



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA

*Diversidad y abundancia de microartrópodos asociados a briófitos en dos hábitats de la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda)*

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela, por la bachiller **Karen Sofía Pérez Crescenzi** como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología.

Tutores: Thalia Morales (UCV)

Sheila Marques Pauls (UCV)

Caracas, Venezuela

Abril de 2015




Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Biología  
Dirección

### CONSTANCIA

El Consejo de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, certifica que en su sesión del día 16/04/2015, acordó otorgar la **Mención Honorífica** al Trabajo Especial de Grado de la bachiller **Pérez C., Karen S.**, titular de la cédula de identidad No. 20.154.059; titulado: **"Diversidad y abundancia de microartrópodos asociados a briófitos en dos hábitats de la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda)"**; considerando la originalidad, independencia y creatividad en la elaboración del mismo, así como la sobresaliente calidad del trabajo escrito y la presentación oral.

Constancia que se expide a petición de la parte interesada a los diecisiete días del mes de abril del año dos mil quince.

  
Dr. Jesús Guillermo Romero Muñoz  
Presidente de  
Consejo de la Escuela de Biología

JGR/br.-

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado **"Diversidad y abundancia de microartrópodos asociados a briófitos en dos hábitats de la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda)"**, presentado por la Br. **Karen Sofía Pérez Crescenzi**, titular de la Cédula de Identidad no. 20.154.059, a los fines de cumplir con el requisito para optar al título de Licenciado en Biología, consideramos que este trabajo cumple con los requisitos exigidos por esta Casa de Estudios y es aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela por el Jurado examinador, abajo firmantes, en la ciudad de Caracas a los 09 días del mes de abril de 2015.



*Prof. Thalia Morales Rojas*  
C.I. 11.311.364  
TUTOR



*Prof. Sheila Marques Pauls*  
C.I. 80.852.308  
TUTOR



*Prof. Mayra García*  
C.I. 10.583.687  
JURADO



*Prof. Daniel Llaneras*  
C.I. 17.428.937  
JURADO

## **Agradecimientos**

Hay muchos a los que debo agradecer el hecho de haberse logrado la realización de esta tesis. Un trabajo bastante arduo, novedoso y en el cual surgieron unas cuantas desavenencias, que los que intervenimos en el mismo las conocemos. He aprendido el significado de lo que es hacer ciencia y que un buen proyecto, por más pequeño que sea; requiere de un gran equipo de trabajo. También he aprendido que todas las elecciones que uno hace en la vida concluyen en una serie de, en este caso, afortunados eventos. Gracias a la prof. Lourdes Suarez por aceptarme inicialmente como su tesista y apoyarme en el desarrollo de la misma desde el principio; prof. Thalia Morales que, después de tenerme por tres años como su pasante, aceptó ser mi tutora principal; prof. Sheila Marques por ayudarme de forma desinteresada en la identificación de unas muestras a partir de las cuales hayamos podía surgir este trabajo, y más tarde aceptar ser mi segunda tutora. Nuevamente gracias a Thalia y Sheila por apoyarme en los momentos de estrés que implicaron el hacer esta tesis (aprobación del seminario 1). Gracias a los dueños de la Hacienda Pozo Suruapo por permitirnos éste espacio para la toma de muestras y a mi equipo de trabajo de las salidas de campo realizadas, identificación de muestras y análisis de datos: Lourdes Suarez, mi novio (Daniel Sánchez), Caín Ballestrini, Thalia Morales, Sheila Marques, Daniel Llavaneras, Efraín Moreno. Gracias a Daniel Llavaneras no sólo por ayudarme con el componente taxonómico de mis artrópodos, sino también por haber tenido la paciencia, tanto él como la prof. Mayra García conmigo, de aceptar ser mis jurados aun así con todos los problemas acaecidos para que se diera la presentación del seminario I. Gracias al prof. Efraín Moreno por ayudarme también con la identificación de algunas de las muestras y revisar mi trabajo aun como jurado suplente. Gracias a mi novio por haberme ayudado con las fotos del presente trabajo, así como a escucharme exponérselo y aprender el idioma de la biología para entenderlo. Gracias al prof. Hans Klompen y Janice Glime, porque me respondieron mis correos para ayudarme en pequeños detalles de mi tesis. Sin ustedes, no se hubiera podido lograr la realización de esta tesis.

Por último, les agradezco a todos aquellos que me acompañaron en mi formación como científico (la cual, espero, apenas está empezando): mi familia, mi grupo de amigos de los primeros semestres de todas las carreras y mi grupo de biología (todos saben quiénes son), mis profesores y compañeros de la universidad, mi novio, su familia y amigos. Aunque perdí mucho y a muchos en el camino, también gané mucho y a muchos otros que espero sigan conmigo.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos .....	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
Área de estudio .....	7
Métodos de campo .....	8
Métodos de laboratorio .....	11
<i>Separación de los artrópodos .....</i>	<i>11</i>
<i>Determinación de los briófitos .....</i>	<i>12</i>
<i>Identificación de microartrópodos.....</i>	<i>13</i>
Análisis de datos y análisis estadísticos.....	13
<i>Análisis de datos.....</i>	<i>13</i>
<i>Análisis estadísticos .....</i>	<i>14</i>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>Eficiencia del muestreo.....</b>	<b>16</b>
<b>Diversidad .....</b>	<b>17</b>
<i>Briófitos .....</i>	<i>17</i>
<b>Composición de especies .....</b>	<b>17</b>
Descripción de especies de briófitos .....	21
<i>Arthropoda.....</i>	<i>38</i>

<b>Composición de grupos</b> .....	38
<b>Abundancia</b> .....	42
<i>Briófitos</i> .....	42
<i>Arthropoda</i> .....	45
<b>Distribución entre hábitats</b> .....	49
<b>Asociación entre briófitos-arthropoda</b> .....	50
<b>DISCUSIÓN</b> .....	53
<b>Diversidad, abundancia y distribución de la comunidad</b> .....	53
<b>Asociación briófitos-arthropoda</b> .....	58
<b>CONCLUSIONES</b> .....	60
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	62
<b>ANEXOS</b> .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	pág.
<b>Tabla 1:</b> Lista de especies de briófitos: Hepáticas y musgos registrados en la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda)	18
<b>Tabla 2:</b> Especies de briófitos presentes en cada transecta en agosto de 2013 y diciembre de 2014	19
<b>Tabla 3:</b> Identificación de Arthropoda* encontrados asociados a hepáticas y musgos en la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda)	38
<b>Tabla 4:</b> Morfotipos de Arthropoda presentes en cada transecta (1 y 2) en los periodos de muestreo (agosto 2013 y diciembre 2014)	39
<b>Tabla 5:</b> Estimadores de diversidad de Arthropoda en las transectas 1 y 2 y los dos periodos de muestreo	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	pág.
<b>Figura 1:</b> Ubicación de la Hacienda Pozo Suruapo en el Estado Miranda	7
<b>Figura 2:</b> Mapa con la localización de la Hacienda Pozo Suruapo en el estado Miranda	8
<b>Figura 3:</b> Vista del sector del sendero donde se delimitó la Transecta 1 (Bosque cerrado) en la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda)	9
<b>Figura 4:</b> Vista del sector del sendero donde se delimitó la Transecta 2 (Bosque abierto) en la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda)	10
<b>Figura 5:</b> Curva de acumulación de especies para briófitos en las transectas 1 y 2 en agosto de 2013 y diciembre de 2014	16
<b>Figura 6:</b> Curva de acumulación de morfotipos para Arthropoda en las transectas 1 y 2 en agosto de 2013 y diciembre de 2014	17
<b>Figura 7:</b> Porcentaje de frecuencias de aparición de especies de briófitos de la transecta 1 en agosto 2013 (T1_A2003) y en diciembre 2014 (T1_D2014)	43
<b>Figura 8:</b> Porcentaje de frecuencias de aparición de especies de briófitos de la transecta 2 en agosto 2013 (T2_A2003) y en diciembre 2014 (T2_D2014)	44
<b>Figura 9:</b> Comparación del porcentaje de cobertura de briófitos en las transectas 1 y 2 en agosto de 2013 y diciembre de 2014	45
<b>Figura 10:</b> Porcentaje de frecuencias de aparición de especies de Arthropoda de la transecta 1 en agosto de 2013 (T1_A2003) y en diciembre 2014 (T1_D2014)	46
<b>Figura 11:</b> Porcentaje de frecuencias de aparición de especies de Arthropoda de la transecta 2 en agosto de 2013 (T2_A2003) y en diciembre 2014 (T2_D2014)	47
<b>Figura 12:</b> Densidad de individuos por grupo de Arthropoda de la transecta 1 en agosto 2013 (T1_A2003) y en diciembre 2014 (T1_D2014)	48
<b>Figura 13:</b> Densidad de individuos por grupo de Arthropoda de la transecta 2 en agosto de 2013 (T2_A2003) y en diciembre 2014 (T2_D2014)	49
<b>Figura 14:</b> <i>Aerolindigia capillacea</i> , A: Hábito, B: Filidio; <i>Brachytecium rutabulum</i> C: Hábito, D: Filidio; <i>Cycliodictyon albicans</i> E: Esporofito, F: Filidio; <i>Chryso-hypnum diminutivum</i> G: Esporofito, H: Filidio; <i>Dicranella hilariana</i> I: Corte transversal, J: Esporofito, K: Filidio; <i>Fissidens angustifolius</i> L: Hábito	30
<b>Figura 15:</b> <i>Fissidens angustifolius</i> A: Filidio, <i>Fabronia ciliaris</i> B: Hábito, C: Filidio; <i>Fissidens zollingeri</i> D: Filidio; <i>Fissidens curvatus</i> E: Filidio; <i>Philonotis gracillima</i> F:	



Hábito; *Fissidens dissitifolius* G: Hábito, H: Filidio; *Fissidens elegans* I: Hábito; *Fissidens submarginatus* J: Hábito; *Racopilum* sp. K:Hábito, L:Filidio 31

**Figura 16:** *Sematophyllum subsimplex* A: Hábito, B:Filidio, C: Dientes de la cápsula del esporofito; *Sematophyllum subpinnatum* D: Hábito, F: Filidio, *Tortella tortuosa* F: Corte transversal, G: Filidio 32

**Figura 17:** *Lophocolea bidentata* A: Hábito, *Metalolejeunea cucullata* B: Hábito, *Frullania aff. kunzei* C: Hábito; *Fossombronia* sp. D: Hábito, *Frullania* sp. E: Hábito, *Archilejeunea parviflora* F: Hábito, *Lejeunea aff. setiloba* G: Hábito, *Lejeunea* sp. H: Hábito, *Lejeunea trinitensis* I: Hábito, J: Diente en el lóbulo 37

**Figura 18:** Análisis de Correspondencia Canonica (ACC) evaluando unidades muestrales, especies de briófitos, morfotipos de Arthropoda y tipos de sustratos (roca, suelo, tronco) 52

## ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	pág.
<b>Anexo 1:</b> Planilla utilizada para el levantamiento de información por unidad de muestreo para Briófitos	72
<b>Anexo 2:</b> Resultados del Test de Levene de Homocedasticidad de varianza para cobertura de briófitos	73
<b>Anexo 3:</b> Resultados de la prueba ANOVA para comparación de cobertura de briófitos en las transectas 1 y 2 en agosto 2013 y diciembre 2014	73
<b>Anexo 4:</b> Resultados del Test de Tukey para comparación de medias de cobertura de briófitos en las transectas 1 y 2 en agosto 2013 y diciembre 2014	73
<b>Anexo 5:</b> Resultados del Test de Levene de Homocedasticidad de varianza para abundancia de artrópodos	74
<b>Anexo 6:</b> Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para comparación de abundancia de artrópodos en las transectas 1 y 2 en agosto 2013 y diciembre 2014	74
<b>Anexo 7:</b> Resultados de la prueba de Mann-Whitney para comparación de medias de abundancia de artrópodos en las transectas 1 y 2 en Agosto 2013 y Diciembre 2014	74
<b>Anexo 8:</b> A: Ciempiés (Chilopoda), Arachnida: B: Araña hembra (Araneae), C: Araña macho (Araneae), D: Araña (Araneae), E-G: Pseudoescorpión, H-K: Ácaros parásitos (Acari: Ixodidae), L-M: Opilioacaridos (Acari: Opilioacarida), N-Q: Ácaros de musgo (Acari: Oribatida)	75
<b>Anexo 9:</b> Arachnida A: Garrapata (Acari: Ixodidae), B-E: Ácaro de musgo (Acari: Oribatida), Crustacea F-G: Isopoda, Hexapoda H-L: Collembola, Insecta M: Ninfa Hemiptera, N: Hemiptera, O: Ninfa Hemiptera, P: Chinche (Hemiptera), Q: Larva de mariposa (Lepidoptera)	76
<b>Anexo 10:</b> Hexapoda Insecta A: Larva de mariposa (Lepidoptera), B: Áfido (Hemiptera), C-E: Hormiga (Hymenoptera-Myrmicinae), F: Hormiga (Hymenoptera: Formicidae), G: Hormiga Reina, H: Saltamontes (Orthoptera), I-J: Thysanoptera, K-M: Escarabajo (Coleoptera), N-R: Larva de escarabajo (Coleoptera)	77
<b>Anexo 11:</b> Insecta A-B: Larva de escarabajo (Coleoptera), C-D: Pupa de mosca (Diptera), E-L: Larva de mosca (Diptera)	78

## RESUMEN

Los musgos, hepáticas y antoceros, mejor conocidos en su conjunto como briófitos, son plantas no vasculares que desempeñan un rol importante en el medio ambiente porque, disminuyen los procesos de erosión, modelan la humedad ambiental y albergan una comunidad de distintos organismos entre los cuales algunos pueden ser plagas o vectores de enfermedades (Diptera, Thysanoptera, Acari). Dado el pequeño tamaño de los briófitos, su morfología y su capacidad de retención de agua, constituyen microhábitats que son albergue y refugio para microartrópodos. Estos encuentran en estas plantas, protección contra depredadores y ante condiciones de desecación, permitiendo la convivencia simultánea de especies con diversos requerimientos. En vista de que se desconoce la estructura de estas comunidades de microartrópodos asociados a briófitos en Suramérica, se planteó como objetivo de este trabajo la caracterización y determinación de la composición de las especies de briófitos y morfotipos de artrópodos asociados a estos para establecer posibles relaciones entre los mismos, así como la estimación de su abundancia. El estudio se realizó a lo largo de dos transectas (1-bosque cerrado, húmedo y 2-abierto, seco) en dos periodos de tiempo (agosto de 2013 y diciembre de 2014), ubicadas en la Hacienda Pozo Suruapo (San José de Los Altos, Estado Miranda); un espacio de recreación con ambiente selvático, clima húmedo de montaña, ubicado entre los 1.050-1.175m.s.n.m. En esta localidad, se colectaron briófitos sobre diversos tipos de sustrato (roca, suelo, tronco de árbol) con una unidad muestral de 100 cm<sup>2</sup> en una franja de 3m, a cada lado de un sendero. Se determinaron los briófitos hasta el menor nivel taxonómico posible; y los artrópodos como morfotipos a nivel de orden o familia, por medio del uso de claves taxonómicas, bibliografía especializada y consulta con especialistas. Se estimó la diversidad por medio de la riqueza de especies, los índices de Shannon y equidad de Pielou, además de la abundancia a través de frecuencia de aparición en ambos grupos y densidad de individuos de artrópodos. Se obtuvo un total de 15 especies en hepáticas, 18 en musgos y 59 morfotipos de artrópodos repartidos en 13 órdenes. En briófitos la mayor riqueza de especies pertenecen a las hepáticas, específicamente a la familia Lejeunaceae (Marchantiophyta) y en musgos a la Fissidentaceae (Bryophyta). Se estimó y comparó la cobertura de briófitos en las dos transectas y en los dos muestreos, no obstante las diferencias entre las mismas no son significativas (ANOVA una vía,  $F=0,586$ ,  $df=47$ ;  $p>0,05$ ;  $p=0,6$ ). Los morfotipos más comunes y frecuentes de artrópodos fueron Collembola en abundancia, Acari y Coleoptera en diversidad de morfotipos. Collembola fue el más frecuente en la transecta 1 (ambiente húmedo), mientras que Acari fue el grupo que más apareció en la transecta 2 (ambiente seco). Se encontraron diferencias significativas en las abundancias de artrópodos presentes en cada ambiente (Kruskall-Wallis;  $H=15,44$ ;  $H_c=15,55$ ;  $p<0,05$ ;  $p=0,001$ ). Por medio de un análisis de Correspondencia Canónica se encontraron relaciones entre algunos morfotipos de artrópodos y briófitos, con algún tipo particular de sustrato (roca, suelo o tronco).

## INTRODUCCIÓN

Los briófitos (musgos, hepáticas y antoceros) son plantas no vasculares poiquilohídricas de gran importancia ecológica ya que directa o indirectamente, desempeñan un rol importante en el medio ambiente porque retienen agua, albergan distintos organismos y son bioindicadores de contaminación ambiental (acumulan metales pesados) y cambios en el hábitat (acumulación de agua, humus y disminución de la erosión en el suelo). Estas plantas pueden formar microhábitats en los cuales existe una fauna asociada. Estas asociaciones pueden ser de interés biológico o médico, ya que algunos de los organismos que usan como hábitat este tipo de comunidades pueden ser plagas, parásitos temporales o vectores de enfermedades (Pócs, 1982).

Uno de los grupos de invertebrados más abundantes y conspicuos en las comunidades de briófitos son los artrópodos, debido a que la mayoría son de un tamaño igual o menor a los briófitos. Estos son fácilmente reconocibles en la mayoría de los casos (cuerpo dividido segmentos y patas articuladas). Dentro de los artrópodos, los grupos Crustacea, Insecta (sobre todo en estado larvario) y algunos arácnidos (como ácaros, arañas y opiliones) suelen encontrarse en hábitats limnoterrestres o húmedos, siendo estos en los que más abundan los briófitos (Brusca y Brusca, 2003; Glime, 2013a).

Los briófitos presentan características que permiten el resguardo de muchos artrópodos, las cuales tienen que ver mucho con sus adaptaciones morfológicas, anatómicas y especificidad del sustrato. Entre estas características, están las formas de crecimiento (acrocárpico o pleurocárpico) y sus formas de vida (colonial, en césped corto o alto, alfombra, colgante o dendroide) que son caracteres morfológicos que dependen de las condiciones ambientales que se presenten a lo largo de su crecimiento. Ambas se encuentran relacionadas con la retención de agua. Esto hace posible la presencia de estadios larvales de insectos o crustáceos en aquellos briófitos que poseen algún tipo de adaptación morfológica capaz de almacenar agua (p.e. presencia de pliegues o sacos), mientras que en otras especies carentes de estas adaptaciones se presentarán otro tipo de artrópodos (Frey y col., 1995; Kürschner, 2004; Sabovljevic, 2004; Pérez y y col., 2011; Glime, 2013b).

Las comunidades de briófitos dado su tamaño, morfología y capacidad de retención de agua, son un albergue para organismos en distintos estadios de desarrollo (huevo, larva, pupa o adulto), ya que permiten el resguardo o camuflaje de los mismos ante la presencia de depredadores. Por lo general, los briófitos no proveen de alimento a la fauna asociada a los mismos, dada la presencia de metabolitos secundarios, aceites y otros químicos que resultan tóxicos o no digeribles para la mayoría de los seres vivos como ácidos oxálicos y láuricos, pinguisona, sesquiterpenos, bencilbenzoatos y aldehídos (Pócs, 1982; Smith y col., 2001; Markham y col., 2006; Chun-Feng y Hong-Xiang, 2009; Asakawa, 2011; Asakawa y col., 2013). Por ende, los artrópodos hallados son depredadores y se alimentan de otros invertebrados que comparten la misma comunidad (Pócs, 1982; Haines y Renwick, 2009; Pérez y col., 2011; Glime, 2013c, d, e).

## ANTECEDENTES

Desde 1945 hasta el presente año, se han estudiado las asociaciones entre briófitos e invertebrados (Frost, 1945; Dietrice y col., 1959; Fairchild y col., 1987; Kreutz y Foissner, 2006). El protocolo para el estudio de estas interacciones ha sido punto focal de múltiples trabajos, dada la dificultad que conllevan los mismos, ya que, según Glime (2013a), por el pequeño tamaño de los organismos asociados, las mayores dificultades del estudio de los artrópodos tienen que ver con el método de extracción de estos, así como la identificación de los mismos y determinación de los briófitos, ya que rara vez se tiene un especialista en ambos grupos.

Según Glime (2013a, c, d, e, f), existen diversos grupos de micro y macroinvertebrados asociados a los briófitos desde protozoarios, planarias, nemátodos, anélidos, rotíferos, moluscos, onicóforos y artrópodos, incluso algunos vertebrados como peces, anfibios y reptiles. El grupo de los artrópodos presentes pueden tener distintas estrategias de alimentación, entre las que está ser detritívoros, depredadores o herbívoros.

Dentro de los invertebrados, los artrópodos, son uno de los grupos más abundantes y frecuentes en las comunidades de briófitos. Entre los artrópodos podemos conseguir representantes de diversos grupos de crustáceos, miriápodos, insectos y arácnidos. Los crustáceos se asocian a los briófitos que crecen cercanos a ambientes acuáticos (como los ríos y lagos); por lo general son pequeños, y los más comunes son: Isopoda, Branchiopoda, Ostracoda, Copepoda y Malacostraca. Entre los insectos, los más frecuentes son: Ephemeroptera, ninfas y huevos de Odonata, Plecoptera (estos tres grupos en musgos acuáticos), huevos de Grylloblattodea, Orthoptera (sobre todo en *Sphagnum* e *Hypnum*), Phasmida (en musgos epífitos), Hemiptera (Peloridiidae en musgos del hemisferio sur y áfidos de la subtribu Melaphidina), Coleoptera, Mecoptera, orugas de Lepidoptera y muchas larvas de Diptera (Psychodidae, Culicidae, Simuliidae, Ceratopogonidae, Tabanidae). Isoptera, Hymenoptera y Thysanoptera (siendo los géneros *Lissothrips* y *Bournierothrips* propios de estas comunidades), son poco comunes. Protura y Apterygota, son grupos hermanos de los insectos que están dentro de Hexapoda y se hallan con

frecuencia también en estas comunidades aunque se tiene muy poca información con respecto al tipo de asociación con los briófitos (Pócs, 1982). En Hexapoda, ha sido muy estudiado Collembola, el cual es frecuente en briófitos de bosques y grandes altitudes. Dentro de Apterygota se sabe que Thysanura se encuentra en briófitos de altas montañas. Entre los arácnidos, se consiguen cuatro grupos asociados: tres son depredadores: Araneae, Pseudoscorpionida y Opiliones; y el cuarto grupo, los ácaros, tiene gran diversidad de especies y comportamiento en este tipo de comunidades (Pócs, 1982; Vázquez-Noh y Cutz-Pool, 2013). Oribatida es un orden de ácaros cuyas especies son propias de las comunidades de briófitos en todo el mundo (Pócs, 1982; Bozanic, 2011). Algunos ácaros acuáticos parasitan larvas de otros artrópodos presentes en los musgos (Pócs, 1982).

En general, la capacidad de retención de agua debido a la presencia de algunas estructuras como lóbulos, márgenes en los filidios (involuta o revoluta), el tamaño de las células y la forma arrosetada de algunos musgos, son caracteres que están relacionados con una mayor abundancia de artrópodos, puesto que se forman microhábitats que permiten que algunas especies sobrevivan en ambientes donde normalmente no sobrevivirían. Por tanto, las características físicas de los briófitos, les permite retener una gran cantidad de agua y formar estructuras donde se almacenan burbujas de aire, por lo que sostienen una gran abundancia de briofauna tanto acuática como terrestre (Glime, 2013a, b). Así, brindan protección a los habitantes de este tipo de comunidades, ya que los proveen de un refugio en donde se minimizan los cambios rápidos de humedad y temperatura del ambiente.

Además, la fauna asociada contribuye con la dispersión de esporas y ramas asexuales de los briófitos permitiéndoles colonizar nuevos sitios; como los colémbolos y los ácaros que intervienen en la transferencia de esporas en musgos, un mecanismo similar al de la polinización en plantas (Gerson, 1969; Bozanic, 2011; Cronberg, 2012).

Otros estudios realizados en este tipo de comunidades, muestra que uno de los pocos grupos que usan a los briófitos como alimento son los insectos, en especial las orugas; puesto que, en general, no son casi consumidos debido a sus defensas químicas, poca digestibilidad y al parecer bajo contenido de nutrientes (Haines y Renwick, 2009).

Muchos artrópodos utilizan estas comunidades para ovoposición, pupación, camuflaje y mimetismo, ocultándose así de depredadores más grandes (Pócs, 1982).

Estudios realizados con comunidades de invertebrados asociados a briófitos, se han hecho en distintas áreas del planeta como Costa Rica, Estados Unidos, México, Brasil, Australia, Nueva Zelanda, Antártida, Ártico, Europa, y muestran que existe una gran diversidad de artrópodos cuya presencia depende de las características ambientales del entorno y del periodo del año en el cual se lleva a cabo dicha investigación (Pócs, 1982; Giller y col., 1998; Andrew y col., 2003; Cutz-Pool y col., 2010; Sancho y Pintado, 2011; Glime, 2013a; Vázquez-Noh y Cutz-Pool, 2013). Hasta la fecha, el conocimiento de las comunidades de artrópodos, indican que estas se ven afectadas por los distintos niveles, gradientes altitudinales y variaciones ambientales. Al parecer las variaciones ambientales (como el contenido de humedad, la temperatura y la cantidad de lluvia) son los principales factores que influyen en la diversidad de los artrópodos presentes en los briófitos (Bozanic, 2011; Rosa y col., 2011). La mayoría de estos estudios se han hecho en comunidades cercanas a ríos o lagos (Frost, 1945; Fairchild, 1987; Rosa y col., 2011). Algunos ejemplos de dichos trabajos fueron en Tasmania, Nueva Zelanda y en la República Checa comparando comunidades en diferentes montañas (Andrew y col., 2003; Drozd y col., 2009). También hay estudios en bosques de la Floresta Atlántida (Brasil), tanto en estación de lluvia como de sequía, siendo la época de lluvia la que presentó la mayor diversidad de insectos asociados a los briófitos (Rosa, y col., 2011).

Si bien a nivel mundial existe información sobre las especies de briófitos y los artrópodos asociados a estas, principalmente en los ecosistemas polares (ártico y antártico), templados y de aguas corrientes, aún se desconoce la estructura de estas comunidades en la mayoría de las regiones del Centro y Sur de América. En Venezuela, los trabajos con briófitos son principalmente de índole taxonómica, siendo este el primer trabajo que estudia las asociaciones de briófitos con artrópodos en el país.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Evaluar las variaciones de diversidad y abundancia de microartrópodos asociados a briófitos en dos hábitats diferentes y dos periodos de muestreo.

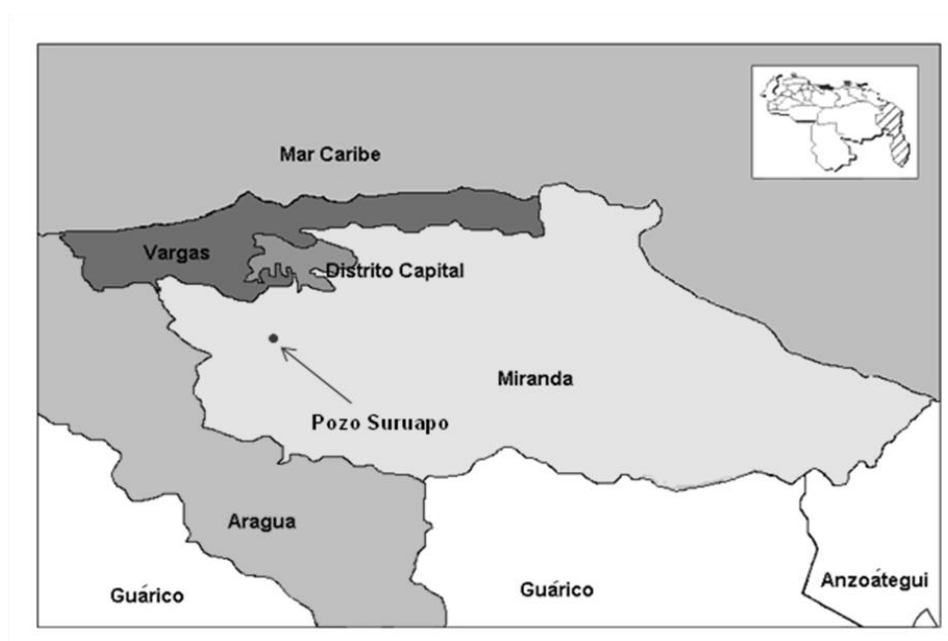
### **Objetivos específicos**

- Determinar la composición y diversidad de especies de briófitos.
- Determinar la composición y diversidad de artrópodos en cada hábitat a través de la riqueza, índices de equidad y diversidad.
- Estimar la abundancia de los diferentes grupos de artrópodos en cada hábitat a través de la densidad y frecuencia de aparición.
- Estimar la abundancia de las especies de briófitos en cada hábitat a través de la frecuencia de aparición y la cobertura general en las transectas.
- Describir morfoanatómicamente los briófitos de los dos hábitats.
- Establecer posibles relaciones entre la presencia de grupos de artrópodos y las especies de briófitos y sus sustratos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Hacienda Pozo Suruapo está ubicada en San José de los Altos, en la zona montañosa del estado Miranda, a  $10^{\circ}20'32''$  N y  $66^{\circ}55'16''$  O, a una altura entre los 1050-1175 m.s.n.m (Figura 1 y 2). Presenta una alta humedad atmosférica de 75-96%, acompañado de temperaturas mínimas de  $16,7-18,1^{\circ}\text{C}$  y máximas de  $23,5^{\circ}\text{C}$ . Presenta una pluviosidad de 536,4 mm al año. Los vientos alcanzan una velocidad de hasta 61,1 km/h. Las presiones atmosféricas oscilan desde 1006,1 mb hasta 1010.3-1014.9 mb (<http://meteoven.org>).



**Figura 1:** Ubicación de la Hacienda Pozo Suruapo en el Estado Miranda (tomado de <http://www.google.co.ve/imghp> el 23 de septiembre de 2014).



**Figura 2:** Mapa con la localización de la Hacienda Pozo Suruapo en el estado Miranda (tomado de <https://earth.google.es/> y <http://www.pozosuruapo.com.ve/> el 23 de septiembre de 2014)

### **Métodos de campo**

Se realizaron dos salidas de campo durante la época de lluvias, las cuales fueron en agosto de 2013 y diciembre de 2014. En ambas salidas se siguió el mismo protocolo de muestreo.

Se realizó un muestreo sistemático-aleatorio para la colecta de briófitos en una franja de aproximadamente 3m a los bordes de un sendero que recorre todas las áreas de la Hacienda Suruapo. Dicho sendero abarca dos ambientes distintos, los cuales fueron delimitados para constituir las dos transectas:

Transecta 1: Localizada en el sector del sendero que ocupa un valle de montaña en las cercanías de una quebrada. El ambiente es bastante húmedo debido al bosque cerrado, con abundante vegetación y árboles altos con grandes copas. La penetración de luz es escasa por la abundante vegetación boscosa (Figura 3).



**Figura 3:** Vista del sector del sendero donde se delimitó la Transecta 1 (Bosque cerrado) en la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda) [Fotografía: Sheila Marques].

Transecta 2: Localizada en el sector del sendero que recorre la ladera de la montaña. El ambiente es bastante seco debido al bosque abierto con algunos árboles de bajo porte, y vegetación de herbazal. En algunas horas del día presentan una exposición continua al sol (Figura 4).



**Figura 4:** Vista al sector del sendero donde se delimitó la Transecta 2 (Bosque abierto) en la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda) [Fotografía: Sheila Marques].

Los dos ambientes se diferencian por el grado de humedad a nivel del suelo.

La colecta se realizó según el protocolo de Glime (1994) y Gradstein y col., (2001) el cual implica el uso de cuchillos o espátulas para raspar los sustratos donde se encontraban adheridos los briófitos, ya que es la forma más rápida y fácil de colectar,

permitiendo una pérdida mínima de artrópodos. Se evaluaron 24 unidades de muestreo, repartidas equitativamente entre los dos ambientes o transectas. Se usaron unidades de 100 cm<sup>2</sup> (10x10 cm) como cuadrata, resultando las más adecuadas por el tamaño de la superficie que cubrían los briófitos.

Las muestras se colocaron en bolsas plásticas herméticas rotuladas, las cuales se rotularon y luego se fijaron con alcohol al 90%. Para cada unidad de muestreo se anotaron en campo los siguientes datos en una planilla previamente impresa (**Anexo 1**):

- Tipo de sustrato (suelo, roca, hojarasca, tronco en descomposición, corteza viva).
- Estado vegetativo o reproductivo que presenten los briófitos.
- Porcentaje de cobertura de los briófitos dentro de la parcela.
- Observaciones generales (artrópodos presentes a simple vista).
- Tipo de vegetación dominante

Además, se llevó un registro fotográfico de cada transecta y de cada unidad de muestreo.

## **Métodos de laboratorio**

### ***Separación de los artrópodos***

Las muestras de briófitos se dejaron inmersas en agua en cápsulas de Petri (según el método de Kreutz & Foissner, 2006) por alrededor de 5 minutos, con lo cual muchos de los artrópodos quedaron flotando en la superficie del agua o se hundieron al fondo, lo que facilitó su separación. Posteriormente, los mismos fueron guardados en viales con etanol al 90% (Frost, 1945).

### *Determinación de los briófitos*

Para el estudio morfoanatómico de los diferentes musgos y hepáticas se prepararon láminas semipermanentes (30% glicerina y 70% agua destilada) con las diferentes partes de la muestra como: filidios por su lado abaxial y adaxial, caulidio, esporofito cuando estaba presente. Cuando fue necesario, se realizaron cortes a “mano alzada” de caulidios o filidios para la identificación de las especies.

Se llevó a cabo un registro fotográfico (macro y microfotográfico) de aquellas estructuras con valor diagnóstico para las distintas especies de briófitos utilizando un microscopio Nikon Eclipse E200 equipado con cámara digital modelo CoolPix-4500.

Para la identificación de los géneros o especies de briófitos se emplearon claves taxonómicas y bibliografía especializada con la cual corroborar las descripciones. Entre las usadas se encuentran: Pittier (1937), Stotler (1969), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall’Aglío (1979a, b y c), Ramírez y Crusco de Dall’Aglío (1981), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Zander (1993), Allen (1994a y b), Churchill y Linares (1994), Gradstein (1994), Sharp y col., (1995a y b), Buck (1998), Reiner-Drehwald (1999), Reiner-Drehwald (2000), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Morales y García (2006), Pursell (2007), Dauphin y col., (2008), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010), Delgadillo (2010), León y col., (2014) y [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org). Además, se corroboraron las determinaciones a través de la comparación con el material del Herbario Nacional de Venezuela (VEN).

### ***Identificación de microartrópodos***

En el laboratorio los invertebrados retirados de cada muestra y guardados en viales, fueron separados por morfotipos bajo lupa estereoscópica. Además se contabilizó el número de individuos por muestra de los grupos de artrópodos.

La determinación se hizo hasta el menor nivel taxonómico posible con apoyo de bibliografía especializada (Carrera, 1973; Eisenbeis y Wichard, 1987; Stehr, 1987; Vázquez, 1987; Peckarsky y col., 1990; Heckman, 2001; Vázquez y Klompen, 2009; De Oliveira y col., 2013, 2014; Gullan y Craston, 2014;).

Se llevó a cabo un registro fotográfico (macro y microfotográfico) de los diferentes morfotipos y de aquellas estructuras con valor diagnóstico para los distintos grupos de artrópodos. La clasificación taxonómica utilizada fue la de Triplehorn y Johnson (2005) y Maddison y Schulz (2007).

### **Análisis de datos y análisis estadísticos**

#### ***Análisis de datos***

Se realizó una curva de acumulación de especies tanto para los briófitos como para los morfotipos de artrópodos en cada una de las transectas en agosto de 2013 y diciembre de 2014, con el fin de determinar la eficiencia del muestreo. Se usó el estimador recomendado por el programa Chao 2, a partir de una matriz de incidencia (presencia-ausencia); en el cual se estima a partir de las muestras evaluadas u observadas la probabilidad de encontrar nuevas especies conforme se siga incrementando la eficiencia del muestreo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003, Colwell y col., 2004). Estas curvas se realizaron con el programa ESTIMATES versión 9.1 (Colwell, 2013).



La riqueza de especies de briófitos y la diversidad de morfotipos de artrópodos se estimó como riqueza por medio del número de especies o morfotipos. Además, la diversidad de la comunidad de artrópodos se estimó a través de índices de diversidad alfa, utilizando el índice de diversidad de Shannon-Wiener y el índice de equidad de Pielou (Krebs, 1985; Moreno, 2001; Bulla, 2003; Margurran, 2003), calculados con el número de individuos de cada morfotipo. El índice de Shannon y Pielou, tienen como ventaja que son independientes del tamaño de la muestra cuando la riqueza es baja, ya que toman como base que dentro de la muestra se encuentran todas las posibles especies presentes (Medina-Rangel, 2011). Para los cálculos de los índices de diversidad de Shannon y Pielou se utilizó el programa Microsoft-Excel 2007 (Microsoft, 2008).

Por otro lado la abundancia de artrópodos y briófitos fue estimada a través del número de individuos y porcentaje de frecuencia de aparición en las 12 muestras de cada transecta:

$$\text{Frecuencia de aparición} = f/N*100$$

f: número de muestras en que apareció la especie o morfotipo

N: número total de muestras

En el caso de los artrópodos también se calculó la densidad de individuos (número de individuos/100cm<sup>2</sup>).

### ***Análisis estadísticos***

Para determinar si existen diferencias significativas en la cobertura de briófitos entre los dos hábitats (transecta 1 y 2) y entre los dos muestreos se realizó un ANOVA de una vía; debido a que los datos obtenidos cumplen con el supuesto de homocedasticidad de varianzas determinado previamente. Sin embargo, para determinar si existen diferencias significativas de la abundancia de artrópodos entre los dos hábitats (transecta 1 y 2) en ambos muestreos se realizó un análisis de varianza no paramétrico, Kruskal-Wallis; debido

a que los datos obtenidos no cumplen con el supuesto de homocedasticidad de varianzas determinado previamente. Estos cálculos se realizaron con el programa PAST versión 1.0 (Hammer y col., 2001).

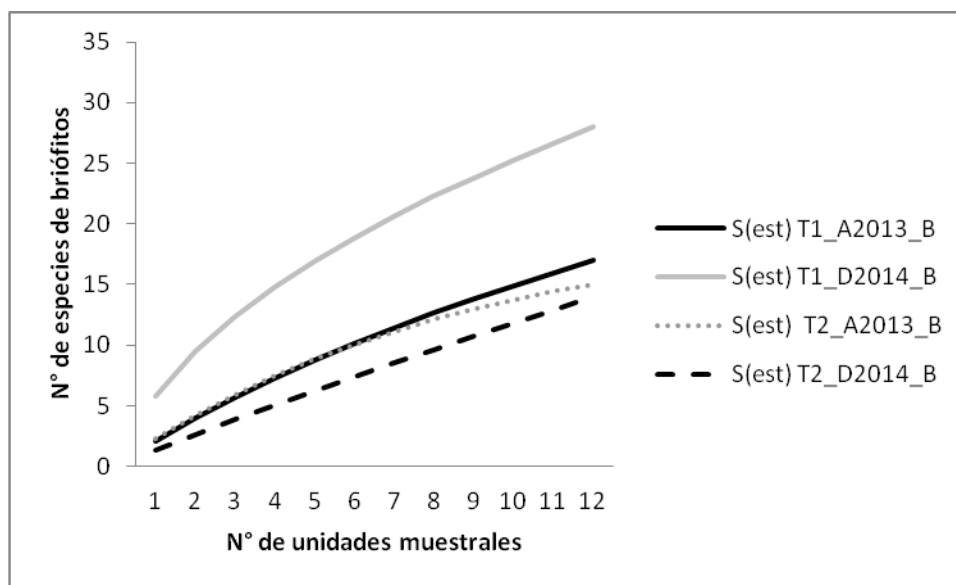
Para determinar cuáles tipos de sustratos (suelo, roca, tronco vivo) y especies de briófitos pudiesen estar afectando la distribución de los artrópodos en los dos hábitats, se realizó un análisis de Correspondencia Canónico (ACC), con el programa PC-ORD versión 6 (McCune y Mefford, 2011).

## RESULTADOS

### Eficiencia del muestreo

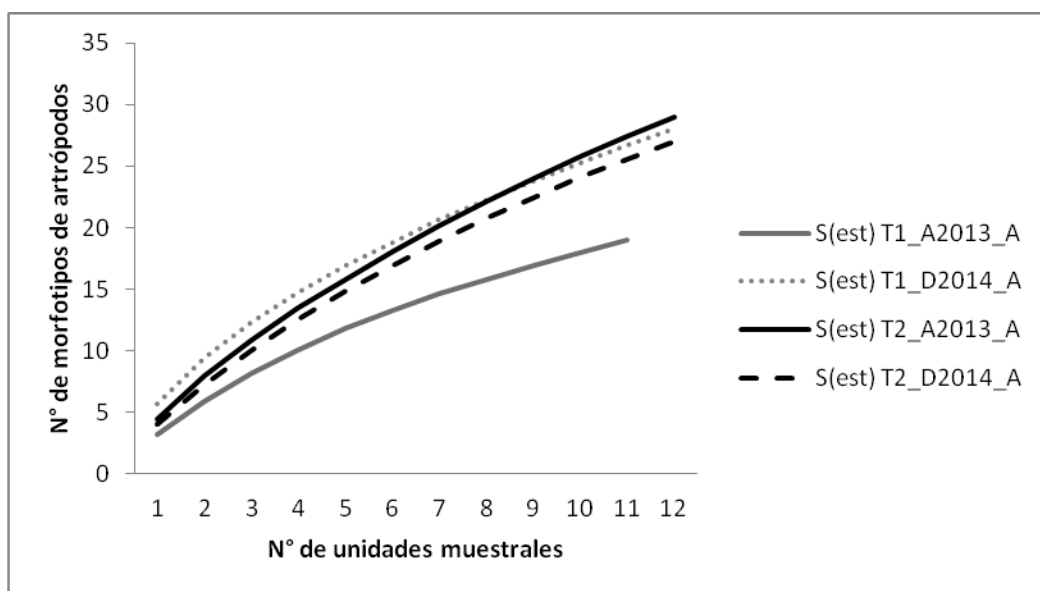
Las curvas de especies estimadas ( $S(\text{est})$ ) a partir de las observadas, no alcanzaron una pendiente igual a cero en ninguna de las transectas (Figura 5 y 6). Esto implica que existe la probabilidad de encontrar nuevas especies si se incrementa el número de muestras en los próximos estudios.

Las curvas de acumulación de briófitos muestran una eficiencia del 71 % (Transecta 1, agosto de 2013), 80% (Transecta 2, agosto de 2013), 43 % (Transecta 1, diciembre de 2014), 86 % (Transecta 2, diciembre de 2014), ya que en cada transecta se tomaron 12 muestras y la curva muestra que se requieren alrededor de entre 12 y 27 muestras dependiendo de la transecta.



**Figura 5:** Curva de acumulación de especies para briófitos en las transectas 1 y 2 en agosto de 2013 y diciembre de 2014.

Las curvas de acumulación de morfotipos de Arthropoda muestran una eficiencia 58 % (Transecta 1, agosto de 2013), 41% (Transecta 2, agosto de 2013), 42 % (Transecta 1, diciembre de 2014), 44 % (Transecta 2, diciembre de 2014), ya que en cada transecta se tomaron 12 muestras y la curva sugiere que se requieren alrededor de entre 15 y 30 muestras dependiendo de la transecta.



**Figura 6:** Curva de acumulación de morfotipos para Arthropoda en las transectas 1 y 2 en agosto de 2013 y diciembre de 2014.

## **Diversidad**

### ***Briófitos***

#### **Composición de especies**

Se obtuvo un total de 33 briófitos. Las hepáticas están representadas por 15 especies, 5 familias y 7 géneros. La familia más diversa fue Lejeunaceae con 10 especies. Los musgos están agrupados en 18 especies repartidos dentro de 10 familias y 12 géneros. La familia Fissidentaceae fue el taxón más diverso con 6 especies (Tabla 1).

**Tabla 1:** Lista de especies de briófitos: Hepáticas y musgos registrados en la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda)

Phylum	Familia	Especie	Abreviaturas
Marchantiophyta (Hepatica)	Fossombroniaceae	<i>Fossombronia</i> sp.	<i>Fos.</i>
	Frullaniaceae	<i>Frullania</i> aff. <i>kunzei</i> Lehm. & Lindenb.	<i>Fru-kun.</i>
		<i>Frullania</i> sp.	<i>Fru.</i>
	Lejeunaceae	<i>Aphanolejeunea</i> sp.	<i>Aph.</i>
		<i>Archilejeunea parviflora</i> (Nees) Schiffn.	<i>Arch-parv.</i>
		<i>Lejeunea</i> aff. <i>setiloba</i> Spruce	<i>Lej-set.</i>
		<i>Lejeunea</i> sp. 1	<i>Lej. 1</i>
		<i>Lejeunea</i> sp. 2	<i>Lej. 2</i>
		<i>Lejeunea</i> sp. 3	<i>Lej. 3</i>
		<i>Lejeunea</i> sp. 4	<i>Lej. 4</i>
		<i>Lejeunea</i> sp. 5	<i>Lej. 5</i>
	Grolle*	<i>Lejeunea trinitensis</i> Lindenb.*	<i>Lej-tri.</i>
		<i>Metalejeunea cucullata</i> (Reinw., Blume & Nees)	<i>Meta-cu.</i>
	Lophocoleaceae	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	<i>Loph-bid.</i>
	Marchantiaceae		<i>March.</i>
Bryophyta (Musgo)	Bartramiaceae	<i>Philonotis gracillima</i> Ångstr.*	<i>Phi-gra.</i>
	Brachytheciaceae	<i>Aerolindigia capillacea</i> (Hornsch.) M. Menzel	<i>Aero.</i>
		<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.*	<i>Brach-rut.</i>
	Dicranaceae	<i>Dicranella hilariana</i> (Mont.) Mitt.	<i>Dicr-hil.</i>
	Fissidentaceae	<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.	<i>Fab-cil.</i>
		<i>Fissidens angustifolius</i> Sull.	<i>Fis-ang.</i>
		<i>Fissidens curvatus</i> Hornsch.*	<i>Fis-cur.</i>
		<i>Fissidens dissitifolius</i> Sull.*	<i>Fis-dis.</i>
		<i>Fissidens elegans</i> Brid.	<i>Fis-ele.</i>
		<i>Fissidens submarginatus</i> Bruch in C. Krauss	<i>Fis-sub.</i>
	Hypnaceae	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W. R. Buck	<i>Chry-dim.</i>
	Pilotrichaceae	<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze	<i>Cycl-alb.</i>
Pottiaceae	<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger	<i>Hyo-inv.</i>	

	<i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr.*	<i>Tor-tor.</i>
Racopilaceae	<i>Racopilum</i> sp.	<i>Rac.</i>
Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	<i>Sem-subp.</i>
	<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	<i>Sem-subs.</i>

\*Nuevo registro para el estado Miranda.

La riqueza más alta de briófitos se presentó en agosto de 2013 en la transecta 1, tanto en hepáticas (7 especies), como en musgos (10 especies). Los musgos también presentaron una alta riqueza de especies en la transecta 2 en diciembre de 2014 (10 especies). De las 15 especies de hepáticas, 4 ocurrieron simultáneamente en ambas transectas (*Frullania* sp., *Lejeunea* sp. 1, *Lophocolea bidentata* y *Metalejeunea cucullata*). Del total de especies de musgos, 10 fueron comunes en ambos hábitats; mientras que se registraron 4 especies exclusivas de cada transecta (*Dicranella hilariana*, *Fissidens submarginatus*, *Racopilum* sp. y *Sematophyllum subsimplex*), (Tabla 2).

**Tabla 2:** Especies de briófitos presentes en cada transecta en agosto de 2013 y diciembre de 2014.

Phyllum	Familia	Especie (código*)	Transecta 1 (08-2013)	Transecta 2 (08-2013)	Transecta 1 (12-2014)	Transecta 2 (12-2014)
Matchantyyophyta (Hepática)	Fossombroniaceae	<i>Fos.</i>	-	-	-	X
	Frullaniaceae	<i>Fru-kun.</i>	-	X	-	-
		<i>Fru.</i>	X	-	-	X
		<i>Aph.</i>	X	-	-	-
		<i>Arch-parv.</i>	X	-	-	-
		<i>Lej-set.</i>	-	X	-	-
		<i>Lej. 1</i>	-	-	-	-
		<i>Lej. 2</i>	-	-	X	X
		<i>Lej. 3</i>	X	-	X	X
		<i>Lej. 4</i>	X	-	-	-
		<i>Lej. 5</i>	X	-	-	-
		<i>Lej-tri.</i>	-	X	-	-
		<i>Meta-cu.</i>	X	-	-	-

	Lophocoleaceae	<i>Loph-bid.</i>	-	X	X	-
	Marchantiaceae		-	-	X	-
	Bartramiaceae	<i>Phi-gra.</i>	-	X	X	X
	Brachytheciaceae	<i>Aero.</i>	X	-	X	X
		<i>Brach-rut.</i>	X	-	-	-
	Dicranaceae	<i>Dicr-hil.</i>	-	-	-	X
	Fabroniaceae	<i>Fab-cil.</i>	X	-	-	-
		<i>Fis-ang.</i>	-	-	X	X
		<i>Fis-cur.</i>	-	X	X	-
	Fissidentaceae	<i>Fis-dis.</i>	X	-	-	-
		<i>Fis-ele.</i>	X	-	-	-
		<i>Fis-sub.</i>	-	X	-	X
		<i>Fis-zoll.</i>	X	X	-	-
	Hypnaceae	<i>Chry-dim.</i>	X	-	-	X
	Pilotrichaceae	<i>Cycl-alb.</i>	-	-	X	X
	Pottiaceae	<i>Hyo-inv.</i>	X	X	-	-
		<i>Tor-tor.</i>	-	X	X	X
	Racopilaceae	<i>Rac.</i>	X	X	X	-
	Sematophyllaceae	<i>Sem-subp.</i>	X	X	X	X
		<i>Sem-subs.</i>	-	-	-	X
	<hr/>					
		<i>Riqueza</i>				
		<i>Hepáticas</i>	7	4	4	4
		<i>Riqueza</i>				
		<i>Musgos</i>	10	8	8	10
		<i>Riqueza total</i>	17	12	12	14

\*El significado de los códigos de las especies está en la tabla 1.

## Descripción de especies de briófitos

Phyllum Bryophyta (Musgos)

Familia:

Bartramiaceae

*Philonotis gracillima* (Schwägr.) Brid. (Figura 15F)

Musgo acrocárpico, erecto, tipo césped largo, color verde claro. Tallo simple. Filidios con margen revoluto o doblemente serrado, lanceolados, dispuestos radialmente, cutícula papilosa en el margen y en la lámina lisa, costa simple, con hialodermis, banda central presente, rizoides. Crecen sobre roca, suelo y corteza, en ambientes soleados.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

Brachytheciaceae

*Aerolindigia capillacea* (Hornsch.) M. Menzel (Figura 14A, B)

Musgo pleurocárpico, erecto, tipo césped corto, color verde-oliva. Tallo simple. Filidios con margen serrulado, fuertemente lanceolados, dispuestos radialmente, cutícula lisa, costa simple y corta (1/3 del tamaño del filidio), banda central presente. Crecen sobre roca y corteza, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares



(1995), Sharp y col., (1995a, b), Buck (1998), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

*Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp. (Figura 14C, D)

Musgo pleurocárpico, tipo tapete, color verde amarillo. Tallo ramificado. Filidios con margen serrado, ovados con ápice acuminado, dispuestos radialmente, cutícula lisa, costa simple, banda central presente. Crecen sobre roca, son generalistas o de ambientes soleados.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Buck (1998), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

Dicranaceae

*Dicranella hilariana* (Mont.) Mitt. (Figura 14L, J, K)

Musgo acrocárpico, erecto, tipo césped corto, color verde-marrón. Tallo simple. Filidios con margen entero, lineares con ápice agudo, dispuestos radialmente, cutícula lisa, costa simple, células hialinas. Crecen sobre suelo, en ambientes soleados.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp

(2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

#### Fabroniaceae

*Fabronia ciliaris* (Brid.) Brid. (Figura 15B, C)

Musgo pleurocárpico, tipo tapete, color verde claro-amarillo. Tallo ramificado. Filidios con margen entero, lanceoladas con ápice acuminado, dispuestos radialmente, cutícula lisa, costa simple, células alares. Crecen sobre corteza, en ambientes soleados.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Buck (1998), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

#### Fissidentaceae

*Fissidens angustifolius* Sull. (Figura 14L, 15A)

Musgo acrocárpico, tipo tapete, color verde claro-amarillo. Tallo simple. Filidios con margen entero, ovados con ápice agudo, dispuestos dorsoventralmente, cutícula mamilosa, costa simple, lamina vaginante con margen entero, banda central presente, rizoides. Crecen sobre roca, suelo y corteza, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Pursell (2007), Moreno y García (2008), Moreno y

Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

*Fissidens curvatus* Hornsch. (Figura 15G, H)

Musgo acrocárpico, tipo césped corto, color verde claro-amarillo. Tallo simple. Filidios con margen entero, ovados con ápice agudo, dispuestos dorsoventralmente, cutícula lisa, costa simple, lámina vaginante con margen entero, banda central a veces presente, rizoides. Crecen sobre roca y suelo, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Pursell (2007), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

*Fissidens dissitifolius* Sull. (Figura G, H)

Musgo acrocárpico, tipo césped corto, color verde claro-amarillo. Tallo simple. Filidios con margen entero, ovados con ápice agudo, multiestratificado, serrado en el ápice, presencia de lámina vaginante con margen entero, dispuestos dorsoventralmente, cutícula lisa, costa simple y percurrente (17 células por debajo del ápice), lámina vaginante con margen entero, banda central a veces presente, rizoides. Crecen sobre suelo, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Pursell (2007), Moreno y García (2008), Moreno

y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

*Fissidens elegans* Brid. (Figura 15I)

Musgo acrocárpico, tipo césped corto, color verde claro-amarillo. Tallo simple. Filidios con margen serrulado, ovados con ápice agudo, presencia de lámina vaginante con margen entero, dispuestos dorsoventralmente, cutícula pluripapilosa, costa simple y corto excurrente (8 células por debajo del ápice), banda central presente, rizoides. Crecen sobre corteza, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Pursell (2007), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

*Fissidens submarginatus* Bruch in C. Krauss (Figura 15J)

Musgo acrocárpico, tipo césped corto, color verde claro-amarillo. Tallo simple. Filidios con margen crenulado o serrado presente sólo del lado de la lámina vaginante, ovados con ápice agudo, presencia de lámina vaginante con margen entero, dispuestos dorsoventralmente, cutícula papilosa, costa simple, rizoides. Crecen sobre roca y suelo, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Pursell (2007), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

*Fissidens zollingeri* Mont.(Figura 15D)

Musgo acrocárpico, tipo césped corto, color verde claro-amarillo. Tallo simple. Filidios con margen entero y serrulado en el ápice, ovados con ápice agudo, presencia de lámina vaginante con margen entero, dispuestos dorsoventralmente, cutícula lisa, con células hexagonales, costa simple que confluye en el ápice, banda central a veces presente, rizoides. Crecen sobre roca y suelo, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Pursell (2007), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

Hypnaceae

*Chryso-hypnum diminutivum* (Hampe) W. R. Buck (Figura 14G, H)

Musgo pleurocárpico, tipo tapete, color verde claro. Tallo simple. Filidios con margen serrulado, lanceolada con ápice aristado, dispuestos radialmente, cutícula con células plurilosas, presencia de células alares bien diferenciadas, costa doble y muy pequeña, banda central presente, rizoides. Crecen sobre roca y corteza en descomposición, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Buck (1998), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

## Pilotrichaceae

### *Cyclodictyon albicans* (Hedw.) Kuntze (Figura 14E, F)

Musgo pleurocárpico, tipo tapete, color verde muy claro. Tallo ramificado. Filidios con margen serrado a veces entero, oblonga con ápice cuspidado, dispuestos radialmente, cutícula lisa, costa doble. Crecen sobre roca y suelo. Son generalistas.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Buck (1998), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

## Pottiaceae

### *Hyophila involuta* (Hook.) A. Jaeger

Musgo acrocárpico, erecto, tipo césped corto, color marrón. Tallo simple. Filidios con margen denticulado, ovados, dispuestos radialmente, cutícula mamilosa o lisa, costa simple, banda central presente, rizoides. Crecen sobre roca, en ambientes soleados.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Zander (1993), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

*Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. (Figura 16F, G)

Musgo acrocárpico, erecto, tipo césped largo, color verde-marrón. Tallo simple. Filidios con margen entero, lineares con ápice agudo, dispuestos radialmente, cutícula pluripapilosa, costa simple, con hialocistos, con hialodermis, banda central presente, rizoides marrón-rojizo. Crecen sobre roca. Pueden ser generalistas o de ambientes soleado.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Zander (1993), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

Racopilaceae

*Racopilum* sp. (Figura 15K, L)

Musgo pleurocárpico, tipo tapete denso, color marrón-amarillo. Tallo simple. Filidios dimórficos, dispuestas dorsoventralmente, filidios dorsales y laterales con margen serrado hacia la parte distal, filidios dorsales oblongos con ápice cuspidado y filidios laterales ovados con ápice aristado, cutícula lisa a ligeramente papilosa, costa simple, banda central presente, rizoides. Crecen sobre roca y suelo, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Buck (1998), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

## Sematophyllaceae

### *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton (Figura 16D, E)

Musgo pleurocárpico, tipo tapete, color verde. Tallo ramificado. Filidios con margen entero, lanceolados, dispuestos radialmente, cutícula lisa, células alares, banda central presente. Crecen sobre roca, suelo y corteza, en ambientes húmedos, bajo sombra.

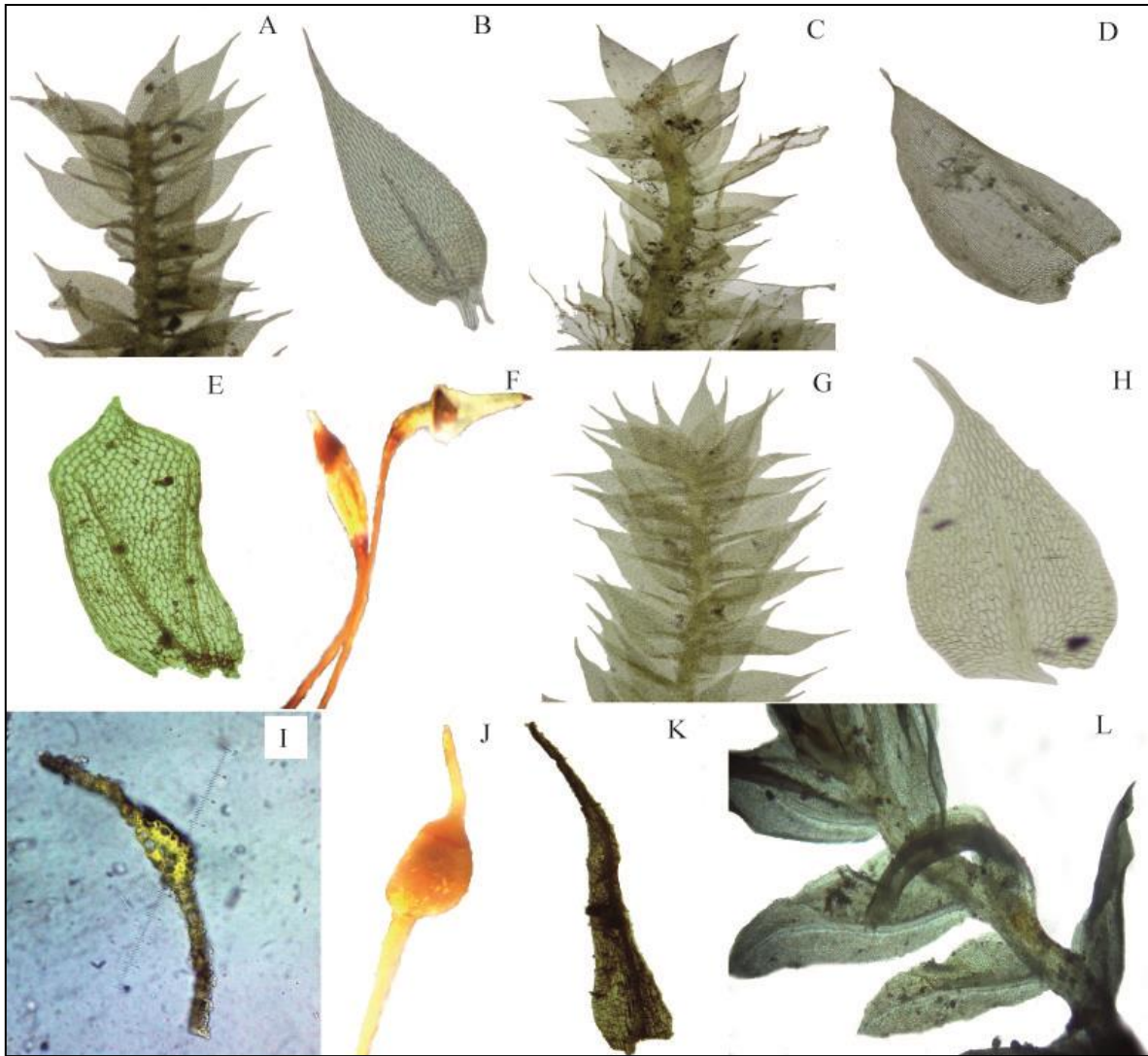
Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Buck (1998), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

### *Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt. (Figura 16A, B, C)

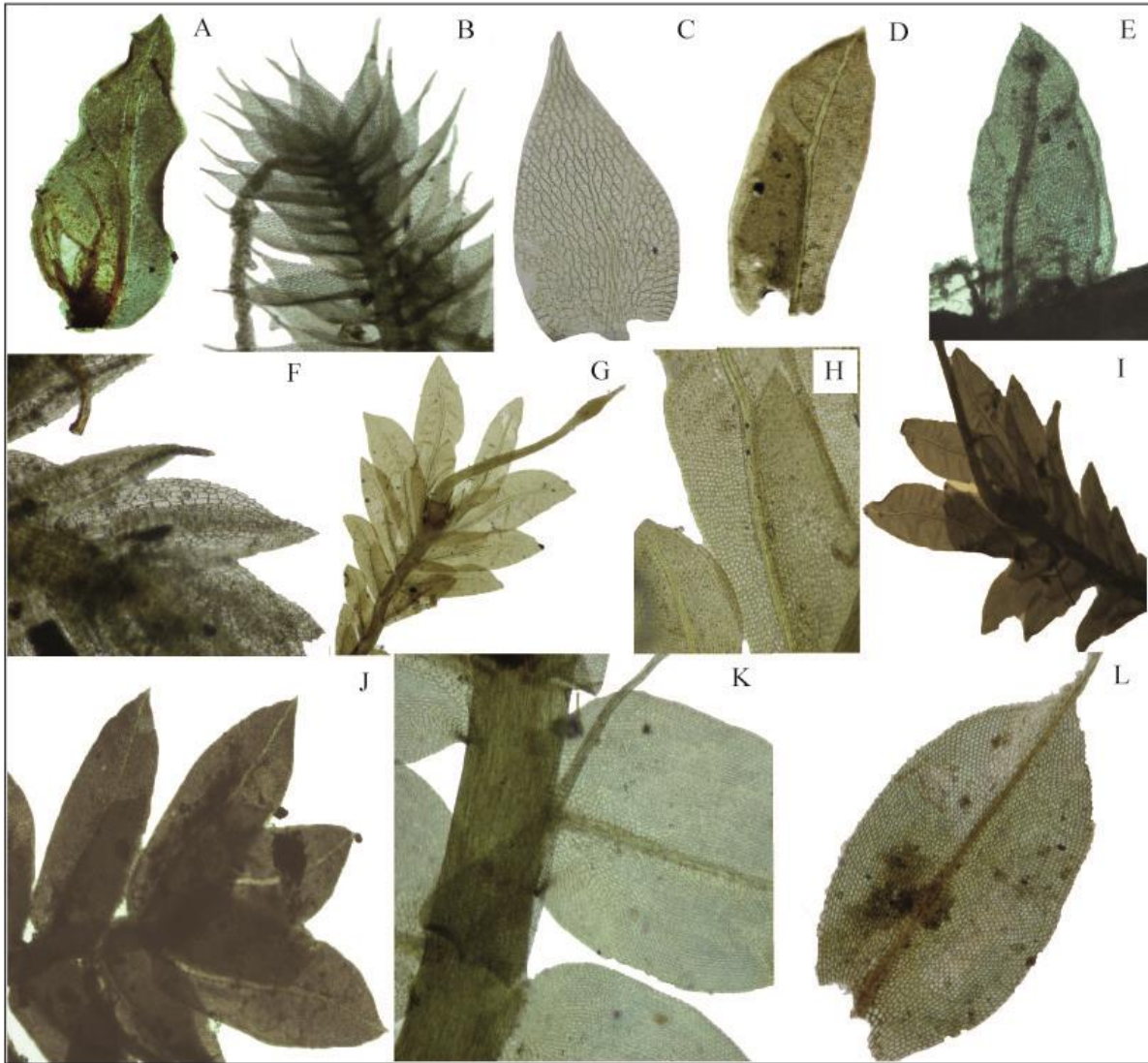
Musgo pleurocárpico, tipo tapete, color verde. Tallo ramificado. Filidios con margen entero, lanceolados, dispuestos radialmente, cutícula lisa, células alares. Crecen sobre roca y corteza, en ambientes soleados.

Referencias: Pittier (1937), Pursell y Curry (1970), Pursell (1973), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979a, b, c, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Gradstein (1992), Allen (1994a, b), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a, b), Buck (1998), Gradstein y col., (2001), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y García (2006), Moreno y García (2008), Moreno y Morales (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales (2009), Morales y Moreno (2010).

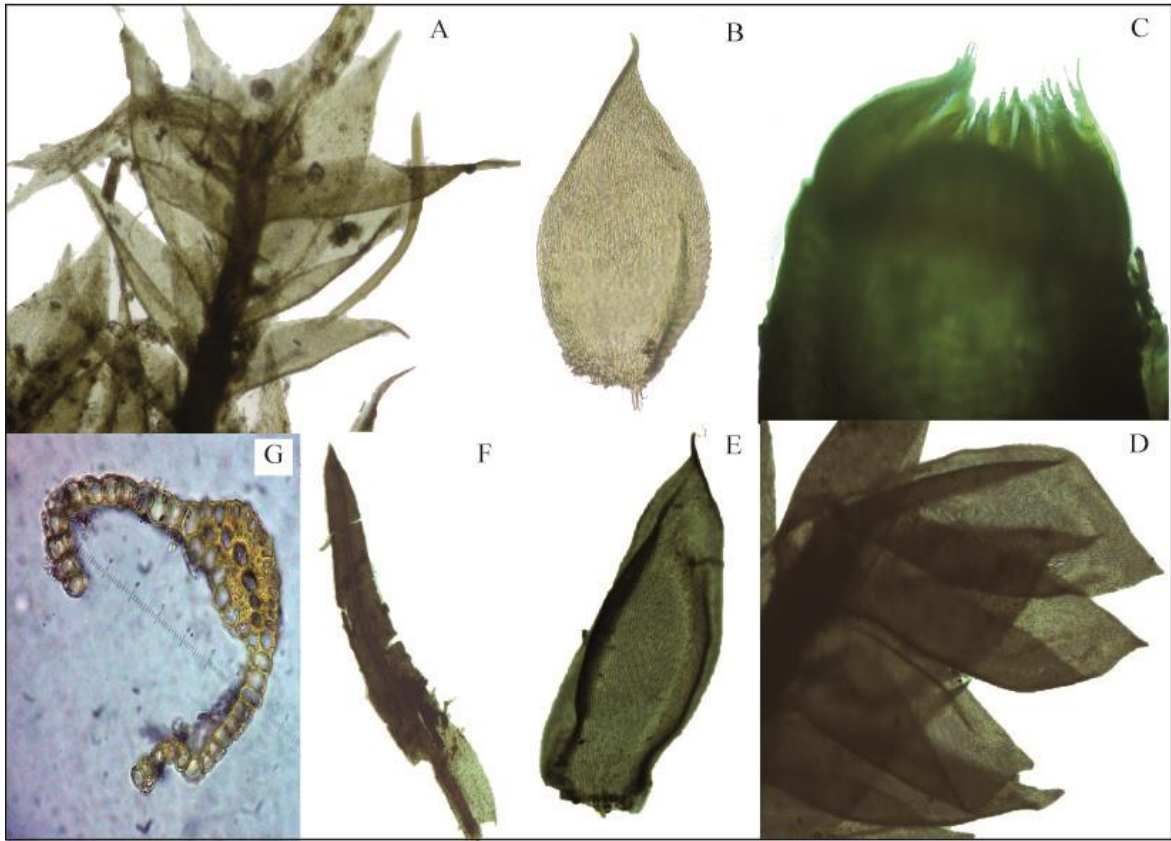




**Figura 14:** *Aerolindigia capillacea*: A: Hábito, B: Filidio; *Brachytecium rutabulum*: C: Hábito, D: Filidio; *Cyclodictyon albicans*: E: Esporofito, F: Filidio; *Chryso-hypnum diminutivum*: G: Esporofito, H: Filidio; *Dicranella hilariana*: I: Corte transversal, J: Esporofito; K: Filidio; *Fissidens angustifolius*: L: Hábito.



**Figura 15:** *Fissidens angustifolius*: A: Filidio; *Fabronia ciliaris*: B: Hábito, C: Filidio; *Fissidens zolligeri*: D: Filidio; *Fissidens curvatus*: E: Filidio; *Philonotis gracillima*: F: Hábito; *Fissidens dissitifolius* G: Hábito, H: Filidio; *Fissidens elegans*: I: Hábito; *Fissidens submarginatus*: J: Hábito; *Racopilum* sp.: K: Hábito, L: Filidio.



**Figura 16:** *Sematophyllum subsimplex*: A: Hábito, B: Filidio, C: Dientes de la cápsula del esporofito; *Sematophyllum subpinnatum*: D: Hábito, E: Filidio; *Tortella tortuosa*: F: Corte transversal, G: Filidio

## Phyllum Marchantiophyta (Hepáticas)

Familia:

Frullaniaceae

*Frullania* aff. *kunzei* Lehm. & Lindenb. (Figura 17C)

Hepática foliosa, tipo césped corto, color marrón-amarilla. Tallo ramificado. Presencia de lóbulo, lobo con margen entero, cutícula lisa, rizoides, filidios dispuestos dorsoventralmente, anfigastros. Crecen sobre roca, en ambientes soleados.

Referencias: Stotler (1969), Pursell y Curry (1970), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979b, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Gradstein (1992), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Moreno y García (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010).

Fossombroniaceae

*Fossombronia* sp. (Figura 17D)

Hepática talosa, tipo tapete, color verde. Tallo simple. Lobo con margen truncado, cutícula lisa, rizoides color morado-rojo, muy abundantes, filidios dispuestos dorsoventralmente. Crecen sobre roca, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pursell y Curry (1970), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979b, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Gradstein (1992), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Moreno y García (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010).

## Lejeunaceae

### *Aphanolejeunea* sp. (Figura 17H)

Hepática foliosa, tipo tapete, lóbulo, lobos con margen entero, cutícula lisa, dispuestos dorsoventralmente, anfigastros que ocupan más del doble que los lobos. Crecen sobre corteza, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pursell y Curry (1970), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979b, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Gradstein (1992), Gradstein (1994), Reiner-Drehwald (1999, 2000), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Dauphin y col., (2008), Moreno y García (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010).

### *Archilejeunea parviflora* (Nees) Schiffn. (Figura 17F)

Hepática foliosa, tipo tapete, lóbulo, lobos con margen entero, cutícula lisa, dispuestos dorsoventralmente, rizoides, anfigastros. Crecen sobre corteza, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pursell y Curry (1970), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979b, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Gradstein (1992), Gradstein (1994), Reiner-Drehwald (1999, 2000), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Dauphin y col., (2008), Moreno y García (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010).

### *Lejeunea* aff. *setiloba* Spruce (Figura 17G)

Hepática foliosa, tipo tapete, lóbulo, lobo con margen entero, cutícula lisa, rizoides, dispuestos dorsoventralmente, con hialodermis, anfigastros. Crecen sobre roca y suelo, en ambientes soleados.

Referencias: Pursell y Curry (1970), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979b, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Gradstein (1992), Gradstein (1994), Reiner-Drehwald (1999, 2000), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Dauphin y col., (2008), Moreno y García (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010).

*Lejeunea trinitensis* Lindenb. (Figura 17I, J)

Hepática foliosa, tipo tapete, lóbulo muy reducido con diente de 3-4 células de largo, lobo con margen entero, cutícula lisa, presencia de rizoides, dispuestos dorsoventralmente, con hialodermis, presencia de anfigastos. Crecen sobre roca, en ambientes soleados.

Referencias: Pursell y Curry (1970), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979b, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Gradstein (1992), Gradstein (1994), Reiner-Drehwald (1999, 2000), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Dauphin y col., (2008), Moreno y García (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010)

*Metalejeunea cucullata* (Reinw., Blume & Nees) Grolle (Figura 17B)

Hepática foliosa, tipo tapete, lóbulos grandes ocupando al menos la mitad del lobo, lobo con margen entero, cutícula lisa, rizoides, dispuestos dorsoventralmente, anfigastos. Crecen sobre corteza, en ambientes húmedos, bajo sombra.

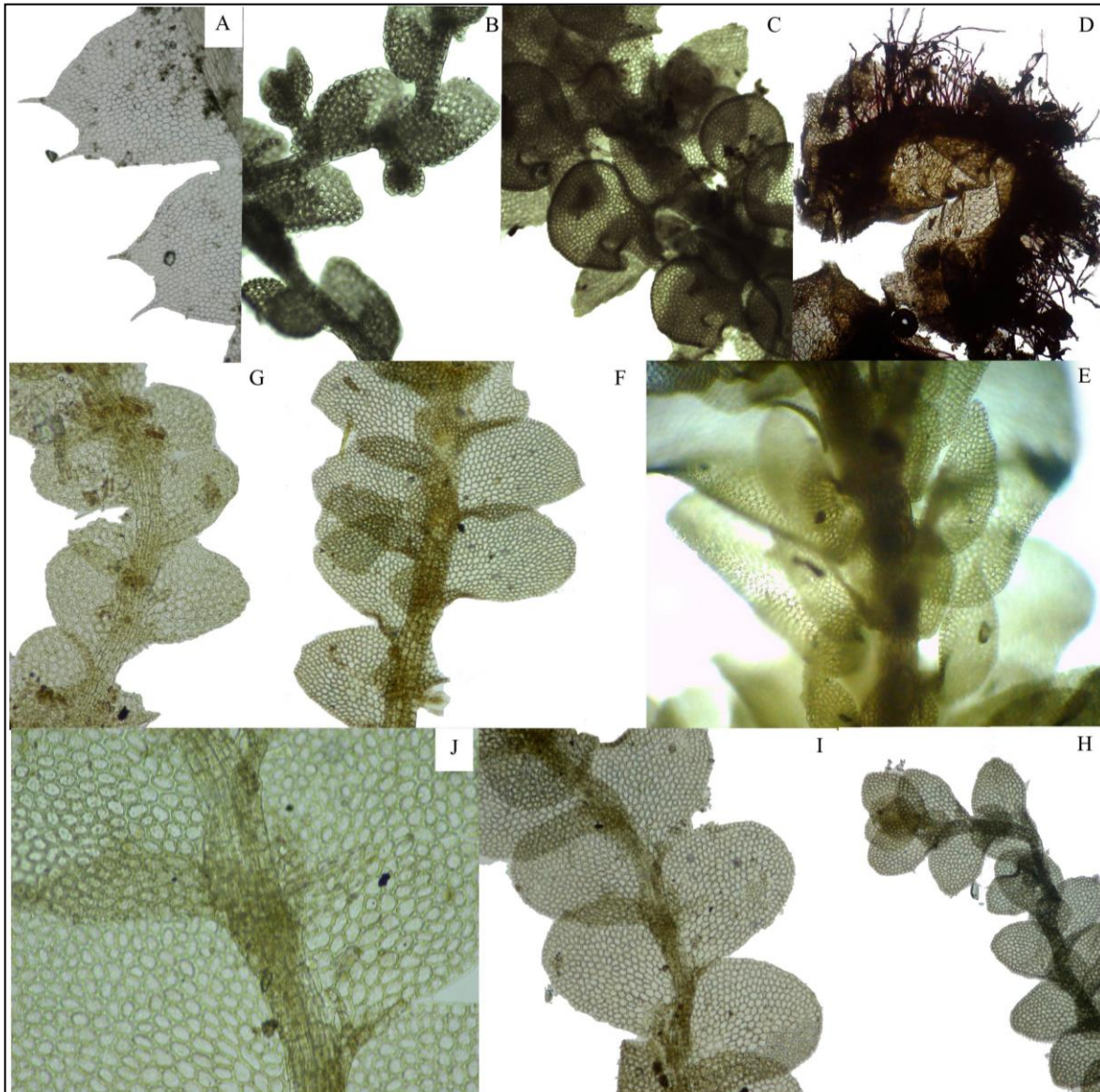
Referencias: Pursell y Curry (1970), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979b, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Gradstein (1992), Gradstein (1994), Reiner-Drehwald (1999, 2000), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Dauphin y col., (2008), Moreno y García (2008), Gradstein e Ilkiu-Borges (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010).

## Lophocoleaceae

### *Lophocolea bidentata* (L.) Dumort. (Figura 17A)

Hepática foliosa, tipo tapete, lobo con margen entero, cutícula lisa, rizoides, dispuestos dorsoventralmente, anfigastros. Crecen sobre roca y suelo, en ambientes húmedos, bajo sombra.

Referencias: Pursell y Curry (1970), Ramírez (1974), Ramírez y Crusco de Dall'Aglio (1979b, 1981), Pócs (1982), Mägdefrau (1983), Gradstein (1992), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Lüth y Schäfer-Verwimp (2004), Morales y col., (2006), Moreno y García (2008), Gradstein e Ikiu-Borges (2009), Morales y Moreno (2009), Morales (2010), Morales y Moreno (2010).



**Figura 17:** *Lophocolea bidentata*: A: Hábito, *Metalolejeunea cucullata*: B: Hábito; *Frullania aff. Kunzei*: C: Hábito, *Fossombronia* sp. D: Hábito, *Frullania* sp. E: Hábito, *Archilejeunea parviflora* F: Hábito, *Lejeunea aff. setiloba*: G: Hábito, *Aphanolejeunea* sp. H: Hábito, *Lejeunea trinitensis* I: Hábito, J: Diente en el lóbulo.



## *Arthropoda*

### Composición de grupos

Se registró un total de 59 morfotipos entre los dos muestreos divididos en 4 clases: Chilopoda, Arachnida (tres órdenes), Malacostraca (un orden) y Hexapoda (nueve órdenes) (Tabla 3).

**Tabla 3:** Identificación de Arthropoda\* encontrados asociados a hepáticas y musgos en la Hacienda Pozo Suruapo (Edo. Miranda).

Subphyllum	Clase	Subclase	Orden	Grupo	Suborden	Familia
Myriapoda	Chilopoda					
Chelicerata	Arachnida		Araneae			
		Acari		Opilioacariformes	Opilioacarida	
				Acariformes	Oribatida	
				Parasitiformes		Ixodidae
			Pseudoscorpionida			
Crustacea	Malacostraca		Isopoda			
Hexapoda			Collembola			Poduridae Entomobryidae
		Insecta	Archaeognatha			
			Hemiptera		Homoptera	Aphididae
					Heteroptera	Tingidae Pentatomidae Cydniidae
			Thysanoptera			Phlaeothripidae
			Orthoptera			
			Coleoptera			Staphylinidae
			Hymenoptera			Formicidae: (Myrmicinae)
			Diptera			Ceratopogonidae Drosophilidae
			Lepidoptera			

\*Clasificación taxonómica tomada de Triplehorn y Johnson, 2005 y <http://tolweb.org/> [febrero de 2015]

Se estimó la diversidad de artrópodos por medio de la riqueza, los índices de Shannon y de equidad de Pielou en cada transecta (Tabla 4 y 5). Los grupos con mayor variedad de morfotipos encontrados fueron el orden Acari dentro de Arachnida con 11 morfotipos y el orden Coleoptera también con 11 morfotipos de la Clase Hexapoda.

De los 59 morfotipos registrados solamente 22 fueron encontrados simultáneamente en los dos hábitats: 7 coleópteros, 6 ácaros, 2 colémbolos, y uno de araña, hormiga, Diptera (larva), Isopoda y Chilopoda (Tabla 4). En la transecta 1 (diciembre de 2014) se registró una mayor variedad de morfotipos de los órdenes Acari (al igual que en la transecta 2 de diciembre de 2014) y de Coleoptera (larva); mientras que en la transecta 2 (agosto de 2013) se encontró la mayor cantidad de morfotipos en los órdenes Araneae y Pseudoscorpionida.

**Tabla 4:** Morfotipos de Arthropoda presentes en cada transecta (1 y 2) en los periodos de muestreo (agosto 2013 y diciembre 2014).

			Transecta	Transecta	Transecta	Transecta	
			1 (08-	2 (08-	1 (12-	2 (12-	
Clase	Arthropoda	Abreviatura	2013)	2013)	2014)	2014)	
Arachnida	Acari	Acari 1	aca_1	-	X	X	-
		Acari chato	aca_chat	X	-	X	-
		Acari grande	aca_gr	-	-	X	-
		Acari marrón	aca_mar	-	-	X	X
		Acari marrón 2	aca_mar 2	-	-	X	-
		Acari negro	aca_neg	X	X	X	X
		Acari negro 2	aca_neg 2	-	-	X	-
		Acari negro patas largas	aca_neg_pl	-	-	-	X
		Acari ocre	aca_ocr	-	-	X	X
		Acari					
		Parasitiforme	Gar	X	X	-	X

		Acari patas largas	aca_pl	X	X	X	X	
		Opilioacarida	opil	-	-	-	X	
		Opilioacarida 2	opil 2	-	-	X	-	
Araneae		Araneae 1	ara 1	-	X	-	-	
		Araneae 2	ara 2	-	X	-	-	
		Araneae 3	ara 3	X	X	-	-	
		Araneae 4	ara 4	-	X	-	-	
Pseudoscorpionida		Pseudoescorpion 2	Pspesp 1	-	X	-	X	
		Pseudoescorpion 3	Pspesp 2	-	X	-	-	
		Pseudoescorpion 3	Pspesp 3	-	X	-	-	
Chilopoda		Chilopoda	Cien	-	X	X	-	
Hexapoda	Archaeognatha	Archeognatha	arch	X	-	-	-	
	Coleoptera	Coleoptera 1	Col 1	-	-	X	-	
		Coleoptera 2	Col 2	-	-	X	-	
		Coleoptera 3	Col 3	-	-	X	X	
		Coleoptera						
		Staphilinidae	Col Sthap	X	X	-	X	
		Larva coleoptera 1	L col 1	X	X	X	-	
		Larva coleoptera 3	L col 3	-	-	-	X	
		Larva coleoptera 4	L col 4	-	X	X	X	
		Larva coleoptera 5	L col 5	-	X	-	-	
		Larva coleoptera 6	L col 6	-	X	X	-	
		Larva coleoptera 7	L col 7	-	-	X	X	
		Larva coleoptero 2	L col 2	X	X	X	X	
		Collembola	Entomobryidae	Coll Entom	X	X	X	X
			Poduridae	Coll Pod	X	-	X	X
Diptera	Larva Diptera 1	L dip 1	-	X	-	X		
	Larva Diptera 10	L dip 10	-	-	-	X		
	Larva Diptera 2	L dip 2	-	X	-	-		
	Larva Diptera 3	L dip 3	-	X	X	X		
	Larva Diptera 4	L dip 4	-	-	X	-		
	Larva Diptera 5	L dip 5	-	-	-	X		
	Larva							
	Drosophilidae	L dros	-	X	-	-		

		Pupa				
	Ceratopogonidae	P cerat	-	X	X	X
Hemiptera	Morfotipo 2	Hemp 2	X	-	-	-
	Morfotipo 3	Hemp 3	-	X	-	-
	Tingidae	Hemp ting	-	-	-	X
	Morfotipo 1	Hemp 1	-	X	-	-
	ninfa 1	Hem nin 1	X	-	-	-
	ninfa 2	Hem nin 2	-	-	-	X
		Homoptera				
	Aphididae	Hom aph	-	-	X	-
	Ninfa Hemiptera	N hemp				
	Cydnidae	cydn	X	-	-	-
Hymenoptera	Myrmicinae	Hor myr	X	X	X	-
	Pheidole					
	(Formicidae)	Hor phe	-	-	-	X
	Reina (Formicidae)	Hor rei	-	-	-	X
Lepidoptera	Larva Lepidoptera	L lep	X	-	-	-
	Larva Lepidoptera					
	2	L lep 2	X	-	-	-
Orthoptera	Orthoptera	Orthp	-	X	-	-
Thysanoptera	Phleothripidae	Thys	X	X	X	-
Malacostraca	Isopoda	Isop	-	X	X	X
		Riqueza				
		total	18	30	28	26

El índice de diversidad, equidad y la riqueza de morfotipos de artrópodos fueron muy similares en la mayoría de las transectas, siendo bastante altos ( $H = 3,74; 3,10$  y  $3,71$ ) a excepción de la transecta 1 en 2014 donde el valor fue muy inferior ( $H = 1,66$ ). En la mayoría de las transectas también se observa un índice de Pielou muy por debajo de uno ( $H' = 0,35; 0,63, 0,79$ ), lo cual indica una distribución poco equitativa de los morfotipos de artrópodos, a excepción de la transecta 1 en 2013 que resultó bastante alto ( $H' = 0,90$ ), lo cual indica una distribución más equitativa en la abundancia de los morfotipos de artrópodos (Tabla 5).

**Tabla 5:** Estimadores de diversidad de Arthropoda en las transectas 1 y 2 y los dos periodos de muestreo.

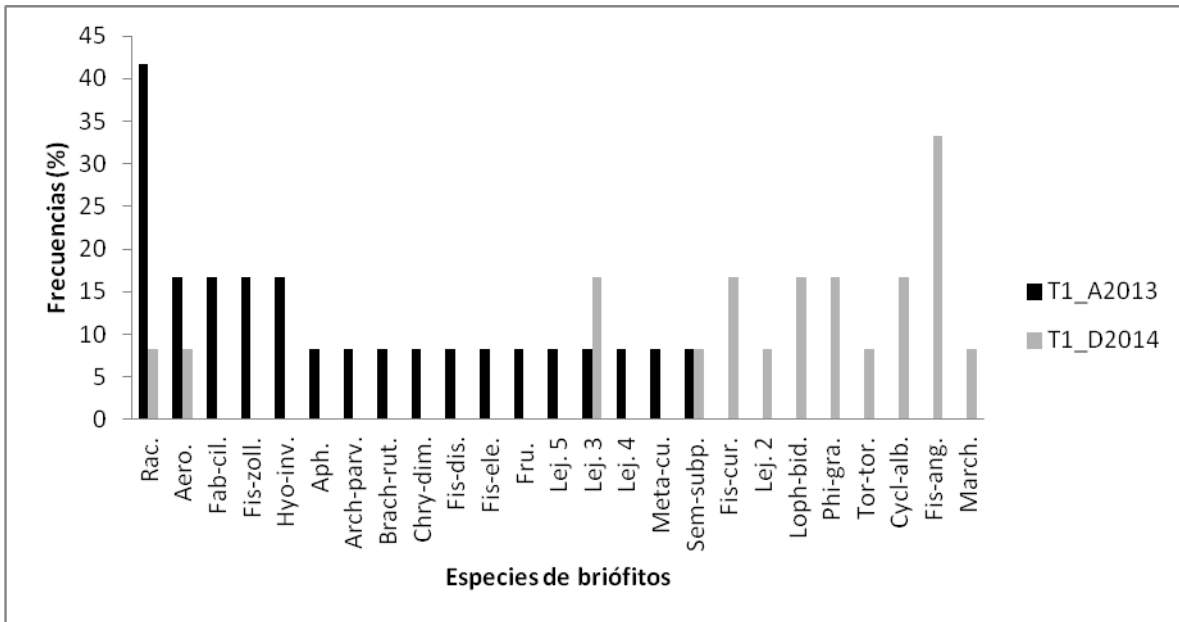
Transecta y muestreo	Índice de diversidad (Shannon)	Índice de equidad (Pielou)
1-Agosto (2013)	3,74	0,90
1-Diciembre (2014)	1,66	0,35
2-Agosto (2013)	3,10	0,63
2-Diciembre (2014)	3,71	0,79

## **Abundancia**

### ***Briófitos***

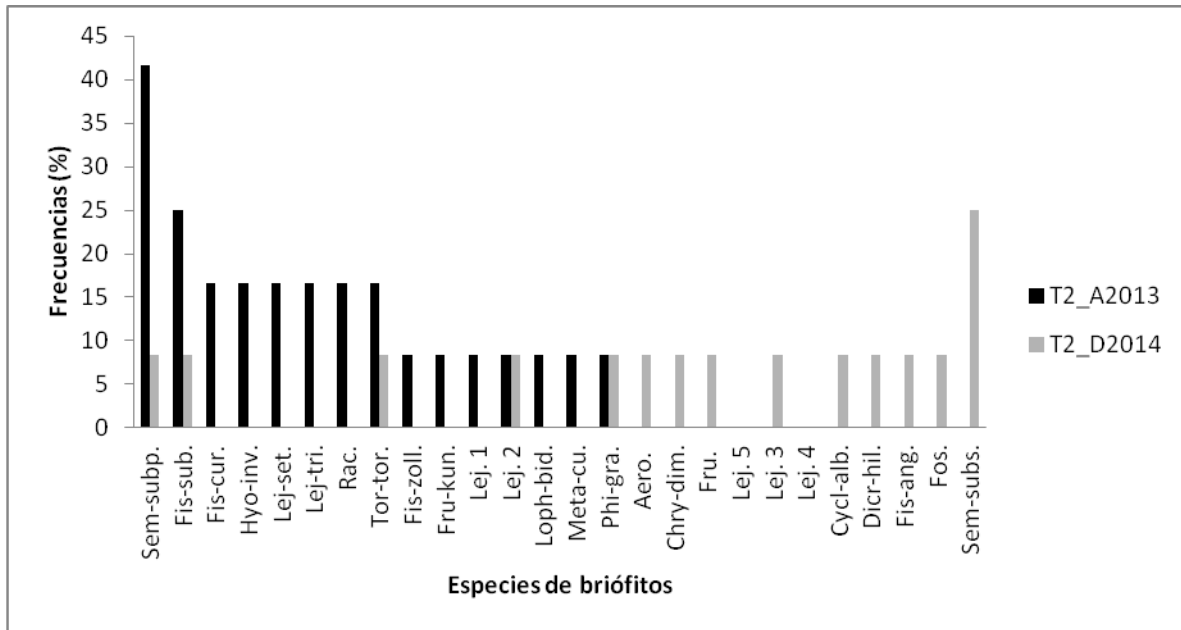
La abundancia de briófitos fue estimada por la frecuencia de aparición de cada especie en las muestras de las dos transectas (Figura 7 y 8). Ninguna especie tuvo una frecuencia de aparición de más del 41,7%. Además, se observa que en ambas transectas hay dominancia por parte de una especie dependiendo de la fecha (agosto 2013 o diciembre 2014).

En la transecta 1 las mayores frecuencias son la de *Racopilum* sp. en agosto de 2013 (41,7%) y *Fissidens angustifolius* en diciembre de 2014 (33,3%) (Figura 7). Las especies más raras en su mayoría corresponden a las hepáticas y algunos musgos, cuya frecuencia de aparición es menor al 10%. En algunos morfotipos se observa una frecuencia de aparición que aumenta o disminuye dependiendo de la época del año.



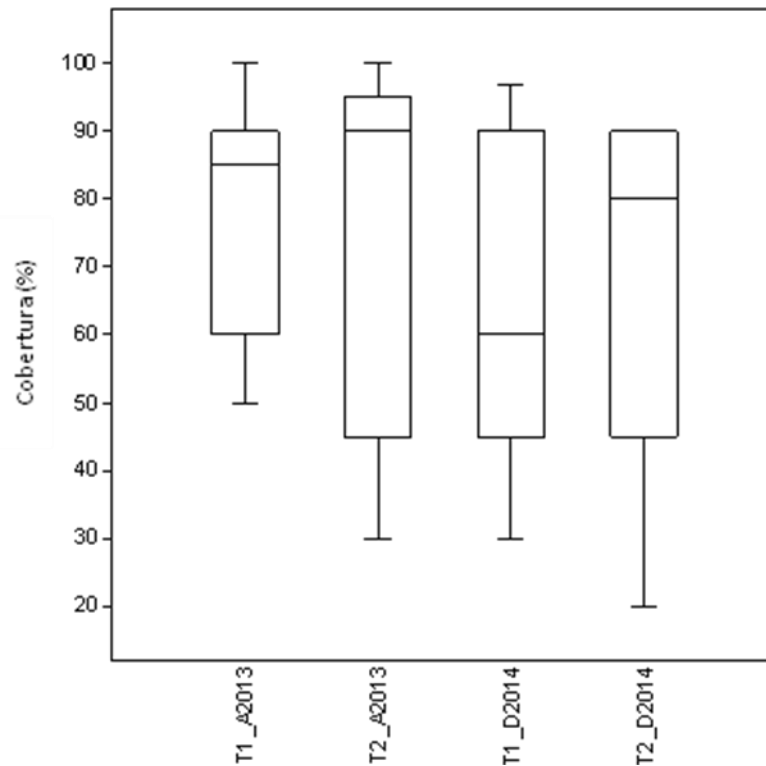
**Figura 7:** Porcentaje de frecuencias de aparición de especies en briófitos de la transecta 1 en agosto 2013 (T1\_A2003) y en diciembre 2014 (T1\_D2014)

En la transecta 2 ocurre algo similar a la transecta 1. La mayor frecuencia de aparición fue de 41,7% en agosto y de 25% en diciembre, la cual corresponde a una especie de musgo, *Sematophyllum subpinnatum* (Figura 8). Las especies más raras tuvieron una frecuencia de aparición menor al 10%.



**Figura 8:** Porcentaje de frecuencias de aparición de especies de briófitos de la transecta 2 en agosto 2013 (T2\_A2003) y en diciembre 2014 (T2\_D2014)

La cobertura total de los briófitos fue bastante variable entre los muestreos de agosto de 2013 y diciembre de 2014 en la transecta 1, mostrando un mínimo de 60% y un máximo de 90% en agosto, mientras que en diciembre se presentó un mínimo de 45% y un máximo de 95%. El promedio fue de aproximadamente 90% para el primer muestreo, y poco menos de 60% en el segundo. Los mínimos y máximos en el porcentaje de cobertura en la transecta 2 fueron similares al de la transecta 1 de diciembre de 2014, pero presentando un promedio de cobertura cercano al 90% (Figura 9).



**Figura 9:** Comparación del porcentaje de cobertura promedio de briófitos en las transectas 1 y 2 en agosto de 2013 y diciembre de 2014

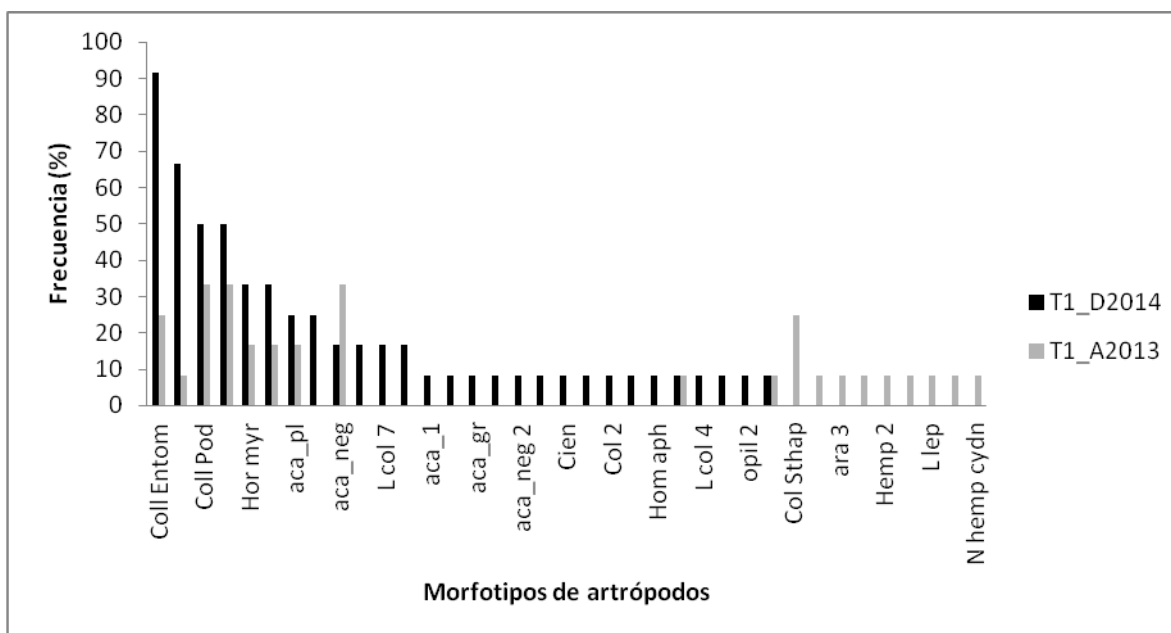
### *Arthropoda*

La abundancia de los artrópodos, se estimó por medio de las densidades por área de unidad muestral y las frecuencias de aparición de cada grupo. Se observa dominancia por parte de un morfotipo tanto para la densidad como para la frecuencia de aparición en ambas transectas pero solo en una época del año (diciembre de 2014).

En la frecuencia de aparición, el morfotipo más abundante coincide con el morfotipo de mayor densidad por unidad muestral en la transecta 1, el cual corresponde a Collembola (Familia Entomobryidae) cuya frecuencia es cercana al 90% (Figura 10). Las

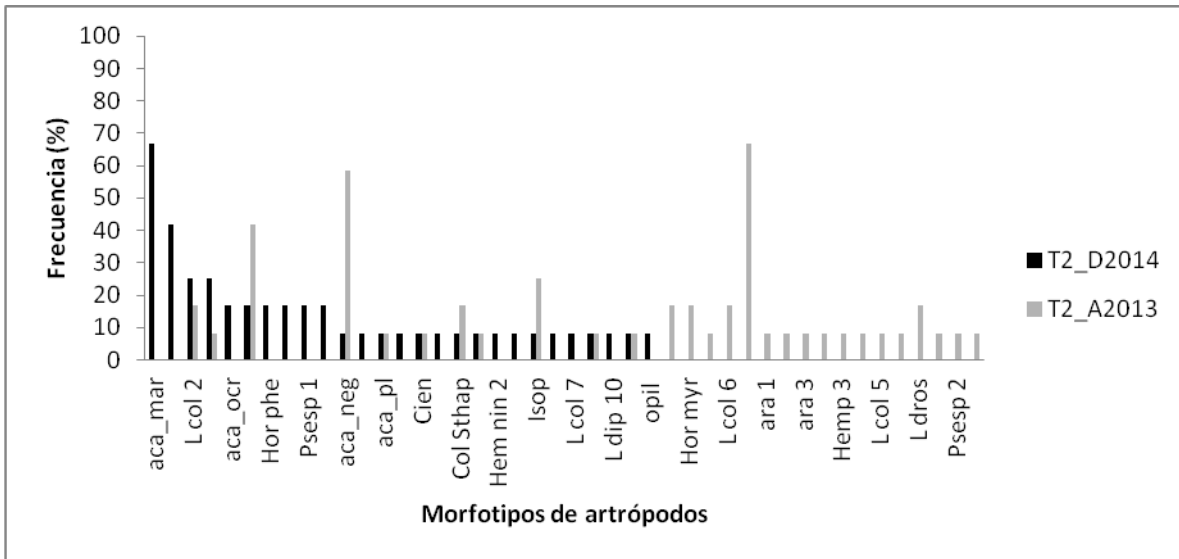


frecuencias de aparición de los morfotipos observados en diciembre de 2014 son superiores a la mayoría de los registrados en 2013; encontrándose que 4 de ellos tienen valores superiores a 41,7%, mientras que en el 2013, los más altos valores llegan al 33,3%. La gran mayoría de los morfotipos presenta una frecuencia de aparición menor al 10%.



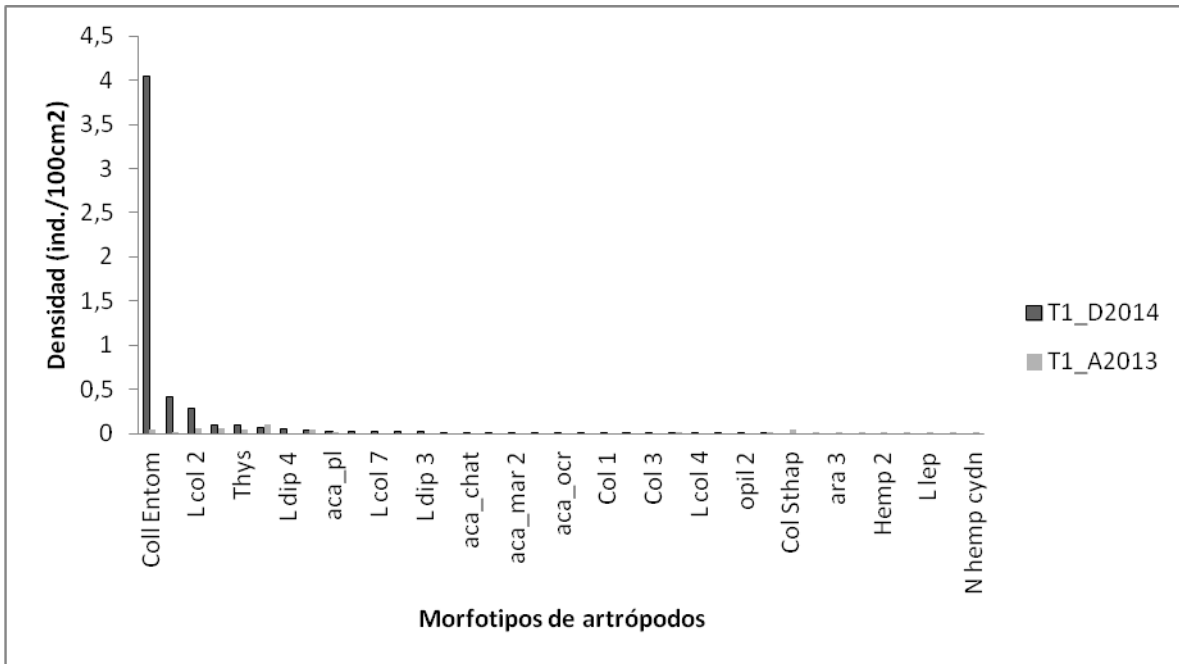
**Figura 10:** Porcentaje de frecuencias de aparición de morfotipos de Arthropoda de la transecta 1 en agosto de 2013 (T1\_A2013) y en diciembre 2014 (T1\_D2014)

La mayor frecuencia de aparición para la transecta 2, no se corresponde con la mayor densidad como en el caso anterior. La mayor frecuencia de aparición la presentan los dos morfotipos de ácaro marrón y negro en diciembre de 2014 y Thysanoptera en agosto de 2013 (Figura 11). Se observa que algunos morfotipos disminuyeron su frecuencia de aparición entre el 2013 y el 2014, mientras que en otros ocurrió lo contrario, y también hubo una desaparición de otras más, dependiendo de la época del año.



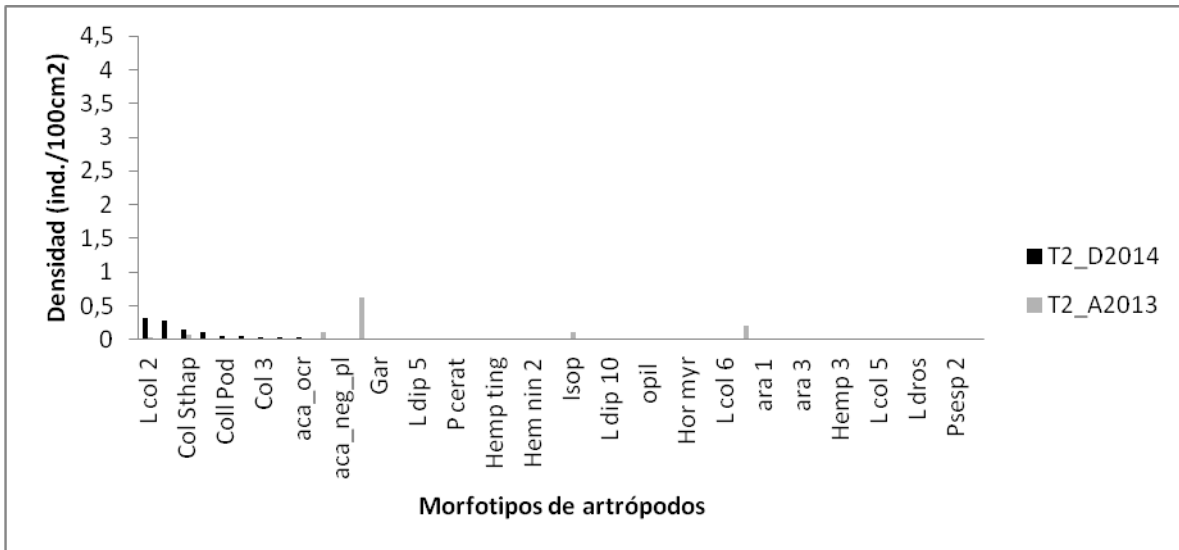
**Figura 11:** Porcentaje de frecuencias de aparición de especies de Arthropoda de la transecta 2 en agosto de 2013 (T2\_A2013) y en diciembre 2014 (T2\_D2014)

En la transecta 1 se observa una mayor densidad (4 ind./100cm<sup>2</sup>) por parte de Collembola (Familia Entomobryidae) en 2014, mientras que el resto de los morfotipos presentan densidades por debajo de 0,5 ind./100cm<sup>2</sup> en ambos muestreos (Figura 12).



**Figura 12:** Densidad de individuos por grupo de Arthropoda de la transecta 1 en agosto 2013 (T1\_A2003) y en diciembre 2014 (T1\_D2014)

La mayor densidad presente en la transecta 2 corresponde, al igual que en el caso anterior, al grupo Collembola (Familia Entomobryidae), pero con una densidad bastante inferior (menos de 0,5 ind./100cm<sup>2</sup>) (Figura 13).



**Figura 13:** Densidad de individuos por grupo de Arthropoda de la transecta 2 en agosto de 2013 (T2\_A2003) y en diciembre 2014 (T2\_D2014)

### **Distribución entre hábitats**

Para los briófitos, inicialmente se realizó una prueba de homocedasticidad de varianza (Test de Levene;  $p > 0,05$ ;  $p = 0,3232$ ), dando como resultado que las varianzas de los dos grupos de muestras (correspondientes a transecta 1 y 2) tomadas son iguales, por lo cual se utilizó un análisis de varianza para evaluar si existen diferencias significativas entre la distribución de cobertura de briófitos en dichas transectas en los dos periodos de muestreo (agosto de 2013 y diciembre de 2014). El análisis de varianza (ANOVA de una vía;  $F = 0,586$ ,  $df = 47$ ;  $p > 0,05$ ,  $p = 0,6274$ ) indicó que las diferencias obtenidas entre las medias de cada una de las transectas, tanto para agosto de 2013 como diciembre de 2014, no son significativas (Anexo 2-4).

En el caso de los artrópodos, de igual forma, se realizó una prueba de homocedasticidad de varianza (Test de Levene;  $p < 0,05$ ;  $p = 8,23E-07$ ), dando como resultado que las varianzas de los dos grupos de muestras tomadas (correspondientes a transecta 1 y 2) son diferentes, por lo cual se utilizó un análisis no paramétrico para determinar si existen diferencias significativas entre la distribución de la abundancia de artrópodos en dichas dos transectas

en los dos periodos de muestreo (agosto de 2013 y diciembre de 2014). El análisis de varianza por rangos (Kruskall-Wallis;  $H= 15,44$ ;  $H_c= 15,55$ ;  $p<0,05$ ;  $p=0,001404$ ) dio como resultado que las diferencias obtenidas entre las medias de cada una de las transectas, tanto para agosto de 2013 como para diciembre de 2014, son significativas. Además, se empleó la prueba *a posteriori* (Mann-Whitney) que dio diferencias entre las medias al comparar los artrópodos de ambos ambientes de la transecta 1 en diciembre de 2014 con la transecta 2 en ambos periodos de tiempo ( $p= 0,01288$ ) y en la transecta 1 durante los dos periodos de tiempo, agosto de 2013 y diciembre de 2014 ( $p=0,0006302$ ) (Anexo 5-7).

### **Asociación entre briófitos-arthropoda**

Para establecer posibles relaciones entre las especies de briófitos, los morfotipos de artrópodos y sus sustratos, se realizó un análisis de Correspondencia Canónica (ACC), en el cual las variables ambientales corresponden a los distintos tipos de sustratos (suelo, roca, tronco vivo) sobre los cuales se encontraron las muestras, además de las variables unidades muestrales, las especies de briófitos y los morfotipos de artrópodos.

Los resultados fueron obtenidos a una significancia de  $p < 0,05$  ( $p = 0,0010$ ). En la Figura 18 se distinguen cuatro grupos ubicados a cada uno extremo de los extremos de los tres ejes que representan los tres tipos de sustratos (dos grupos en el extremo del vector suelo y uno tanto para roca como para tronco vivo). Varias especies están dispersas hacia el centro y entre los tres ejes. Todo esto indica que algunas especies de briófitos y morfotipos de artrópodos asociados, se relacionan directamente con el tipo de sustrato sobre el cual estaban adheridos los briófitos.

En el sustrato tronco de árbol las especies de hepáticas más relacionadas fueron *Frullania* sp., *Archilejeunea parviflora* y *Metalolejeunea cucullata*; y en los musgos fueron *Fissidens elegans* y *Fabronia ciliaris*. En el sustrato roca las especies de hepáticas más relacionadas fueron *Fossombronia* sp., *Lejeunea trinitensis*, *Lejeunea* aff. *setiloba* y *Frullania* aff. *kunzei*; y en los musgos fueron *Brachytecium rutabulum*, *Tortella tortuosa* y

*Chryso-hypnum diminutivum*. En el sustrato suelo las especies de hepáticas más relacionadas fueron *Lophocolea bidentata*, *Lophocolea bidentata* y *Marchantia*; y en los musgos fueron *Fissidens dissitifolius*, *Dicranella hilariana* y *Philonotis gracillima*.

De los artrópodos el morfotipo más abundante y frecuente, los colémbolos (Entomobryidae), estuvo asociado mayormente a los briófitos de suelo; al igual que Thysanura. Otros grupos muy diversos, como los ácaros, presentaron la mayoría de sus morfotipos asociados con el sustrato suelo; mientras que en los coleópteros, su mayor diversidad estuvo asociada al sustrato roca.



## DISCUSIÓN

### Diversidad, abundancia y distribución de la comunidad

En briófitos la diversidad fue muy similar entre ambas transectas en los dos periodos de tiempo, puesto que la riqueza y cobertura fueron similares, siendo la composición de especies lo que varió. En cuanto a los artrópodos, la diversidad también fue muy similar entre las transectas 1 (12-2014) de hábitat húmedo y las transectas 2 de hábitat seco en ambos periodos de tiempo, ya que la riqueza fue parecida (entre 26 y 30 morfotipos), siendo la variante la composición de morfotipos de artrópodos. Esta variación encontrada en la composición de las especies de briófitos y morfotipos de artrópodos, en parte se debe a la variación de los parámetros ambientales entre los dos hábitats, como por ejemplo la humedad atmosférica y del suelo, y el grado de exposición al sol (Peck y Moldenke, 2011).

De las 33 especies de briófitos encontrados, un total de 8 son nuevos registros para el estado Miranda, de los cuales dos son hepáticas (*Lejeunea trinitensis*, *Metalejeunea cucullata*) y 6 son musgos (*Philonotis gracillima*, *Brachythecium rutabulum*, *Fissidens curvatus*, *Fissidens dissitifolius*, *Fissidens zollingeri*, *Tortella tortuosa*); lo que puede atribuirse a la escasez de estudios previos en la región.

La composición de especies de briófitos varió dependiendo de la transecta, como se mencionó anteriormente. Al comparar las especies de briófitos encontradas en la transecta 1 (bosque cerrado, de ambiente más húmedo) y la transecta 2 (bosque abierto, ambiente expuesto al sol), se observó que hay especies que solo se presentan en la transecta 1, otras sólo en la transecta 2 y otras en ambas transectas, esto debido a que algunas especies son especialistas y crecen solo en un tipo de ambiente, mientras que otras son generalistas (crecen en ambos ambientes) lo cual va a depender de su capacidad de retención de agua. Debido a esto último, hay especies que son más sensibles a la desecación como por ejemplo las hepáticas *Fossombronia sp.* y *Marchantia*, que no se encontraron en agosto (inicios del



periodo de lluvia) pero si en diciembre cuando había más humedad en el ambiente (periodo de lluvia) (Glime, 2013b). Las especies propias de ambientes húmedos, secos y generalistas encontradas, es consistente con lo reportado por otros autores como Pittier (1937), Mägdefrau (1983), Moreno (1990), Zander (1993), Gradstein (1994), Churchill y Linares (1995), Sharp y col., (1995a y b), Buck (1998), Reiner-Drehwald (1999), Reiner-Drehwald (2000), Gradstein y col., (2001), Gradstein y Costa (2003), Pursell (2007).

La frecuencia de aparición de hepáticas de la familia Lejeunaceae en la transecta 1 fue mayor debido a que estas especies tienden a establecerse en sitios más húmedos (Reiner-Drehwald, 1999; Reiner-Drehwald, 2000), mientras que en la transecta 2 las especies más frecuentes fueron los musgos *Sematophyllum subpinnatum*, seguido de *Fissidens submarginatus*, posiblemente debido a que en su mayoría, los musgos pueden establecerse y crecer en ambientes más soleados y con menor humedad ambiental (Churchill y Linares, 1995; Buck, 1998; Gradstein y col., 2001).

Con respecto a la composición de morfotipos de artrópodos asociados a las comunidades de briófitos, se encontraron representantes de cuatro subphyla: Myriapoda, Chelicerata, Crustacea y Atelocerata, de los cuales todas las clases, órdenes, subórdenes y familias halladas, han sido reportadas previamente por distintos autores a excepción de Opilioacarida; el cual es un suborden de ácaros muy poco conocido, con 17 especies identificadas para América, de las cuales una ha sido hallada en Venezuela (Vázquez y Klompen, 2009, De Oliveira y col., 2013, 2014). Dentro de Myriapoda se consiguió representantes de Chilopoda en muy baja abundancia lo cual coincide con lo mencionado por varios autores como Miller y col., (2007), Drozd y col., (2009), Bozanic (2011), Peck y Moldenke (2011), Bozanic (2013). En Arachnida, Pseudoscorpionida es un orden poco abundante, lo que coincide con lo encontrado en estudios realizados por Andrew y col., (2013), Drozd y col., (2009), Peck y Moldenke (2011), Bozanic (2011, 2013). El orden Araneae presentó una baja diversidad lo cual concuerda con Yanoviak y col., (2004), pero difiere a lo encontrado por autores como Miller y col., (2007), Drozd y col., (2009), Cutz y col., (2010), Bozanic (2011), Peck y Moldenke (2011), Bozanic (2013); quienes consiguieron una alta abundancia de arañas en este tipo de comunidades debido a la alta

abundancia de presas en este tipo de comunidades (como ácaros, colémbolos, larvas de Coleoptera y Diptera). El orden Acari fue uno de los más diversos junto con Coleoptera y Diptera (larvas) y que presentó una mayor frecuencia de aparición, lo que es consistente con los estudios Miller y col., (2007), Varguez-Noh y Cutz-Pool (2013). Acari también ha sido reportado por Palacios-Vargas y col., (1999), Andrew y Rodgerson (1999), Drozd y col., (2009), Bozanic (2013), Varguez y Cutz (2013). Bokhorst y col., (2014) mencionan que la abundancia de este grupo en un área, aumenta con la presencia de briófitos. Esto puede deberse a que los musgos les proveen de refugio y de sustratos en los cuales se desarrollan hongos que les sirven de alimento (Merrifield e Ingham, 1998; Peck y Moldenke, 2011). Además, la frecuencia de aparición de los ácaros fue mayor en la transecta 2, lo que puede deberse a que a diferencia de otros organismos, la disminución de humedad no tiene un gran efecto sobre los ácaros (Lippert, 1971). Sin embargo, cuando se comparan los dos muestreos, fue mayor en diciembre la diversidad y frecuencia de aparición de ácaros en comparación con agosto, posiblemente debido a que en diciembre aumentó la cantidad de presas y detritos por las lluvias (Korsu, 2004; Cutz y col., 2010; Varguez y Cutz, 2013). Dentro de los ácaros fueron hallados varios morfotipos de Oribatida, el cual es uno de los grupos más comunes en estas comunidades (Gerson, 1969; Andrew y col., 2003).

En Crustacea se encontró representantes de Isopoda en baja abundancia y baja frecuencia de aparición; lo que coincide con Drozd y col., (2009) y Bozanic (2011).

Por el contrario en Atelocerata (clase Hexapoda), fue encontrado en alta abundancia varios morfotipos de Collembola e Insecta. Se hallaron dos familias en Collembola, Entomobryidae y Poduridae, de las cuales, la primera fue el grupo más abundante de la comunidad, lo cual también fue reportado por Palacios-Vargas y col., (1999), Gerson (1969), Fairchild y col., (1987), Andrew y Rodgerson (1999), Yanoviak y col., (2004), Miller y col., (2007, 2008), Drozd y col., (2009), Cutz y col., (2010), Peck y Moldenke (2011), Andrew y col., (2013), Bokhorst (2014). A diferencia de Varguez y Cutz (2013), los cuales mencionan que no suele encontrarse en abundancia a este grupo en musgos cortícolas; en Suruapo se observó al grupo en abundancia en cualquier tipo de sustrato (suelo, roca o corteza).

También se encontró que la frecuencia de aparición de Collembola fue mayor en la transecta 1 en diciembre, posiblemente debido a la mayor humedad la cual permite el aumento en cantidad de alimento en los briófitos por la mayor deposición de detritos y, por lo tanto se incrementaría la densidad de individuos y de estructuras vegetales (Varguez y Cutz, 2013). Además, los colémbolos no son tolerantes a condiciones de sequía (Andrew y col., 2013), por lo cual se observó una notoria disminución en agosto comparada con diciembre (90 a 25%). Los Insecta fueron encontrados en muy baja abundancia y poca frecuencia de aparición sin importar el periodo del año, como Archaeognatha, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Orthoptera lo que coincide con lo encontrado por Andrew y Rodgerson (1999), Yanoviak y col., (2004), Cutz y col., (2010), Imada y col., (2011), Peck y Moldenke (2011), y difiere de otros autores como Miller y col., (2007) y Drozd y col., (2009), los cuales hallaron alta abundancia de Hymenoptera; y Gerson (1969) que encontró alta abundancia de los grupos Hemiptera, Hymenoptera y Orthoptera. El orden Coleoptera estuvo representado por 11 morfotipos, de los cuales 7 eran estadios larvales, y todos presentaron una baja frecuencia de aparición y abundancia, contrario a lo encontrado por Gerson (1969), Soren (1991), Miller y col., (2007), Virtanen y col., (2009), Peck y Moldenke (2011), Rosa y col., (2011). Los coleópteros de la familia Staphilinidae, fueron encontrados en mayor abundancia solo en la transecta 1 en agosto. Dicho grupo, según Lozada (2010), ha sido encontrada asociada a musgos, y a pesar de que suelen ser organismos de hábitats húmedos, existen especies que son excepciones. En Diptera, al igual que en Coleoptera, se encontraron varios morfotipos (8), todos en estadio larval a excepción de uno que se encontraba en pupa, lo cual coincide con lo reportado por Glime (1978), Fairchild y col., (1983); sin embargo, dichos morfotipos presentaron una baja tanto abundancia como frecuencia de aparición en ambos periodos de tiempo, lo que es contrario a los resultados obtenidos por Gerson (1969), Soren (1991), Andrew y Rodgerson (1999), Miller y col., (2007, 2008), Virtanen y col., (2009), Peck y Moldenke (2011). Una de las familias encontradas, Ceratopogonidae, es muy común en este tipo de comunidades, ya que al poseer especies depredadoras de huevos de insectos acuáticos, en estas comunidades sobreviven al ser provistas de dicho alimento (Rosa y col., 2011). Por último, se consiguió representantes del grupo Thysanoptera en baja abundancia y frecuencia de aparición, lo

cual concuerda en dichas proporciones, en este tipo de comunidades dentro de América, según Mound (1989).

Las diferencias encontradas con respecto a la cobertura de briófitos dependiendo de la transecta y el periodo de tiempo no fueron significativas, a pesar de las variaciones. En cambio, las diferencias entre la abundancia y frecuencia de aparición de cada organismo dependiendo de la transecta y periodo en el caso de Arthropoda, fueron significativas. Esto puede ser debido a que en zonas tropicales a altitudes intermedias (alrededor de 1.500 m., teniendo en cuenta que Pozo Suruapo está por encima de los 1.000 m.), se ha encontrado que la riqueza y diversidad de artrópodos en este tipo de comunidades no suelen variar mucho, ya que las mismas aparentemente presentan valores máximos; lo que varía es la composición y la abundancia de los organismos que habitan en la comunidad de briófitos, ocurriendo que a estas altitudes los briófitos tienen una mayor productividad vegetal (Ilmonen, 2009; Cutz y col., 2010). La heterogeneidad del hábitat determina que cada área presente una composición particular de taxa. Existen también fluctuaciones espaciales y temporales que influyen sobre la riqueza y abundancia de los artrópodos, ya que estas responden a las variaciones en el ambiente y disponibilidad de recursos (como se pudo observar al comparar agosto con diciembre), además de variaciones producto de los ciclos de vida propios de cada especie, dinámica de las poblaciones a lo largo del año, entre otros. También la diversidad en las especies de musgos y sus características particulares permite a los invertebrados cambiar su distribución en respuestas a las condiciones ambientales; así como la dominancia de algunas especies depende de la competencia, la cual aumenta o disminuye según la densidad de organismos dentro de la comunidad (Cutz y col., 2010). Esto explica porque se presentó una alternancia de las abundancias en briófitos en ambas transectas y Arthropoda en la transecta 1, en el cual algunas especies que se encontraban en agosto desaparecieron en diciembre, dando lugar a otras; Así como las especies que abundaron y/o aparecieron más en diciembre, desaparecieron en agosto. Hay que tomar en cuenta que las restricciones en tamaño de estos microambientes reducen la movilidad de los artrópodos y dispersión de los briófitos, lo que hace que varíe poco la composición de los mismos. También las distintas condiciones de sustrato, temperatura, cantidad y flujo de agua, hacen que las diferencias en los grandes taxones de artrópodos a nivel mundial en

estas comunidades, sean muy pequeñas; ya que los requerimientos de los artrópodos para poder habitar un sitio no cambian. Además, se ha encontrado que las características morfológicas de las especies de briófitos permiten que distintos grupos de artrópodos se encuentren presentes simultáneamente (Glime, 1994).

Los muestreos fueron realizados a inicios (agosto) y durante la época de lluvia (diciembre), en los cuales hubo una gran abundancia de algunos de los grupos de artrópodos, así como una alta diversidad en general, teniendo un aumento dichos valores en diciembre. Esto posiblemente se relaciona con la época de lluvia, donde la velocidad de la escorrentía del agua disminuye y esto promueve la acumulación de materia de pequeñas partículas orgánicas; que sirven de alimento a los artrópodos (Rosa y col., 2011). Según Andrew y col., (2013), los briófitos poseen atributos que influyen en el aumento de la abundancia de artrópodos como la rápida absorción de agua que reduce su evaporación del sustrato, y el proveer de aislamiento ante las condiciones ambientales extremas como el frío, el calor y el viento. Esto pudiese estar relacionado con el aumento en la diversidad y abundancia de algunos grupos de artrópodos durante la época de lluvia.

### **Asociación briófitos-arthropoda**

En el análisis de Correspondencia Canónica que es una combinación de ordenación con regresión múltiple de los datos, mostró cuatro grupos asociados a los tres distintos tipo de sustratos, dos al sustrato suelo, uno al sustrato roca y uno al sustrato tronco vivo (corteza). Esto evidencia que la presencia de los artrópodos en los briófitos depende mucho del tipo de sustrato al que están adheridas, y las diferentes especies de briófitos crecen en un sustrato en particular en su mayoría, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Yanoviak y col., (2004). Dichos autores, explican también que los artrópodos tienden a formar dos sub-comunidades que difieren en su composición de especies y estadios larvales, lo que es similar a lo que se observó en las comunidades de briófitos (especies adultas o en estadio larval). También, Yanoviak y col., (2004), mencionan que estas diferencias en las comunidades se deben a la presencia de organismos herbívoros. La especificidad de los briófitos por un sustrato, se debe a que cada briófito tienen unas

propiedades principales que determinan dicha especificidad hacia el sustrato: superficie en la cual se encuentren, las propiedades bioquímicas y su capacidad de retención de agua (Goffnet, 2008). Además, los briófitos también dependen de su forma de vida y su crecimiento (acrocárpico o pleurocárpico) para crecer en un tipo de sustrato en particular (Glime, 2013b).

Se ha encontrado también que algunos briófitos pueden modificar las condiciones del suelo, lo que afectaría la distribución de los artrópodos (Bozanic, 2013). Según Korsu (2004), esto se debe a que la presencia de briófitas aumenta la complejidad estructural del sustrato, al disminuir la velocidad del flujo de agua y acumular detritos y algas epifíticas, lo que sirve de alimento y refugio a muchos artrópodos. En sustratos como roca, la presencia de briófitos incrementa su complejidad, lo cual causa acumulación de animales en ellos. En el caso de comunidades de briófitos que crecen en suelos, Belnap (2001), encontró que durante los procesos de descomposición de materia orgánica; dichas comunidades son colonizadas por nemátodos, protozoarios y ácaros depredadores de nemátodos, que controlan su población. En estados posteriores de la descomposición, dominan hongos que son consumidos por nemátodos, colémbolos y ácaros.

También se encontró que Pseudoscorpionida y Araneae se encuentran asociados a *Brachytecium rutabulum*, lo cual coincide con lo reportado por Bozanic (2011). Sin embargo, según Bozanic (2011), los Pseudoscorpionida se encuentran en musgos lígnicolas y en el presente trabajo fue observado en musgos que crecían sobre rocas. Bozanic (2011), también reporta que Acari se asocia a sustratos como corteza de árbol, pero se encontró en cambio que Acari estaba asociado a los sustratos suelo y roca, lo cual concuerda con lo mencionado por Andrew y col., (2003).

## CONCLUSIONES

En los dos ambientes evaluados de la Hacienda Pozo Suruapo se encontraron 33 briófitos repartidos en hepáticas y musgos.

En total se registraron 5 familias, 7 géneros y 15 especies de hepáticas, de las cuales la familia más diversa fue Lejeuneaceae con 10 especies.

Los musgos totalizaron 10 familias, 12 géneros y 18 especies, de las cuales la familia más diversa fue Fissidentaceae con 6 especies.

De las especies de briófitos encontradas, 8 son nuevos registros para el Estado Miranda.

En total se registraron 59 morfotipos de artrópodos asociados a briófitos, agrupados en 4 clases y 13 órdenes, de los cuales la Clase Hexapoda fue la más diversa con 37 morfotipos, en su mayoría del Suborden Insecta.

Los dos morfotipos de Opilioacarida posiblemente son nuevos registros para el país. Aunque se requiere confirmar la identificación de las especies con un especialista.

En las comunidades evaluadas (briófitos-artrópodos), la diversidad y riqueza fue similar; independientemente del sitio, siendo la composición de especies y taxones la mayor variante.

La diversidad se mantuvo bastante constante en los dos ambientes (aprox.  $H' = 3,1$  Transecta 2-agosto 2013;  $H' = 3,7$  Transecta 1-agosto 2013 y transecta 2-diciembre 2014), sólo resultando menor en un ambiente durante un periodo de tiempo ( $H = 1,66$  Transecta 1-diciembre 2014); debido a la alta abundancia de Collembola (Entomobryidae) y baja abundancia de los demás morfotipos.

La abundancia de individuos de microartrópodos varió con los períodos de muestreo, lo cual está corroborado en estudios previos. Collembola, Sthaphylinidae (Coleoptera), Thysanoptera y Acari, son los grupos que de forma más notoria alternaran su abundancia en los muestreos.

En briófitos, se observó esta misma alternancia pero con las frecuencias de aparición de las especies *Racopilum* sp., *Sematophyllum subpinnatum*, *Sematophyllum subsimplex*, *Fissidens angulatus* y *Fissidens submarginatus*.

Se encontró una relación entre la presencia de artrópodos y la mayoría de las especies de briófitos según el tipo de sustrato (tronco vivo, roca o suelo). Los briófitos evaluados, en su mayoría crecían específicamente sobre un sustrato en particular; mientras que otros se desarrollaban en más de un sustrato (generalistas).

Los taxones de artrópodos en su mayoría, tenían una relación de dependencia con el tipo de sustrato.

Para próximos estudios es recomendable aumentar el número de muestras a tomar en este tipo de ambientes.



## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, B. 1994a. Moss Flora of Central America. Part. 1: Sphagnaceae-Calymperaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **49**: 1-242.
- Allen, B. 1994b. Moss Flora of Central America. Part. 2: Encalyptaceae-Orthotrichaceae. *Missouri Bot. Gard.* **49**: 1-699.
- Andrew, N. R. y Rodgerson, L. 1999. Extracting invertebrates from bryophytes. *J. Insect Conserv.* **3**: 53-55.
- Andrew, N. R., Rodgerson, L., Dunlop, M. 2003. Variation in invertebrate-bryophyte community structure at different spatial scales along altitudinal gradients. *J. Biogeograp.* **30**: 731-746.
- Asakawa, Y., Ludwiczuk, A., Nagashima, F. 2013. Phytochemical and biological studies of bryophytes. *Phytochem.* **91**: 52-80.
- Asakawa, Y. 2011. Bryophytes: chemical diversity, synthesis and biotechnology. A review. *Flavour Frag. J.* **26**: 318-320.
- Belnap, J., Lange, O. L. 2001. Biological soil crusts: structure, function, and management. *Ecological Studies.* **150**: 167-174.
- Bokhorst S, Wardle, D. A., Nilsson, M.-C., Gundale, M. J. 2014. Impact of understory mosses and dwarf shrubs on soil micro-arthropods in a boreal forest chronosequence. *Plant Soil.* **379** (1-2): 121-133.
- Bozanic, B. 2011. Terrestrial mosses as living environment for invertebrates. Tesis de Maestría, Palacky University. Olomouc, República Checa.
- Bozanic, B., Hrad'lek, Z., Machac, O., Pizl, V. St'áhlavsky, F., Tufová, U., V'ele, A., Tuf, I. H. 2013. Factors affecting invertebrate assemblages in bryophytes of the Litovelske Luh National Nature Reseve, Czech Republic. *Acta zool. bulg.* **65** (2): 197-206.
- Brusca, R. C., Brusca, G. J. 2003. Invertebrates. Segunda Edición. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, U.S.A.

Buck, W. R. 1998. Pleurocarpous Mosses of the West Indies. *Mem. New York Bot. Gard.* **82**: 1-400.

Bulla, L. 2003. Índices de diversidad. Nueva Aproximación. V Congreso venezolano de ecología. Isla de Margarita, Venezuela.

Carrera, M. 1973. Entomología para você. Cuarta Edición. Editorial Livraria Ltda. São Paulo, Brasil.

Chung-Feng, X, Hong-Xiang, L. 2009. Secondary metabolites in bryophytes: An ecological aspect. *Chemistry & Biodiversity*. **6**: 303-312.

Churchill, S. P., Linares. C., E. L. 1995. Prodrómus bryologiae Novo-Granatensis: introducción a la flora de musgos de Colombia. Parte 1 y 2. Bibliot. José Jerónimo Triana. **12**: 1-453.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1 User's Guide and application published en: <http://purl.oclc.org/estimates>.

Colwell, R. K., Xuan Mao, C., Chang, J. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. *RIA*. **85** (10): 2717-2727.

Cronberg, N. 2012. Animal-mediated fertilization in bryophytes – parallel or precursor to insect pollination in angiosperms? *Lindberg*. **35**: 76-85.

Cutz-Pool, L. Q., García-G., A., Castaño-M., G., Palacios-V., J. G. 2010. Diversidad de invertebrados de musgos cortícolas en la región del volcán Iztaccíhuatl, Estado de México. *Rev. Col. Entomol.* **36** (1): 90-95.

Dauphin, G., Morales, T., Moreno, E. J. 2008. Catálogo preliminar de Lejeuneaceae (Hepaticae) de Venezuela. *Cryptog. Bryol.* **29** (3): 1-134.

Delgadillo M., C. 2010. [ibiologia.unam.mx/latmos2010](http://ibiologia.unam.mx/latmos2010) [Consulta: 08 de julio de 2014]

De Oliveira B., L. F., Klompem, H., Lopes F., R. 2014. *Neocarus caipora*, A new mite species (Parasitiformes: Opilioacarida: Opilioacaridae) from Brazilian Amazon caves. *Acarologia*. **54** (1): 47-56.

De Oliveira B., L. F., Klompem, H., Lopes F., R. 2013. Adult growth in Opilioacaridae With 1904 (Acari: Parasitiformes: Opilioacarida). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **106** (6): 788-790.

Dietrice, E. J., Schlinger, E. L., Van Den Bosch, R. 1959. A new method for sampling arthropods using a suction collecting machine and modified Berlese Funnel separator. *J. Econ. Entomol.* **52** (6): 1085-1091.

Drozd, P., Dolný, A., Kočárek, P., and Plášek, V. 2009. Patterns of abundance and higher taxa composition of moss arthropod association in submountain and mountain forest ecosystem. *Nowel. Bryol.* **38**: 19-30.

Eisenbeis, G., Wichard, W. 1987. Atlas on the Biology of Soil Arthropods. Segunda Edición. Springer-Verlag. Alemania. Berlin.

Fairchild, W. L., O'Neill, M. C. A., Rosenberg, D. M. 1987. Quantitative evaluation of the behavioural extraction of aquatic invertebrates from samples of sphagnum moss. *J. N. Am. Benthol. Soc.* **6** (4): 281-287.

Frey, W., Kürschner, H., Seifert, U. H. 1995. Scientific results of the BRYOTROP expedition to Zaire and Rwanda. Life strategies of epiphytic bryophytes from tropical lowland and montane forests, ericaceous woodlands and the Dendrosenecio subpáramo of the eastern Congo basin and the adjacent mountains (Parc National de Kahuzi-Biega/Zaire, Forêt de Nyungwe/Rwanda). *Trop. Bryol.* **11**:129-149.

Frost, W. 1945. Discussion on the Results Obtained from Investigations on the Food and Growth of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in Alkaline and Acid Waters. *Jstor.* **50**: 321-342.

Gerson, U. 1969. Moss-arthropod Associations. *Bryologist.* **72**: 495-500.

Giller, P. S., Clenaghan, C., O'Halloran, J., Hernan, R. 1998. Stream macroinvertebrate communities in a coniferafforested cathment in Ireland: relationships to physico-chemical and biotic factors. *Freshwater Biol.* **40**: 175-193.

Glime, J. M. 1978. Insect utilization of bryophytes. *Bryologist.* **81** (1): 186-187.

Glime, J. M. 1994. Homes for stream insects. *Hikobia.* **11**: 483-497.

Glime, J. M. 2013(a). Invertebrate: Introduction. Chapt. 4-1. In: Glime, J. M. *Bryophyte Ecology*. Volume 1. Physiological Ecology. Ebook patrocinado por Michigan

Technological University y the International Association of Bryologists. <http://www.bryoecol.mtu.edu/> [Consulta: 04 de noviembre de 2014]

Glime, J. M. 2013(b). Adaptive Strategies: Growth and Life form. Chapt. 4-5. *Bryophyte Ecology*. Volume 1. Physiological Ecology. Ebook patrocinado por Michigan Technological University y the International Association of Bryologists. <http://www.bryoecol.mtu.edu/> [Consulta: 04 de noviembre de 2014]

Glime, J. M. 2013(c). Arthropods: Spiders. Chapt. 7. *Bryophyte Ecology*. Volume 2. Physiological Ecology. Ebook patrocinado por Michigan Technological University y the International Association of Bryologists. <http://www.bryoecol.mtu.edu/> [Consulta: 04 de noviembre de 2014]

Glime, J. M. 2013(d). Arthropods: Harvestmen. Chapt. 8. *Bryophyte Ecology*. Volume 2. Physiological Ecology. Ebook patrocinado por Michigan Technological University y the International Association of Bryologists. <http://www.bryoecol.mtu.edu/> [Consulta: 04 de noviembre de 2014]

Glime, J. M. 2013(e). Arthropods: Mites. Chapt. 9. *Bryophyte Ecology*. Volume 2. Physiological Ecology. Ebook patrocinado por Michigan Technological University y the International Association of Bryologists. <http://www.bryoecol.mtu.edu/> [Consulta: 04 de noviembre de 2014]

Glime, J. M. 2013(f). Arthropods: Crustacea. Chapt. 10. *Bryophyte Ecology*. Volume 2. Physiological Ecology. Ebook patrocinado por Michigan Technological University y the International Association of Bryologists. <http://www.bryoecol.mtu.edu/> [Consulta: 04 de noviembre de 2014]

Gradstein, R. 1994. Lejeuneaceae: Ptychantheae, Brachilejeuneae. *Fl. Neotrop. Monogr.* **62**: 1-216.

Gradstein, S. R. & Ilkiu-Borges, A. L. 2009. Guide to the Plants of Central French Guinea. *Mem. New York Bot. Gard.* **76** (4): 1-140.

Gradstein, S. R., Pinheiro da Costa, D. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Mem. New York Bot. Gard.* **87**: 1-318.

Gradstein, S. R. 1992. Threatened bryophytes of the neotropical rain forest: a status report. *Trop. Bryol.* **6**: 83-93.

Gradstein, S. R., Churchill, S. P. & Salazar-Allen, N. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Mem. New York Bot. Gard.* **86**: 1-577.

Goffinet, B., Shaw, J. 2008. Bryophyte biology. Segunda Edición. Editorial Cambridge. New York, U.S.A.

Gullan, P. J., Cranston, P. S. 2014. The Insects. An outline of entomology. Quinta Edición. Wiley Blackwell. California. U.S.A.

Haines, W., Renwick, J. A. 2009. Bryophytes as food: comparative consumption and utilization of mosses by a generalist insect herbivore. *Entomol. Exp. Appl.* **133**: 296-306.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9pp. [Consultado: julio 2013] [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

Heckman, C. 2001. Encyclopedia of South American Aquatic Insect Collembola. Primera Edición. Springer Science+Business Media, B. V. U.S.A.

IImonen, J. 2009. Benthic macroinvertebrate and bryophyte assemblages in boreal springs: diversity, spatial patterns and conservation. *OULU*. **523**:1-58.

Imada, Y., Kawakita, A., Kato, M. 2011. Allopatric distribution and diversification without niche shift in a bryophyte-feeding basal moth lineage (Lepidoptera: Micropterigidae). *Proc. R. Soc. B.* **278**: 3026-3033.

Jiménez-Valverde, A., Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *RIA*. **8**: 151-161.

Krebs, C. J. 1985. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundances. Tercera Edición. Harper And Row. New York. U. S. A.

Kreutz, M., Foissner, W. 2006. The Sphagnum Ponds of Simmelried in Germany: A Biodiversity Hot-Spot for Microscopic Animals. *Protozoological Monographs*. 3: 274.

Korsu, K. 2004. Response of benthic invertebrates to disturbance from stream restoration: the importance of bryophytes. *Hydrobiol.* **523**: 37-45.

Kürschner, H. 2004. Life Strategies and Adaptations in Bryophytes from the Near and Middel East. *Turk. J. Bot.* **28**: 73-84.

León V. Y., Ussher M. S., Rojas Ch., Delgado, J. 2014. musgos.cecalc.ula.ve [Consulta: 08 de julio de 2014]

Lippert, G. 1971. Occurrence of arthropods in mosses at Anvers islands, Antarctic Peninsula. *Pacific Insects Monograph*. **25**: 137-144.

Lozada P., A. 2010. Comunidades de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) de Topes de Collantes, Sancti Spíritus, Cuba. *S.E.A.* (46): 301-306.

Lüth, M., Schäfer-Verwimp, A. 2004. Additions to the bryophyte flora of the neotropics. *Trop. Bryol.* **25**: 7-17.

Maddison, D. R., Schulz, K.-S. (eds.) 2007. The Tree of Life Web Project. Internet address: <http://tolweb.org/> [Consulta: 22 de noviembre de 2014 y febrero de 2015]

Mägdefrau, K. 1983. The Bryophyte vegetation on the forest and páramos of Venezuela and Colombia. *Nova Hedwigia*, **38**: 1-63.

Margurran, A. E. 2003. Measuring biological diversity. Blackwell Science, Primera Edición, Oxford, Reino Unido.

Markham, K., Chalk, T., Stewart Jr., N. 2006. Evaluation of fern and moss protein-based defenses against phytophagous insects. *Int. J. Plant Sci.* **167** (1): 111-117.

McCune, B., Mefford, M. J. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

Medina-Rangel, G. F. 2011. Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia. *Rev. Boil. Trop.* **59** (2): 935-968.

Merrifield, K., Ingham, R. E. 1998. Nematodes and Other Aquatic Invertebrates in *Eurhynchium oreganum* from Mary's Peak, Oregon Cast Range. *Bryologist. Brooklyn.* **101** (4): 505-511.

Microsoft, 2008. *Microsoft Official Academic Course: Microsoft Excel 2007*. Segunda Edición. México: John Wiley e hijos, ETC Latam. Español. (ISBN: 978-607-7932-00-0).

- Miller, K. M., Wagner, R. G., Woods, S. A. 2007. Effect of gap harvesting on epiphytes and bark-dwelling arthropods in the Acadian forest of Central Maine. *Con. J. For. Res.* (37): 2175-2187.
- Miller, K. M., Wagner, R. G., Woods, S. A. 2008. Arboreal arthropod associations with epiphytes following gap harvesting in the Acadian forest of Maine. *Bryologist*. **111**(3): 424-434.
- Morales, T., García, M. 2006. Catálogo anotado de las especies venezolanas de musgos (Bryophyta) pertenecientes al Herbario Nacional de Venezuela (VEN). *Trop. Bryol.* **28**: 103-147.
- Morales, T., Moreno, E. 2009. Lista comentada de las Hepáticas (Marchantiophyta) de la región central de La Cordillera de la Costa Venezolana, colectadas por E. Rutkis. II. *Cryptog. Bryol.* **30** (4): 443-455.
- Morales, T. 2009. Musgos (Bryophyta) del Parque Nacional Ávila, sectores Cerro el Ávila-Lagunazo, Venezuela. Colombia. *Caldasia*. **31** (2): 251-267.
- Morales, T. 2010. Las hepáticas (Marchantiophyta) en el Parque Nacional Ávila (Venezuela): sectores Cerro El Ávila - Lagunazo. *Trop. Bryol.* **32**: 50-60.
- Morales, T. García, M., Avendaño, N. 2006. Especies venezolanas de hepáticas (Marchantiophyta) pertenecientes al Herbario Nacional de Venezuela (VEN). *Cryptog. Bryol.* **28**: 41-77.
- Morales, T., Moreno E. 2010. Contribución al conocimiento de los briófitos epífilos de Venezuela. *Ernstia*. **20** (1): 49 -81 pp.
- Moreno, E., García, M. 2008. Briofitas del Área recreativa del Jardín Botánico de Caracas. *Ernstia*. **18** (1): 37-58.
- Moreno, E., Morales, T. 2008. Lista comentada de los musgos (Bryophyta) en la región central de la Cordillera de la Costa Venezolana, colectados por E. Rutkis. I. *Cryptog. Bryol.* **29** (2): 165-181.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. 1. Zaragoza.

- Moreno, E. 1990. Los musgos de Venezuela: Elementos para su estudio. Trabajo de Ascenso, Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.
- Mound A., L. 1989. Systematics of thrips (Insecta: Thysanoptera) associated with mosses. *Zool J. Linn. Soc-Lond.* **96**: 1-17.
- Palacios-Vargas, J. G., Mejía-Recanier, B. E., Cutz-Pool, Q. L. 1999. Microartrópodos edáficos. *Diversidad biológica e inventarios.* 203-211.
- Peck, J. E., Moldenke, A. R. 2011. Invertebrate communities of subcanopy epiphyte mats subject to commercial moss harvest. *J. Insect Conserv.* **15**: 733-742.
- Peckarsky, B. L., Fraissinet, P. R., Penton, M. A., Conklin Jr., D. J. 1990. Freshwater macro invertebrates of Northeastern North America. Primera Edición. Cornell University Press. Ithaca, New York, U.S.A.
- Pérez, B. E., Draper, I., de Atauri, D., Bujalance, R. M. 2011. Briófitos: Una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 19-73.
- Pittier, H. 1937. Los musgos de Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat.* **27** (3): 353-389.
- Pócs, T. 1982. Tropical Forest Bryophytes. *Bryophyte Ecology.* Hall. London, England.
- Pursell, R., Curry, C. 1970. A contribution to the bryology of Venezuela. *Acta Bot. Venez.* **4** (1-4):69-83.
- Pursell, R. 1973. Un censo de los musgos de Venezuela. *Bryologist. Brooklyn.* **76** (4): 473-500.
- Pursell, R. 2007. Fissidentaceae. *Fl. Neotrop. Monogr.* **101**: 1-278.
- Ramírez R., C., Crusco de Dall'Aglio, R. 1979a. Musgos del Parque Nacional Henri Pittier, Estado Aragua, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay).* **10** (1-4): 403-417.
- Ramírez R., C., Crusco dell'Aglio, R. 1979b. Adiciones a la brioflora de Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay).* **10** (1-4): 419-430.
- Ramírez R., C., Crusco de Dall'Aglio, R. 1979c. Musgos del Parque Nacional Henri Pittier, Estado Aragua, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay).* **10** (1-4): 437-453.



- Ramírez R., C., Crusco dell'Aglio, R. 1981. Lista de los musgos de la sección central de la Cordillera de la Costa de Venezuela. *Ernestia*. **7**: 1-14.
- Ramírez, L. 1974. Contribución a la brioflora de Macarao I. *Bryologist*. **77** (1): 241-242.
- Reiner-Drehwald, E. 1999. Catalogue of the genus *Lejeunea* Lib. (Hepaticae) of Latin America. *Bryophytorum Bibliotheca*. **54**: 1-101.
- Reiner-Drehwald, M. E. 2000. Las Lejeuneaceae (Hepaticae) de Misiones, Argentina VI. *Lejeunea* y *Taxilejeunea*. *Trop. Bryol.* **19**: 81-131.
- Rosa, B. F. J. V., Da Silva, M. V. D., De Oliveira, V. C., Martins, R. T., Alves, R da G. 2011. Macroinvertebrates associated with bryophyta in first-order Atlantic Forest stream. *ZOOLOGIA* **28** (3): 351-356.
- Sabovljevic, M. 2004. Life strategies of bryophytes on loess cliffs in Vojvodina (Serbia). *Arch. Biol. Belgrade*. **56** (3-4): 127-130.
- Sancho, L. G. y Pintado A. 2011. Ecología vegetal en la Antártida. *Ecosistemas*. **20** (1): 42-53.
- Sharp, A. J., Crum H., Eckel, P. M. 1995a. The Moss Flora of Mexico. Part. 1. Primera Edición. The New York Botanical Garden. New York, U.S.A.
- Sharp, A. J., Crum H., Eckel, P. M. 1995b. The Moss Flora of Mexico. Part. 2. Primera Edición. The New York Botanical Garden. New York, U.S.A.
- Smith, R. M., Young, M. R., Marquiss, M. 2001. Bryophyte use by an insect herbivore: does the crane fly *Tipula montana* select food to maximise growth? *Ecol. Entomol.* **26**: 83-90.
- Soren, A. M. 1991. Assessment of artificial bryophytes for invertebrates sampling in two New Zealand alpine streams. *New Zeal. J. Mar. Fresh.* **25**: 101-112.
- Stehr, F. W. 1987. Immature Insects. Primera Edición. Kendall Hunt. Minesota, U.S.A.
- Stotler, R. 1969. The genus *Frullania* subgenus *Frullania* un latin America. *Nova Hedwigia* **18**: 397-555.

Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Séptima Edición. Editorial Thomson. Ohio, U.S.A.

Vázquez-Noh, W. y Cutz-Pool, L. 2013. Diversidad de microartrópodos (ácaros y colémbolos) de musgos cortícolas en la selva baja de Nicolás Bravo, Quintana Roo. *Acta Zool. Mex.* **29** (3): 654-665.

Vázquez G., L. 1987. Zoología del Phylum Arthropoda. Sexta Edición. Editorial Interamericana. México D. F., México.

Vázquez, M. M., Klompen, H. 2009. New species of New world Opilioacaridae (Acari: Parasitiformes) with the description of a new genus from the Caribbean region. *Zootaxa.* **2061**: 23-44.

Virtanen, R., Ilmonen, J., Paasivirta, L., Muotka, T. 2009. Community concordance between bryophyte and insect assemblages in boreal springs: a broad-scale study in isolated habitats. *Freshwater biol.* **54**: 1651-1662.

Yanoviak, S. P., Walker, H., Nadkarni, N. M. 2004. Arthropod assemblages in vegetative vs. humic portions of epiphyte mats in a neotropical cloud forest. *Pedobiologia.* **48**: 51-58.

Zander, R. 1993. Genera of The Pottiaceae: Mosses of Harsh Environments. *Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci.* **32**: 1-378.

Consultas en línea:

<http://meteoven.org/basededatoscvvm.php> [Consulta: 23 de Septiembre de 2014]

<https://earth.google.es/> [Consulta: 23 de Septiembre de 2014]

[www.google.co.ve/imghp](http://www.google.co.ve/imghp) [Consulta: 23 de Septiembre de 2014]

[www.pozosuruapo.com.ve/](http://www.pozosuruapo.com.ve/) [Consulta: julio de 2013 y 23 de Septiembre de 2014]

[www.tropicos.org](http://www.tropicos.org) [Consulta: Septiembre de 2014 a febrero de 2015]

## ANEXOS

**Anexo 1:** Planilla utilizada para el levantamiento de información en campo para cada unidad de muestreo para Briófitos.

Planilla de Levantamiento de Información por cuadrata para Briófitos			
Tipo de sustrato del briofito	#Muestra	Condición de briófito	
		Vegetativo	Reproductivo
Tronco vivo			
Tronco muerto			
Roca			
Suelo			
Hojas			
Información de las cuadratas			
Cuadrata N°	Tipo de briófito	Abundancia relativa (%)	Espacio vacíos (%)
Muestra #	Hepática: talosa/ foliosa / Musgo: acrocárpico/ pleurocárpico /Anthocero		
Muestra #	Hepática: talosa/ foliosa / Musgo: acrocárpico/ pleurocárpico /Anthocero		
Muestra #	Hepática: talosa/ foliosa / Musgo: acrocárpico/ pleurocárpico /Anthocero		
Muestra #	Hepática: talosa/ foliosa / Musgo: acrocárpico/ pleurocárpico /Anthocero		

**Anexo 2:** Resultados del Test de Levene de Homocedasticidad de varianza para cobertura de briófitos.

Test de Levene para homogeneidad de varianza, basada en las medias: p =	0,3232
Basada en medianas: p =	0,5739
Test F en el caso de desigualdad de varianzas:	F=0,6342, df=24,06, p=0,6002

**Anexo 3:** Resultados de la prueba ANOVA para comparación de cobertura de briófitos en las transectas 1 y 2 en agosto 2013 y diciembre 2014.

	Suma de cuadrados	df	Cuadrados medios	F	p(same)
Entre grupos	910,417	3	303,472	0,586	0,6274
Dentro de grupos	22785,5	44	517,852		
Total:	23695,9	47			
omega^2:	-0,02656				

**Anexo 4:** Resultados del Test de Tukey para comparación de medias de cobertura de briófitos en las transectas 1 y 2 en agosto 2013 y diciembre 2014.

Comparación de pares de Tukey: Q debajo de la diagonal, p encima de la diagonal				
	T1_A2013	T2_A2013	T1_D2014	T2_D2014
T1_A2013		0,996	0,6511	0,8292
T2_A2013	0,3171		0,7826	0,9226
T1_D2014	1,649	1,332		0,9892
T2_D2014	1,205	0,888	0,444	

Leyenda: T1\_A2013: Transecta 1 en Agosto de 2013; T2\_A2013: Transecta 2 en Agosto de 2013; T1\_D2014: Transecta 1 en Diciembre de 2014; T2\_D2014: Transecta 2 en Diciembre de 2014.

**Anexo 5:** Resultados del Test de Levene de Homocedasticidad de varianza para abundancia de artrópodos.

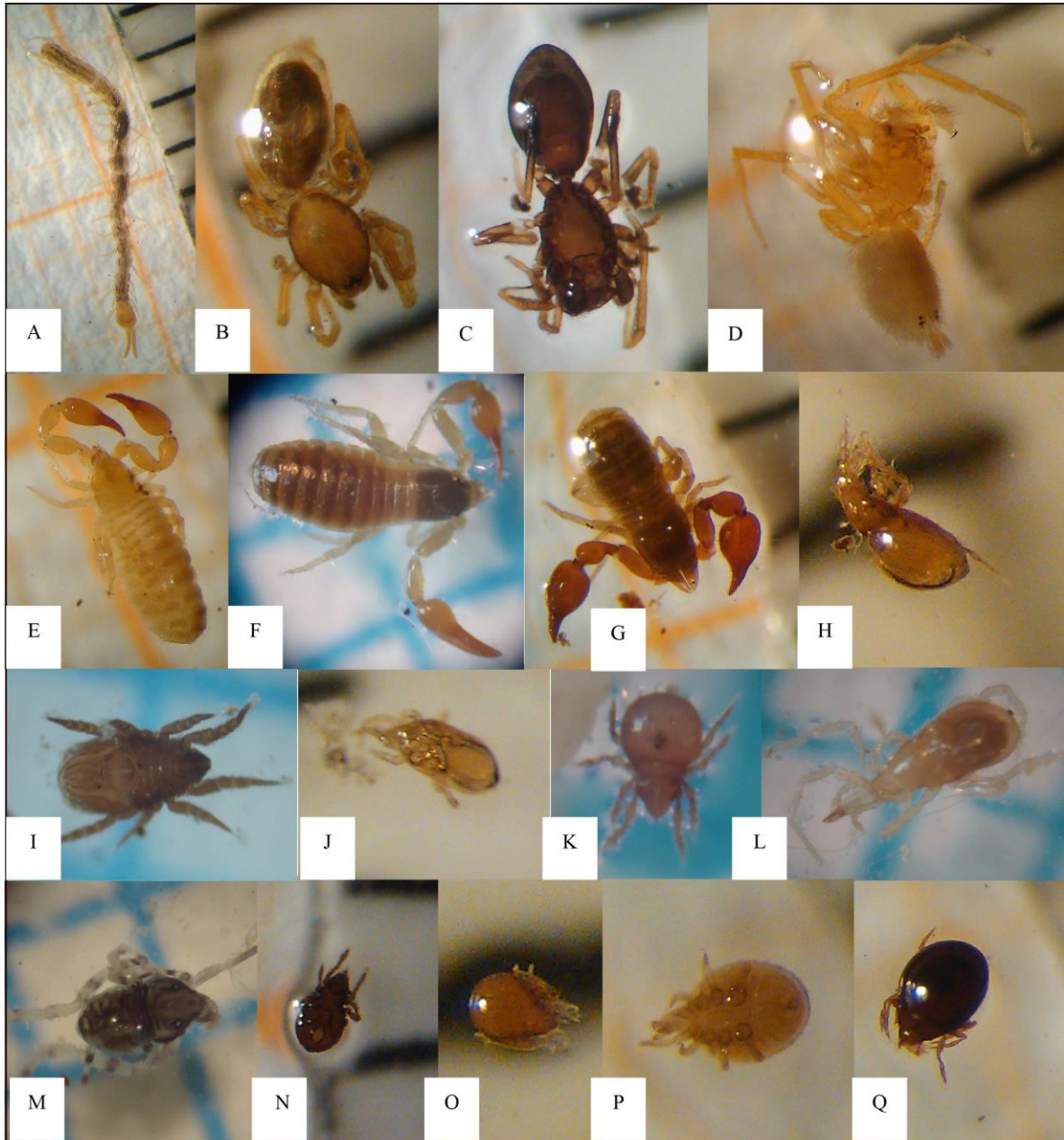
Prueba de Levene para homogeneidad de varianza, basada en las medias: p =	8,23E-07
Basada en las medianas: p =	0,0002857
Prueba F en el caso de varianzas distintas:	F=5,883, df=21,14, p=0,004397

**Anexo 6:** Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para comparación de abundancia de artrópodos en las transectas 1 y 2 en agosto 2013 y diciembre 2014.

H (chi <sup>2</sup> ):	15,44
Hc:	15,55
p:	0,001404

**Anexo 7:** Resultados de la prueba de Mann-Whitney para comparación de medias de abundancia de artrópodos en las transectas 1 y 2 en agosto 2013 y diciembre 2014.

	T1_A2013	T1_D2014	T2_A2013	T2_D2014
T1_A2013	0	0,0006302	0,05099	0,1091
T1_D2014	0,003781	0	0,01514	0,01288
T2_A2013	0,3059	0,09082	0	0,862
T2_D2014	0,6549	0,07731	1	0



**Anexo 8:** A: Ciempiés (Chilopoda), Arachnida: B: Araña hembra (Araneae), C: Araña macho (Araneae), D: Araña (Araneae), E-G: Pseudoescorpión, H-K: Ácaros parásitos (Acari: Ixodidae), L-M: Opilioacaridos (Acari: Opilioacarida), N-Q: Ácaros de musgo (Acari: Oribatida)

Códigos: A: Cien; B: ara 2; C: ara 3; D: ara 1; E-G: Psesp 1, Psesp 2, Psesp 3; H: aca\_pl; I: aca\_chat, J: aca\_mar 2; K: aca\_ocr; L: opil 2; M: opil; N, Q: aca\_1; O-P: aca\_mar (El significado de las abreviaturas se encuentra en la Tabla 4).



**Anexo 9:** Arachnida A: Garrapata (Acari: Ixodidae), B-E: Ácaro de musgo (Acari: Oribatida), Crustacea F-G: Isopoda, Hexapoda H-L: Collembola, Insecta M: Ninfa Hemiptera, N: Hemiptera, O: Ninfa Hemiptera, P: Chinche (Hemiptera), Q: Larva de mariposa (Lepidoptera)

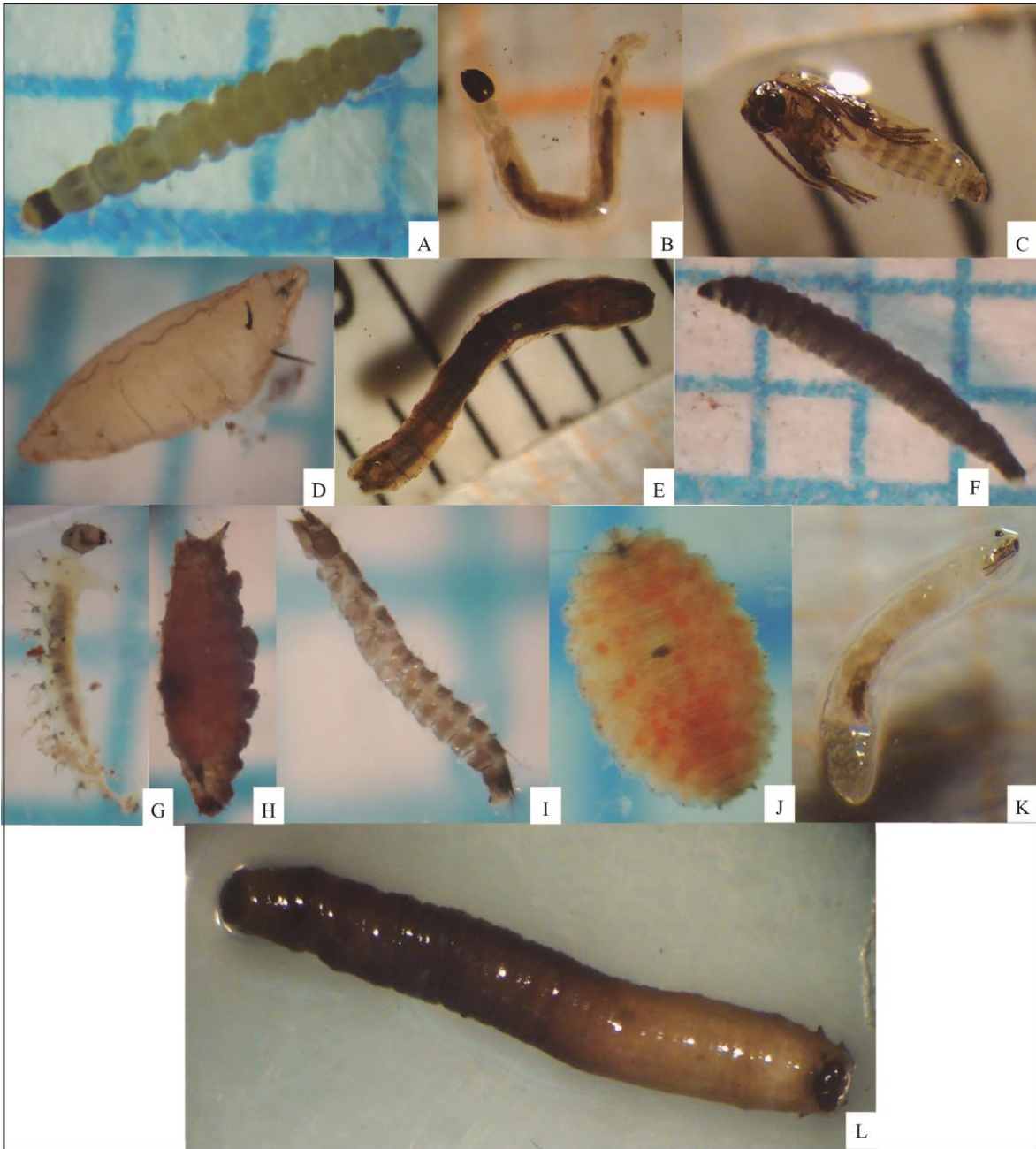
Código: A: Gar; B: aca\_ocr y aca\_neg; C: aca\_pl; D: aca\_neg\_pl; E: aca\_1; F-G: Isop; H, J, L: Coll Entom; I, K: Coll Pod; M: Hem nin 1; N: Cydn; O: Hem nin 2; P:Hem 1; Q: L lep (El significado de las abreviaturas se encuentra en la Tabla 4).



**Anexo 10:** Hexapoda Insecta A: Larva de mariposa (Lepidoptera), B: Áfido (Hemiptera), C-E: Hormiga (Hymenoptera-Myrmicinae), F: Hormiga (Hymenoptera: Formicidae), G: Hormiga Reina, H: Saltamontes (Orthoptera), I-J: Thysanoptera, K-M: Escarabajo (Coleoptera), N-R: Larva de escarabajo (Coleoptera)

Código: A: L lep; B: Hom aph; C-E: Hor myr; F: Hor phe; G: Hor rei; H: Orthp; I-J: Thys; K: Col 2; L: Col Sthap; M: Col 3; N-O: L col 4; P: L col 1; Q: L col 5; R: L. col 7 (El significado de las abreviaturas se encuentra en la Tabla 4).





**Anexo 11:** Insecta A-B: Larva de escarabajo (Coleoptera), C-D: Pupa de mosca (Diptera), E-L: Larva de mosca (Diptera)

Código: A: L col 5; B: L col 2; C: P cerat; D: E: L dip 3; F: L dip 4; G: L dip 5; H: L dip 10; I: L dip 1; J: L dip 6; K: L dros; L: L dip 2 (El significado de las abreviaturas se encuentra en la Tabla 4).