



CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA, DIVERSIDAD Y PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE OPILIONES (ARACHNIDA, OPILIONES, LANIADORES) EN ECOSISTEMAS DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR (COLOMBIA)

1. INTRODUCCIÓN

Conocer y conservar la biodiversidad es de gran importancia, porque esta soporta los bienes y servicios de los cuales ha dependido la humanidad para satisfacer sus necesidades (e.g. alimentación, medicinas, alojamiento, combustible) (Andrade-C 2011). En ese sentido, una de las prioridades de Colombia como país megadiverso es completar el Inventario Nacional de Biodiversidad, el cual es una herramienta fundamental para la toma de decisiones sobre manejo, aprovechamiento sostenible y conservación (Villarreal *et al.* 2006). No obstante, en el país, la región Caribe presentan déficits de información científica (Gómez *et al.* 2016), a pesar de presentar la mayor cobertura nacional de Bosque Seco Tropical (Bs-T), un ecosistema estratégico que se encuentra entre los más amenazados en el mundo por procesos productivos como la agricultura, deforestación, la ganadería extensiva y no planificada, y los establecimientos humanos; los cuales lo han fragmentado y degradado, reduciéndolo a pequeños remanentes inferiores a 1000 ha (García y González-M. 2019).

En la actualidad, la ciencia se enfrenta a una carrera contra el tiempo para generar conocimiento sobre la biodiversidad de este bioma ante la posibilidad de que desaparezca (e.g. especies aun no descritas, que pueden extinguirse antes de que las conozcamos). A partir de esto, se considera prioritario la realización de inventarios rápidos de biodiversidad y estudios sobre la distribución de las especies y su relación con las cambiantes condiciones ambientales actuales, que permitan tomar decisiones de protección y uso sostenible del Bs-T (Andrade-C 2011). Los Opiliones (Arachnida) por ejemplo, son un grupo taxonómico bastante confiable para realizar estos estudios, ya que presentan características biológicas y ecológicas particulares, como sensibilidad a la deshidratación, baja capacidad de dispersión y alta endemicidad (Tourinho *et al.* 2014, DaSilva *et al.* 2017), lo cual los hace susceptibles a los actuales cambios ambientales locales, regionales y globales; y por lo tanto, pueden ser utilizados como modelo de estudio para entender lo que podría pasar con numerosas especies que presentan características similares que las hacen vulnerables y aumentan su riesgo de extinción.

Según Perafán *et al.* (2013) la fauna de opiliones en Colombia está conformada por 162 especies, de las cuales once se registran en el Caribe colombiano, con dos especies descritas para el departamento de Bolívar, siendo este departamento uno de los de menor conocimiento sobre su riqueza de Opiliones en el país (Kury 2003, Morales *et al.* 2020), lo cual se atribuye a las pocas exploraciones científicas en sus bosques, debido a problemas sociales y de orden público como el conflicto armado. No obstante, en la actualidad las comunidades rurales que fueron desplazadas están retornando a sus territorios, y han elaborado de manera participativa el Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), donde priorizan la conservación de los bosques como garantía para la permanencia en sus territorios (CDS 2019), por lo que desarrollar iniciativas que aporten a la generación de conocimiento científico y mayor conciencia ambiental para la toma de decisiones en el marco del cuidado de los bosques bolivarenses, son de gran relevancia.

En ese contexto, debido a la escasez de información taxonómica, biológica, ecológica y de distribución de opiliones en el departamento de Bolívar, se propone realizar una investigación sobre la composición taxonómica, diversidad (alfa, beta y taxonómica), patrones de distribución y la influencia de factores abióticos (temperatura ambiente, humedad relativa, temperatura del suelo y humedad del suelo) en la diversidad de estos organismos, en ecosistemas del departamento. Los resultados serán socializados con las comunidades rurales, a partir del uso de herramientas lúdico-pedagógicas en marco de estrategias de educación ambiental; y podrán ser empleados como línea base para estudios posteriores sobre la biodiversidad de Bolívar, así como en planes de conservación de invertebrados terrestres y sus hábitats (e.g. el Bs-T), con la premisa de que la información generada pueda ser empleada por los tomadores de decisiones del departamento como insumo para la conservación y uso sostenible de las áreas naturales.

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General: Determinar la composición taxonómica, diversidad y patrones de distribución de los Opiliones Laniatores, y su relación con algunas variables ambientales (temperatura ambiente, temperatura del suelo, humedad relativa y humedad del suelo) en ecosistemas del departamento de Bolívar.

2.2.Objetivos Específicos

- Contribuir al inventario nacional de biodiversidad, específicamente al de Opiliones del departamento de Bolívar, y describir las especies nuevas para la ciencia cuando sea posible.
- Estimar la diversidad alfa, beta y diversidad taxonómica de Opiliones Laniatores en las localidades de estudio.
- Establecer los patrones de distribución de los Opiliones Laniatores en las localidades de estudio.
- Evaluar las relaciones entre la diversidad de Opiliones Laniatores y las variables ambientales temperatura ambiente, temperatura del suelo, humedad relativa y humedad del suelo, en las localidades de estudio.

3. MÉTODOS

3.1.Trabajo de campo: En cada localidad se realizarán muestreos en un área de 300 m² de bosque durante cuatro días, empleando 20 áreas muestrales no continuas (un área muestral es equivalente a una hora de muestreo). Se emplearán los métodos de búsqueda manual nocturna, tamizador y trampas Winkler, por ser los más efectivos para recolectar opiliones (Tourinho *et al.*, 2014; 2018). Los ejemplares recolectados se preservarán en etanol al 96% para su transporte al laboratorio.

Cada área de estudio será georreferenciada empleando un GPS. Se medirá la temperatura ambiental y humedad relativa las 24h de cada día de muestreo empleando un Data Logger HOBO Pro v2 Temp / RH U23-001, así como la temperatura y humedad del suelo empleando un Data Logger HOBO Pro v2 Temp Externa x2 U23-003.

3.2.Trabajo de laboratorio: Los especímenes serán preservados en etanol al 70%, y algunas estructuras anatómicas al 96%. Los ejemplares se identificarán a partir de su observación en microscopio y estéreomicroscopio, y el empleo de literatura especializada disponible en la base bibliográfica OmniPaper Project, del Museu Nacional, Universidade Federal

do Rio de Janeiro, Brasil:
<http://www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/pdfliteratura/pdfs%20opiliones.htm>. Las posibles nuevas especies serán descritas usando la propuesta de Kury & Medrano (2016). Posterior al trabajo de laboratorio los especímenes serán depositados en las principales colecciones biológicas del país.

3.3. Análisis de datos: Para cada localidad de estudio se construirá una matriz de presencia/ausencia de las especies. A continuación, se describen los análisis a realizar:

3.3.1. Diversidad Para la diversidad alfa se calcularán los índices de riqueza específica de Coleman (Cole) y Michaelis-Menten (MMmeans y MMRuns) empleando el software EstimateS Win 910 (Colwell 2016), los cuales permitirán estimar la riqueza por muestra del total de especies (Villareal *et al.* 2006).

Se empleará el software Primer v.7 (Clarke & Gorley 2015) para calcular la diversidad beta. Para esto, la matriz de datos será transformada a Log (X+1) para homogeneizar las variaciones (Zar 1996; Villarreal *et al.* 2019), y posteriormente se calculará el índice de Jaccard (Yoshioka 2008), lo cual permitirá determinar las semejanzas en riqueza entre las localidades de estudio.

Como estimadores de la diversidad taxonómica se utilizará la diferenciación (distinción) taxonómica promedio ($\Delta+$) y la variación en el índice de diferenciación (distinción) taxonómica ($\Lambda+$) (Clarke & Gorley 2001), incorporados a la rutina TAXDTEST del software Primer v.7 (Clarke & Gorley 2015).

3.3.2. Patrones de distribución Para determinar si existen patrones espaciales de Opiliones Laniatores en el departamento de Bolívar, empleando el software Primer v.7 (Clarke & Gorley 2015), se realizará un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), el cual representará en un espacio geométrico las proximidades espaciales existentes entre las especies, y un análisis de similitudes (ANOSIM) para establecer el soporte estadístico de esos patrones espaciales (Clarke 1993). Finalmente, se generará un mapa de la distribución de la riqueza de opiliones en el departamento, empleando el software Quantum GIS 3.10.1 (QGIS Development Team 2018).

3.3.3. Relación entre variables ambientales (temperatura ambiente, humedad relativa, temperatura del suelo, humedad del suelo) y la diversidad: Empleando el software Primer v.7 (Clarke & Gorley 2015), se realizará un análisis de componentes principales para determinar el grado de relación entre las variables ambientales y los índices de diversidad tradicionales (alfa y beta) y taxonómicos.

4. RESULTADOS ESPERADOS

Se esperan los siguientes resultados de esta investigación, en cuanto a generación de nuevo conocimiento, fortalecimiento de la comunidad científica y apropiación social del conocimiento:

- Formación investigativa de una estudiante de maestría.
- Un inventario de los Opiliones Laniatores del departamento de Bolívar.
- Una colección de referencia de las especies de Opiliones Laniatores del departamento de Bolívar.

- Caracterización de los ensamblajes de Opiliones Laniatores del departamento de Bolívar y su relación con los parámetros ambientales.
- Un artículo científico que describa la relación entre la diversidad de Opiliones de Bolívar y las variables ambientales.
- Una base de datos con toda la información recolectada durante el desarrollo del proyecto, incluyendo análisis y conclusiones.
- Una guía de campo de los Opiliones Laniatores del departamento de Bolívar, y guías individuales para cada localidad.

5. BIBLIOGRAFÍA

Andrade-C., M. G. 2011. Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35 (137): 491-507.

Clarke, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*, 18(1):117–143.

Clarke, K. & R. Gorley. 2001. *PRIMER: User manual/tutorial*. Versión v5 (Programa de computación). Plymouth, Reino Unido, PRIMER-E Ltd. 120 p.

Clarke K. R. & R. N. Gorley. 2015. *PRIMER v7: User Manual/Tutorial*. Plymouth, Inglaterra, PRIMER-E Ltd. 296 p.

Colwell R.K. 2016. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples (Versión 9.1). Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm>

Corporación Desarrollo Solidario-CDS. 2019. Conservación, manejo y agricultura sostenible en Montes de María. 15 p.

Dasilva, M.B., R. Pinto-Da-Rocha & J.J. Morrone. 2017. Historical relationships of areas of endemism of the Brazilian Atlantic rainforest: a cladistic biogeographic analysis of harvestman taxa (Arachnida: Opiliones). *Current Zoology*, 63(5): 525–535.

García, H. & R. González-M. (eds). 2019. *Bosque seco Colombia: biodiversidad y gestión*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 32 p.

Gómez, M.F., L.A. Moreno, G.I. Andrade & C. Rueda (eds.). 2016. *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 107 p.

Kury, A.B. 2003. Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones). *Revista Ibérica de Aracnología*. Volumen especial monográfico. 1: 5-337.

Kury, A.B. & M. Medrano. 2016. Review of terminology for the outline of dorsal scutum in Laniatores (Arachnida, Opiliones). *Zootaxa*, 4097: 130–134.

Morales, C.A.P. & R. Pinto-Da-Rocha. 2020. Two new Colombian harvestmen of the genus *Quindina* Roewer, 1914 (Opiliones: Nomoclastidae). *Zootaxa*, 4748: 531–547.

Perafán, C., A. Sabogal, J. Moreno, A. García, D. Luna, C. Romero & E. Flórez. 2013. Diagnóstico del estado actual de la fauna de arácnidos y de su gestión en Colombia. En: E. Becerra (Presidencia), *Memorias Congreso Colombiano de Entomología*. Ponencia llevada a cabo en el 40 Congreso SOCOLEN, Bogotá, Colombia.

Qgis Development Team. 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible en: <http://qgis.osgeo.org>

Tourinho, A. L., L. De Souza, F. Beggato & S. Calac. 2014. Complementarity among sampling methods for harvestman assemblages. *Pedobiologia- Journal of Soil Ecology*, 57(1): 37-45.

Tourinho, A. L., Dias, S. C., Lo-Man-Hung, N. F., Pinto-Da-Rocha, R., Bonaldo, A. B. Y Baccaro, F. B. 2018. Optimizing survey methods for spiders and harvestmen assemblages in an Amazonian upland forest. *Pedobiologia - Journal of Soil Ecology*, 67: 35–44.

Villarreal, E., N. Martínez & C. Romero-Ortiz. 2019. Diversity of Pseudoscorpiones (Arthropoda: Arachnida) in two fragments of dry tropical forest in the colombian Caribbean region. *Caldasia*, 41(1):139–151.

Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A. M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 235 p.

Yoshioka, P. M. 2008. Misidentification of the Bray-Curtis similarity index. *Marine Ecology Progress Series*, 368: 309–310.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. Third edition. London, Prentice Hall. 56 p.

Comentarios de Luís Carlos García Lozano (lcgarcia@neotropicos.org) a proyecto de tesis de Daniela Ahumada: **Caracterización taxonómica, diversidad y patrones de distribución de opiliones (Arachnida, Opiliones, Laniatores) en ecosistemas del departamento de Bolívar (Colombia)**

10.04.21

Nota 1.

Este resumen debe ser ajustado y una nueva copia consignada en **Alluvia** (la biblioteca online de Neotrópicos).

1. incluir cronograma detallado, en particular del trabajo de campo
2. listar y caracterizar someramente los ecosistemas y biotopos que se incluirán en el trabajo de campo. Sólo sé de los bosques decídúas de los Montes de María que son muy extensos, las localidades se denben precisar y la RNG. Entiendo que se incluirán otros ecosistemas, v. gr.:
 - la serranía de San Lucas, hoy en día con PNN, está prácticamente inexplorada y desaparece lentamente por minería, aserrió y leñateo, colonización y plantaciones de coca
 - los manglares del litoral Caribe bolivarense, han sido bastante estudiados pero no conozco trabajos sobre estos organismos (soy analfabeta en este tema, así que mi opinión, no cuenta)
 - los tramos medios a bajos de las cuencas de los arroyos "secos" que drenan de los Montes de María hacia el Magdalena: Hondo, Grande, Alférez, Baltazar, etc. sus aguas son "saladas" (muy alta conductividad, en comparación con las del Magdalena) indicando suelos alcalinos probablemente sobre sedimentos de origen marino (estoy especulando), pero se infieren biotopos diferentes.
3. incluir un mapa de los ecosistemas a muestrear

Nota 2.

Convendría calcular **curvas de spp-esfuerzo de muestreo** que permiten comparaciones estadísticas paramétricas y no paramétricas al desagregar y agregar datos de fechas o localidades diferentes; lo cual no es posible con otras métricas

Nota 3.

¿Conoces AD4? Es un programa para analizar muestras biológicas (spp de plantas o animales, genotipos-fenotipos, cultivos...) ode cualquier colección de individuos (casos individuales, distinguibles), con atributos intrínsecos o extrínsecos diferentes, v. gr.: personas, libros, obras de arte, lenguajes, fábricas, instituciones...

El home de la página es:

<http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/home.php?lang=eng>

Para descargar el programa:

<http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/downloads.php?lang=eng>

Para ver los tipos de resultados que se obtienen:

<http://pbilhttp://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/gallery.php?lang=eng>