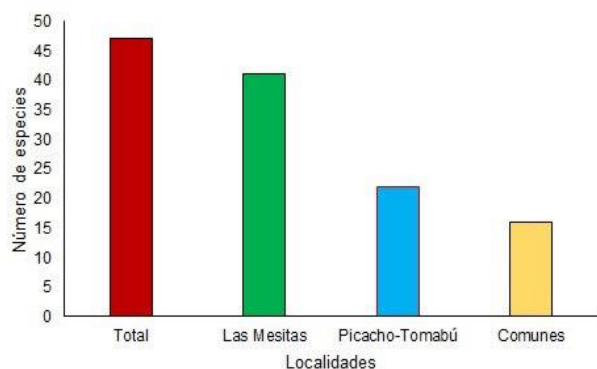
Análisis estadístico. Se realizó la cuantificación de los índices de biodiversidad asociados a la malacofauna, utilizando el índice de Margaleff (R) para riqueza de especies, el índice de Shannon Wiener (H') para diversidad, el índice de Pielou (J) para la equidad, el índice de Simpson (D) para la dominancia y el índice de Sorensen (S) para establecerla similitud malacofaunística entre sistemas (Magurran 1998, Pérez 2000), la abundancia de cada una de las especies de acuerdo a la escala propuesta por Tansley & Chipp (1926) modificada por los autores, para la determinación cualitativa de la abundancia en función del número de parcelas en donde se hallaban las especies, así se tiene las categorías de muy rara (se recolectó incidentalmente y fuera de las parcelas formales), rara (no se encontró en parcelas terrestres, aunque se encontraron ejemplares en la vegetación arbórea en la parcela), escasas (presente en 1 a 4 parcelas), frecuente (de 5 a 8 parcelas), abundante (en 9 a 12 parcelas) y muy abundante (en 13 a 16 parcelas).

Resultados

Clasificación de moluscos. La riqueza combinada de moluscos identificados en los dos sistemas silvopastoriles fue de 47 especies. La mayoría de estos taxones (41 especies) fueron registrados en Las Mesitas, que fue el sistema más rico en especies, mientras solamente 22 taxones fueron registrados en el Picacho-Tomabú. Comunes a ambos sistemas fueron 16 taxones (Figura 1). Según el hábitat de preferencia se clasifican en especies acuáticas (*Aplexa nicaraguana*, *Physa squalida* y *Helisoma nicaraguanus*), especies arbóreas (*Pittieria un-*

derwoodi, *Euglandina cumingii*, *Orthalicus princeps*, *Drymaeus discrepans*, *Drymaeus hepatostomus* y *Drymaeus alternans*) y especies terrestres (las restantes 38). Otras especies registradas fueron endémicas: *Spiraxis* sp., *Radiodiscus* sp., y *Miradiscops opal*. Así como las especies de reciente registro en Nicaragua que incluyen a *Pupisoma (dioscoricola) puella*, *Sterkia antillensis*, *Gastrocopta pellucida*, *Gastrocopta servilis*, *Succinea guatemalensis*, *Ceciliodes consobrinus*, *Lamellaxis micra*, *Leptinaria interstriata*, *Glyphyalinia indentata* y *Miradiscops panamensis*.

Figura 1 Número de especies encontradas en el área de estudio y su distribución por sistema



En el SSP en Las Mesitas. En este sistema se hallaron 41 especies. Conquiliológicamente y de acuerdo al número de parcelas, 35 de las especies en esta localidad se pueden agrupar como especies con una distribución restringida, que incluye a muy raras y raras. Las especies que resultaron categorizadas como abundantes fueron *Leptinaria interstriata*, *Gastrocopta pellucida* o *Praticolella griseola*. Las especies presentes en Las Mesitas incluyen a 32 especies terrestres, seis arborícolas y tres acuáticas. En el SSP en el Picacho-Tomabú, la composición malacofaunística está representada por 22 especies, 18 son de hábitats terrestres, 2 acuáticas, 2 arborícolas. En este sistema silvopastoril la mayoría de las especies (20) poseen una distribución restringida, mayoritariamente muy raras a raras. Las especies *Carichium exigum*, *Miradiscops opal* y *Miradiscops panamensis* están ampliamente distribuidos dentro de la localidad.

Tabla 1 Categorización de las abundancias de la malacofauna presente en dos sistemas silvopastoriles tradicionales del municipio de Estelí, Nicaragua

Categoría	Localidad			
	Las Mesitas		El Picacho-Tomabú	
	Especies	Proporción relativa (%)	Especies	Proporción relativa (%)
Muy rara	24	58.6	11	50.0
Raras	11	26.8	9	40.8
Ocasional	4	9.8	1	4.6
Frecuente	1	2.4	1	4.6
Abundante	1	2.4	0	0
Muy abundante	0	0	0	0
Total	41	100	22	100

Al realizar comparaciones entre la malacofauna presente en ambos sistemas silvopastoriles, el sistema silvopastoril ubicado en Las Mesitas presenta

ocho especies no halladas en Picacho, mientras en este último SSP se registran dos especies que no

fuieron halladas en Las Mesitas. Las dos localidades tienen en común 16 especies (Figura 1).

Tabla 2 Listado de la malacofauna presente en dos sistemas silvopastoriles tradicionales en el municipio de Estelí, Nicaragua

Clasificación y determinación de especies	Especies presentes por localidad			Nociva
	LM	PT	Comunes	
Phylum Mollusca Cuvier, 1797				
Clase Gastropoda Cuvier, 1797				
Sub Clase Euthyneura Spengel, 1881				
Super Orden Pulmonata Cuvier, 1817				
Orden Basommatophora Schmidt, 1855				
Super Familia Physoidea, Fitzinger, 1833				
Familia Physidae, Fitzinger, 1933				
<i>Aplexa nicaraguana</i> (Morelet, 1851)	1	0	0	V
<i>Physa squalida</i> (Morelet, 1851)	0	1	0	V
Super familia Planorbioidea Rafinesque, 1815				
Familia Planorbidae Rafinesque, 1815				
<i>Helisoma nicaraguanus</i> Morelet, 1851	1	0	0	V
Orden Stylommatophora Schmidt, 1855				
Sub Orden Orthurethra Pilsbry, 1900				
Super familia Pupilloidea Turton, 1821				
Familia Ellobiidae (Carichiidae) Pfeiffer, 1854				
<i>Carychium exiguum</i> Say 1822	0	1	0	
Familia Ferrussacidae Bourguignat, 1883				
<i>Caecilioides consobrinus</i> (Orbigny, 1855)	1	1	1	
Familia Pupillidae Turton, 1831				
<i>Gastrocopta pellucida hordeacella</i> Pisbry, 1890	1	0	0	
<i>Gastrocopta pellucida pellucida</i> (Pfeiffer, 1841)	1	1	1	
<i>Gastrocopta servilis</i> (Gould, 1843)	1	0	0	
<i>Gastrocopta (Vertigopsis) pentodon</i> Say, 1821	1	1	1	
Familia Spiraxidae Baker, 1855				
<i>Euglandina comingii</i> (Beck, 1837)	1	0	0	
<i>Spiraxis</i> sp.	0	1	0	
<i>Pittieria underwoodi</i> (Fulton, 1897)	1	0	0	
Familia Succineidae Beck, 1837				
<i>Succinea guatemalensis</i> (Morelet, 1849)	1	1	1	V
Familia Subulinidae Crosse y Fischer, 1877	1	0	0	
<i>Beckianum beckianum</i> (Pfeiffer, 1846)	1	0	0	
<i>Lamelaxis gracilis</i> (Hutton, 1834)	1	0	0	P
<i>Lamelaxis micra</i> (Orbigny, 1835)	1	0	0	P
<i>Leptinaria interstriata</i> (Tate, 1870)	1	0	0	P
<i>Leptinaria tamaulipensis</i> Pilsbry, 1903	1	0	0	
Familia Vertiginidae Fitzinger, 1833				
<i>Bothriopupa conoidea</i> (Newcomb, 1853)	1	0	0	
<i>Bothriopupa tenuidens</i> (Adams, 1845)	1	0	0	
<i>Pupisoma (dioscoricola) puella</i> Adams, 1845	1	0	0	
<i>Pupisoma medioamericanum</i> Pilsbry, 1920	1	1	1	
<i>Vertigo millium</i> (Gould, 1840)	1	0	0	
<i>Sterkia antillensis</i> (Pilsbry, 1920)	1	0	0	
Sub Orden Dolichonephra Tillier, 1989				
Super Familia Zonitoidea Mörch, 1864				
Familia Helicarionidae Bourguignat, 1888				
<i>Euconulus pittieri</i> (Martens, 1892)	1	1	1	
<i>Guppya gundlachi</i> (Pfeiffer, 1839)	1	1	1	
<i>Habroconus championi</i> (Martens, 1892)	0	1	0	
<i>Habroconus selenkai</i> (Pfeiffer, 1866)	1	1	1	
<i>Habroconus trochulinus</i> (Morelet, 1851)	1	0	0	
Familia Helicinidae				
<i>Lucidella lirata</i> (Pfeiffer, 1847)	1	0	0	
Familia Zonitidae Mörch, 1864				
<i>Glyphyalinia indentata</i> (Say, 1822)	1	1	1	
<i>Hawaia minúscula</i> (Binney, 1840)	1	1	1	
Super Familia Helicoidea Rafinesque, 1815				
Familia Hemintoglyptidae Pilsbry, 1939				
<i>Trichodiscina coactiliata</i> (Deshayes, 1838)	1	1	1	
Familia Polygyridae Pilsbry 1895				
<i>Praticolella griseola</i> (Pfeiffer, 1841)	1	0	0	
Familia Thysanophoridae Pilsbry, 1926				
<i>Thysanophora crinita</i> (Fulton, 1917)	1	1	1	
<i>Thysanophora hornii</i> (Gabb, 1866)	1	1	1	
<i>Thysanophora plagiopycha</i> (Shuttleworth, 1854)	0	1	0	
Sub Orden Brachinephra Tillier, 1989				
Superfamilia Clausilioidea Mörch, 1864				

Tabla 2 (Continuación)

Familia Bulimulidae Tryon, 1867				
<i>Bulimulus corneus</i> (Sowerby, 1833)	1	0	0	V
<i>Drymaeus alternans</i> (Beck, 1837)	1	0	0	V
<i>Drymaeus discrepans</i> (Sowerby, 1833)	1	0	0	V
<i>Drymaeus hepatostomus</i> (Pfeiffer, 1861)	0	1	0	V
Familia Orthalicidae Pilsbry, 1899				
<i>Orthalicus princeps</i> (Broderip, 1833)	1	0	0	V
Super Familia Endodontoidea Pilsbry, 1894				
Familia Charopidae Hutton, 1884				
<i>Radiodiscus</i> sp.	1	0	0	
Familia Systrophidae Thiele, 1926				
<i>Drepanostomella stollii</i> (Von Martens 1892)	1	0	0	
<i>Miradiscops opal</i> (Pilsbry, 1919)	1	1	1	
<i>Miradiscops panamensis</i> (Pilsbry, 1930)	1	1	1	
Orden Systelommatophora Pilsbry, 1848				
Super Familia Veronicelloidea Gray, 1840				
<i>Diplosolenodes occidentalis</i> (Guilding, 1825)	1	1	1	P
Total de especies	41	22	16	13
Código: LM = Las Mesitas, PT = Picacho-Tomabú, Nociva = Especie es vector de parásitos al ganado (V) o plaga para cultivos (P), 1 = Presente, 0 = Ausente				

Biodiversidad de malacofauna y su cuantificación. La riqueza de especies de las localidades de estudio obtenidas haciendo uso del índice de Margaleff demuestra que Las Mesitas presenta mayor riqueza de especies ($R= 3.470$), mientras que en el Picacho-Tomabú se registrarón un menor valor ($R= 2.294$), es decir que Las Mesitas tiene mayor número de especies, con mayor número de individuos.

Por otra parte, al determinar la diversidad de especies mediante el índice de Shannon Wiener se obtuvo que en Las Mesitas existe una mayor diversidad ($H' = 2.549$) que en El Picacho-Tomabú ($H' = 2.017$). Basados en la definición de equidad y los valores obtenidos a partir del desarrollo del índice de equidad se obtuvo que Las Mesitas presenta alta homogeneidad en la distribución de especies ($J = 0.829$). En el Picacho-Tomabú, se obtuvo un índice de equidad de 0.745.

La dominancia presentada por cada uno de los sistemas; cuantificada según el índice de Simpson refleja presencia de especies dominantes en el Picacho-Tomabú ($D= 0.178$), mientras en Las Mesitas se obtuvo un valor de 0.090.

La similitud cuantificada por medio del índice de asociación de Sorensen entre estos dos sistemas silvopastoriles toma un valor $S= 0.585$, de similitud entre estas dos localidades. En ambos sistemas sil-

vopastoriles, predominan especies muy raras, seguidas en orden descendente de las especies raras, ocasionales y frecuentes. En Las Mesitas se encontró que el uno por ciento de las especies era abundante. En el Picacho-Tomabú ninguna especie fue reportada como abundante. Por otro lado, en este último SSP se registraron 11 especies resultan muy raras y 9 raras. En Las Mesitas, donde se encontraron 24 especies muy raras y 11 raras (Tabla 1).

Moluscos nocivos y benéficos: las especies de la familia Subulinidae incluyendo *Lamellaxis gracilis* o de como *Aplexa nicaraguana*, *Helisoma nicaraguensis*, *Physa squalida* o *Succinea guatemalensis*, son reconocidos como dañinos. Por otro lado, los caracoles de la familia Spiraxidae como *Euglandina cumingii* o *Pittieria underwoodii* son especies depredadoras de otros caracoles como *L. gracilis*, *Bulimulus corneus* y *Praticolella griseola*, además, tienen capacidad para devorar presas de mayor tamaño como *Diplosolenodes occidentalis* plaga muy común en el cultivo de frijoles (Tabla 2).

Discusión

La riqueza de especies identificadas en cada uno de las SSP pueden considerarse como típicas en la región tropical de América, con frecuencia en un

sitio de esta, las comunidades de moluscos epicontinentales e insulares se encuentran en una relación que va de 20 a 50 especies (Pérez *et al.* 1996, Carrillo & Morales 2000, Pérez & López 2003, González-Valdivia *et al.* 2011, Araiza & Naranjo-García 2013, Hernández-Quinta & Reyes-Tur 2013, Coorea-Sandoval *et al.* 2017).

Las diferencias entre las comunidades de especies en relación a la localidad, como mencionan Pérez *et al.* (2008), probablemente se debieron a preferencias de hábitat y selección de estos por las características propias de cada sistema, por ejemplo, de sus suelos, o la presencia de cuerpos de agua (naturales o artificiales), las diferentes altitudes sobre el nivel del mar y consiguientemente temperatura y humedad; además la acción de agentes externos como aves migratorias e incluso el hombre. En comparaciones similares, utilizando otros grupos biológicos como indicadores, Favila & Halffter 1997, Tobar-López *et al.* (2007) mencionan que la sensibilidad de las especies a diferencias en las características del ambiente permite utilizarlas como indicadoras que distingan a un ecosistema de otro o permitan detectar el estado de estabilidad o alteración de los mismos.

Biogeográficamente cuatro de las especies inventariadas están categorizadas como endémicas: *A. nicaraguana*, *Spiraxis* sp., *Radiodiscus* sp. y *Miradiscops opal* que también fueron mencionadas por Ramírez (2000), que además cita como registros recientes para la malacofauna continental de Nicaragua a las especies *Pupisoma (dioscoricola) puella*, *Sterkia antillensis*, *Gastrocopta pellucida*, *Gastrocopta servilis*, *Succinea guatemalensis*, *Ceciliodes consobrinus*, *Lamellaxis micra*, *Leptinaria interstriata*, *Glyphyalinia indentata*, *Miradiscops panamensi*, que fueron registradas en los sistemas bajo estudio, revelando el importante efecto en los siste-

mas silvopastoriles tradicionales para la conservación de este grupo biológico.

La abundancia de estas especies en ambos SSP, indica la predominancia de especies muy raras, seguido en orden descendente de especies raras, ocasionales y frecuentes con la salvedad que en Las Mesitas, el porcentaje de especies abundantes a diferencia del Picacho-Tomabú, donde ninguna especie es abundante según la escala utilizada. Este patrón de abundancia coincide con autores que afirman que en los trópicos es común la existencia de un gran número de especies raras (Ezcurra 1990, González-Valdivia *et al.* 2011).

En relación a la similitud entre sistemas, los resultados para el índice de Pielou representan, que presentan un 58.5% de semejanza, es decir que poco más de la mitad de la fauna malacológica presente en ambas localidades es compartida. La comunidad de especies de moluscos de El Picacho-Cerro Tomabú incluye 16 especies comunes con el sistema Las Mesitas, que equivale a más del 72% de la diversidad del primer sistema y a 39% de la del segundo. González-Valdivia *et al.* (2010) reportan que entre mosaicos de bosques y la matriz agroforestal en un paisaje de la sierra en Tenosique, Tabasco, México, el porcentaje de similitud de especies era de 72%, igual al encontrado en los sistemas estudiados en Nicaragua.

Tomando en cuenta los análisis antes mencionados y partiendo del supuesto de que al aumentar la dominancia, disminuye la equidad y por tanto la diversidad podemos indicar que por el hecho de presentar Picacho-Tomabú una mayor dominancia tiene también menor equidad y diversidad, lo que contrasta con que en Las Mesitas tenga menor dominancia y consiguientemente mayor equidad y diversidad de especies. La misma tendencia se observó en un gradiente de disturbio antrópico estudiado por Gonzá-

lez-Valdivia *et al.* (2010), González-Valdivia *et al.* (2011) y González-Valdivia *et al.* (2016b), quienes afirman que la dominancia de especies se presenta en ambientes modificados fuertemente por la acción humana, que en los respectivos casos correspondía a potreros con árboles dispersos, donde además disminuyeron la diversidad y la equidad. Por el contrario, mayor diversidad y equidad con una menor dominancia de especies fueron observados en los ambientes de bosques maduros bien conservados.

Algunos moluscos son considerados plagas de cultivos agrícolas, en tanto otros resultan ser la solución a esas. Según López *et al.* (1998) una de esas plagas son las especies de la familia Subulinidae entre ellas está *L. gracilis* que infecta raíces de caña de azúcar, piña. A través de los años se han buscado controles naturales para las diferentes plagas, así evitar efectos posteriores sobre otros organismos, que se encuentran en el medio. En este sentido, López *et al.* (1998) determinaron que caracoles de la familia Spiraxidae como *Euglandina cumingii* o *Pittieria underwoodii*, especies depredadoras de otros caracoles como *Lamellaxis gracilis*, *Bulimulus corneus* y *Praticolella griseola*, además, tienen capacidad para devorar presas de mayor tamaño como *Diplosolenodes occidentalis* plaga muy común en plantíos de frijoles.

Los microgasteropodos terrestres son importantes en el reciclaje de la materia orgánica en los sistemas naturales y también en los SSP, pues numerosas especies encuentran en los detritos, su fuente de alimento. Jakson & Raw (1974) señalan que estos micromoluscos raspan y desmenuzan las superficies duras de la vegetación muerta, reduciendo así el tamaño de las partículas orgánicas que luego pasan a formar parte del humus en el suelo. Este grupo funcional predominó en ambos sistemas respecto a los demás grupos mencionados anteriormente, por lo que puede considerarse que mantienen su activi-

dad como transformadores de materiales orgánicos caídos en el suelo, pero su estatus de conservación parece mejor en Las Mesitas.

Los resultados observados en los índices ecológicos dan evidencia de esta mejor situación, al consistentemente mostrar mejores resultados en este sistema silvopastoril. Esta información se corresponde con el planteamiento de Pérez *et al.* (2007) de que grupos poco móviles de organismos, tales como los moluscos terrestres, pueden representar herramientas apropiadas para estudios de indicación ecológica, debido a la alta sensibilidad al cambio que estos organismos presentan y por tanto su alta fiabilidad como indicadores de modificaciones en las condiciones del ambiente. Puede considerarse que el sistema Las Mesitas, es un sistema de silvopastoril que contiene una comunidad de gasterópodos más resiliente ecológicamente, que aquella de El Picacho-Tomabú, que resulta más sensible a las modificaciones que ejerce el pastoreo de ganado, lo que se traduce en menores valores de riqueza, diversidad y equidad de especies, con más altos para la dominancia de especies. Este último valor está asociado a estados de desequilibrio por alteración o disturbio del ecosistema (Magurran 1998, Pérez 2000).

Los moluscos acuáticos *A. nicaraguana*, *H. nicaraguanus*, *Succinea guatemalensis* y *P. squalida* son vectores de enfermedades y parásitos para el ganado que abreva en fuentes infestadas con estos organismos (Pérez & López 1999) mientras otros de hábitats terrestres arborícolas como *O. princeps* y *Drymaeus* spp., también pueden ser vectores de agentes parasitarios o infecciosos (Quiroz 1989).

La introducción de moluscos acuáticos vectores de parásitos en uno de los SSP, Las Mesitas y El Picacho-Tomabú, se atribuye a la acción de transporte de aves, agua de escorrentía e incluso el hombre, sumado al empleo inadecuado de estanques y abrevaderos para abastecer al ganado con el agua diaria.

Esto debe tomarse en cuenta de manera muy seria para evitar los posibles daños al ganado, evitando la proliferación de los gasterópodos vectores. Una opción, es la crianza alternativa de patos y otros ánales que se alimentan de estos caracoles en los estanques o el uso de extractos vegetales para disminuir su número, sin causar daños al ganado como sugieren González-Cruz & San Martín (2013), Moggollón-Morales *et al.* (2016), Rangel-Ruiz *et al.* (2017).

En resumen, el SSP ubicado en Las Mesitas posee una mayor biodiversidad malacológica en relación a la del sistema El Picacho-Tomabú. Un grupo de moluscos benéficos, aunque con pocos registros poblacionales, fueron identificados como potenciales controladores biológicos de otros moluscos presentes que pueden considerarse nocivos. Pero de manera individual y en su conjunto albergan una alta diversidad de moluscos terrestres de Nicaragua, cercano al 40% determinado en el país que totaliza 216 especies epicontinentales (González-Valdivia 2003), coincidiendo con Pérez *et al.* (2006) los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a conservar biodiversidad.

Conflictos de intereses

Esta investigación fue autofinanciada y no presenta conflictos de interés.

Agradecimientos

Al Centro de Malacología de la Universidad Centroamericana de Nicaragua, por el apoyo mostrado con la determinación de especies. A los productores que permitieron el acceso a sus tierras y con ello la realización de esta investigación.

Literatura citada

- Araiza V, Naranjo-García E. Lista sistemática de la malacofauna terrestre del municipio de Atoyac, Veracruz. *Rev Mex Biodiv* 2013;84(3):765-73.
- Carrillo J, Morales C. Biogeografía de caracoles continentales del departamento de Masaya; Suroeste de Chontales y Río San Juan. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencias y Tecnología del Medio Ambiente. Mangua; 2000.
- Correa-Sandoval A, Rodríguez-Castro R, Venegas-Barrera CS, Horta-Vega JV, Barrientos-Lozano L, Rodríguez-Castro JH. Diversidad y zoogeografía de los moluscos terrestres de la sierra de Tamaulipas, México. *Acta Zool Mex* 2017;33(1):76-88.
- Ezcurra E. ¿Por qué hay tantas especies raras? La riqueza y rareza de biológicas en las comunidades naturales. *Ciencias* 1990;4:82-8.
- Favila M, Halffter G. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zool Mex* (ns) 1997;72: 1-25.
- González-Cruz D, San Martín R. Molluscicidal effects of saponin-rich plant extracts on the grey field slug. *Cienc Inv Agr* 2013;40(2):341-9.
- González-Valdivia N, Ochoa-Gaona S, Pozo C, Ferguson BG, Rangel-Ruiz LJ, Arriaga-Weiss SL, et al. Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Rev Biol Trop* 2011; 59(3):1433-51.
- González-Valdivia N, Ochoa-Gaona S, Rangel-Ruiz LJ, Gamboa-Aguilar J, Pozo C, Ferguson BG, et al. Gasterópodos terrestres asociados a un paisaje agropecuario y a un referente ecológico en el Sureste de México. In L. J. Rangel-Ruiz

- J. Gamboa-Aguilar SL, W. M. Contreras-Sánchez WM (comp.), *Perspectivas en Malacología Mexicana*. Villahermosa, Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; 2010. p. 90-129
- González-Valdivia N. Dos sistemas silvopastoriles como refugios de vida silvestre en Estelí. Mesoamericana. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, León, Nicaragua; 2003. p. 236.
- González-Valdivia NA, Casanova-Lugo F, Cetzalix W. Sistemas agroforestales y biodiversidad. *Agroproductividad* 2016a;9(9):56-60.
- González-Valdivia NA, Pozo C, Ochoa-Gaona S, Ferguson GB, Cambranis E, Lara O, Pérez-Hernández I, et al. Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un ecosistema agropecuario y de bosque tropical lluvioso en un paisaje del sureste de México. *Rev Mex Biodiv* 2016b;87(2):451-64.
- Hernández Quinta M, Reyes Tur B. Composición y estructura en agregaciones de moluscos terrestres en el Complejo de vegetación de mogote, Escaleras de Jaruco, Cuba. *Rev Biol Trop* 2013;61(4):1769-83.
- Incer J. Nueva geografía de Nicaragua (S.C.); 1970. p. 224-310.
- Jackson RM, Raw F. La vida en el suelo. Cuadernos de Biología, Editorial Omega, Barcelona, España; 1974. p. 69.
- López A, Altonaga K, Pérez AM. Comportamiento alimenticio en dos Spiraxidae (Gastrocopta: Pulmonata) de Nicaragua: *Euglandina cumingii* y *Streptostyla turgidula*. *Encuentro* 1998;46:25-32.
- Magurran AE. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm. London, UK; 1998. p. 179.
- Martínez-Sánchez JC, Jean-Michel M, Van den Berghe E, Morales S, Castañeda EA. Biodiversidad zoológica en Nicaragua. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Managua, Nicaragua; 2001. p. 189.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos naturales. Estudio de ecosistemas y biodiversidad de Nicaragua y su representatividad en el Sistema nacional de Áreas Protegidas. 1ra. Edición. Managua Nicaragua; 2010. p. 133.
- Mogollón-Morales JA, Nieves E, Rondón M, Rondón-Rivas ME. Propiedad molusquicida de *Euphorbia laurifolia* A. Juss (Euphorbiaceae) contra *Biomphalaria glabrata* Say hospedador intermediario de *Schistosoma mansoni*. *Avan Biomed* 2016;5(2):83-9.
- Peck R, Cruz H. Manual práctico de agroforestería. Secretaría de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras; 1987. p. 115.
- Pérez A, López A. Listado de la malacofauna continental (Mollusca: Gastropoda) del Pacífico de Nicaragua. *Rev Biol Trop* 2003;51(Suppl 3):405-51.
- Pérez A. Módulo de biodiversidad. Curso de postgrado Biodiversidad - SIG, UCA, 2000; Managua.
- Pérez A, López A. Algunos aspectos relacionados con las enfermedades transmitidas por moluscos. *Encuentro* 1999;31(51):50-1.
- Pérez AM, Sotelo M, Arana I, López A. Diversidad de moluscos gasterópodos terrestres en la región del Pacífico de Nicaragua y sus preferencias de hábitat. *Rev Biol Trop* 2008;56(1):317-32.
- Pérez AM, Sotelo M, Ramírez F, Ramírez I, López A, Siria I. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Rio Blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Ecosistemas* 2006;15(3):125-41.

- Pérez AM, Sotelo M, Siria I, Alkemade R, Aburto L. Developing a species based model for biodiversity assessment in an agricultural landscape in Nicaragua. *Gaia* 2007;8:1-54.
- Pérez AM, Villaseca JC, Zione N. Sinecología básica de moluscos terrestres en cuatro formaciones vegetales de Cuba. *Rev Biol Trop* 1996;44 (1):133-46.
- Pérez AM. Biodiversidad en Nicaragua: contexto y estado actual. *Encuentro* 2008;79:96-104.
- Quiroz H. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. 3ª ed. LIMUSA S:A., México D.F., México; 1989. p. 876.
- Ramírez F. Biogeografía de los Gastropodos continentales de los departamentos de Carazo, Granada y Rivas durante la estación lluviosa. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua; 2000. p. 168.
- Rangel-Ruiz LJ, Cruz-Morales LA, Arévalo-de la Cruz JA, Gamboa-Aguilar J, Moguel-Ordoñez E, Pacheco-Figueroa CJ, et al. Actividad molusquicida de *Laguncularia racemosa* (L) C.F. Gaerth sobre *Galba cubensis* (Pfeiffer, 1839). *Ecosistemas y Recur Agropecuarios* 2017;4 (11):309-16.
- Tansley AG, Chipp TF. Aims and methods is the study of vegetation. The British Empire vegetation committee. Whitefriars Press, London, UK; 1926. p. 383.
- Tobar-López D, Ibrahim M, Casasola F. Diversidad de mariposas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica. *Agrofor Am* 2006;45:58-65.
-