**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Ácaros edáficos Mesostigmata de grandes altitudes na Colômbia e os
possíveis efeitos de mudanças edafo-climáticas sobre as populações destes
ácaros**

Diana Marcela Rueda Ramírez

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

**Piracicaba
2012**

Diana Marcela Rueda Ramírez
Bióloga

Ácaros edáficos Mesostigmata de grandes altitudes na Colômbia e os possíveis efeitos de mudanças edafo-climáticas sobre as populações destes ácaros

Orientador:
Prof. Dr. **GILBERTO JOSÉ DE MORAES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Rueda Ramirez, Diana Marcela

Ácaros edáficos Mesostigmata de grandes altitudes na Colômbia e os possíveis efeitos de mudanças edafo-climáticas sobre as populações destes ácaros / Diana Marcela Rueda Ramirez. - - Piracicaba, 2012.
118 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Ácaros 2. Aquecimento global 3. Efeito estufa 4. Gamasina 5. Morfologia
6. Taxonomia 7. Uropodina I. Título

CDD 595.42
R918a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedico este

Ao meu esposo **Santiago Correa,**

Por ser minha inspiração e meu apoio incondicional, além de entender e perdoar minha
ausência

Ofereço

Aos meus pais **Nora Elena Ramírez** e **Hernando Manuel Rueda**, e meus irmãos **Camila
Rueda Ramírez** e **Andres Mauricio Rueda Ramírez**, por estarem sempre comigo. Não
poderia ter uma melhor família

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo, **Santiago Correa**, quem me incentivou a cada momento para fazer o que gosto apesar da dificuldade da separação, ainda que temporária.

Aos meus pais **Nora Elena Ramirez** e **Hernando Manuel Rueda** por sempre terem me estimulado a estudar e progredir, e por estarem sempre do meu lado.

Aos meus irmãos **Camila Rueda Ramírez** e **Andres Mauricio Rueda Ramírez**, por serem tão maravilhosos e por me fazerem querer ser cada dia melhor.

Ao meu orientador e guia, **Prof. Dr. Gilberto J. de Moraes**, quem acreditou em mim desde o início e sempre manteve a porta aberta para qualquer dúvida, por menor que fosse.

À **Prof. Dra. Amanda Varela**, quem apesar de não ser oficialmente minha co-orientadora, de fato assim o foi, fazendo parte importante do planejamento e execução inicial deste trabalho, além de apoiar-me desde o início de minha formação.

Ao **Dr. Frederick Beaulieu**, quem me ajudou constantemente nas identificações.

Ao **Dr. Raphael C. Castilho** pela sua ajuda e co-autoria no artigo em preparação das descrições das espécies de Rhodacaroidea.

Ao **Dr. Peterson R. Demite** pela sua ajuda com as identificações de Phytoseiidae e suas sugestões.

À **Dra. Erika P. J. Britto** pela sua ajuda e envio de seus trabalhos para identificar Ascidae.

Ao **Dr. Hans Klomplen**, por seu apoio para minha participação em dois cursos de especialização em Acarologia em Ohio; sem sua ajuda não teria sido possível conhecer a Acarologia e ter meus primeiros conhecimentos sobre os ácaros.

Ao **Prof. Dr. Eric Wajnberg**, pelas sugestões na parte estatística.

Ao **Prof. Dr. Carlos H.W. Flechtmann**, pela ajuda com as traduções e pelas valiosas sugestões.

À minha amiga, **Viviana Camelo**, por uma convivência insuperável e pela amizade.

Ao meu amigo **Edward Hernando Cabeza**, por sua ajuda quando cheguei ao Brasil; apesar de estar muito ocupado, sempre tinha tempo para revisar o português nos trabalhos das disciplinas.

Ao **Juan Camilo Esguerra** e **Clara Lucía Contreras**, pela amizade. Sinto como se os tivesse conhecido muitos anos atrás.

Aos meus **amigos** (os que estão na Colômbia e os que estão fora), parte importante de mim, que me acompanharam nos bons tempos, mas especialmente em tempos difíceis.

Aos funcionários **José Luiz F. Piedade, Vera Lúcia Durrer** [in memoriam], **Sônia R. Antidomenico, Cláudia S. P. Godoy** pela sua ajuda e disposição.

Aos meus amigos da Acarologia **Ana C. Cavalcante, Daniel C. Oliveira, Grazielle F. Moreira, João Paulo Z. Narita, Leocadia Sanchez Martínez, Leticia H. de Azevedo, Marina F. C. Barbosa, Jandir C. Santos, Juliano A. Freitas, Paula C. Lopes, Renan V. da Silva, Yanebis Perez Madruga e Wilton P. Cruz** pela ajuda, tornando inesquecível minha passagem pelo laboratório. Todas pessoas excelentes.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (**ESALQ**), Universidade de São Paulo (**USP**), pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (**CNPq**) através do convenio **PEC-PG**, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao **Dr. Jason Dunlop** e **Anja Friederichs** do Arachnologische Sammlung des Museums für Naturkunde (Berlin, Alemanha) pelo empréstimo dos tipos.

“The true enigma is that although decomposition is the equal of photosynthesis in ecosystem importance and half or more of all terrestrial biodiversity may be tied to the soil-litter system, the study of soil biology has been neglected.

In spite of this neglected, certain patterns are clear. Most importantly, because the diversity and abundance of soil animals is dominated by the Acari, any true understanding of the soil system must include understanding the mite fauna.”

David E. Walter e Heather C. Proctor, 1999 (*Mites: Ecology, Evolution and Behaviour*)

SUMARIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Estudos sobre os ácaros Mesostigmata do solo na Colômbia.....	19
1.2 Mudança climática e efeitos gerais nos trópicos, especialmente na Colômbia	20
1.3 Efeito da mudança climática nas características do solo	22
1.4 Efeito das mudanças climáticas na mesofauna do solo	23
1.5 Ácaros Mesostigmata do solo como modelo para o estudo dos efeitos das mudanças climáticas nos solos tropicais	25
2 HIPÓTESES	29
3 OBJETIVOS	31
3.1 Objetivo geral.....	31
3.2 Objetivos específicos	31
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4.1 Área de coleta	33
4.2 Montagem dos experimentos	33
4.3 Coleta das amostras de solo, medição da temperatura e da precipitação.....	34
4.4 Processamento das amostras	35
4.5 Triagem.....	37
4.6 Montagem e identificação dos Mesostigmata do grupo Gamasina	38
4.7 Morfologia das espécies de Gamasina mais encontradas	39
4.8 Separação de morfoespécies de Uropodina	40
4.9 Análise estatística.....	40
5 RESULTADOS	43
5.1 Ácaros Mesostigmata encontrados	43
5.1.1 Morfologia das espécies de Gamasina das sete famílias mais representadas.....	46
5.1.1.1 Ascidae Voigts e Oudemans.....	46
5.1.1.2 Blattisociidae Garman	50
5.1.1.3 Melicharidae Hirschmann.....	54
5.1.1.4 Phytoseiidae Berlese.....	55
5.1.1.5 Laelapidae Berlese.....	60
5.1.1.6 Ologamasidae Ryke	67
5.1.1.7 Rhodacaridae Oudemans	69

5.2	Mesostigmata do solo.....	70
5.2.1	Proporção dos Mesostigmata em relação a outros grupos de organismos.....	71
5.2.2	Abundância de espécies de Mesostigmata.....	72
5.2.3	Estágios de desenvolvimento dos Mesostigmata.....	73
5.2.4	Riqueza de espécies de Mesostigmata.....	74
5.2.5	Composição dos Mesostigmata.....	75
5.3	Características físico-químicas do solo.....	77
5.3.1	Diferenças entre os parâmetros isolados considerando conjuntamente as várias épocas de amostragem.....	77
5.3.2	Variações dos parâmetros ao longo das épocas de amostragem.....	78
5.3.3	Interações de fatores.....	80
5.4	Relação entre características físico-químicas do solo, abundância e riqueza de Mesostigmata e outros organismos.....	80
6	DISCUSSÃO.....	85
6.1	Avaliação dos Mesostigmata.....	85
6.1.1	Efeito da mudança edafo-climática na prevalência dos Mesostigmata.....	86
6.1.2	Efeito da mudança edafo-climática na abundância e número de espécies de Mesostigmata.....	87
6.1.3	Importância do ecossistema no efeito da mudança edafo-climática sobre os Mesostigmata.....	89
6.1.4	Efeito da mudança edafo-climática na composição dos Mesostigmata.....	90
6.2	Gamasina encontrados.....	91
6.3	Simulação do efeito estufa.....	94
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
	REFERÊNCIAS.....	99

RESUMO

Ácaros edáficos Mesostigmata de grandes altitudes na Colômbia e os possíveis efeitos de mudanças edafo-climáticas sobre as populações destes ácaros

Ácaros de solo têm sido pouco estudados na Colômbia. Este trabalho corresponde ao esforço inicial para conhecer os ácaros da ordem Mesostigmata que ocorrem em solos de regiões altas desse país. O processo conhecido como “efeito estufa” tem preocupado ecologistas de todo o mundo, inclusive aqueles que se dedicam ao estudo dos organismos de solo. A metodologia de coleta adotada neste trabalho foi estabelecida como uma tentativa de também indicar possíveis conseqüências deste processo sobre os ácaros deste grupo. O trabalho foi conduzido em um fragmento da Floresta Andina e em uma pastagem em suas proximidades, na Vereda Mundo Nuevo, Município de La Calera, Departamento de Cundinamarca. Pirâmides de policarbonato foram usadas numa tentativa de simular o efeito estufa. Foram coletadas 34 espécies de Gamasina e 21 morfoespécies de Uropodina. Destas, pelo menos seis espécies foram determinadas como novas para a ciência, havendo a possibilidade de que pelo menos outras dez também sejam novas. Um gênero novo de Laelapidae também foi encontrado. São relatadas pela primeira vez na Colômbia espécies pertencentes aos gêneros *Arctoseius*, *Gamasellodes* e *Protogamasellus* (Ascidae), *Cheiroseius* (Blattisocidae), *Olopticus* e *Gaeolaelaps* (Laelapidae), *Proctolaelaps* (Melicharidae), *Desectophis* e *Gamasiphis* (Ologamasidae) e *Multidentorhodacarus* (Rhodacaridae). O método empregado permitiu o estabelecimento de aumentos significativos de temperatura no interior das pirâmides em certas épocas de amostragem, como esperado com a ocorrência do efeito estufa. Outros fatores edafo-climáticos que também sofreram alterações significativas foram o pH e a proporção de partículas de solo entre 53 e 300 µm (ambos em níveis mais elevados no interior das pirâmides). A abundância e o número de espécies de Mesostigmata foram maiores no fragmento florestal, especialmente de Uropodina, grupo encontrado quase exclusivamente neste ecossistema. A abundância dos Mesostigmata e o número de espécies de Gamasina foram maiores dentro das pirâmides. Estes resultados podem sugerir que o efeito estufa poderá causar um aumento da abundância dos Mesostigmata e um aumento da diversidade dos Gamasina nas regiões de grande altitude de Cundinamarca. Há que se considerar, entretanto, que a metodologia adotada avaliou as possíveis variações em pequena escala, simulando-se o efeito estufa apenas para áreas de pequenas dimensões, cobertas pelas pirâmides. É possível que as alterações climáticas em escala maior (regional) possam levar a resultados diferentes dos obtidos neste estudo, especialmente tendo em vista a reduzida capacidade de dispersão dos ácaros em relação a outros grupos de animais. Este trabalho permitiu a obtenção de informações relevantes que servirão como base para a condução de trabalhos futuros similares na Colômbia, apresentando ainda sugestões para o aprimoramento dos métodos para a execução de estudos desta natureza.

Palavras-chave: Taxonomia de ácaros; Morfologia de ácaros; Gamasina; Uropodina; Aquecimento global; Efeito estufa

ABSTRACT

Edaphic Mesostigmata mites from high altitudes in Colombia and the possible effects of edapho-climatic changes on their population

Soil mites have been insufficiently studied in Colombia. This work represents the first step to understand the mites of the order Mesostigmata that occur in highland soils of that country. The process known as “greenhouse effect” has worried ecologists around the world, including those dedicated to the study of soil organisms. The sampling method adopted in this study was selected as an attempt to also estimate the consequences of this process on this mite group. This work was conducted in an Andean forest fragment and in a pasture in its vicinity, in Vereda Mundo Nuevo, La Calera municipality, Department of Cundinamarca. In an attempt to simulate the greenhouse effect, pyramids made of polycarbonate were used. Thirty-four species of Gamasina and 21 morphospecies of Uropodina were collected. Of these, at least six species were identified as new to science; it is possible that at least ten of the remaining species are also new. A new genus of Laelapidae was also collected. Species of *Arctoseius*, *Gamasellodes* and *Protogamasellus* (Ascidae), *Cheiroseius* (Blattisocidae), *Oloopticus* and *Gaeolaelaps* (Laelapidae), *Proctolaelaps* (Melicharidae), *Desectophis* and *Gamasiphis* (Ologamasidae) as well as of *Multidentorhodacarus* (Rhodacaridae) are reported for the first time in Colombia. The method adopted allowed the occurrence of significant increases in temperature inside the pyramids at certain sampling times, as expected to happen with the occurrence of the greenhouse effect. Other edapho-climatic factors undergoing significant changes were pH and proportion of soil particles between 53 and 300 μm (both at higher levels inside the pyramids). The abundance and the number of species of Mesostigmata were higher in the forest fragment, especially of Uropodina, a group found almost exclusively in this ecosystem. The abundance of Mesostigmata and the number of Gamasina species were higher inside the pyramids. These results may suggest that the greenhouse effect may cause an increase in the abundance of Mesostigmata and an increase in the diversity of Gamasina in regions of high altitude of Cundinamarca. However, it should be considered that the methods adopted evaluated the possible variations in low scale, given that the greenhouse effect was simulated only in areas of small dimensions, covered by the pyramids. It is possible that wide scale climatic changes (over wide regions) may lead to different results, taking into account the reduced dispersal capacity of the mites in relation to other animals. This work produced relevant information to be considered in similar future studies in Colombia. It also allowed the elaboration of suggestions to improve the methods for studies of this nature.

Keywords: Mite taxonomy; Mite morphology; Gamasina; Uropodina; Global warming; Greenhouse effect

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Pirâmides truncadas de policarbonato usadas para simular o efeito estufa no experimento conduzido na Floresta Andina e na pastagem (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colômbia; 2010)34
- Figura 2 - Ácaros *Arctoseius semiscissus* aderidos a um Sciaridae (Díptera) de amostras coletadas em Vereda Mundo Nuevo, Município de la Calera, Colômbia; 2010 ..47
- Figura 3 - Imagens de *Oloopticus* sp. 1 no microscópio eletrônico de varredura. a. vista dorsal, b. vista ventral, c. malae, d. hipostoma e tritosterno, e. epistoma, f. bst4.66
- Figura 4 - Variação da proporção (%) de Mesostigmata em relação a outros grupos de fauna de solo no interior e no exterior da pirâmide que se simula o efeito estufa ao longo do ano, considerando conjuntamente os organismos do solo de um fragmento florestal e de uma pastagem (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010)72
- Figura 5 - Proporção (%) de Gamasina nos diferentes estágios de desenvolvimento encontrados num fragmento florestal e numa pastagem, dentro (D) e fora (F) de pirâmides que simulam o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera, Colômbia; 2010)73
- Figura 6 - Proporção (%) de Uropodina nos diferentes estágios de desenvolvimento encontrados num fragmento florestal e numa pastagem, dentro (D) e fora (F) de pirâmides que simulam o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera, Colômbia; 2010)74
- Figura 7 - Similaridade de um fragmento florestal e uma pastagem dentro (D) e fora (F) de pirâmides que simulam o efeito estufa, com base na composição de espécies de Gamasina (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colombia). Similaridade calculada com o índice de Morisita.....76
- Figura 8 - Similaridade de um fragmento florestal e uma pastagem dentro (D) e fora (F) de pirâmides que simulam o efeito estufa, com base na composição de espécies de Uropodina (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colombia). Similaridade calculada com o índice de Morisita77
- Figura 9 - Variação média de a. temperatura, b. pH, c. proporção de umidade, d. proporção de matéria orgânica, e. $P > 1,18 \text{ mm}$ = proporção de partículas maiores que 1,18 mm, f. $P 600 \mu\text{m} - 1,18 \text{ mm}$ = proporção de partículas entre 600 μm e 1,18 mm, g. $P 300 - 600 \mu\text{m}$ = proporção de partículas entre 300 e 600 μm , h. $P 53 - 300$

μm = proporção de partículas entre 53 e 300 μm , i. $P < 53 \mu\text{m}$ = proporção de partículas menores que 53 μm , considerando conjuntamente tratamentos e ecossistemas ao longo das épocas de amostragem (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colômbia; 2010)79

Figura 10 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as espécies de Gamasina representadas por mais de três indivíduos e a variável físico-química significativa (pH) no fragmento florestal e na pastagem dentro e fora de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera, Colômbia; 2010).

= Fragmento florestal dentro da pirâmide, = Fragmento florestal fora da pirâmide, = Pastagem dentro da pirâmide, = Pastagem fora da pirâmide. A = *Protogamasellus* sp.1, B = *Arctoseius semiscissus*, C = *Veigaia* sp.1, D = *Multidentorhodacarus* n.sp., E = *Oloopticus* sp.1, F = *Oloopticus* sp.2, G = *Proctolaelaps* n.sp.83

Figura 11 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as espécies mais abundantes de Uropodina e variáveis físico-químicas significativas (matéria orgânica e umidade) em um fragmento florestal e em uma pastagem, dentro e fora de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera, Colômbia; 2010). = Fragmento florestal dentro da pirâmide, = Fragmento florestal fora da pirâmide, = Pastagem dentro da pirâmide, = Pastagem fora da pirâmide, umi = umidade, MO = matéria orgânica.....84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Precipitação (mm) total para cada mês e temperatura (°C) média mensal em três estações meteorológicas da “Corporación Regional de Cundinamarca” (Município La Calera e Bogotá, Colômbia; 2010).....	35
Tabela 2 - Abreviações utilizadas para a caracterização morfológica das espécies de Gamasina	39
Tabela 3 - Lista de espécies de Gamasina encontradas no solo de um fragmento florestal e de uma pastagem dentro (D) e fora (F) de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010).....	43
Tabela 4 - Lista de morfoespécies de Uropodina encontradas no solo de um fragmento florestal e de uma pastagem dentro (D) e fora (F) das pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010).....	45
Tabela 5 - Proporções (%) ($\pm$ erro padrão) dos diferentes grupos de fauna encontrados no solo de um fragmento da floresta andina e de uma pastagem dentro e fora de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colômbia)	71
Tabela 6 - Valor médio das variáveis físico-químicas do solo ($\pm$ erro padrão) em cada tratamento, considerando conjuntamente um fragmento florestal e uma pastagem, e em cada ecossistema, considerando conjuntamente os tratamentos (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010)	78
Tabela 7 - Correlação (Spearman) entre variáveis físico-químicas e riqueza (número de espécies) de Gamasina e Uropodina ou abundância dos grupos da fauna, considerando conjuntamente todos os organismos coletados em um fragmento florestal e em uma pastagem dentro e fora de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colômbia; 2010).....	81

1 INTRODUÇÃO

1.1 Estudos sobre os ácaros Mesostigmata do solo na Colômbia

Os estudos sobre ácaros Mesostigmata na Colômbia têm se referido quase que somente àqueles presentes nas plantas, que podem controlar populações de artrópodes pragas (MESA; BELLOTI; DUQUE, 1988; MORAES; MESA; BRAUN, 1991; BRAUN et al., 1993; MESA et al., 1993; MORAES et al., 1994; MESA, 1999; MUÑOZ et al., 2008). Poucos estudos sobre ácaros de solo têm sido conduzidos naquele país, e estes geralmente se referem a outros grupos funcionais ou então não distinguem os grupos, mencionando no máximo o nome das famílias às que pertencem.

Dentre os trabalhos conduzidos sobre os ácaros de solo, alguns foram dedicados ao conhecimento dos Oribatida (BALOGH, 1984; BALOGH; BALOGH, 1988, 1990). Outros avaliaram os ácaros como um todo, destacando-se os trabalhos de Espinosa e Hernandez (2008) e de Jimeno e Sierra (2008) sobre ácaros de folheto no Santuário de Flora y Fauna Otún-Quimbaya, de Rueda e Varela (2007) sobre ácaros de folheto em Montenegro (Quindío), de Rueda, Varela e Combita (2009) sobre Oribatida em Montenegro (Quindío). Dentre as famílias de Mesostigmata encontradas naqueles estudos estão: Dithinozerconidae, Laelapidae, Macrochelidae, Metagynuridae, Ologamasidae, Parasitidae, Parholaspididae, Podocinidae, Polyaspididae, Trachytidae, Uropodidae e Veigaiidae. Alguns poucos trabalhos relacionam as mudanças do ambiente com as correspondentes mudanças da fauna em geral, destacando os ácaros (CAMERO-R et al., 2005; CASTRO; BURBANO; BONILLA, 2007; VARELA; CORTES; COTES, 2007; FEJOO-MARTINEZ et al., 2010). No entanto, ainda nada tem sido feito para avaliar o impacto da mudança climática sobre a fauna do solo.

Em geral, os trabalhos sobre os ácaros do solo em regiões vizinhas ao território colombiano tem se concentrado no reconhecimento e estudo dos Oribatida (FRANKLIN; SHUBART; ADIS, 1997; FRANKLIN; SANTOS; ALBUQUERQUE, 2006, 2007). Alguns trabalhos tem apenas relatado as espécies de Mesostigmata (KARG, 1994a, 1994b, 1998a, 1998b, 2000a, 2000b, 2003a, 2003b, 2006; KARG; SCHORLEMMER, 2009, 2011).

1.2 Mudança climática e efeitos gerais nos trópicos, especialmente na Colômbia

Mudanças climáticas de grandes proporções verificadas nos últimos anos ao redor do planeta terrestre têm sido atribuídas ao aumento do efeito estufa; devido ao incremento exagerado de certos gases que compõem a atmosfera, como CO₂, CH₄ e N₂O (HOUGHTON et al., 2001; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 2008). As concentrações atmosféricas mundiais de CO₂ (379 ppm) e CH₄ (1774 ppm) registradas em 2005 superam as médias registradas nos últimos 650.000 anos, determinadas a partir de núcleos de gelo obtidos do Antártico (JANSEN et al., 2007; IPCC, 2008). Em 2007, 2008, 2009 e 2010, as concentrações de CO₂ alcançaram níveis de 382,70, 384,79, 386,27 e 388,57 ppm, respectivamente (CONWAY; TANS, 2011). O aumento constante das concentrações desse gás tem sido atribuído ao uso de combustíveis fósseis e, em menor escala, às mudanças no uso da terra (HOUGHTON et al., 2001; IPCC, 2008; INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT, 2010).

Segundo o IPCC (2008), o efeito mais evidente do aumento das concentrações de certos gases pelas atividades humanas é o aumento da temperatura. Espera-se que nos trópicos este aumento afete principalmente os ecossistemas de montanha, causando alterações do equilíbrio hidrológico, padrões de distribuição da flora e da fauna, perda de habitats de diversas espécies, podendo levar à extinção de algumas destas nos solos (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT, 2010).

De acordo com estudos conduzidos na Colômbia, a temperatura poderá aumentar 3 a 4 °C nas áreas de Santander, Tolima, Huila e Cundinamarca entre 2071 e 2100 (IDEAM, 2008; RUIZ-MURCIA, 2010), o que sugere uma alta sensibilidade destas zonas às mudanças climáticas que estão ocorrendo. Tem sido previsto também um aumento da precipitação anual na maior parte do território colombiano (BUYTAERT et al., 2011), o que também poderá conduzir a outras alterações ambientais significativas.

Buytaert et al. (2011) sugerem que grandes altitudes podem experimentar forte aquecimento. Estudos recentemente conduzidos indicam que as áreas de alta montanha da Colômbia são muito vulneráveis ao impacto da mudança climática (OROZCO-REY, 2010), estimando-se que como consequências poderão ocorrer alterações nos limites geográficos dos

ecossistemas (WALTHER et al., 2002), com a conseqüente redução da área total das regiões alpinas tropicais (BUYTAERT et al., 2011), ou seja, o deslocamento vertical dos limites inferiores e superiores dos ecossistemas conhecidos como Floresta Andina, Subpáramos, Paramos, Superpáramos e Nieve (GUTIERREZ, 2002; BUYTAERT et al., 2006; RODRÍGUEZ-ERASO et al., 2010). Em geral, os ambientes alpinos tropicais contribuem significativamente com a composição da biodiversidade de uma ampla região da América do Sul (com um endemismo nos Andes de até 60%, por suas condições físico-químicas e climáticas particulares), assim como no abastecimento de água e energia hidroelétrica e na sustentabilidade de atividades agrícolas específicas (BUYTAERT et al., 2011).

Ecossistemas das áreas alpinas da Colômbia têm sofrido mudanças drásticas, por constituírem estes o maior centro da atividade econômica do país, onde se concentra a maioria da população humana (ETTER et al., 2006; RODRÍGUEZ-ERASO et al., 2010), e por serem de extrema importância agrícola para o país (ETTER et al., 2006). Estas transformações afetam o clima local, contribuindo para a mudança global (RODRÍGUEZ-ERASO et al., 2010).

Dentre as principais atividades econômicas desenvolvidas na região andina da Colômbia, uma das que provavelmente mais está afetando o aumento da concentração de gases é a produção leiteira. Nos últimos anos, as áreas de pastagem para a criação de gado leiteiro têm aumentado muito nesta região (FEDEGAN, 2010). Segundo o Ministério de Agricultura y Desarrollo Rural da Colômbia (COLOMBIA, 2008), Cundinamarca é o maior Departamento colombiano na produção de leite, sendo este localizado na região andina; aí são produzidos cerca de 15,6% de todo o leite produzido no país. Em vista das condições altamente favoráveis a esta prática naquela região, tem se observado uma tendência a um aumento do desmatamento para o aumento das áreas de pastagem. Isto pode estar contribuindo ainda mais com o aumento da concentração de gases.

Os organismos que habitam os ecossistemas de alta montanha, incluindo as pastagens, serão afetados em seu comportamento, distribuição horizontal e vertical, crescimento e reprodução, que por sua vez afetarão suas interações com outros organismos, podendo conduzir ao aumento da frequência de ocorrência de pragas e enfermidades que afetam a vegetação natural e as plantas cultivadas (PARMESAN; YOHE, 2003; ROOT et al., 2003; ANDERSON et al., 2004). Do ponto de vista econômico, o surgimento de novas pragas e

enfermidades pode resultar na deterioração da qualidade das gramíneas que alimentam o gado e, em última análise, afetando economicamente os produtores.

1.3 Efeito da mudança climática nas características do solo

Após uma revisão dos estudos sobre o efeito das alterações climáticas nos sistemas biológicos, Parmesan e Yohe (2003) concluíram que a mudança climática é hoje uma força importante a ser considerada na modelagem de sistemas naturais. As alterações nestes sistemas abrangem mudanças na distribuição da vegetação e da fauna (WALTHER et al., 2002; INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT, 2010). Um dos ecossistemas mais susceptíveis às mudanças climáticas, o ecossistema tropical de alta montanha, é responsável pelo armazenamento de carbono de maneira significativa no solo e na camada vegetal sobre este (BUYTAERT et al., 2011).

As mudanças climáticas poderão levar a alterações na fisiologia das plantas e no metabolismo e interações dos organismos do solo (DAVIDSON; JANSSENS, 2006; BARDGETT; FREEMAN; OSTLE, 2008; KARDOL et al., 2010), uma vez que a taxa metabólica destes é em grande parte definida pela temperatura (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979). Fierer et al. (2005) verificaram que o aumento desta leva tanto ao incremento da decomposição da matéria orgânica quanto da mineralização, em função do aumento na atividade microbiana; contudo, esses processos dependem ainda da qualidade do folheto; por isso, mudanças na vegetação influenciam os impactos relacionados à mudança climática.

Estudos sobre o impacto das alterações, tais como o aumento na concentração de gases, especialmente o CO₂, aumento na temperatura e mudanças nos padrões de precipitação, têm também mostrado mudanças na mineralização da matéria orgânica do solo (JONES et al., 1998; DAVIDSON; JANSSENS, 2006; RASMUSSEN; SOUTHARD; HORWATH, 2008; KARDOL et al., 2010), que por sua vez depende dos componentes do substrato, o que conduz a efeitos diferentes das mudanças climáticas nos distintos ecossistemas.

O estudo dos organismos do solo é extremamente importante para permitir a avaliação dos efeitos das mudanças climáticas, por constituírem estes 40 a 80% da biomassa total dos

animais nos ecossistemas terrestres. Desconsiderá-los seria não reconhecer um componente significativo da fauna (FIERER et al., 2009).

Estudos em ecossistemas antárticos têm mostrado que mudanças na distribuição da vegetação levaram a mudanças na composição da fauna de invertebrados do solo (WALTHER et al., 2002). Estes últimos realizam funções que variam da quebra e mistura do folheto ao controle de populações de outros organismos, causando mudanças químicas no solo (EDWARD; HEATH, 1963; BARAJAS-GÚZMAN; ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, 2003) por meio de mudanças estruturais e da digestão de partículas. Devido a esse fato, sua presença e diversidade estão associadas à dinâmica de nutrientes do solo e conseqüentemente ao funcionamento do ecossistema (DINDAL, 1990; BARAJAS-GÚZMAN; ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, 2003). As alterações no clima podem afetar de forma distinta as espécies de invertebrados presentes no solo e as suas interações com outras espécies do mesmo e/ou de outros níveis tróficos (WALTHER et al., 2002).

1.4 Efeito das mudanças climáticas na mesofauna do solo

Diferentes tendências têm sido observadas em relação ao efeito do aumento da temperatura na mesofauna edáfica. Efeitos não significativos na densidade de ácaros e Collembola foram relatados em trabalhos conduzidos nas Ilhas Malvinas e no Antártico Marítimo (BOKHORST et al., 2008). Por outro lado, aumento das densidades de algumas espécies de Enchytraeidae (Annelida) foi relatado no Reino Unido (IGLESIAS-BRIONES et al., 1997), enquanto aumento da densidade da fauna em geral do solo foi relatado em florestas boreais (HAIMI et al., 2005). Em um estudo realizado no Colorado (EUAN), verificou-se um aumento da biomassa da mesofauna pelo aquecimento do solo num ano com baixa temperatura e alta umidade e uma diminuição durante um ano de alta temperatura e baixa umidade numa zona seca em prado subalpina (HARTE; RAWA; PRICE, 1996). Iglesias-Briones et al. (2009) observaram que o aumento da temperatura em 3,5 °C numa pastagem no clima temperado da Escócia causou alterações importantes na composição e estrutura trófica da fauna do solo, principalmente pela diminuição de grupos de Oligochaeta (Annelidae) e de Prostigmata (Acari), o desaparecimento das espécies epígeas dos grupos conhecidos como “engenheiros do ecossistema” (organismos que direta ou indiretamente disponibilizam

recursos para outras espécies causando alterações físicas no ambiente, sensu JONES; LAWTON; SHACHAK, 2004) e o aumento da população de ácaros fungívoros.

Kardol et al. (2011) não encontraram diferenças na abundância de microartrópodes do solo submetidos a diferentes combinações de níveis de temperatura, concentração de CO₂ e umidade no Tennessee (EUAN). No entanto, verificaram o aumento da riqueza de espécies da fauna total em resposta à elevação da concentração de CO₂ e da temperatura em um dos meses que avaliaram. Observaram que em geral a precipitação e a temperatura foram as variáveis que explicaram melhor a variação na composição da comunidade.

Diferentes resultados têm sido obtidos em estudos sobre a resposta às mudanças dos dois grupos de microartrópodes mais abundantes do solo (ácaros e Collembola). Nos trabalhos conduzidos no Ártico, tem-se observado que os Collembola são mais susceptíveis aos efeitos das mudanças climáticas que os ácaros (COULSON et al., 1996; WEBB et al., 1998; CONVEY et al., 2002). No entanto, estudos conduzidos em outras regiões sugerem a maior susceptibilidade dos ácaros, como naquele conduzido por de Sjursen, Michelsen e Jonasson (2005), em que se observou uma resposta diferencial dos diferentes grupos de ácaros no tempo e ecossistema em tratamentos com elevação da temperatura e adição de fertilização.

Blankinship, Niklaus e Hungate (2011) concluíram que em termos gerais a abundância dos organismos edáficos, incluindo os ácaros, é limitada pela precipitação e o aumento do CO₂, respondendo os organismos de um mesmo grupo funcional de forma semelhante a cada mudança. Ainda concluíram que em ecossistemas não florestais a densidade da fauna seria limitada menos pela disponibilidade de água e mais pela disponibilidade de carbono, enquanto que em ecossistemas florestais o oposto ocorreria.

Em experimentos realizados no estado de Minnesota (EUAN), em que o solo foi submetido ao aumento dos níveis de CO₂ e N por 13 anos e ao déficit hídrico por quatro anos, respostas diferentes da mesofauna e dos microorganismos foram observadas. A elevação da concentração de CO₂ aumentou a biomassa microbiana, a abundância de Collembola e de ácaros Mesostigmata (= Gamasida) e Oribatida, enquanto a elevação do nível de N resultou na diminuição da riqueza de microartrópodes, da abundância de nematóides predadores e da biomassa microbiana, e no aumento da abundância de nematóides fungívoros. Os autores observaram também o aumento na riqueza de microartrópodes com o aumento na

concentração de CO₂, sendo este padrão alterado pelo aumento da concentração de nitrogênio (EISENHAUER et al., 2012).

Pelo exposto, fica evidente que os estudos sobre os efeitos das mudanças climáticas globais nos organismos do solo têm sido conduzidos em latitudes afastadas do equador, não se conhecendo ainda estes efeitos nos organismos de regiões tropicais.

1.5 Ácaros Mesostigmata do solo como modelo para o estudo dos efeitos das mudanças climáticas nos solos tropicais

Devido à extrema abundância e diversidade da fauna do solo, a avaliação do efeito das mudanças climáticas sobre esta parece uma tarefa difícil. Por isso, surge a necessidade de selecionar um grupo que possa representar a fauna como um todo nos estudos desta natureza, ou seja, que possa servir como bioindicador.

Dentre os organismos do solo, os Collembola e os ácaros fazem parte dos grupos mais abundantes, sendo considerados parte da mesofauna. Os ácaros se destacam não somente pela abundância, mas também pela variedade de níveis tróficos de que participam, assim como pela variedade de estratégias reprodutivas e formas variadas de dispersão. Sua contribuição nos processos que ocorrem no solo merece destaque, já que envolve desde o controle de populações de outros organismos, como fungos e pequenos invertebrados, à dispersão de microrganismos importantes na decomposição e mineralização da matéria orgânica (LAVELLE; SPAIN, 2001; COLEMAN; CROSSLEY; HENDRIX, 2004). Estes têm sido utilizados como indicadores de perturbações no ambiente, pela sua capacidade de resposta às mudanças como as geradas nos sistemas de produção agrícola (SANCHEZ-MORENO et al., 2009). Os grupos de ácaros mais usados como indicadores são os Oribatida (RUF; BECK, 2005; GEGOCS; HUFNAGEL, 2009) e os Mesostigmata (RUF, 1998; RUF et al., 2003; BEDANO; RUF, 2010), pelo papel importante que desempenham nos processos que ocorrem no solo.

Merecem destaque especial os Mesostigmata, por serem em grande parte predadores de outros pequenos invertebrados, incluindo organismos que podem causar danos às plantas (KRANTZ; AINSCOUGH, 1990; KOEHLER, 1997; 1999; WALTER; HUNT; ELLIOTT,

1988). Além disso, esses ácaros são sensíveis a mudanças na qualidade ecológica do solo, satisfazendo os critérios sugeridos para a seleção de bioindicadores: riqueza de espécies, altas densidades, coleta e identificação relativamente fáceis, sensibilidade a condições ambientais e função significativa no solo (BEDANO; RUF, 2010). Além disso, por ocuparem os níveis superiores da rede trófica, os ácaros Mesostigmata são bons indicadores do que acontece nos níveis inferiores da teia alimentar (RUF, 1998).

Muitos estudos, principalmente de laboratório, mostram que diversos Mesostigmata podem ser bons controladores de artrópodos edáficos. Tem se verificado na Alemanha que *Stratiolaelaps miles* (Berlese) (Laelapidae) e *Gaeolaelaps aculeifer* (Canestrini) (Laelapidae) são predadores das fases edáficas do trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (BERNDT; MEYHOFER; POEHLING, 2004; BERNDT; POEHLING; MEYHOFER et al., 2004), e que a primeira espécie também é predadora do “fungus gnat” *Lycoriella solani* (Winnertz) (Diptera: Sciaridae) e do ácaro *Tyrophagus putrescentiae* (Shrank) (Acaridae) (ENKEGAARD; SARDAR; BRØDSGAARD, 1997). Na Dinamarca, *S. miles* tem sido verificado como predador dos “fungus gnats” *Bradysia paupera* Tuomikoski e *Bradysia tritici* (Coquillett) (Diptera: Sciaridae) (YDERGAARD; ENKEGAARD; BRØDSGAARD, 1997). No mesmo país, tem se verificado *Lasioseius fimetorum* Karg (Blattisocidae) como predador de ovos dos Collembola *Isotomurus* spp. e *Micrisotoma* spp. e de larvas e pupas de *F. occidentalis* (ENKEGAARD; BRØDSGAARD, 2000). Estudos conduzidos no Brasil têm mostrado o efeito de ácaros da família Laelapidae como predadores de diferentes pragas do solo em laboratório (FREIRE et al., 2007) e em casa de vegetação (CASTILHO et al., 2009b). Outros estudos conduzidos no mesmo país tem mostrado *Protogamasellopsis posnaniensis* Wisniewski & Hirschmann (Rhodacaridae) como predador de *T. putrescentiae*, *F. occidentalis* y *Protorhabditis* sp. (CASTILHO et al., 2009a).

Ainda não há na Colômbia estudos sobre ácaros de solo como predadores de pragas. Estes estudos seriam de extrema relevância, principalmente se contemplassem uma avaliação dos efeitos da mudança climática sobre ácaros utilizados como bioindicadores.

Para o estudo dos efeitos das mudanças climáticas em organismos do solo tem se utilizado métodos ativos e passivos, sendo nos primeiros utilizados equipamentos que aquecem diretamente o solo e nos segundos métodos indiretos de aquecimento (ARONSON; McNULTY, 2009). Uma das técnicas passivas econômicas e empregadas freqüentemente

nestes estudos consiste da utilização de câmaras abertas feitas de polímeros transparentes como poli(metacrilato de metilo) (PLEXIGLAS) (MARION et al., 1997; BOKHORST et al., 2008), fibra de vidro reforçando folhas de polímeros (Sun-Lite®) (MARION et al., 1997) ou policarbonato simples, que tem como objetivo maior deixar passar a radiação solar e reter o calor, promovendo assim um aumento da temperatura. Com este tipo de câmaras tem sido realizados experimentos por diferentes períodos de duração evidenciando-se mudanças na temperatura e outras variáveis de interesse. Estudos de dois anos de duração foram conduzidos nas Ilhas Malvinas e em locais antárticos (BOKHORST et al., 2008) e em ecossistemas de tundra (HOLLISTER; WEBBER, 2000), de seis anos na floresta boreal (HAIMI et al., 2005) e de 15 anos na região subártica sueca (RINNAN et al., 2007). Estudos de apenas um ou seis dias foram conduzidos em ecossistemas de latitudes altas (MARION et al., 1997).

2 HIPÓTESES

2.1 O efeito estufa conduzirá ao aumento na densidade total de ácaros Mesostigmata dos solos de regiões do Altiplano Cundiboyacense, mas a riqueza dos grupos Gamasina e Uropodina diminuirá, porque apenas algumas espécies serão favorecidas.

2.2 O aumento será mais evidente em áreas de pastagem que em áreas da vegetação natural, por constituírem as pastagens um tipo de ecossistema menos diverso.

2.3 A proporção de ácaros Mesostigmata em relação a outros grupos da fauna aumentará, porque a densidade do grupo edáfico usualmente predominante (Oribatida) tenderá a diminuir.

2.4 A composição de espécies de Gamasina e de morfoespécies de Uropodina não vai ser afetado pela presença das pirâmides simulando o efeito estufa devido a que as mudanças não serão suficientes para causar alterações nas espécies presentes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Determinar os Mesostigmata que ocorrem em solos de grandes altitudes da Colômbia, estimando o impacto do efeito estufa sobre sua densidade e a riqueza na Floresta Andina e em uma pastagem da Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera (Cundinamarca, Colômbia).

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar uma lista dos Mesostigmata coletados em solos em grandes altitudes em Vereda Mundo Nuevo, Munipio La Calera, Colômbia;
- Caracterizar morfológicamente os Mesostigmata das famílias mais encontradas do grupo Gamasina;
- Estimar as diferenças entre as abundâncias de grupos de ácaros de pontos da área de pastagem e da área de floresta andina submetidos ou não a uma simulação do efeito estufa;
- Estimar as diferenças entre as composições faunísticas de grupos de ácaros de estes pontos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de coleta

O trabalho foi conduzido no “Setor San José” (04°39’ N 73°51’ W) da “Vereda Mundo Nuevo”, município de “La Calera”, Departamento de Cundinamarca, em uma região em que a altitude média dos pontos de coleta foi de 2800 m. Este município localiza-se na “Bacia Hidrográfica de Río Blanco”, que inclui uma das principais redes hídricas do Páramo de Chingaza, localizado a leste de Bogotá e que drena para a vertente do Orinoco. A topografia desta bacia é caracterizada por vertentes longas sobre material argiloso e areno-argiloso (CONSEJO MUNICIPAL DE LA CALERA, 2010).

A precipitação na região apresenta um regime mono-modal, com valores médios anuais entre 1500 e 1700 mm, com os maiores níveis ocorrendo de abril a setembro. A temperatura da região apresenta um padrão bi-modal, com oscilações opostas da precipitação, sendo a média anual ao redor de 13 °C. A umidade relativa média anual é 82,5%, a média máxima é 95% e a média mínima, 65% (BETAMBIENTAL, 2000).

Os ecossistemas selecionados foram um fragmento florestal e uma pastagem para gado leiteiro. Os fragmentos florestais desta zona são considerados florestas com algum grau de perturbação com vegetação representada principalmente por *Weinmannia* spp. (Cunoniaceae), *Drymis granadensis* L.f. (Winteraceae), *Clusia multiflora* Humb., Bonpl. & Kunth (Clusiaceae), *Ageratina tinifolia* (Kunth) R.M. King & H. Rob. (Asteraceae) e espécies de Melastomataceae, Brunelliaceae, Rubiaceae e Lauraceae (RANGEL-CH; ARIZA-N, 2000; IDEAM, 2011; observação pessoal). A pastagem era constituída pelas espécies *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. (Poaceae) e *Lolium* sp. (Poaceae). A distância entre os ecossistemas em que o trabalho foi realizado era de aproximadamente 500 m.

4.2 Montagem dos experimentos

Em cada ecossistema, o experimento constou de uma comparação de parâmetros populacionais da fauna edáfica, com ênfase nos ácaros, em duas situações, uma sob as condições edafo-climáticas prevalentes na época e outra sob as condições esperadas no futuro

pelo efeito estufa. A antecipação do efeito estufa foi feita com o uso de câmaras abertas modificadas de estudos anteriores (MARION et al., 1997; ARONSON; McNULTY, 2009). Cada câmara era constituída de três placas de policarbonato em forma de trapézio (60 cm na base x 40 cm na margem superior x 50 cm de altura) unidas pelos lados, formando na parte superior um triângulo aberto como observado na Figura 1. Testes preliminares (CORREDOR; CRUZ, 2009) permitiram observar um aumento de temperatura cerca de 3 °C sobre a superfície do solo dentro das pirâmides no mesmo local onde foram coletadas as amostras deste trabalho em comparação com a temperatura fora das pirâmides.

Foram utilizadas nove pirâmides na pastagem (aproximadamente 16 ha) e igual número no fragmento florestal (também aproximadamente 16 ha), distribuídas ao acaso, mas mantendo a distância mínima de 50 m entre elas e entre cada uma delas e a margem da pastagem ou do fragmento.

Figura 1 - Pirâmides truncadas de policarbonato usadas para simular o efeito estufa no experimento conduzido na Floresta Andina e na pastagem (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colômbia; 2010)

4.3 Coleta das amostras de solo, medição da temperatura e da precipitação

Amostras de solo foram coletadas em seis épocas, sempre na primeira semana de cada um dos meses de fevereiro, abril, junho, agosto, outubro e novembro de 2010. Imediatamente antes da coleta de cada amostra, a temperatura nos 10 cm superficiais do solo foi medida com um termômetro de solo marca Reotemp modelo A24PF. Em cada época, tomou-se uma amostra de solo na parte central da área coberta por cada pirâmide e outra fora da pirâmide, a cerca de 50 cm de uma das margens. Cada amostra correspondeu a um cilindro de 5 cm de diâmetro por 15 cm de profundidade, tomado com um trado. Esta foi colocada em um saco

plástico dentro de uma caixa térmica de poliestireno expandido para o transporte ao “Laboratorio de Ecología de Suelos y Hongos Tropicales”, Bogotá, Colômbia, em que a temperatura foi mantida ao redor de 15 °C.

As médias mensais da temperatura do ar e a precipitação tomadas nas estações meteorológicas mais próximas obtidas da área experimental (La Casita, Santa Teresa e Aeropuerto Guaymaral) são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Precipitação (mm) total para cada mês e temperatura (°C) média mensal em três estações meteorológicas da “Corporación Regional de Cundinamarca” (Município La Calera e Bogotá, Colômbia; 2010)

Mês	Precipitação total		Temperatura média do ar [‡]
	Estação 1*	Estação 2**	
Fevereiro	14	20	15
Abril	282	171	15
Junho	110	105	14
Agosto	83	75	14
Outubro	231	105	14
Dezembro	74	62	14

*Estação meteorológica 2120112 LA CASITA 04°38'10.04'' N 74°01'10.05'' W (cerca de 22 km da área experimental)

** Estação meteorológica 2120103 SANTA TERESA 04°45'10.17'' N 73°56'10.17'' W (cerca de 17 km da área experimental)

[‡] Estação meteorológica 2120559 AEROPUERTO GUAYMARAL 04°49'10.23'' N 74°05'10.01'' W (cerca de 34 km da área experimental)

4.4 Processamento das amostras

Esta atividade foi realizada no “Laboratorio de Ecología de Suelos y Hongos Tropicales”, Bogotá, Colômbia. Logo após chegar ao laboratório, entre cinco e dez horas após a coleta, o solo de cada amostra foi revolvido para homogeneização, tomando-se a seguir 150 g de cada amostra para a extração dos ácaros, realizada em um funil de Tullgren durante aproximadamente cinco dias. Os tubos de coleta dos funis continham uma solução de álcool a 70%, em que os ácaros foram armazenados.

O restante do material de cada amostra foi armazenado em geladeira até o dia seguinte, para a realização das análises físico-químicas. De cada amostra, determinou-se o valor de pH, os níveis de umidade, a proporção de matéria orgânica, a composição granulométrica, a textura e a condutividade elétrica, mediante métodos padronizados do “Laboratorio de Ecología de Suelos y Hongos Tropicales”, conforme sumarizado a seguir

Para a determinação do valor de pH, 10 g de solo foram tomados de cada amostra, sendo este volume misturado com 10 ml de água deionizada em um copo. A mistura foi agitada em agitador eletrônico durante 5 minutos, deixando-se a seguir em repouso durante 30 minutos. Imediatamente antes da medição com um potenciômetro, a mistura foi novamente agitada (EPA, 1995; ANDRADES, 1996).

Para determinar a proporção de umidade, 10 g de solo foram tomados e secados a 105° C durante 24 horas. Em seguida, a amostra foi pesada novamente, determinando-se a proporção de umidade por meio da seguinte equação (ANDRADES, 1996):

$$\% \text{ umidade} = \left(1 - \frac{\text{peso seco}}{\text{peso fresco}} \right) \times 100$$

A proporção de matéria orgânica foi determinada com o método de perda de peso por ignição, que consiste em secar inicialmente uma amostra de solo de 10 g em estufa a 80 °C durante 48 horas (peso seco), incinerando-se a seguir a mesma a 550 °C em uma mufla, durante 2 horas, registrando-se a seguir o peso do material incinerado. Sob esta temperatura, a matéria orgânica se volatiliza (deixando a cinza do material mineral), sendo quantificada com a seguinte equação (DEAN, 1974; FAITHFULL, 2005):

$$\% \text{ matéria orgânica} = \left(\frac{\text{peso seco} - \text{peso incinerado}}{\text{peso seco}} \right) \times 100$$

Para determinar a composição granulométrica, tomou-se uma fração da amostra com um cilindro metálico de aproximadamente 38,5 cm³. Esta foi secada à temperatura ambiente durante três dias, sendo em seguida pesada. O solo seco foi passado por uma série de peneiras (de cima para baixo: 1,18 mm, 600 µm, 300 µm e 54 µm de abertura) em um agitador a 800

r.p.m. durante cinco minutos. A quantidade de solo retida em cada peneira foi pesada, fazendo-se a seguir o cálculo da proporção de cada um dos tamanhos de agregados ou partículas (LEHRSCHE; KINCAID, 2006). Neste tipo de quantificação, os agregados são também considerados como “partículas”.

A textura foi determinada pelo método de Bouyoucos, com ajuda de um hidrômetro. O método permite ver a textura do solo a partir da velocidade de sedimentação das partículas. Para isso, preparou-se uma solução dispersante com tripolifosfato de sódio e carbonato de sódio em água destilada. A seguir, misturaram-se 25 g de solo, 5 mL da solução dispersante anteriormente mencionada e 60 mL de água destilada em uma proveta. Depois de 24 horas em repouso, completou-se o volume da solução com água destilada até 250 mL. A primeira leitura (C1) foi realizada introduzindo-se um hidrômetro na proveta, que indicou a densidade da suspensão de argila e limo. Uma hora mais tarde, uma nova leitura foi tomada (C2), indicando a suspensão de argila. As relações matemáticas empregadas para a determinação da textura foram (ASHWORTH et al., 2001; NORAMBUENA; LUZIO; VERA, 2002):

$$\% \text{ Argila} + \% \text{ Limo} = C1 \times 2$$

$$\% \text{ Argila} = C2 \times 2$$

$$\% \text{ Limo} = (\% \text{ Argila} + \% \text{ Limo}) - \% \text{ Argila}$$

$$\% \text{ Areia} = 100 - (\% \text{ Argila} + \% \text{ Limo})$$

Para a determinação da condutividade, transferiu-se para um Becker um volume de água equivalente ao peso de 30 mL de solo. O Becker foi tampado e em seguida agitado por cinco minutos a 150 r.p.m. num agitador mecânico. Com as partículas ainda em suspensão, introduziu-se na solução a sonda de um condutivímetro para a leitura (ANDRADES, 1996; USDA, 1999).

4.5 Triagem

A triagem também foi realizada no “Laboratorio de Ecología de Suelos y Hongos Tropicales”, Bogotá, Colômbia. Para tanto, verteu-se pouco a pouco o conteúdo de cada amostra (consistindo do material extraído dos 150 g de solo) para uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro, examinando-se o material sob estereomicroscópio. Toda a fauna encontrada foi

separada em grupos, contada e transferida com auxílio de um pincel para novos frascos de cada ponto de amostragem contendo etanol a 70%. Os grupos foram: Mesostigmata, Oribatida, Prostigmata, Astigmata, Outros Arachnida, Insecta, Collembola, Myriapoda e Outros (Diplura, Protura, Isopoda, Nematoda, Oligocheta, indeterminados).

Adicionalmente, os Mesostigmata foram divididos nos grupos Gamasina e Uropodina, contados e transferidos em separado para frascos contendo etanol a 70%.

4.6 Montagem e identificação dos Mesostigmata do grupo Gamasina

Estas atividades foram conduzidas no “Laboratório de Acarologia” da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), utilizando-se um estereomicroscópio e um microscópio óptico de contraste de fases.

Exemplares muito escuros foram previamente clarificados com ácido láctico. Os ácaros foram lavados em água destilada e então montados em meio de Hoyer. As lâminas foram deixadas a 50 °C durante uma semana, vedando-se a montagem depois com esmalte comum de unha.

Inicialmente, foi feita uma separação por estágios de desenvolvimento tanto de Gamasina quanto de Uropodina. Posteriormente, a identificação foi realizada somente com as fêmeas.

A identificação das famílias e gêneros de Gamasina foi feita com base nos trabalhos de Krantz e Ainscough (1990), Lindquist, Krantz e Walter (2009) e chaves não publicadas utilizadas no curso “Soil Acarology – Acarology Summer Program” (2010) do Laboratório de Entomologia da Ohio State University. Os ácaros pertencentes às famílias mais representativas foram então identificados, sempre que possível até espécie, com a ajuda das descrições originais e redescrições disponíveis no Laboratório de Acarologia da ESALQ.

De cada amostra a densidade foi determinada com o total de ácaros Mesostigmata em todos os estágios de desenvolvimento, enquanto a riqueza (número de espécies e morfoespécies) de ácaros Gamasina e Uropodina foi determinada unicamente com as fêmeas.

4.7 Morfologia das espécies de Gamasina mais encontradas

As espécies mais encontradas de Gamasina foram caracterizadas morfolologicamente para facilitar a identificação e o reconhecimento de novas espécies. Na caracterização morfológica, foram medidos os escudos, as setas e outras estruturas características dos ácaros (nomenclatura, abreviações das diferentes partes e símbolos utilizados na morfologia são mostrados na Tabela 2).

Tabela 2 - Abreviações utilizadas para a caracterização morfológica das espécies de Gamasina

Abreviação	Significado
j1-j6, J1-J5, z1-z6, Z1-Z5, s1-s6, S1-S5, r2-r6, R1-R6, UR1-UR6	Setas das regiões dorsais e laterais do idiossoma
px2, px3	Setas extras entre as series J e Z.
st1, st2, st3, st4, st5	Setas esternais
JV1-JV5, ZV1-ZV5	Setas opistogástricas
h1, h2, h3, PC	Setas do ventre do gnatossoma
TiII	Tíbia da perna II
GeII	Gênu da perna II
TiIII	Tíbia da perna III
GeIII	Gênu da perna III
TiIV	Tíbia da perna IV
GeIV	Gênu da perna IV
Sta	Macroseta do tarso
Sti	Macroseta da tíbia
Sge	Macroseta do gênu

Calculou-se a média de cada medição e a amplitude (quando as medições da mesma estrutura variaram entre indivíduos). Todas as medições são apresentadas em micrômetros (µm). Cada perna foi medida da extremidade proximal da coxa até a base das unhas tarsais.

4.8 Separação de morfoespécies de Uropodina

Esta atividade também foi conduzida no “Laboratório de Acarologia” da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), utilizando um estereomicroscópio com aumento de até 100 vezes.

Todas as morfoespécies foram fotografadas, anotado suas características principais, como cor. Cada morfoespécie foi também desenhada e medida, para facilitar sua identificação subsequente.

Após as medições, os ácaros deste grupo foram transferidos para um frasco contendo etanol 70%, em que foram armazenados para estudos posteriores em maior detalhe.

4.9 Análise estatística

4.9.1 Características físico-químicas do solo

Por serem os dados obtidos referentes a avaliações repetidas a cada dois meses (durante um ano) e sempre nos mesmos locais, estes foram analisados com um tipo de modelo linear generalizado, que leva em conta a relação entre os dados ao longo do tempo. Este modelo é conhecido como “Equações Estimativas Generalizadas” ou GEE (Generalized Estimating Equations) que ao analisar a significância compara as proporções de maneira semelhante a uma análise fatorial, ou seja, a comparação é feita entre os diferentes níveis de cada fator. Para conseguir um melhor ajuste do modelo os dados relativos à proporção de partículas menores ou iguais a 53 µm foram transformados em raiz quadrada, enquanto a proporção de partículas entre 53 e 300 µm foi transformada mediante o procedimento de Box-cox, calculando λ para substituir na relação matemática:

$$x_{trans.} = \frac{x^{\lambda} - 1}{\lambda}$$

As demais variáveis não foram transformadas.

4.9.2 Proporção dos Mesostigmata em relação a outros grupos da fauna do solo

Também neste caso, por serem os dados resultados referentes a avaliações repetidas sempre nos mesmos locais, a proporção de Mesostigmata foi analisada com Equações Estimativas Generalizadas (GEE). Para ajustar ao modelo, os dados foram transformados com $\sqrt{p}$, em que p era a proporção (%) de Mesostigmata em relação a outros grupos da fauna do solo.

4.9.3 Abundância de Mesostigmata e riqueza de espécies de Gamasina e morfoespécies de Uropodina

Por serem estes dados resultados de contagens (por isso apresentando distribuição de Poisson) e referentes a avaliações repetidas sempre nos mesmos locais, estes também foram analisados com Equações Estimativas Generalizadas (GEE). A similaridade entre os ecossistemas foi estimada pelo índice de Morisita, que leva em consideração as composições de espécies e as abundâncias dos ácaros.

4.9.4 Relação entre variáveis físico-químicas, abundância e riqueza dos Mesostigmata

Inicialmente, foram feitas análises de correlação de Spearman para avaliar a correlação entre cada variável físico-química e cada um dos parâmetros bióticos avaliados (número de espécies de Gamasina e Uropodina, e a abundância dos grupos de fauna encontrada). Em seguida, realizou-se uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) para estabelecer a relação das variáveis físico-químicas e as espécies de Gamasina e Uropodina mais encontradas nas amostras coletadas. Esta análise procurou relacionar as diferenças na composição de espécies entre as amostras de acordo com suas características físico-químicas. O diagrama da análise de correspondência canônica mostra os nomes das espécies, dos pontos de coleta e as variáveis ambientais. As posições dos primeiros refletem as variações das composições das espécies em cada ponto de coleta. As variáveis ambientais são representadas por vetores (o número destes varia de acordo com o número de variáveis físico-químicas neste estudo determinados na análise como significativos para explicar a ocorrência e abundância

das espécies consideradas.), que se originam no ponto zero dos eixos do diagrama. Cada vetor aponta para a direção de máxima variação da variável ambiental no diagrama, sendo seu comprimento proporcional ao grau de alteração nesta direção. Assim, variáveis ambientais representadas por vetores mais longos estão mais fortemente correlacionadas com o eixo de ordenação que outras variáveis, e assim, mais relacionadas com o padrão de variação da comunidade considerada no diagrama. A projeção das posições das espécies sobre um eixo é importante para indicar a ordem de importância das médias ponderadas das espécies em relação àquela variável (TER BRAAK, 1987). Para evitar erros na análise, apenas as espécies representadas por pelo menos três indivíduos no estudo foram consideradas.

4.9.5 “Software” utilizado nas análises

O software R versão 2.15.1 (R CORE TEAM, 2012) foi empregado para a análise da abundância e riqueza de espécies e morfoespécies, enquanto que a versão 2.16 (2012) do software Past (HAMMER et al., 2001) foi empregado para a comparação da composição de espécies (índice de similaridade). Todas as análises foram feitas com um nível de confiança de 95%.

5 RESULTADOS

5.1 Ácaros Mesostigmata encontrados

Foram encontrados 263 Gamasina (50 imaturos, 33 machos e 180 fêmeas) e 428 Uropodina (161 imaturos, 120 machos e 147 fêmeas). O exame das fêmeas adultas indica que elas pertenciam a 34 espécies de Gamasina e 21 morfoespécies de Uropodina, respectivamente.

Dentre os Gamasina, foram encontradas sete espécies de Laelapidae, cinco de Phytoseiidae, cinco de Veigaiidae, quatro espécies de Ascidae, quatro de Blattisociidae, duas de Ologamasidae, duas de Macrochelidae, duas de Rhodacaridae, uma de Melicharidae, uma de Parasitidae, uma de Parholaspidae e uma de família indeterminada (Tabela 3).

Tabela 3 - Lista de espécies de Gamasina encontradas no solo de um fragmento florestal e de uma pastagem dentro (D) e fora (F) de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010)

				(continua)			
Superfamília	Família	Espécie	Fragmento florestal		Pastagem		
			D	F	D	F	
Ascoidea	Ascidae	<i>Arctoseius semiscissus</i>		X		X	
		(Berlese, 1892)					
		<i>Gamasellodes</i> n.sp.	X				
		<i>Protogamasellus</i> sp.1			X	X	
		<i>Protogamasellus</i> sp.2			X	X	
	Melicharidae	<i>Proctolaelaps</i> n.sp.	X				
Phytoseioidea	Blattisociidae	<i>Blattisocius keegani</i> Fox, 1947	X		X		
		<i>Cheiroseius</i> sp.1	X	X			
		<i>Cheiroseius</i> sp.2	X				
		<i>Cheiroseius</i> sp.3	X				
	Phytoseiidae	<i>Typhlodromina conspicua</i>		X			
		(Garman, 1948)					
		<i>Neoseiulus</i> n.sp.			X		

Tabela 3 - Lista de espécies de Gamasina encontradas no solo de um fragmento florestal e de uma pastagem dentro (D) e fora (F) de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010)

Superfamília	Família	Espécie	(continuação)			
			Fragmento florestal		Pastagem	
			D	F	D	F
Dermanyssoidea	Laelapidae	<i>Typhlodromus (Anthoseius) traansvaalensis</i> (Nesbitt, 1951)			X	
		<i>Metaseiulus camelliae</i> Chant & Yoshida-Shaul, 1983				X
		<i>Proprioseiopsis</i> n. sp.			X	
		<i>Gaeolaelaps</i> sp.1	X	X		
		<i>Gaeolaelaps</i> sp.3			X	X
		<i>Gaeolaelaps</i> sp.4	X			
		<i>Gaeolaelaps</i> sp.5			X	
		Aff. <i>Gaeolaelaps</i> sp.2			X	X
		<i>Oloopticus</i> sp.1	X	X		
		<i>Oloopticus</i> sp.2		X		
Eviphidoidea	Macrochelidae	<i>Macrocheles</i> sp.1	X			
		<i>Macrocheles</i> sp.2	X			
	Parholaspididae	<i>Gamasholaspis</i> sp.			X	
Rhodacaroidea	Ologamasidae	<i>Desectophis</i> n.sp.1	X			
		<i>Gamasiphis</i> sp.			X	X
	Rhodacaridae	<i>Multidentorhodacarus triramulus</i> Karg, 1998				X
		<i>Multidentorhodacarus</i> n.sp.	X	X		X
		<i>Amblygamasus</i> cf. sp.1			X	
Parasitoidea	Parasitidae					
Veigaioidea	Veigaiidae	<i>Veigaia</i> sp.1	X	X	X	X
		<i>Veigaia</i> sp.2	X			
		<i>Veigaia</i> sp.3	X			
		<i>Veigaia</i> sp.4	X			
		<i>Veigaia</i> sp.5			X	
Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado sp. 1	X			

Foram encontradas 21 morfoespécies de Uropodina (Tabela 4).

Tabela 4 - Lista de morfoespécies de Uropodina encontradas no solo de um fragmento florestal e de uma pastagem dentro (D) e fora (F) das pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010)

Morfoespécie	Fragmento florestal		Pastagem	
	D	F	D	F
Uropodina sp. 1			X	X
Uropodina sp. 2	X	X		
Uropodina sp. 3	X	X		
Uropodina sp. 4	X	X		
Uropodina sp. 5	X	X		
Uropodina sp. 6	X	X		
Uropodina sp. 7	X	X	X	
Uropodina sp. 8	X	X		
Uropodina sp. 9	X	X		
Uropodina sp. 10	X			
Uropodina sp. 11	X	X		
Uropodina sp. 12	X	X		
Uropodina sp. 13	X	X		
Uropodina sp. 14	X	X		
Uropodina sp. 15	X			
Uropodina sp. 16	X	X		
Uropodina sp. 17	X			
Uropodina sp. 18	X	X		
Uropodina sp. 19		X		
Uropodina sp. 20	X			
Uropodina sp. 21			X	X

5.1.1 Morfologia das espécies de Gamasina das sete famílias mais representadas

Apresenta-se a seguir as principais características morfológicas das espécies de Gamasina das sete famílias mais encontradas.

5.1.1.1 Ascidae Voigts e Oudemans

Arctoseius semiscissus (Berlese, 1892)

Laelaps (Iphis) semiscissus Berlese, 1892; LXVII, 7.

Laelaps semiscissus.— Hirschmann (1962): 48.

Arctoseius (Arctoseiulus) semiscissus.— Willmann (1949): 357.

Arctoseius semiscissus.— Willmann (1949): 349; Evans (1958): 223; Karg (1971): 265; Pinchuk (1976): 55; Bregetova (1977): 204; Makarova e Petrova (1992): 37; Karg (1993): 263; Halliday (1998): 117; Halliday, Walter e Lindquist (1998): 16; Makarova (2000): 138 (versão em inglês), 914 (versão em russo); Kalúz e Fenda (2005): 94.

Arctoseius bicuspidatus Willmann, 1949b: 355 [Sinônimo júnior por Halliday et al. (1998): 16].

Arctoseius limburgensis Nesbitt, 1954: 20 [Sinônimo júnior por Halliday et al. (1998): 16].

Arctoseius bispinatus Weis-Fogh, 1947-1948: 255 [Sinônimo júnior por Bernhard (1963): 151; Karg (1971): 273].

Arctoseius sellnicki Karg, 1962: 45 [Sinônimo júnior por Bernhard (1963): 151; Karg (1971): 273; Halliday et al. (1998): 16].

Espécimes examinados: oito fêmeas. Medições: escudo dorsal 392 (345 - 422) de comprimento e 203 (177 - 224) de largura, j1 23 (19 - 25), j2 33 (30 - 35), j3 40 (37 - 43), j4 35 (33 - 36), j5 31 (27 - 35), j6 32 (28 - 35), J1 32 (31 - 32), J2 32 (30 - 34), J3 35 (35 - 35), J4 34 (33 - 36), J5 12 (11 - 12), J2-J3 45 (38 - 52), J3-J4 49 (44 - 53), z1 16 (15 - 17), z2 44 (40 - 49), z3 44 (40 - 50), z4 44 (41 - 49), z5 35 (30 - 37), z6 35 (31 - 39), Z1 39 (34 - 43), Z2 42 (38 - 45), Z3 46 (42 - 49), Z4 53 (50 - 57), Z5 57 (54 - 60), s1 27 (24 - 33), s2 (na cutícula não esclerotizada) 24 (23 - 25), s3 48 (42 - 50), s4 49 (45 - 52), s5 47 (44 - 52), s6 46 (42 - 49), S1 44 (40 - 47), S2 45 (41 - 49), S3 44 (40 - 47), S5 50 (46 - 55), r2 30 (27 - 32), r3 37 (31 - 40), r4 31 (28 - 35), r5 32 (28 - 35), R1 30 (26 - 35), R2 29 (25 - 32), R3 28 (24 - 30),

R4 27 (22 - 31), R5 29 (24 - 32); escudo esternal 84 (78 - 95) de comprimento e 71 (65 - 77) de largura, st1 29 (25 - 31), st2 27 (25 - 30), st3 24 (22 - 26), st4 20 (18 - 22), distâncias st1-st3 79 (75 - 84), st2-st2 63 (60 - 65); escudo genital 96 (85 - 100) de comprimento, 47 (40 - 55) de largura (parte mais larga) e 32 (28 - 34) de largura (parte mais estreita), st5 20 (18 - 21), distância st5-st5 54 (49 - 59); escudo anal 75 (70 - 78) de comprimento e 74 (66 - 80) de largura, para-anal 21 (20 - 23), pós-anal 39 (36 - 40); ânus 20 (19 - 21) de comprimento e 14 (13 - 15) de largura; JV1 22 (20 - 25), JV2 24 (22 - 26), JV3 24 (20 - 25), JV4 22 (20 - 23), JV5 40 (37 - 43), ZV1 19 (15 - 21), ZV2 22 (18 - 26), ZV4 29 (27 - 32), ZV5 31 (26 - 35); dígito móvel da quelícera 31 (30-33) de comprimento (com três dentes), dígito fixo 30 (29-30) de comprimento (com três dentes).

Número de setas: geI:12; tiI: 12; geII: 10; tiII: 9; GeIII: 7; tiIII 7; geIV: 7; tiIV 6.

Observações: Os espécimes examinados são maiores do que é citado na redescritção de *A. semiscissus* feita por Kalúz e Fenda (2005), com base em ácaros coletados de Eslováquia (340 de comprimento e 151 de largura). As setas são também mais longas, especialmente J5 (5). Esta espécie foi inicialmente descrita da Itália por Berlese (1892).

Dos 18 espécimes coletados, oito estavam fixados pelo gnathosoma a um díptero adulto Sciaridae (Figura 2). Essa espécie, assim como outra espécie deste gênero, como *A. cetratus* (Sellnick), têm sido relatadas como foréticas em adultos e predadoras de ovos e larvas de Sciaridae (BINNS, 1972, 1974; DMOCH, 1995 apud RUDZIŃSKA, 1998; GERSON et al., 2003). No entanto os exemplares coletados neste estudo estavam fixados ao corpo do inseto pelas quelíceras, sendo difícil sua remoção, dando a impressão de que pudessem estar se alimentando deste.

Figura 2 - Ácaros *Arctoseiulus semiscissus* aderidos a um Sciaridae (Díptera) de amostras coletadas em Vereda Mundo Nuevo, Município de la Calera, Colômbia; 2010

***Gamasellodes* n.sp.**

Espécimes examinados: três fêmeas. Medições: escudo dorsal 303 (296-308) de comprimento e 123 (122-125) de largura, escudo podonotal 151 (147-155) de comprimento, escudo opistonotal 153 (149-156) de comprimento, j1 13 (11-15), j2 18 (17-19), j3 20 (19-21), j4 19 (18-20), j5 17 (16-18), j6 21, J1 16, J2 16, J3 16, J5 13 (12-15), z1 10 (9-10), z2 21 (21-22), z3 17 (16-18), z4 20, z5 19 (18-20), z6 18, Z1 21 (20-22), Z2 21 (21-22), Z3 29 (29-30), Z4 32 (30-34), Z5 49 (47-50), s1 (na cutícula não esclerotizada) 15 (14-15), s2 (na cutícula não esclerotizada) 15 (14-16), s3 20 (19-21), s4 22 (21-24), s5 21 (20-21), s6 22 (21-23), S1 21 (20-21), S2 22 (21-23), S3 21 (20-22), S4 25 (25-26), S5 29 (29-30), r2 15 (14-15), r3 17 (15-18), r4 14 (13-15), r5 14 (13-15), R1 13 (12-14), R2 11 (11-12), R3 14 (12-15), R4 11 (10-12), R5 11 (10-11); escudo esternal 84 (83-85) de comprimento e 61 (60-62) de largura, st1 17 (15-18), st2 17 (15-19), st3 14 (13-15), st4 12 (11-12), distâncias st1-st3 68 (66-69), st2-st3 41 (40-42); escudo genital 76 (75-77) de comprimento, 38 (37-39) de largura (parte mais larga) e 27 (26-28) de largura (parte mais estreita), st5 14 (13-15), distância st5-st5 36 (35-37); escudo ventrianal 100 (92-109) de comprimento e 133 (120-149) de largura, para-anal 18 (18-19), pós-anal 29 (27-30); ânus 15 (14-15) de comprimento e 15 (13-16) de largura; JV1 15 (15-16), JV2 26 (25-26), JV3 16 (15-17), JV4 20 (17-22), JV5 34 (31-37), ZV1 15 (13-16), ZV2 14 (JV1-JV5 inseridas no escudo ventrianal); dígito móvel 30 de comprimento.

Número de setas: geI: 13, tiI: 13, geII: 11, tiII: 10, geIII: 8, tiIII: 8, geIV: 9, tiIV: 10.

Observações: esta é a primeira espécie de *Gamasellodes* que não apresenta a seta J4.

***Protogamasellus* sp. 1**

Espécimes examinados: seis fêmeas. Medições: escudo dorsal 240 (231 - 248) de comprimento e 112 (107 - 124) de largura, escudo podonotal 123 (117 - 129) de comprimento, escudo opistonotal 117 (114 - 119) de comprimento, j1 11 (10 - 12), j2 14 (11 - 16), j3 18 (17 - 20), j4 19 (17 - 20), j5 16 (15 - 17), j6 16 (15 - 17), J1 16 (15 - 17), J2 18 (16 - 19), J3 18 (16 - 19), J4 22 (20 - 24), J5 13 (12 - 15), distância j4 - j4 34 (31 - 36), distância J4 - J4 25 (24 - 26), z1 9 (9 - 10), z2 17 (15 - 18), z3 19 (17 - 20), z4 19 (17 - 21), z5 21 (20 -

22), z6 20 (18 - 21), Z1 21 (20 - 23), Z2 21 (19 - 22), Z3 22 (20 - 23), Z4 22 (20 - 24), Z5 22 (21 - 24), s1 15, s2 (na cutícula não esclerotizada) 12 (10 - 13), s3 20 (18 - 23), s4 22 (18 - 23), s5 21 (18 - 22), s6 17 (15 - 19), S1 18 (16 - 20), S2 19 (17 - 20), S3 21 (20 - 22), S4 21 (20 - 22), S5 20 (19 - 22), r2 14 (13 - 15), r3 25 (24 - 25), r4 11 (10 - 12), r5 11 (10 - 12), R1 10 (9 - 10), R2 10 (10 - 11), R3 12 (11 - 12), R4 13 (12 - 13), R5 (colado lateralmente ao escudo dorsal) 14 (13 - 15); escudo esternal 65 (58 - 71) comprimento e 54 (50 - 56) de largura, st1 13 (11 - 14), st2 12 (11 - 13), st3 13 (11 - 13), st4 12 (10 - 13), distâncias st1 - st3 55 (55 - 57), st2 - st3 35 (34 - 35); escudo genital 59 (56 - 61) comprimento, 25 (24 - 26) largura (parte mais larga) e 22 (20 - 22) largura (parte mais estreita), st5 (na cutícula não esclerotizada) 10 (10 - 11), distância st5 - st5 24 (23 - 25); escudo ventrianal 66 (65 - 67) de comprimento e 92 (87 - 95) de largura, para-anal 23 (20 - 24), pós-anal 23 (22 - 24), ânus 12 (11 - 13) de largura e comprimento 14 (13 - 15); JV1 14 (11 - 15), JV2 16 (15 - 17), JV3 17 (16 - 18), JV4 15 (13 - 17), JV5 23 (22 - 24), ZV1 12 (11 - 13), ZV2 13 (11 - 14); dígito móvel 25 de comprimento (seis dentes), dígito móvel (dois dentes).

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 10; geIII: 8; tiIII: 8; geIV: 9; tiIV: 9.

Observações: os espécimes examinados se assemelham a *Gamasellodes minor* Athias-Henriot, 1961, descrito da Argélia, apresentando ornamentação similar na parte posterior do escudo opistonotal e a seta J4 mais curta que a distância entre suas bases. Embora esta espécie seja usualmente considerada como pertencente ao gênero *Protogamasellus*, existem dúvidas sobre sua classificação genérica, de vez que esta apresenta características intermediárias entre *Gamasellodes* e *Protogamasellus*, isto é: ausência de linhas transversais ao nível da seta z6 e ao nível da seta J1 (característica de *Gamasellodes*); setas para-anais próximas da margem anterior da abertura anal (característica de *Protogamasellus*). *Gamasellodes minor* difere dos espécimes examinados por apresentar uma linha conectando a seta z3 e j4 e por ser a distância entre as setas J4 (14 - 16) mais curta que o comprimento destas. Além disso, *G. minor* apresenta 15 pares de setas no escudo opistonotal, diferindo dos espécimes examinados, que tem R5 inserida no ângulo posterior do escudo dorsal, somando um total de 16 pares de setas no escudo opistonotal.

***Protogamasellus* sp. 2**

Espécimes examinados: duas fêmeas. Medições: escudo dorsal 242-255 de comprimento e 90-95 de largura, escudo podonotal 122-127 de comprimento, escudo opitonotal 120-128 de comprimento, j1 18-20, j2 13, j3 14, j4 15, j5 11, j6 10, J1 10, J2 12, J3 17-19, J4 24, J5 15, j4-j4 29-32, z1 12, z2 11-12, z3 7, z5 12, z6 13, Z1 14, Z2 12-15, Z3 15-17, Z4 18, Z5 25, s1 10, s2 (na cutícula não esclerotizada) 12, s3 16, s4 16, s5 17, s6 16, S1 15, S2 15, S3 15, S4 19, S5 20, r2 12, r3 19, r4 9, r5 10, R1 10, R2 10, R3 10, R4 10, R5 9, R6 11; Escudo esternal 62 de comprimento e 53 de largura, st1 14, st2 15, st3 14, st4 12, distâncias st1-st3 55, st2-st2 33; Escudo genital 63 de comprimento, 23 de largura (parte mais larga) e 22 de largura (parte mais estreita), st5 10, distância st5-st5 22; escudo ventrianal 70 de comprimento e 98 de largura, para-anal 15; ânus 13 de comprimento e 12 de largura; JV1 10, JV5 23, ZV1 11, ZV2 15, ZV5 12; Seta z4 quebrada.

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 10; geIII: 8; tiIII: 8; geIV: 9; tiIV: 9.

Observações: os espécimes examinados se assemelham a *Protogamasellus brevicornis* Shcherbak, 1976, descrita da África do Sul, por ter um poro grande e arredondado entre as setas Z3 e Z4, uma lirifissura bastante distinta entre as setas Z4 e R6, e setas j1, Z5 e r3 distintamente longas. No entanto, em *P. brevicornis* a seta J4 é consideravelmente mais curta que a seta Z5, enquanto nos espécimes examinados estas setas têm aproximadamente o mesmo comprimento. Além disso, em *P. brevicornis* as extensões anteriores do epistoma têm aproximadamente o mesmo comprimento, enquanto nos espécimes examinados a extensão mediana do epistoma tem a metade do comprimento das extensões laterais.

5.1.1.2 Blattisociidae Garman

***Cheiroseius* sp. 1**

Espécimes examinados: quatro fêmeas. Medições: escudo dorsal 515 (480 - 533) de comprimento e 342 (330 - 361) de largura, j1 39 (38 - 40), j2 44 (42 - 48), j3 45 (44 - 47), j4 41 (40 - 42), j5 41 (40 - 42), j6 44 (43 - 45), J1 46 (45 - 47), J2 46 (45 - 47), J3 47 (45 - 48), J4 (43 - 46), J5 16 (16 - 17), distância j4-j4 (45 - 46), distância J4-J4 (45 - 55), z1 25 (24 - 25), z2 41 (40 - 42), z3 39 (37 - 40), z4 45 (43 - 47), z5 27 (26 - 29), z6 44 (42 - 45), Z1 47

(45 - 48), Z2 46 (45 - 48), Z3 45 (42 - 47), Z4 43 (42 - 44), Z5 50 (47 - 52), s1 20 (19 - 20), s2 34 (32 - 35), s3 40 (38 - 42), s4 45 (44 - 45), s5 46 (44 - 50), s6 47 (45 - 48), S1 43 (41 - 45), S2 47 (46 - 48), S3 44 (43 - 45), S4 45 (44 - 45), S5 48 (46 - 50), r2 20 (20 - 21), r3 25 (25 - 26), r4 38 (37 - 40), r5 27 (26 - 28), R1 27, R2 32 (31 - 33), R3 37 (36 - 37); escudo esternal 113 (110 - 115) de comprimento e 93 (85 - 100) de largura, st1 21 (20 - 22), st2 26 (25 - 27), st3 27 (26 - 27), st4 24 (23 - 25), distâncias st1-st3 103 (100 - 109), st2-st2 66 (62 - 70); escudo genital 129 (124 - 134) de comprimento, 76 (75 - 78) de largura na parte mais larga e 67 (60 - 73) de largura na parte mais estreita, st5 28 (25 - 30), distância st5-st5 68 (65 - 70); escudo ventrianal 165 (162 - 170) de comprimento e 238 (234 - 245) de largura, pós-anal 23 (21 - 25), ânus 19 de comprimento e 17 (16 - 17) de largura; JV1 26 (25 - 27), JV2 42 (41 - 44), JV3 40 (37 - 45), JV4 28 (25 - 30), JV5 41 (39 - 43), ZV1 19 (17 - 20), ZV2 29 (27 - 32), ZV3 22 (20 - 23), ZV5 40 (37 - 42); dígito móvel 77 de comprimento.

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 10; tiII: 10; geIII: 8; tiIII: 9; geIV: 9; tiIV: 10.

Observações: as espécies mais semelhantes a esta são:

- *Cheiroseius levicuspis* Karg, 1998a, descrita do Equador, também apresentando a seta JV4 no escudo ventrianal. No entanto, *C. levicuspis* é menor que os espécimes examinados e várias de suas setas são mais curtas, como j1 (23), JV2 (V2 na descrição original, 25), ZV2 (V6 na descrição original, 10), JV5 (V8 na descrição original, 30). Contudo, não é possível definir se os exemplares examinados são realmente desta espécie, pela falta de informações relevantes na descrição original.

- *Cheiroseius trispinosus* Karg, 1981, descrita da Venezuela, também apresentando quatro pares de setas no escudo ventrianal. No entanto, *C. trispinosus* não apresenta reticulação na região mediana do escudo esternal (presente nos espécimes examinados) e apresenta as setas Z5 (75) e J4 (70) muito mais longas que nos espécimes examinados.

***Cheiroseius* sp. 2**

Espécime examinado: uma fêmea. Medições: escudo dorsal 420 de comprimento e 245 de largura, j1 10, j2 45, j3 41, j4 48, j5 42, j6 46, J1 (ultrapassa base de J2) 42, J2 (ultrapassa base de J3) 43, J3 (sobre-passa base de J4) 40, J4 49, J5 16, distância j2-j3 43, z1 27, z2 33, z3 40, z4 45, z5 28, z6 41, Z1 50, Z2 46, Z3 53, Z4 50, Z5 52, s1 21, s2 31, s3 45, s4 45, s5

47, s6 47, S1 47, S2 45, S3 47, S4 50, S5 51, r2 20, r3 20, r4 36, r5 25, R1 (na cutícula não esclerotizada) 19, R2 22, R3 25, R4 25, R5 27; escudo esternal 85 de comprimento e 68 de largura, st1 17, st2 16, st3 16, st4 18, distâncias st1-st3 70, st2-st2 42; escudo genital 59 de largura na parte mais larga e 42 de largura na parte mais estreita, st5 (na cutícula não esclerotizada) 19, distância st5-st5 46; escudo ventrianal 100 de comprimento e 132 de largura, para-anal 19, pós-anal 15; ânus 11 de comprimento e 13 de largura; JV1 17, JV2 20, JV3 20, JV4 21, JV5 20, ZV1 15, ZV2 15, ZV3 13; dígito móvel 45 de comprimento.

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 10; tiII: 10; geIII: 8; tiIII: 9; geIV: 9; tiIV: 10.

Observações: as espécies mais semelhantes são:

- *Cheiroseius tetrados* Karg, 1998a, descrita do Equador, também por não apresentar prolongamento posterior do peritrema, por apresentar três pares de setas no escudo ventrianal, e j1 muito mais curta que outras setas do escudo dorsal. No entanto, em *C. tetrados* o escudo dorsal é cerca de 100 µm mais curto, as setas Z5 (40) e j2 (citada como s1, 30) são mais curtas, a região mediana do escudo esternal é reticulada e as setas esternais são mais longas (20).

- *Cheiroseius trilobus* Karg, 1981, também descrita do Equador, assemelhando-se aos espécimes examinados pelas mesmas razões citadas para a espécie anterior. No entanto, *C. trilobus* é menor (escudo dorsal com 340 – 360 de comprimento e 200 – 250 de largura) e apresenta a seta S5 (60) ligeiramente mais longa que nos espécimes examinados.

A decisão final sobre a identidade dos exemplares examinados exigirá o exame dos tipos das espécies citadas.

***Cheiroseius* sp. 3**

Espécime examinado: uma fêmea. Medições: escudo dorsal 445 de comprimento e 275 de largura, j1 40, j2 43, j3 48, j4 45, j5 48, j6 45, J1 49, J3 48, J4 50, J5 12, distância j4-j4 40, distância j2-j3 40, z1 33, z2 38, z3 44, z4 51, z5 30, z6 44, Z1 55, Z2 54, Z3 55, Z4 (atingindo as bases de Z5) 50, Z5 42, s1 36, s2 (na cutícula não esclerotizada) 36, s3 44, s4 49, s5 50, s6 52, S1 48, S2 56, S3 54, S4 54, S5 43, r2 34, r3 36, r4 45, r5 35, R1 32, R2 31, R3 32, R4 35, escudo esternal 104 de comprimento e 94 de largura, st1 24, st2 24, st3 26, st4 22, distâncias

st1-st3 87, st2-st2 65; escudo genital 100 de comprimento, 93 de largura na parte mais larga e 67 de largura na parte mais estreita, st5 24, distância st5-st5 76; escudo ventrianal 127 de comprimento e 190 de largura, para-anal 24; JV1 30, JV2 26, JV3 25, JV4 27, JV5 35, ZV1 14, ZV2 26, ZV3 30; dígito móvel 61 de comprimento, pilus dentilis 5 de comprimento, base do tritosterno 30 de comprimento; perna IV 735 de comprimento, 1,65 vezes tão longa quanto o escudo dorsal; seta ad3 do tarso IV com 84 de comprimento. Setas J2 e pós-anal quebradas; seta R5 e ânus não visíveis.

Quetotaxia das pernas: geI: 12; tiI:13; geII: 10; tiII: 10; geIII: 8; tiIII: 8; geIV: 9; tiIV: 10.

Observações: o espécime examinado se assemelha a *Cheiroseius neophalangioides* Mineiro, Lindquist & Moraes, 2009, descrita do Brasil, apresentando perna IV bastante longa (aproximadamente 1,7 vezes tão longa quanto o escudo dorsal) e seta ad-3 do telotarso da mesma perna longa em relação a outras setas do mesmo segmento. No entanto, em *C. neophalangioides* o escudo dorsal é menor (375-390 de comprimento e 250-255 de largura), algumas setas são também mais curtas, como z1 (18 - 20), st3 (17 - 18) e st4 (15 - 16), enquanto outras são aproximadamente do mesmo comprimento que no espécime examinado, e a seta ad3 (55-60) do telotarsus IV é mais curta.

***Blattisocius keegani* Fox, 1947**

Blattiosocius [sic] *keegani* Fox, 1947: 599.

Melichares (Blattisocius) keegani, Evans (1958): 209.

Melichares keegani, Hirschmann (1962): 30.

Blattisocius keegani, Haines (1978): 21; Treat (1975): 94.

Espécimes examinados: duas fêmeas. Medições: escudo dorsal 475 - 500 de comprimento e 190 - 223 de largura, j1 20 - 21, j2 30 - 33, j3 33 - 36, j4 31, j5 34, j6 33, J1 35, J2 35, J3 36 - 38, J4 34, J5 34 - 36, z1 21 - 22, z2 36 - 38, z3 34, z6 36 - 38, Z1 37 - 42, Z2 39, Z3 37, Z4 37 - 41, Z5 52 - 54, s1 30 - 31, s2 36 - 38, s3 38, s4 39, s5 35, s6 42 - 44, S1 40, S2 40 - 43, S3 41 - 43, S4 41 - 44, S5 41 - 45, r2 39, r3 41, r4 43, r5 42, r6 45, R1 46, R2 44, R3 44, R4 45, R5 42, R6 45, UR1 41, UR2 36, UR3 38, UR4 40, UR5 42, UR6 44; escudo estenal 95 - 110 de comprimento e 72 - 82 de largura, st1 37 - 41, st2 35 - 36, st3 34 -

35, st4 35, distâncias st1-st3 80 - 92, st2-st2 70 - 81; escudo genital 170 - 175 de comprimento, 80 - 82 de largura na parte mais larga e 50 - 61 de largura na parte mais estreita, st5 34, distância st5-st5 63 - 70; escudo ventrianal 154 - 177 de comprimento e 88 - 105 de largura, para-anal 24 - 25, pós-anal 40; ânus 25 de comprimento e 19 - 20 de largura; JV1 31 - 35, JV2 41, JV3 46 - 54, JV4 55 - 50, JV5 70 - 72, ZV1 40, ZV2 44 - 50, ZV3 45 - 44, ZV4 49 - 46, ZV5 54; dígito móvel 27 - 28 de comprimento. Setas z4 e z5 presentes, porém quebradas.

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 10; geIII: 9; tiIII: 8; geIV: 9; tiIV: 9.

Observações: os espécimes examinados diferem pouco do que é citado na redescrição de *B. keegani* feita por Britto, Lopes e Moraes (2012) com base em ácaros coletados no Brasil. Algumas setas, como j1, são ligeiramente mais curtas que nos espécimes examinados por Britto, Lopes e Moraes (2012) (16 - 18), enquanto outras são ligeiramente mais longas, como j4, j5, j6, z3, z6, s3 e s4.

5.1.1.3 Melicharidae Hirschmann

Proctolaelaps n.sp.

Espécimes examinados: cinco fêmeas. Medições: escudo dorsal 408 (384 - 431) de comprimento e 268 (237 - 280) de largura, j1 29 (28 - 30), j2 30 (28 - 31), j3 49 (47 - 50), j4 49 (47 - 52), j5 52 (50 - 53), j6 50 (49 - 51), J1 42 (41 - 44), J2 43 (41 - 45), J3 44 (43 - 45), J4 37 (35 - 39), J5 11 (10 - 13), distância j4-j4 46 (44 - 48), distância J4-J4 55 (53 - 58), distância j2-j3 26 (20 - 30), z1 17 (14 - 19), z2 26 (25 - 27), z3 32 (31 - 33), z4 52 (47 - 56), z5 56 (56 - 57), z6 51 (49 - 54), Z1 53 (51 - 55), Z3 42 (40 - 43), Z4 37 (35 - 38), Z5 58 (55 - 62), s1 14 (13 - 15), s2 25 (23 - 26), s3 41 (38 - 43), s4 55 (55 - 56), s5 52 (50 - 55), s6 40 (40 - 41), S1 38 (35 - 40), S2 26 (25 - 27), S3 46 (43 - 50), S5 23 (20 - 25), r2 26 (25 - 26), r3 55 (52 - 57), r4 35 (33 - 37), r5 35 (34 - 37), R1 18 (14 - 20), R2 15, R3 21 (20 - 21), R4 22 (22 - 23); escudo esternal 91 (88 - 95) de comprimento e 122 (116 - 126) de largura, st1 39 (37 - 42), st2 41 (40 - 42), st3 40 (39 - 41), st4 42 (40 - 43); distâncias st1-st3 82 (80 - 83), st2-st2 81 (80 - 83); escudo genital 78 (72 - 84) de largura (parte mais larga), st5 33 (30 - 35), st5-st5 72 (68 - 75); escudo anal 90 (83 - 100) de comprimento e 67 (64 - 70) de largura, para-anal 31 (30 - 32), pós-anal 34 (32 - 35); ânus 35 (34 - 38) comprimento e 29 (22 - 32) de largura; JV1

31 (30 - 32), JV2 39 (35 - 42), JV3 29 (28 - 30), JV4 27 (25 - 28), JV5 37 (35 - 40), ZV1 21 (20 - 23), ZV2 28 (26 - 30), ZV3 23 (21 - 25), ZV4 20 (18 - 20), ZV5 18 (16 - 18); h1 28 (27 - 30), h2 21 (20 - 22), h3 32 (30 - 35), pc 31 (30 - 33); dígito móvel 31 (30-32) de comprimento (com três dentes), base do tritosterno 20 (19 - 21) de comprimento; perna I 487 (479 - 494) de comprimento, perna II 346 (335 - 356) de comprimento, perna III 392 (366 - 409) de comprimento, perna IV 629 (597-660) de comprimento.

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 9; geIII: 8 (deveriam ser 9); tiIII: 8; geIV: 9.

Observações: em três espécimes examinados, a seta z3 do lado direito está ausente; em um espécime a seta R2 está presente (15), a seta JV3 está ausente do lado esquerdo e uma seta opistogástrica extra está presente entre as setas JV4 e ZV4 do lado oposto.

Os espécimes examinados se assemelham a *Proctolaelaps oribatoides* Karg, 1979a, descrita da Argentina, principalmente por estarem aparentemente ausentes uma das setas da serie Z e uma das setas da série S. No entanto, *P. oribatoides* difere por apresentar algumas setas mais curtas, especialmente z1 (mencionada como s1, 5), j3 (25), r2 (mencionada como r3, 17), setas esternais (27), e outras setas mais longas, especialmente r3 (mencionada como r5 na descrição original, 63), J4 (68), Z4 (50) e Z5 (63), cornículo distalmente dividido em três ramos (não dividido nos espécimes examinados). Além disso, a linha paralela à margem do escudo dorsal não é mencionada na descrição original de *P. oribatoides*.

5.1.1.4 Phytoseiidae Berlese

Metaseiulus Muma

Metaseiulus (Metaseiulus) camelliae (Chant & Yoshida-Shaul 1983)

Typhlodromus camelliae Chant & Yoshida-Shaul, 1983: 1053, Feres e Moraes (1998): 130.

Typhlodromina camelliae, Moraes, McMurtry e Denmark (1986): 236.

Metaseiulus (Metaseiulus) camelliae, Moraes et al. (2004): 278; Lofego, Moraes e Castro (2004): 13; Chant e McMurtry (2007): 173.

Espécimes examinados: duas fêmeas. Medições: escudo dorsal 345 de comprimento e 205 de largura, j1 21, j3 21, j4 20, j5 16, j6 21, J2 22, J5 12, z2 18, z3 19, z4 21, z5 17, Z4 32, Z5 50, s4 25, s6 23, S5 16, r3 20, R1 22; distâncias st1-st3 60, st2-st2 63, st5-st5 58; cálice 15 de comprimento; escudo ventrianal 110 de comprimento e 77 de largura ao nível de ZV2; Sta IV 23, comprimento dígito móvel 27; quetotaxia do genu II 2-2/0,2/0-1

Observações: espécie descrita de material vegetal procedente do Uruguai e interceptado nos Estados Unidos da América do Norte. Os espécimes examinados são ligeiramente maiores que o holótipo, de acordo com as medições apresentadas por Chant e Yoshida-Shaul (1983), sendo a maioria das setas também ligeiramente mais longa.

***Neoseiulus* Hughes**

***Neoseiulus* n.sp.**

Espécimes examinados: duas fêmeas. Medições: escudo dorsal 360 - 364 de comprimento e 218 - 228 de largura, j1 20, j3 22 - 26, j4 10, j5 9, J2 13, J5 11 - 12, z2 16 - 17, z4 25, z5 9, Z1 13, Z4 30, Z5 40 - 42, s4 30 - 32, S2 29 - 31, S4 22 - 26, S5 20 - 26, r3 25 - 26, R1 24; distâncias st1-st3 65, st2-st2 64 - 65, st5-st5 64 - 69; cálice 20 - 21 de comprimento; escudo ventrianal 118 de comprimento e 94 - 99 de largura ao nível de ZV2; SgeIV 20, Sti IV 15, Sta IV 62. Seta j6 presente, porém quebrada.

Observações: os espécimes examinados pertencem ao subgrupo *ceratoni* (por apresentar espermateca com cálice alongado) do grupo *cucumeris* (por apresentar espermateca com atrium sem bifurcação profunda na conjuntura do ducto e pelas setas dorsocentrals aproximadamente com mesmo comprimento às setas dorsolaterais) de Chant e McMurtry (2003). As espécies mais semelhantes são:

- *Neoseiulus shanksi* (Congdon, 2002), descrita dos Estados Unidos da América do Norte, diferindo dos espécimes examinados por ter o escudo dorsal menor (346 de comprimento e 196 de largura) e ter a maioria das setas do dorso do idiossoma mais longas, especialmente j3 (36), j4 (22), j5 (21), z2 (36), s4 (49), Z4 (58), Z5 (61) e S2 (43).

- *Neoseiulus vasoides* (Karg, 1989), descrita de Alemanha, diferindo dos espécimes examinados por ter o escudo dorsal menor (300-330 de comprimento e 150-160 de largura) e ter as setas j3 (i2 da descrição original, 1) e z4 (z1 da descrição original, 15) mais curtas, e as setas Z4 (40) e Z5 (55) bem mais longas e serreadas (lisas nos espécimes examinados).

- *Neoseiulus tauricus* (Livschitz e Kuznetsov, 1972), descrita de Ucrânia, diferindo por ter as setas do escudo dorsal e Sta IV bem mais curtas, exceto Z4 (36) e Z5 (53), mais longas. Além disso, *N. tauricus* apresenta escudo dorsal ornamentado (liso nos espécimes examinados), poros pré-anais anteriores a JV2 (posteriores a JV2 nos espécimes examinados), setas Z4, Z5 e JV5 serreadas (lisas nos espécimes examinados).

***Proprioseiopsis* Muma**

***Proprioseiopsis* n.sp.**

Espécime examinado: uma fêmea. Medições: escudo dorsal 415 de comprimento e 275 de largura, j4 5, j5 4, J5 6, z4 17, z5 4, Z1 7, Z4 95, Z5 75, s4 86, S2 5, S4 6, S5 5, r3 13, R1 7; setas esternais 36, distâncias st1-st3 59, st2-st2 68, st5-st5 90; cálice 25 de comprimento; escudo ventrianal 94 de comprimento e 117 de largura ao nível de ZV2; JV5 45; dígito móvel 30 de comprimento, dígito fixo 35 de comprimento; Sta II 45, SgeIII 46, Sti III 27, Stalll 30 (seta quebrada na ponta), Sti IV 32, Sta IV 73. Setas j1, j3, j6, z2 e SgeIV presentes, porém quebradas.

Obsevações: o único espécime examinado pertence ao subgrupo *pascuus*, (por apresentar espermateca com cérvix alongado e tubular) do grupo *belizensis* (pela ausência de macroseta no genu I) de Chant e McMurtry (2005). As espécies mais semelhantes são:

- *Proprioseiopsis acapius* Karg, 1976, *Proprioseiopsis bay* (Schicha, 1980) e *Proprioseiopsis sharkiensis* Basha e Yousef, 2000, descritas de Chile, Austrália e Egito, respectivamente, diferindo do espécime examinado por apresentarem setas Z4 e Z5 aproximadamente de mesmo comprimento.

- *Proprioseiopsis pascuus* (van der Merwe, 1968), descrita de África do Sul, diferindo por apresentar várias setas do escudo dorsal mais longas, especialmente r3 (S1 na descrição original, 25) e R1 (S2 na descrição original, 16).

- *Proprioseiopsis citri* (Muma, 1962), descrita dos Estados Unidos da América do, diferindo por apresentar espermateca e escudo genital de formatos diferentes e seta Z4 levemente plumosa (lisa no espécime examinado).

- *Proprioseiopsis mumaellus* (Athias-Henriot, 1967), descrita da Argentina, diferindo por apresentar setas Z4 e Z5 serreadas (lisas nos espécimes examinados).

- *Proprioseiopsis pentagonalis* (Moraes & Mesa, 1991), descrita da Colômbia, diferindo por apresentar setas Z4 e Z5 aproximadamente de mesmo comprimento, macroseta no tarso IV (44) mais curta e cérvix da espermateca (45) mais longo.

Todas as espécies citadas apresentam escudo dorsal aproximadamente 40 - 100 µm mais curto que os espécimes examinados.

***Typhlodromus* Scheuten**

***Typhlodromus (Anthoseius) transvaalensis* (Nesbitt, 1951)**

Kampimodromus transvaalensis Nesbitt, 1951: 55.

Neoseiulus transvaalensis (Nesbitt), Muma (1961): 295.

Clavidromus transvaalensis, Muma e Denmark (1968): 238, Denmark e Muma (1973): 272.

Typhlodromus transvaalensis, Chant (1955): 498, Ferla e Moraes (2002): 1020, Moraes et al. (2004): 355, Vasconcelos et al. (2006): 95, Ferla, Marchetti e Gonçalves (2007): 3, Mineito, Lindquist e Moraes (2009): 42.

Typhlodromus jackmickleyi, De Leon (1958): 75.

Clavidromus jackmickleyi, Muma (1961): 296.

Typhlodromus pectinatus, Athias-Henriot (1958), 179.

Espécime examinado: uma fêmea. Medições: escudo dorsal 368 de comprimento e 230 de largura, j1 33, j3 47, j4 40, j6 41, J5 10, z2 25, z3 46, z4 47, z5 30, Z4 55, Z5 70, s4 55, s6 54, S2 53, S4 55, S5 10, r3 31, R1 44; distâncias st1-st3 71, st2-st2 63, st5-st5 78; escudo ventrianal 82 de largura ao nível de ZV2 e 125 de comprimento; dígito móvel 30 de comprimento, dígito fixo 29 de comprimento; SgelV 27, Sti IV 28, Sta IV 47. Setas j5 e J2 presentes, porém quebradas.

Observações: espécie descrita da África do Sul. Os espécimes de Sucre e Valle del Cauca (Colômbia) examinados por Moraes e Mesa (1988) apresentam escudo dorsal menor (340 de comprimento e 197 de largura) que o espécime examinado neste estudo, apresentando também setas mais curtas, especialmente j3 (36), z3 (37), z4 (40) e Z5 (62).

***Typhlodromina* Muma**

***Typhlodromina conspicua* (Garman, 1948)**

Iphidulus conpiciuus Garman, 1948: 14.

Typhlodromus conspicuus, Nesbitt (1951): 22; Muma (1955): 268; De Leon (1959): 125; Hirschmann (1962):17; Specht (1968): 674; Chant, Hansell e Yoshida-Shaul (1974): 1270; Chant e Yoshida-Shaul (1983): 1044–1045.

Typhlodromus (*Typhlodromus*) *conpiciuus*, Cunliffe e Baker 1953: 11; Chant (1959): 55.

Typhlodromina conspicua, Muma (1961): 297; (1964): 37–38; De Leon (1967): 16; Muma e Denmark (1969): 407–408; Zack (1969): 78; Denmark e Muma (1975): 298; Moraes et al. (2004): 304; Chant e McMurtry (2007): 169.

Espécimes examinados: duas fêmeas. Medições: escudo dorsal 380 - 410 de comprimento e 254 - 261 de largura, j1 31, j3 52, j4 36 - 39, j5 40 - 41, j6 54, J2 64, J5 14 - 15, z2 38 - 39, z3 58, z4 65, z5 44 - 45, Z4 84 - 85, Z5 86, s4 68 - 70, s6 87 - 90, S5 76 - 80, r3 35 - 37, R1 35 - 38; distâncias st1-st3 70 - 73, st2-st2 73 - 74, st5-st5 85 - 91; cálice 17 - 19 de comprimento; escudo ventrianal 127 de comprimento e 95 - 100 de largura ao nível de ZV2; JV5 70; dígito móvel 28 - 30 de comprimento; Sta IV 55 - 57. Quetotaxia do genu II 2-2/1,2/0-1

Observações: espécie descrita dos Estados Unidos da América do Norte. O escudo dorsal dos espécimes examinados é 33 a 41 μm (8 – 10%) mais longo do que relatado por Chant e Yoshida-Shaul (1983) para espécimes daquele mesmo país e por Guanilo, Moraes e Knapp (2008) para espécimes do Peru, apresentando também setas mais longas, especialmente Z4 (68 e 70, respectivamente), Z5 (65 e 67, respectivamente) e S5 (69 e 50, respectivamente).

5.1.1.5 Laelapidae Berlese

Aff. *Gaeolaelaps* sp. 2

Espécimes examinados: três fêmeas. Medições: escudo dorsal 658 (640 - 684) e 395 (390 - 400) de largura (ao nível de r3), j1 46 (42 - 49), j2 48, j3 62 (62 - 63), j4 66 (63 - 70), j5 67, j6 60, J1 61 (60 - 61), J2 60, J3 63, J4 60, J5 43, j4-j4 110 (106 - 114), J4-J4 62 (60 - 65), j2-j3 54 (50 - 57), z1 26 (25 - 27), z2 60 (60 - 61), z3 67 (63 - 70), z4 67 (66 - 67), z5 65 (64 - 65), z6 63, Z1 65, Z2 60, Z3 59 (58 - 60), Z4 63, Z5 62 (60 - 63), s1 48 (46 - 50), s2 53 (52 - 54), s3 70 (69 - 71), s4 66, s5 67 (66 - 68), s6 62 (57 - 66), S1 62 (61 - 63), S3 30, S4 45 (44 - 45), S5 49 (48 - 50), px2 60 (59 - 61), px3 59 (58 - 60), r2 53 (51 - 54), r3 61 (60 - 63), r4 59 (59 - 60), r5 60 (58 - 61), r6 19 (18 - 20), R1 19 (17 - 21), R3 28 (26 - 30), R4 31 (31 - 31), R5 56 (53 - 59); escudo esternal 191 (180 - 202) de comprimento e 182 (170 - 190) de largura, st1 54 (54 - 55), st2 51 (50 - 53), st3 59 (57 - 61), st4 50 (50 - 51), distâncias st1-st3 159 (150 - 166), st2-st2 122 (120 - 124); escudo genital 251 (244 - 258) de comprimento, 123 (122 - 123) de largura (parte mais larga) e 71 (68 - 74) de largura (parte mais estreita), st5 36 (35 - 37), st6 43 (40 - 49), distâncias st5-st5 87 (85 - 88), st6-st6 123 (122 - 124), distância entre escudo anal e genital 65 (43 - 77); escudo anal 101 (98 - 103) de comprimento e 95 (94 - 96) de largura, para-anal 42 (39 - 47), pós-anal 44 (42 - 46); ânus 32 (28 - 34) de comprimento e 27 (25 - 30) de largura; JV1 41 (40 - 42), JV2 42 (41 - 43), JV3 42 (42 - 43), JV5 44 (42 - 48), ZV1 43 (42 - 45), ZV2 37 (35 - 39); dígito móvel 105 (101 - 110) de comprimento (com dois dentes), dígito fixo 119 (117 - 120) de comprimento (com 10 dentes); h1 64 (63 - 65), h2 35 (34 - 35), h3 59 (57 - 60), pc 44 (43 - 44), base do tritosterno 47 (45 - 48) de comprimento e 19 (18 - 20) de largura.

Número de setas: tiI: 13; geI: 13; tiII: 10; tiIII: 8, geIII: 9; tiIV: 10; geIV: 9; fêmur I 13.

Observações: os espécimes examinados apresentam as seguintes características típicas de *Gaeolaelaps*: setas extras (px2 e px3) entre as séries de setas J e Z, setas robustas em forma de espinho na face ventral das pernas II – IV, margem anterior do epistoma arredondada e multidentada; deutoesterno com seis fileiras de denticulos (BEAULIEU, 2009). As principais características que distinguem os espécimes examinados das espécies de *Gaeolaelaps* são: escudo dorsal truncado posteriormente, presença de um par de profundas

incisões na região anterolateral do escudo dorsal e de um par de grandes poros na margem do escudo dorsal próxima à seta S4, a ausência de S2 e de dois pares de setas na cutícula adjacente à margem do escudo genital.

***Gaeolaelaps* sp. 1**

Espécimes examinados: oito fêmeas. Medições: escudo dorsal 426 (380 - 497) de comprimento e 227 (194 - 282) de largura, j1 16 (14 - 19), j2 13 (10 - 14), j3 15 (12 - 20), j4 17 15 - 20), j5 17 (14 - 20), j6 16 (10 - 22), J1 14 (13 - 14), J2 15 (13 - 19), J3 14 (13 - 17), J4 15 (14 - 19), J5 17 (16 - 22), j4-j4 56 (51 - 67), J4-J4 39 (35 - 46), j2-j3 31 (26 - 40), z1 11 (10 - 12), z3 15 (13 - 21), z4 15 (13 - 16), z5 17 (14 - 22), z6 16 (14 - 22), Z1 16 (14 - 21), Z2 16 (14 - 20), Z3 15 (13 - 20), Z4 16 (14 - 21), Z5 22 (19 - 27), s1 15 (11 - 22), s2 14 (11 - 20), s3 14 (12 - 20), s4 16 (14 - 20), s5 15 (14 - 16), s6 15 (10 - 20), S1 14 (10 - 19), S2 15 (12 - 20), S3 15 (13 - 19), S4 16 (14 - 20), S5 19 (16 - 23), px2 13 (11 - 16), px3 14 (11 - 18), r2 15 (12 - 20), r3 15 (11 - 20), r4 14 (11 - 20), r5 14 (11 - 20), r6 11 (10 - 13); escudo esternal 121 (108 - 135) de comprimento e 119 (110 - 134) de largura, st1 26 (21 - 30), st2 24 (24 - 25), st3 22 (21 - 24), st4 22 (21 - 25), distâncias st1-st3 86 (80 - 95), st2-st2 69 (65 - 78); escudo genital 130 (119 - 155) de comprimento e 64 (55 - 80) de largura na parte mais larga, st5 20 (19 - 20), distância st5-st5 54 (50 - 67); distância entre escudo anal e genital 45 (25 - 67); escudo anal 65 (55 - 80) de comprimento e 69 (60 - 86) de largura, para-anal 20 (18 - 25), pós-anal 18 (16 - 20); ânus 20 (18 - 22) de comprimento e 15 (12 - 17) de largura; JV1 19 (16 - 23), JV2 20 (19 - 22), JV3 19 (18 - 23), JV4 20 (18 - 25), JV5 22 (20 - 27), ZV1 18 (16 - 20), ZV2 21 (18 - 25), ZV4 19 (17 - 20); dígito móvel 55 (52 - 60) de comprimento, base do tritosterno 34 de comprimento, h1 31, pc 18 (15 - 22).

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 10; geIII: 9; tiIII: 8; geIV: 9; tiIV: 9.

Observações: a considerável variação das medições destes ácaros corresponde à grande diferença de tamanhos de quatro fêmeas coletadas no fragmento florestal fora das pirâmides em agosto e dentro das pirâmides em dezembro. Os ácaros maiores apresentavam escudo dorsal cerca de 25% mais longo; ao mesmo tempo, apresentavam a maioria das setas cerca de 30% mais longas.

As espécies mais semelhantes são:

- *Gaeolaelaps analis* (Karg, 1982), descrita da Venezuela, diferindo por apresentar escudo dorsal maior (500 - 530 de comprimento e 300 - 320 de largura) e setas do escudo dorsal mais longas, especialmente J1 (16 - 17) e Z5 (23 - 25), epistoma multidentado, com dois dentes mais alongados, e por aparentemente não apresentar setas s2 e px3.

- *Gaeolaelaps brevipellis* (Karg, 1979b), descrita da Argentina, diferindo por apresentar seta ZV3 (não observada nos exemplares examinados) e por não apresentar padrão pontilhado nos escudos pré-esternais (visível nos espécimes examinados).

- *Gaeolaelaps transversanalis* (Karg, 2000a), descrita do Equador, diferindo por apresentar escudo dorsal maior (520 de comprimento e 280 de largura), setas S5 (22) e Z5 (25) mais longas e pela aparente ausência da seta r6.

- *Gaeolaelaps vertisimilis* (Karg, 1994a), descrita das Ilhas Galápagos, diferindo por aparentemente não apresentar setas s2, r2, JV3 e ZV4.

***Gaeolaelaps* sp. 3**

Espécimes examinados: uma fêmea. Medições: escudo dorsal 507 de comprimento e 268 de largura (ao nível de r3), j1 34, j2 47, j4 40, j6 41, J1 38, J3 34, J5 27, j4-j4 92, J4-J4 24, j2-j3 42, z1 45, z2 47, z3 50, z6 44, Z1 50, Z2 48, Z3 48, Z4 50, Z5 49, s1 38, s2 48, s3 60, s4 51, s5 52, s6 51, S1 46, S2 41, S3 40, S4 44, S5 46, r2 50, r3 64, r4 49, r5 50, r6 35, R1 35, R2 34, R3 35, R4 33, R5 41, UR3 29, UR4 33; escudo esternal 163 de comprimento e 155 de largura, st1 42, st2 35, st3 33, st4 28, distâncias st1-st3 125, st2-st2 85; escudo genital 140 de comprimento e 68 de largura, st5 29, distância st5-st5 60; distância entre escudo anal e genital 75; escudo anal 75 de comprimento e 55 de largura, para-anal 26, pós-anal 30; ânus 25 de comprimento e 18 de largura; JV1 27, JV2 28, JV3 30, JV4 32, JV5 47, ZV1 27, ZV2 29, ZV3 28; dígito móvel 77 de comprimento (com dois dentes), dígito fixo 85 (com oito dentes), h1 45, h2 25, h3 40, pc 30, base do tritosterno 36 de comprimento e 15 de largura. Setas j3, j5, J2, J4, z4 e z5 presentes, porém quebradas.

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 10; geIII: 9, tiIII: 8; geIV: 9; tiIV: 9.

Observações: As espécies mais semelhantes são:

- *Gaeolaelaps angustus* (Karg, 1965), descrita da Alemanha, diferindo por apresentar três fileiras de dentículos no deutoesterno anteriores à inserção da seta pc (quatro fileiras no espécime examinado), e h2 mais curta (19).

- *Gaeolaelaps queenslandicus* (Womersley, 1956), descrita da Austrália, diferindo por apresentar três fileiras de dentículos no deutoesterno anteriores à inserção da seta pc (quatro fileiras no espécime examinado), por apresentar constrição muito pronunciada atrás da seta S2 e apresentar dígito fixo com 12 dentes.

***Gaeolaelaps* sp. 4**

Espécimes examinados: uma fêmea. Medições: escudo dorsal 605 de comprimento e 332 de largura (ao nível de r3), j4 33, j5 26, j6 31, J1 32, J2 33, J3 32, J4 40, J5 35, j2-j3 39, j4-j4 84, J4-J4 33, z1 27, z2 35, z3 34, z4 34, z5 35, z6 32, Z1 35, Z2 34, Z3 34, Z4 37, Z5 35, s1 20, s2 27, s3 40, s4 37, s5 38, s6 40, S1 36, S2 38, S3 35, S4 34, S5 36, px2 30, px3 34, r2 35, r3 42, r4 35, r5 40, r6 27, R1 24, R2 24, R3 25, R4 21, R5 26, UR3 24, UR4 21, UR5 25; escudo esternal 162 de comprimento e 155 de largura, st1 42, st2 40, st3 30, st4 30, st1-st3 132, st2-st2 88; escudo genital 155 de comprimento e 73 de largura, st5 28, distância st5-st5 70; distância entre escudo anal e genital 70; escudo anal 90 de comprimento e 70 de largura, para-anal 28, pós-anal 32; ânus 32 de comprimento e 24 de largura; JV1 29, JV2 30, JV3 30, JV4 27, JV5 25, ZV1 25, ZV2 28, ZV3 24, ZV5 24; dígito móvel 78 de comprimento, dígito fixo 85 de comprimento, base do tritoesterno 40 de comprimento e 16 de largura, pc 40. Setas j1, j2 e j3 presentes, porém quebradas.

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 10; geIII: 9, tiIII: 8; geIV: 9; tiIV: 10.

Observações: os espécimes examinados assemelham-se a *Gaeolaelaps angusticulatus* (Willmann, 1951), descrita da Áustria. No entanto, *G. angusticulatus* difere por apresentar escudo dorsal maior (750 - 780 de comprimento e 410 - 420 de largura), 15 pares de setas na membrana não esclerotizada (nove pares no espécime examinado), e por não apresentar fortes espinhos nas pernas (observados nos espécimes examinados).

***Gaeolaelaps* sp. 5**

Espécime examinado: uma fêmea. Medições: escudo dorsal 456 de comprimento e 205 de largura. Comprimentos das setas: j1 21, j2 22, j4 25, J4 21, J5 24, j4-j4 66, J4-J4 33, j2-j3 36, z1 15, z3 23, Z3 25, Z4 24, Z5 30, s1 24, S1 24, S2 24, S3 24, S4 24, S5 24, px3 20, r2 24, r3 30, r4 24, r6 25, R3 22, R4 21; escudo esternal 129 de comprimento e 133 de largura, st1 30, st2 30, st3 26, st4 24, distâncias st1-st3 95, st2-st2 86; escudo genital 130 de comprimento e 56 de largura na parte mais larga, st5 23, distância st5-st5 54; distância entre escudo anal e genital 50; escudo anal 70 de comprimento e 72 de largura, para-anal 30, pós-anal 25; ânus 24 de comprimento e 15 de largura; JV1 25, JV2 27, JV3 25, JV4 26, JV5 33, ZV1 21, ZV2 27, ZV4 25; dígito móvel 55 de comprimento (com dois dentes), dígito fixo (com três dentes), h1 20, pc 20. Setas j3, j5, j6, J1, J2, J3, z4, z5, z6, Z1, Z2, s2, s3, s4, s5, s6, r5 presentes, porém quebradas

Número de setas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 10; geIII: 9; tiIII: 8; geIV: 9; tiIV: 10.

Observações: os espécimes examinados se assemelham a *Gaeolaelaps* sp.1. No entanto *Gaeolaelaps* sp.1 difere dos espécimes examinados pelo maior tamanho do escudo dorsal (426 de comprimento e 227 de largura), setas do escudo dorsal geralmente mais longas, presença da seta px2, ausência das setas R3 e R4 e peritrema mais longo (alcançando o nível de z2 em *Gaeolaelaps* sp.1 e a metade da coxa III em *Gaeolaelaps* sp.5).

***Oloopticus* sp. 1**

Espécimes examinados: sete fêmeas. Medições: escudo dorsal 463 (450 - 480) de comprimento e 277 (260 - 295) de largura, j1 31 (30 - 31), j2 37 (35 - 40), j3 41 (36 - 45), j4 37 (33 - 41), j5 41 (40 - 41), j6 40 (37 - 42), J1 36, J2 35 (34 - 35), J3 36 (35 - 40), J4 39 (35 - 42), J5 40 (40 - 42), j4-j4 79 (75 - 85), J4-J4 67 (63 - 71), j2-j3 27 (20 - 35), z2 43 (42 - 45), z3 41 (36 - 46), z4 43 (41 - 46), z5 39 (38 - 40), z6 42 (40 - 45), Z1 41 (37 - 44), Z2 38 (32 - 41), Z3 38 (37 - 40), Z4 39 (35 - 41), Z5 47 (44 - 51), s1 39 (35 - 43), s2 37 (32 - 41), s3 43 (40 - 45), s4 42 (38 - 46), s5 40 (34 - 45), s6 38 (36 - 40), S1 37 (35 - 38), S2 32 (26 - 37), S3 33 (25 - 37), S4 37 (28 - 40), S5 39 (37 - 41), px2 37 (35 - 39), px3 38 (35 - 41), r2 38 (34 - 41), r3 38 (33 - 40), r4 36 (31 - 41), r5 37 (34 - 40), escudo esternal 141 (135 - 150) de comprimento e 91 (83 - 95) de largura, st1 43 (40 - 46), st2 41 (40 - 45), st3 41 (40 - 45), bst4

(abertura arredondeada que parece ser a modificação da seta st4) 9 (8 - 10) de diâmetro, distâncias st1-st3 105 (101 - 108), st2-st2 73 (71 - 76), bst4-bst4 54 (52 - 58); escudo genitoventrianal 216 (194 - 253) de comprimento e 214 (200 - 225) de largura, JV1 45 (40 - 50), JV2 41 (35 - 45), JV3 44 (43 - 45), JV5 46 (41 - 50), ZV3 47 (43 - 50), ZV4 24 (20 - 28), ZV5 37 (34 - 40), distância JV1-JV1 103 (99 - 113), para-anal 24 (21 - 30), pós-anal 16 (15 - 17); ânus 17 (16 - 18) de comprimento e 17 (15 - 20) de largura; dígito móvel 55 (50 - 58) de comprimento com dois dentes; quatro a cinco dentes no dígito fixo. Base do tritosterno 21 (19 - 23) de comprimento; perna I 439 (434 - 443) de comprimento, perna II 337 (330 - 345) de comprimento, perna III 296 (285 - 301) de comprimento, perna IV 420 (390 - 446) de comprimento, pretarsus II 20 (19 - 21) de comprimento, pretarsus III 20 (18 - 22) de comprimento, pretarsus IV 20 (20 - 21) de comprimento, pretarsus I 22 (20 - 24) de comprimento (Figura 3).

Quetotaxia das pernas: geI: 13; tiI: 13; geII: 11; tiII: 10; geIII: 8; tiIII: 8; geIV: 8; tiIV: 10.

Observações: Os espécimes examinados assemelham-se a *Oloopticus reticulatus* (Karg, 1978), descrita da Argentina. No entanto, *O. reticulatus* difere por apresentar escudo dorsal menor (410 de comprimento e 220 de largura), setas dorsais (30 – 35 µm de comprimento) e esternais (cerca de 30 µm) mais curtas, e setas do escudo genitoventrianal ligeiramente mais longas (cerca de 50 µm de comprimento). No entanto, a falta de detalhes na descrição original não permite definir se os espécimes examinados pertencem ou não a esta espécie.

Figura 3 - Imagens de *Oloopticus* sp. 1 no microscópio eletrônico de varredura. **a.** vista dorsal, **b.** vista ventral, **c.** malae, **d.** hipostoma e tritosterno, **e.** epistoma, **f.** bst4

***Oloopticus* sp. 2**

Observações: dois exemplares desta espécie foram coletados. Estes são maiores que *Oloopticus* sp. 1 e apresentam o escudo dorsal liso. Por não estarem em condições adequadas, as medições não são apresentadas.

5.1.1.6 Ologamasidae Ryke

***Desectophis* n.sp.**

Espécimes examinados: quatro fêmeas. Medições: idiosoma 609 (524 - 650) de comprimento e 428 (400 - 465) de largura, escudo podonotal 320 (276 - 340) de comprimento e 427 (400 - 441) de largura, escudo opistonotal 289 (248 - 310) de comprimento e 436 (402 - 455) de largura, j1 39 (35 - 44), j2 41 (36 - 45), j3 41 (37 - 44), j4 40 (35 - 43), j5 37 (33 - 40), j6 42 (37 - 44), J1 29 (27 - 31), J2 32 (30 - 33), J3 40 (37 - 45), J4 41 (37 - 50), J5 40 (35 - 45), j4-j4 117 (92 - 127), J4-J4 65 (55 - 69), j2-j3 41 (28 - 48), z1 26 (20 - 31), z2 24 (23 - 27), z3 51 (49 - 53), z4 40 (38 - 41), z5 37 (29 - 41), z6 45 (42 - 47), Z1 46 (44 - 50), Z2 49 (45 - 55), Z3 43 (37 - 50), Z4 41 (38 - 46), Z5 58 (50 - 65), s1 29 (25 - 32), s2 35 (31 - 37), s3 43 (35 - 50), s5 44 (38 - 47), s6 52 (50 - 57), S1 46 (42 - 50), S2 50 (47 - 55), S3 56 (50 - 61), S4 50 (46 - 57), S5 49 (43 - 54), r2 34 (28 - 38), r3 71 (67 - 78), r4 58 (50 - 66), r5 67 (57 - 89), r6 61 (51 - 75), R1 59 (43 - 77), R2 41 (37 - 45), R3 41 (35 - 44), R4 40 (35 - 45), R5 59 (51 - 64), UR5 59 (51 - 67); escudo esternal 112 (108 - 115) de comprimento ao nível médio e 102 (97 - 105) de largura no ponto mais largo, st1 25 (16 - 30), st2 28 (27 - 30), st3 27 (25 - 30), st4 23 (20 - 26), distância st1-st3 88 (78 - 93), st2-st2 43 (36 - 46); escudo genital 107 (94 - 117) de comprimento e 109 (85 - 125) de largura (parte mais larga), st5 23 (20 - 25), distância st5-st5 84 (67 - 93); escudo ventrianal 424 (340 - 475) de largura e 290 (243 - 320) de comprimento, para-anal 20, pós-anal 30 (25 - 34); ânus 17 (14 - 20) de comprimento e 12 (10 - 15) de largura; JV1 22, JV2 25 (24 - 25), JV3 41 (40 - 45), JV4 46 (43 - 50), JV5 32 (25 - 37), ZV1 24 (22 - 25), ZV2 28 (25 - 30), ZV3 40 (39 - 42); dígito móvel 97 (83 - 108) de comprimento (com três dentes), dígito fixo 109 (99 - 114) de comprimento (com sete dentes), laciniae 72 (71 - 73) de comprimento, base do tritoesterno 43 (30 - 50) de comprimento e 16 (14 - 18) de largura, h1 42 (32 - 48), h2 32, h3 47 (42 - 51), pc 31 (26 - 37),

Número de seta: geI: 13; tiI: 14; geII: 11; tiII: 10; geIII: 9; tiIII: 8; geIV: 10; tiIV: 10.

Um macho. Medições: idiosoma 570 de comprimento e 375 (no ponto mais largo) largura, escudo podonotal 300 de comprimento e 370 de largura no ponto mais largo, escudo opistonotal 269 de comprimento e 375 de largura, j1 36, j2 40, j4 40, j5 35, j6 43, z1 22, z2 21, z3 53, z4 44, z5 39, z6 44, s5 46, s6 54, r2 39, r3 72, r4 67, r5 75, r6 71, J4 47, J5 40, Z1 47, Z2 50, Z3 47, Z4 41, Z5 61, S1 44, S2 51, S3 61, S4 52, S5 51, R1 74, R2 44, R3 39, R4 38, R5 60, UR5 60, st1 20, st2 21, st3 21, st4 22, st5 18, distância st5-st5 78-93, JV3 40, JV4 45, JV5 28, ZV2 28, ZV3 40, para-anal 19, pós-anal 31; dígito fixo 83 de comprimento, dígito móvel 74 de comprimento; espermatozóide 65 de comprimento, base do tritosterno 39 de comprimento e 21 de largura, laciniae 82 de comprimento; h1 42, h2 30, h3 51, pc 33. Setas j3, s1, s2, s3, J1, J2, J3, JV1, JV2 e ZV1 quebradas.

Observações: os espécimes examinados assemelham-se a *Desectophis pulcher* Karg, 2003a, descrita do Equador, principalmente por terem a maioria das setas dorsais ligeiramente pilosas e espatuladas, com a extremidade distal semelhante à bráctea de uma flor de antúrio. No entanto, *D. pulcher* apresenta setas z1 e z2 espatuladas (aciuladas em *Desectophis* n.sp.), escudo opistonotal com 20 pares de setas (UR5 ausente), escudo ventrianal ornamentado com linhas transversais, subparalelas e onduladas (liso e com depressões rasas posteriormente à Jv2 e Zv2 em *Desectophis* n. sp.), e portando sete pares de setas (JV1-JV3, JV5 e ZV1-ZV3).

***Gamasiphis* sp.**

Observações: dois exemplares desta espécie foram coletados. Estes apresentam cutícula ligeiramente pontilhada cobrindo o corpo todo, setas simples, e epistoma com três extensões anteriores acuminadas e lisas, sendo a mediana cerca de 4,4 vezes mais longa que as demais. Por não estarem em condições adequadas, as medições não são apresentadas.

5.1.1.7 Rhodacaridae Oudemans

Multidentorhodacarus n.sp.

Espécimes examinados: cinco fêmeas. Medições: idiosoma 273 (265 – 284) de comprimento e 121 (110 - 129) de largura, escudo podonotal 137 (130 - 144) de comprimento e 121 (109 - 129) de largura ao nível de r3, escudo opistonotal 136 (130 - 141) de comprimento e 85 (75 - 91) de largura, j1 11 (10 - 12), j2 14 (13 - 14), j3 14 (12 - 15), j4 15 (14 - 17), j5 14 (13 - 15), j6 14 (14 - 15), J1 15 (15 - 16), J2 14 (13 - 15), J3 14 (13 - 15), J4 16 (14 - 17), J5 15 (14 - 15), j4-j4 37 (35 - 38), J4-J4 19 (18 - 20), j2-j3 19 (18 - 20), z1 7 (6 - 8), z2 12 (11 - 12), z3 13 (12 - 13), z4 15 (14 - 16), z5 15 (14 - 15), z6 17 (15 - 18), Z1 16 (15 - 17), Z2 16 (14 - 17), Z3 17 (17 - 18), Z4 18 (17 - 19), Z5 33 (32 - 34), s1 6, s2 15 (15 - 16), s3 10 (9 - 11), s4 16 (16 - 17), s5 18 (17 - 19), s6 17 (15 - 18), S1 15, S2 15 (14 - 16), S3 16 (15 - 16), S4 15 (14 - 15), S5 17 (16 - 17), r2 14 (12 - 16), r3 24 (22 - 25), r4 11 (10 - 11), r5 11 (10 - 11), r6 16 (15 - 17), R1 10, R2 10, R3 10, R4 11 (10 - 12), R5 22 (20 - 24); escudo esternal 73 (72 - 75) de comprimento e 60 (58 - 61) de largura, st1 15 (14 - 15), st2 14 (13 - 15), st3 14 (13 - 15), st4 16 (15 - 16), distâncias st1-st3 53 (51 - 54), st2-st2 36 (32 - 37); escudo genital 72 (70 - 74) de comprimento e 33 (32 - 35) de largura, st5 12 (11 - 13), distância st5-st5 29 (29 - 30); escudo ventrianal 93 (90 - 96) de comprimento e 68 (66 - 70) de largura, para-anal 19 (19 - 20), pós-anal 35 (34 - 37); ânus 10 de largura e 12 (11 - 13) de comprimento; JV1 14 (13 - 15), JV2 14 (14 - 15), JV3 15 (13 - 16), JV5 11 (10 - 12), ZV1 11 (10 - 13), ZV2 12 (11 - 13), ZV3 8 (7 - 9); dígito móvel 48 (45 - 50) de comprimento, dígito fixo 52 (50 - 55) de comprimento; base do tritosterno 17 (15 - 19) de comprimento; h1 14, h2 10, h3 13, pc 11 (10 - 12).

Número de setas: geI: 13; tiI: 14; geII: 11; tiII: 10; geIII: 9; tiIII: 8; geIV: 10; tiIV: 10.

Observações: os espécimes examinados se assemelham a *Multidentorhodacarus pennacornutus* Karg 2000a, descrita de Cuba, por apresentar a seta S1 mais curta que a distância entre sua base e a base de S2, seta Z5 1,4 vezes mais longa que r3, e sem banda punctadada na margem anterior do escudo opistonotal. No entanto, *M. pennacornutus* difere por apresentar epistoma com as extensões anterolaterais serreadas (lisas nos espécimes examinados), escudo podonotal sem banda lateral punctada (presente nos espécimes examinados lateralmente a s1, z2 e z3), e sem escudo acessório (com um escudo acessório

alongado não fundido ao escudo dorsal, encaixando-se na depressão da margem lateral do escudo localizada aproximadamente entre as setas s1 e s3 nos espécimes examinados).

***Multidentorhodacarus triramulus* Karg 1998**

Rhodacarus (*Multidentrhodacarus*) [sic] *triramulus* Karg, 1998b: 187.

Multidentorhodacarus triramulus, Karg (2000b): 145.

Espécimes examinados: duas fêmeas. Medições: Idiosoma 277 - 300 de comprimento, escudo podonotal 141 - 148 de comprimento e 135 - 164 de largura ao nível r3, escudo opistonotal 136 - 152 de comprimento e 103 - 110 de largura, j1 16, j2 17, j3 21, j4 20, j5 18, j6 18, J1 19 - 20, J2 19 - 20, J3 21, J4 19, J5 15 - 16, j4-j4 47 - 52, J4-J4 25 - 33, j2-j3 19 - 20, z1 10 - 11, z2 14, z3 21, z4 19, z5 18, z6 23, Z1 22, Z2 20 - 21, Z3 22 - 24, Z4 21 - 25, Z5 38 - 40, s1 8, s2 20, s3 20, s4 27, s5 22, s6 23, S1 20, S2 20 - 21, S3 19 - 21, S4 19 - 20, S5 27 - 30, r2 22 - 23, r3 32 - 35, r4 15 - 16, r5 15 - 17, r6 24, R1 16, R2 10 - 11, R3 10 - 12, R4 16 - 18, R5 26 - 28; escudo esternal 75 de comprimento e 63 de largura, st1 17, st2 18, st3 18, st4 17 - 18, distâncias st1-st3 52, st2-st2 40; escudo genital 65 de comprimento e 38 de largura, st5 14 - 15, distância st5-st5 32 - 35; escudo ventrianal 102 - 106 de comprimento e 83 - 89 de largura, para-anal 24 - 25, pós-anal 45 - 47; ânus 14 - 16 de comprimento e 10 - 11 de largura; JV1 16 - 17, JV2 17, JV3 21 - 23, JV5 19 - 20, ZV1 14 - 16, ZV2 15 - 16, ZV3 10; dígito móvel 50 - 55 de comprimento (com cinco dentes), dígito fixo 56 - 60 de comprimento (com 12 dentes); base do tritosterno 15 - 16 de comprimento; h1 25, h2 10, h3 14, pc 14.

Número de setas: geI: 13; tiI: 14; geII: 11; tiII: 10; geIII: 9; tiIII: 8; geIV: 10; tiIV: 10.

Observações: as medições feitas estão dentro da amplitude das medições apresentadas por Karg (1998b) na descrição original. A identidade da espécie foi confirmada com o exame do holótipo.

5.2 Mesostigmata do solo

Considera-se a seguir o efeito da presença das pirâmides simulando o efeito estufa sobre os diferentes parâmetros populacionais avaliados para os Mesostigmata.

5.2.1 Proporção dos Mesostigmata em relação a outros grupos de organismos

A Tabela 5 mostra as proporções médias de cada grupo de organismos encontrados, considerando-se conjuntamente todas as observações realizadas.

Não foram observadas diferenças significativas ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 0,05$; $P = 0,81$) entre as proporções de Mesostigmata encontradas correspondente aos tratamentos (dentro e fora das pirâmides) considerando conjuntamente os dois ecossistemas e todas as épocas de amostragem. Diferenças significativas foram observadas entre as diferentes épocas de amostragem ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 87,68$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$; 20.6 ± 3.3 % em fevereiro, 17.2 ± 3.8 % em abril, 16.4 ± 2.9 % em junho, 25.9 ± 4.5 % em agosto, 15.9 ± 4 % em outubro, 21.9 ± 4 % em dezembro) e entre os ecossistemas ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 6,8$; $P = 0,0091$; 25.6 ± 2.2 % no fragmento florestal e 12.8 ± 1.9 % na área de pastagem), considerando conjuntamente os organismos dentro e fora das pirâmides em todos os meses de avaliação.

Tabela 5 - Proporções (%) ($\pm$ erro padrão) dos diferentes grupos de fauna encontrados no solo de um fragmento da floresta andina e de uma pastagem dentro e fora de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colômbia)

	Fragmento florestal		Pastagem	
	Dentro	Fora	Dentro	Fora
Acari	$58,9 \pm 3,8$	$62,7 \pm 4$	$51,2 \pm 4,6$	$48 \pm 4,6$
Mesostigmata*	$23,6 \pm 2,9$	$27,5 \pm 3,3$	$15,7 \pm 3,3$	$9,9 \pm 2$
Oribatida	$29,5 \pm 3$	$29,4 \pm 3,1$	$25,4 \pm 4,2$	$24,3 \pm 3,7$
Astigmata	$1,8 \pm 0,7$	$2,1 \pm 0,8$	$5,2 \pm 1,8$	$4,1 \pm 2$
Prostigmata	$4,1 \pm 1,2$	$3,6 \pm 0,9$	$4,9 \pm 1,8$	$11,1 \pm 2,8$
Outros Arachnida	$1,1 \pm 0,7$	$0,7 \pm 0,4$	0 ± 0	0 ± 0
Insecta	$26,6 \pm 3,9$	$24,7 \pm 3,4$	$35,5 \pm 4,7$	$38,7 \pm 4,8$
Collembola	$10,2 \pm 2,2$	$10,1 \pm 2,1$	$10,7 \pm 3,1$	$10 \pm 2,3$
Myriapoda	$0,8 \pm 0,4$	$0,7 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,7$	$0,3 \pm 0,3$
Outros ⁺	$2,3 \pm 0,9$	$1,1 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,7$	$1,5 \pm 0,7$

⁺ Outros grupos de fauna do solo: Diplura, Protura, Isopoda, Nematoda, Oligocheta, indeterminados.

* Diferença significativa das proporções de Mesostigmata entre ecossistemas pelo teste χ^2 no modelo GEE ($P < 0,05$).

Interações significativas foram observadas para ecossistemas e épocas de amostragem ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 35,6$; $P = 1,1 \times 10^{-6}$) e para tratamentos e épocas de amostragem ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 26,3$; $P = 7,9 \times 10^{-5}$) (Figura 4).

Figura 4 - Variação da proporção (%) de Mesostigmata em relação a outros grupos de fauna do solo no interior e no exterior da pirâmide que se simula o efeito estufa ao longo do ano, considerando conjuntamente os organismos do solo de um fragmento florestal e de uma pastagem (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010)

5.2.2 Abundância de espécies de Mesostigmata

Observou-se um total de 479 Mesostigmata dentro e 259 fora das pirâmides. Dentro, a abundância de cada amostra variou entre zero e 91 indivíduos, enquanto fora, variou entre zero e 21 indivíduos; sendo as distribuições das abundâncias estatisticamente diferentes ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 11,7$; $P = 0,00063$). Não foi significativa a interação de ecossistemas e tratamentos ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 0,2$; $P = 0,66$).

Encontraram-se 633 Mesostigmata no fragmento florestal e 105 na pastagem. No primeiro ecossistema, a abundância em cada amostra variou entre zero e 91 indivíduos, enquanto no segundo, variou entre zero e sete indivíduos; sendo as distribuições das abundâncias estatisticamente diferentes ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 56,7$; $P = 5 \times 10^{-14}$). Foi significativa a interação de ecossistemas e épocas de amostragem; o maior número de Mesostigmata foi encontrado em fevereiro, no fragmento florestal ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 41,7$; $P = 6,6 \times 10^{-8}$).

5.2.3 Estágios de desenvolvimento dos Mesostigmata

São considerados separadamente os dois grandes grupos de Mesostigmata encontrados neste estudo, Gamasina e Uropodina.

Gamasina

Encontrou-se um total de 263 ácaros deste grupo, em sua maioria fêmeas (Figura 5). Estas representaram entre 63,1 e 82,0% dos Gamasina coletados em cada tratamento dentro de cada ecossistema.

Figura 5 - Proporção (%) de Gamasina nos diferentes estágios de desenvolvimento encontrados num fragmento florestal e numa pastagem, dentro (D) e fora (F) de pirâmides que simulam o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera, Colômbia; 2010)

Uropodina

Encontrou-se um total de 428 ácaros deste grupo, também em sua maioria fêmeas (Figura 6), porém em proporções muito menores que para os Gamasina. Estas representaram entre 33,3 e 40,0% dos Uropodina encontrados em cada tratamento dentro de cada ecossistema.

Figura 6 - Proporção (%) de Uropodina nos diferentes estágios de desenvolvimento encontrados num fragmento florestal e numa pastagem, dentro (D) e fora (F) de pirâmides que simulam o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera, Colômbia; 2010)

5.2.4 Riqueza de espécies de Mesostigmata

Em relação aos Gamasina, foram encontradas no fragmento florestal entre zero e cinco espécies por amostra, enquanto foram encontradas na pastagem entre zero e duas espécies por amostra, sendo significativa a diferença entre as distribuições do número de espécies ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 11,8$; $P = 0,0006$). Semelhantemente, encontrou-se um maior número de espécies dentro (zero a cinco espécies por amostra) das pirâmides que fora (zero a duas espécies por amostra) ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 3741$; $P < 2 \times 10^{-16}$). Não foram detectadas interações significativa de ecossistemas e tratamentos ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 0,6$; $P = 0,45$) e de tratamentos e épocas de amostragem ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 9,6$; $P = 0,09$), mas foi significativa a interação de ecossistemas e épocas de amostragem ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 11,4$; $P = 0,04$).

No caso de Uropodina, foram encontradas no fragmento florestal entre zero e nove morfoespécies por amostra, enquanto na pastagem muitas amostras não tinham nenhum ácaro deste grupo. Em cada uma de cinco das amostras, uma única morfoespécie foi encontrada ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 95,58$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$). Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 2,23$; $P = 0,13$) entre dentro (zero a nove morfoespécies por amostra) e fora (zero a três morfoespécies por amostra) da pirâmide, observou-se uma interação significativa ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 15,99$; $P = 0,007$) de tratamentos e épocas de amostragem, indicando que as densidades variaram de forma diferente entre os tratamentos ao

longo do ano. Também observou-se uma interação significativa ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 1870,34$; $P < 2,2 \times 10^{-6}$) de ecossistemas e épocas de amostragem, indicando que as densidades variaram de forma diferente entre os ecossistemas ao longo do ano.

A riqueza de espécies de Gamasina ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 22,7$; $P = 0,0004$) e de Uropodina ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 109,91$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$) foram significativamente diferentes ao longo das épocas de amostragem.

5.2.5 Composição dos Mesostigmata

Das espécies de Gamasina encontradas, 18 foram exclusivas do fragmento florestal e 13 da pastagem. Fora das pirâmides, encontraram-se quatro espécies que não foram encontradas dentro destas. Destas, somente *Arctoseius semiscissus* foi encontrado tanto no fragmento florestal quanto na pastagem. Dentro das pirâmides, 21 espécies foram exclusivas, das quais só *B. keegani* foi encontrada tanto no fragmento florestal quanto na pastagem. Apenas *Veigaia* sp.1 foi encontrada nos dois tratamentos e nos dois ecossistemas (distribuição de espécies, Tabela 3, seção 5.1.).

Avaliando a similaridade em relação às composições e abundâncias das espécies entre os distintos tratamentos e ecossistemas, maior semelhança (67,9%) foi observada entre as amostras do fragmento florestal (dentro e fora das pirâmides). O conjunto destas, por sua vez, mostrou-se mais semelhante (25%) às amostras de fora das pirâmides da pastagem (Figura 7).

Figura 7 - Similaridade de um fragmento florestal e uma pastagem dentro (D) e fora (F) de pirâmides que simulam o efeito estufa, com base na composição de espécies de Gamasina (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colombia). Similaridade calculada com o índice de Morisita

No caso dos ácaros Uropodina, somente duas morfoespécies foram exclusivas da pastagem e só uma foi compartilhada pelos dois ecossistemas. As morfoespécies restantes foram encontradas exclusivamente no fragmento florestal (distribuição de morfoespécies, Tabela 4, seção 5.1). Destas, unicamente quatro foram exclusivas das amostras dentro da pirâmide e só uma foi exclusiva das amostras fora das pirâmides. As duas morfoespécies exclusivas da pastagem foram encontradas tanto dentro quanto fora das pirâmides.

Ao analisar a similaridade entre as composições e abundâncias das morfoespécies de Uropodina dos distintos tratamentos e ecossistemas, observou-se uma maior semelhança (73,6%) entre as amostras do fragmento florestal (dentro e fora das pirâmides) (Figura 8). Também observou-se uma alta semelhança entre as amostras da pastagem (dentro e fora das pirâmides) devido à baixa representatividade deste grupo de Mesostigmata neste ecossistema (Figura 8). O índice de similaridade entre o fragmento florestal e a pastagem foi inferior a 10%.

Figura 8 - Similaridade de um fragmento florestal e uma pastagem dentro (D) e fora (F) de pirâmides que simulam o efeito estufa, com base na composição de espécies de Uropodina (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colombia). Similaridade calculada com o índice de Morisita

5.3 Características físico-químicas do solo

O solo de todas as amostras do fragmento florestal e da pastagem foi classificado como franco-arenoso ou areia-franco devido ao baixo conteúdo de argila. Igualmente, o solo de todas as amostras de ambos os ecossistemas foi classificado como não salino por ter condutividade elétrica menor que 0.98 dS/m (USDA, 1999) em todas as amostras coletadas.

5.3.1 Diferenças entre os parâmetros isolados considerando conjuntamente as várias épocas de amostragem

Os valores médios de cada um das variáveis físico-químicas são apresentados na tabela 6. Diferenças significativas foram observadas apenas entre dentro e fora das pirâmides simulando o efeito estufa, em relação às variáveis de pH e a proporção de partículas entre 53 e 300 μm (Tabela 6).

Por outro lado, diferenças significativas foram observadas para a maioria das variáveis físico-químicas entre o fragmento florestal e a pastagem, observando-se valores mais elevados na pastagem para pH, proporção de partículas entre 300 e 600 μm , proporção de partículas entre 53 e 300 μm , e proporção de partículas menores a 53 μm . Somente a temperatura, proporção de matéria orgânica e proporção de partículas maiores que 1,18 mm foram maiores no fragmento florestal que na pastagem (Tabela 6).

Tabela 6 - Valor médio das variáveis físico-químicas do solo ($\pm$ erro padrão) em cada tratamento, considerando conjuntamente um fragmento florestal e uma pastagem, e em cada ecossistema, considerando conjuntamente os tratamentos (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010)

	Tratamento		Ecossistema	
	Fora	Dentro	Fragmento florestal	Pastagem
Temperatura (°C)	12,3 $\pm$ 0,2	12,5 $\pm$ 0,3	10,4 $\pm$ 0,1*	14,4 $\pm$ 0,2*
Ph	4,8 $\pm$ 0,1*	5 $\pm$ 0,1*	4,3 $\pm$ 0*	5,4 $\pm$ 0*
Umidade (%)	60,3 $\pm$ 1,5	59,6 $\pm$ 1,4	63,6 $\pm$ 1,4	56,2 $\pm$ 1,4
Matéria orgânica (%)	43 $\pm$ 2,2	43,3 $\pm$ 2,1	54,8 $\pm$ 2,2*	31,4 $\pm$ 1,4*
Partículas maiores que 1,18 mm (%)	45,2 $\pm$ 1,2	44,6 $\pm$ 1	50,1 $\pm$ 1,2*	39,7 $\pm$ 0,7*
Partículas entre 600 μm e 1,18 mm (%)	20,1 $\pm$ 0,6	19,1 $\pm$ 0,4	19,3 $\pm$ 0,6	19,9 $\pm$ 0,3
Partículas entre 300 μm e 600 μm (%)	13,9 $\pm$ 0,5	14,5 $\pm$ 0,4	11,9 $\pm$ 0,5*	16,5 $\pm$ 0,3*
Partículas entre 53 μm e 300 μm (%)	14,2 $\pm$ 0,7*	15 $\pm$ 0,6*	11,4 $\pm$ 0,6*	17,7 $\pm$ 0,5*
Partículas menores a 53 μm (%)	3,6 $\pm$ 0,3	3,8 $\pm$ 0,3	2,3 $\pm$ 0,2*	5,1 $\pm$ 0,4*

* Diferenças significativas pelo teste χ^2 no modelo GEE ($P < 0,05$).

5.3.2 Variações dos parâmetros ao longo das épocas de amostragem

Para todas as variáveis físico-químicas consideradas foram significativas as variações ao longo das épocas de amostragem (Figura 9): temperatura ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 357,17$; $P = 2,2 \times 10^{-16}$), pH ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 654,2$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$), umidade ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 1031,99$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$), proporção matéria orgânica ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 4,23$; $P = 3,32 \times 10^{-8}$), proporção de partículas maiores que 1,18 mm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 32,42$; $P = 4,91 \times 10^{-6}$), proporção de partículas entre 600 μm e 1,18 mm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 187,44$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$), proporção de partículas entre 300 e 600 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 189,98$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$), proporção de partículas entre 53 e 300 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 116,69$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$), proporção de partículas menores que 53 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 63,49$; $P = 2,3 \times 10^{-12}$).

Figura 9 - Variação média de **a.** temperatura, **b.** pH, **c.** proporção de umidade, **d.** proporção de matéria orgânica, **e.** P > 1,18 mm = proporção de partículas maiores que 1,18 mm, **f.** P 600 μm - 1,18 mm = proporção de partículas entre 600 μm e 1,18 mm, **g.** P 300 - 600 μm = proporção de partículas entre 300 e 600 μm, **h.** P 53 - 300 μm = proporção de partículas entre 53 e 300 μm, **i.** P < 53 μm = proporção de partículas menores que 53 μm, considerando conjuntamente tratamentos e ecossistemas ao longo das épocas de amostragem (Vereda Mundo Nuevo, Município La Calera, Colômbia; 2010)

5.3.3 Interações de fatores

As seguintes interações foram significativas em relação aos fatores citados: tratamentos e ecossistemas – temperatura ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 10,68$; $P = 0,001$), umidade ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 8,93$; $P = 0,002$), proporção de partículas maiores que 1,18 mm ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 12,66$; $P = 0,0004$) e proporção de partículas entre 300 e 600 μm ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 7,94$; $P = 0,005$); tratamentos e épocas de amostragem – temperatura ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 15,72$; $P = 0,007$), pH ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 26,12$; $P = 8,46 \times 10^{-5}$), proporção de partículas entre 600 μm e 1,18 mm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 11,43$; $P = 0,04$) e proporção de partículas menores que 53 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 19,32$; $P = 0,002$); ecossistemas e épocas de amostragem – temperatura ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 1020,04$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$), pH ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 28,92$; $P = 8,46 \times 10^{-5}$), proporção de matéria orgânica ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 86,75$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$), proporção de partículas maiores que 1,18 mm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 89,44$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$), proporção de partículas entre 600 μm e 1,18 mm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 22,47$; $P = 0,0004$), proporção de partículas entre 300 e 600 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 20,91$; $P = 0,0008$), proporção de partículas entre 53 e 300 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 47,9$; $P = 3,71 \times 10^{-9}$) e proporção de partículas menores que 53 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 278,39$; $P < 2,2 \times 10^{-16}$).

As seguintes interações não foram significativas em relação aos fatores citados: tratamentos e ecossistemas – pH ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 1,65$; $P = 0,19$), proporção de matéria orgânica ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 1,07$; $P = 0,299$), proporção de partículas entre 600 μm e 1,18 mm ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 1,31$; $P = 0,25$), proporção de partículas entre 53 e 300 μm ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 0,45$; $P = 0,5$) e proporção de partículas menores que 53 μm ($g.l. = 1$; $\chi^2 = 2,72$; $P = 0,09$); tratamentos e épocas de amostragem – umidade ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 5,5$; $P = 0,36$), proporção de matéria orgânica ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 9,39$; $P = 0,09$), proporção de partículas maiores que 1,18 mm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 1,71$; $P = 0,89$), proporção de partículas entre 300 e 600 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 6,45$; $P = 0,26$) e proporção de partículas entre 53 e 300 μm ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 2,06$; $P = 0,84$); ecossistemas e épocas de amostragem – umidade ($g.l. = 5$; $\chi^2 = 9,43$; $P = 0,09$).

5.4 Relação entre características físico-químicas do solo, abundância e riqueza de Mesostigmata e outros organismos

Poucas foram as correlações significativas entre as variáveis físico-químicas e a riqueza (número de espécies) de Gamasina e Uropodina e entre aquelas variáveis e a

abundância destes e de outros grupos da fauna encontrada (Tabela 7). Quando significativas, as correlações foram sempre baixas.

Tabela 7 - Correlação (Spearman) entre variáveis físico-químicas e riqueza (número de espécies) de Gamasina e Uropodina ou abundância dos grupos da fauna, considerando conjuntamente todos os organismos coletados em um fragmento florestal e em uma pastagem dentro e fora de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio La Calera, Colômbia; 2010)

	Ph	% umidade	%MO	%>1.18 mm	%600µm - 1.18 mm	%300 - 600 µm	%53 - 300 µm	%< 53 µm	Temp
Número de Espécies									
Gamasina	-0,101	0,104	0,109	-0,039	0,040	-0,001	0,051	-0,100	-0,107
Uropodina	-0,458	0,162*	0,399	0,166*	-0,135*	-0,366	-0,362	-0,332	-0,504
Abundância									
Mesostigmata	-0,346	0,181	0,335	0,105	-0,081	-0,261	-0,210	-0,256	-0,398
Astigmata	-0,003	0,019	-0,028	-0,060	-0,160*	-0,019	0,099	0,027	0,073
Collembola	-0,069	0,300	0,260	0,010	-0,039	-0,070	-0,068	-0,249	-0,160*
Oribatida	-0,172*	0,245	0,277	-0,024	-0,217	-0,174*	-0,039	-0,242	-0,226
Prostigmata	0,034	-0,025	-0,068	-0,171*	-0,264	-0,045	0,220	0,093	0,090
Insecta	-0,120	0,008	0,227	0,077	-0,057	-0,091	-0,115	-0,169*	-0,121
Myriapoda	0,021	0,018	0,135*	-0,023	0,029	-0,016	-0,036	-0,041	-0,006
Outros Arachnida	-0,182	0,118	0,292	0,018	-0,131	-0,236	-0,197	-0,202	-0,197
+Outros	-0,109	-0,059	0,146*	0,016	-0,065	-0,138*	-0,086	-0,046	-0,119

*Correlação significativa a 0,05; + Outros grupos da fauna do solo: Diplura, Protura, Isopoda, Nematoda, Oligocheta, indeterminados

Ao realizar a regressão para explicar a riqueza de Gamasina e Uropodina e a abundância de Mesostigmata com as variáveis físico-químicas medidas, os valores de R^2 foram muito baixos (abaixo de 0,2), sendo o critério de Akaike muito elevado, razão pela qual os modelos determinados pela análise não são aqui apresentados.

Ao realizar a Análise de Correspondência Canônica (CCA) feita com o objetivo de entender a relação entre a composição das espécies de Gamasina e as variáveis físico-químicas, as únicas espécies consideradas (representadas por mais de três indivíduos) foram *Arctoseius semiscissus*, *Protogamasellus* sp.1, *Cheiroseius* sp.1, *Gaeolaelaps* sp.1, *Oloopticus* sp.1, *Oloopticus* sp.2, *Proctolaelaps* n.sp., *Desectophis* n.sp., *Multidentorhodacarus* n.sp. e *Veigaia* sp.1. Semelhantemente, a única variável físico-química utilizada na análise foi o pH

por ser este o único fator significativo na determinação da ocorrência e abundância de cada espécie ($g.l. = 1$; $AIC = 127,77$; $F = 3,12$; No. de permutações=199; $P = 0,005$) como determinado pelo teste de permutações (método de re-amostragem).

As amostras do fragmento florestal estão concentradas no lado direito da figura enquanto as amostras da pastagem tendem a estar do lado esquerdo (Figura 10). Isto indica que o fragmento florestal tem uma tendência a apresentar valores menores de pH do que registrados na pastagem. As espécies presentes neste ambiente são principalmente as duas espécies de *Oloopticus*, *Proctolaelaps* n.sp. e *Arctoseius semiscissus* (espécies com uma correlação negativa com o pH). Semelhantemente, observou-se que as amostras coletadas dentro das pirâmides do fragmento florestal tendem a apresentar valores de pH maiores do que as amostras de fora, no mesmo ecossistema.

Ao contrário das quatro espécies anteriormente citadas, *Protogamasellus* sp.1 se correlacionou positivamente com o pH, sendo portanto encontrada em maior proporção na pastagem, ambiente em que o pH era mais alto (embora ainda baixo em valores absolutos, isto é, no máximo 6.3). A análise dos dados brutos das avaliações permitiu determinar a existência de nove indivíduos desta espécie dentro das pirâmides e somente um indivíduo fora, em todos os casos, em amostras da pastagem.

Veigaia sp. 1 mostrou ser uma espécie mais tolerante às variações de pH, por estar presente em amostras com pH entre 3,5 e 5,8 e, conseqüentemente, tanto no fragmento florestal quanto na pastagem.

Figura 10 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as espécies de Gamasina representadas por mais de três indivíduos e a variável físico-química significativa (pH) no fragmento florestal e na pastagem dentro e fora de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera, Colômbia; 2010). □ = Fragmento florestal dentro da pirâmide, ■ = Fragmento florestal fora da pirâmide, △ = Pastagem dentro da pirâmide, ▲ = Pastagem fora da pirâmide. A = *Protogamasellus* sp.1, B = *Arctoseius semiscissus*, C = *Veigaia* sp.1, D = *Multidentorhodacarus* n.sp., E = *Oloopticus* sp.1, F = *Oloopticus* sp.2, G = *Proctolaelaps* n.sp

Ao realizar a Análise de Correspondência Canônica (CCA) para avaliar a relação entre a composição das morfoespécies de Uropodina e as variáveis físico-químicas, as únicas morfoespécies consideradas (representadas por mais de três indivíduos) foram Uropodina sp.2–sp.9, sp.11, sp.12, sp.14, sp.16 e sp.18. Apenas a umidade ($g.l. = 1$; $AIC = 167,33$; $F = 2,08$; $No. de permutações = 199$; $P = 0,02$) e a matéria orgânica ($g.l. = 1$; $AIC = 167,18$; $F = 1,93$; $No. de permutações = 199$; $P = 0,02$) mostraram-se como variáveis físico-químicas significativas na determinação da ocorrência e abundância de cada espécie.

Por serem os Uropodina encontrados predominantemente no fragmento florestal, a análise envolveu quase que exclusivamente amostras do fragmento florestal; na pastagem, uma única morfoespécie de Uropodina foi encontrada em número superior a três indivíduos, todos em uma única amostra, incluída na análise. Observou-se que em geral as amostras do fragmento florestal foram distribuídas aleatoriamente no gráfico (Figura 11), indicando que, tanto dentro quanto fora das pirâmides, não existe uma tendência das amostras coletadas em relação à concentração de matéria orgânica ou aos níveis de umidade; como resultado, a predominância das espécies de Uropodina também variaram nas distintas amostras. A única amostra de pastagem representada na análise foi coletada dentro de uma pirâmide; esta

continha uma morfoespécie coletada também no fragmento florestal, *Uropodina* sp.7. A análise dos dados brutos permitiu verificar que esta morfoespécie estava presente em ambientes com níveis de umidade variando entre 50,7 e 79,3 % e concentração de matéria orgânica variando entre 30,5 e 47,3 %.

Figura 11 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as espécies mais abundantes de *Uropodina* e variáveis físico-químicas significativas (matéria orgânica e umidade) em um fragmento florestal e em uma pastagem, dentro e fora de pirâmides simulando o efeito estufa (Vereda Mundo Nuevo, Municipio de La Calera, Colômbia; 2010). □ = Fragmento florestal dentro da pirâmide, ■ = Fragmento florestal fora da pirâmide, △ = Pastagem dentro da pirâmide, ▲ = Pastagem fora da pirâmide, umi = umidade, MO = matéria orgânica

6 DISCUSSÃO

6.1 Avaliação dos Mesostigmata

Muito provavelmente, a metodologia de coleta utilizada neste estudo subestimou as reais densidades dos Gamasina e dos Uropodina. Estudos conduzidos por Silva (2002) na Mata Atlântica, região costeira do estado de São Paulo, sugeriram que a grande maioria dos Mesostigmata é encontrada no folheto e nos primeiros centímetros da superfície do solo. No presente estudo, cada amostra tomada para a coleta dos ácaros correspondeu a uma área superficial de apenas cerca de $19,64 \text{ cm}^2$ e a uma profundidade de 15 cm. Pela distribuição dos ácaros edáficos determinada por Silva (2002) deduz-se que quanto menor a relação entre a área superficial e a profundidade da amostra, menor será a densidade estimada. De qualquer maneira, a menor densidade destes ácaros na região andina colombiana que em outros locais seria esperada, considerando as condições climáticas prevalentes naquela região, em função da elevada altitude, como indicado pelos valores das temperaturas médias durante o período da coleta.

Levando em consideração o tamanho das amostras utilizadas para a avaliação dos organismos presentes no solo no presente estudo, conclui-se que a densidade média encontrada foi de aproximadamente $3.056 \text{ indivíduos/m}^2$ no fragmento florestal e $509 \text{ indivíduos/m}^2$ na pastagem. Estes números são comparáveis aos relatados por Illig et al. (2010) em um estudo conduzido nas encostas orientais dos Andes do sul do Equador. Os autores encontraram pouco menos de $2.000 \text{ Gamasina/m}^2$ e pouco menos de $1.000 \text{ Uropodina/m}^2$ no solo de uma floresta a 2300 m de altura na Reserva Biológica San Francisco (RBSF). Estas densidades são baixas, comparadas com os valores encontrados por Pérez-Velasquez et al. (2011) na Reserva Biológica San Angel (REPSA), localizada no campus central da Universidad Nacional Autónoma de México, México. Neste estudo, os autores encontraram uma abundância média de cerca de $7.153 \text{ Mesostigmata/m}^2$ de solo. Koehler (1999) também relatou a ocorrência $10.000 \text{ Gamasina/m}^2$ e $5.000 \text{ Uropodina/m}^2$ em pastagem natural na Alemanha.

6.1.1 Efeito da mudança edafo-climática na prevalência dos Mesostigmata

Considerando conjuntamente todas as épocas de coleta e os dois ecossistemas, a primeira hipótese deste estudo não foi confirmada, de vez que não foi significativa a diferença entre as proporções de Mesostigmata dentro e fora das pirâmides.

O efeito significativo da interação de tratamentos e épocas de coleta está ligado à variação em sentidos opostos da proporção de Mesostigmata nos dois tratamentos, observada ao longo do período de observação. Os meses de maiores proporções de Mesostigmata dentro das pirâmides (fevereiro, agosto e dezembro) foram também aqueles em que ocorreram baixos níveis de precipitação. As possíveis razões para este padrão podem estar ligadas à migração dos organismos para dentro das pirâmides ou ao favorecimento da multiplicação destes naquele tratamento. Poder-se-ia imaginar que os Mesostigmata migrassem para o interior das pirâmides durante os meses mais secos, possivelmente em função dos maiores níveis de temperatura ou umidade aí predominantes, que não puderam ser detectados no presente estudo pela metodologia empregada. Pelas mesmas razões, poder-se-ia imaginar que a capacidade de multiplicação destes ácaros aumentasse nestes períodos dentro das pirâmides. Por outro lado, a diminuição das proporções dos Mesostigmata no interior das pirâmides durante os meses de maior precipitação poderia estar ligada à migração de parte da população e/ou ao aumento de populações de outros organismos que foram especialmente favorecidos pelas condições dentro das pirâmides durante o período de maior precipitação. Observou-se um aumento na proporção de Oribatida e Collembola em abril e dos insetos em outubro dentro das pirâmides, seguramente favorecidos pelo aumento da precipitação e conseqüentemente da umidade acima dos valores anteriores, e assim diminuindo a proporção dos Mesostigmata.

Devido à mudança observada na proporção de Mesostigmata nas coletas, pode se dizer que as condições ambientais foram fundamentais. Além disso, a variação dos recursos, tais como presas e material vegetal morto, e de outras condições do solo podem ser os fatores que determinaram a migração horizontal, além de taxas de natalidade e mortalidade durante o ano e, portanto, a variação da proporção de Mesostigmata (PETERSEN; LUXTON, 1982).

6.1.2 Efeito da mudança edafo-climática na abundância e número de espécies de Mesostigmata

A segunda hipótese considerada neste estudo foi parcialmente confirmada; não apenas aumentou a abundância dos Mesostigmata dentro das pirâmides, mas também aumentou a riqueza de espécies de Gamasina. Estes resultados também podem ser consequência da migração dos Mesostigmata para dentro das pirâmides, e/ou um aumento de sua capacidade de multiplicação nestas.

O aumento de recursos alimentares pode explicar a maior abundância de Mesostigmata e o maior número de espécies de Gamasina dentro das pirâmides. Este fato poderia estar relacionado à redução da competição intra- e inter-específica, devido ao aumento de recursos e microhabitats (GILLER, 1996; WALTER; PROCTOR, 1999), permitindo o aumento da densidade de espécies raras e comuns. Como exemplo, Eisenhauer et al. (2012) verificaram uma relação entre o aumento da abundância de Gamasida e o aumento da abundância de microartrópodes detritívoros com manipulação de níveis de nitrogênio e CO₂ numa pastagem secundária. Estes últimos autores sugeriram que a elevação da rizodeposição (liberação de componentes orgânicos no seu ambiente circundante) com a elevação dos níveis de CO₂ afeta a biomassa microbiana, as densidades de ciliados e de microartrópodes detritívoros e a riqueza de microartrópodes. A concentração de CO₂ não foi avaliada no presente estudo.

A migração de espécies pelo deslocamento vertical dos limites geográficos dos ecossistemas andinos é uma das principais consequências presumidas das mudanças climáticas (WALTHER et al., 2002). Consequências da migração podem ser o deslocamento de outras espécies do mesmo nível trófico, sua predação (MOONEY; CLELAND, 2001) ou seu papel como presa para outras espécies aí existentes. Deve ser considerado que este trabalho avaliou as variações numa escala pequena, devido às dimensões cobertas pelas pirâmides, e a presumível migração dos ácaros foi observada nesta escala. É possível que os resultados sejam diferentes numa escala maior, considerando a reduzida capacidade de dispersão dos ácaros em relação a outros animais.

Os fatores citados anteriormente como causa do aumento da abundância e número de espécies de Mesostigmata são efeito de mudanças nas condições no solo pela presença das pirâmides. Múltiplos trabalhos tem relacionado a resposta dos organismos do solo com

variáveis como a temperatura (SJURSEN; MICHELSEN; JONASSON, 2005; SJURSEN; MICHELSEN; HOLMSTRUP, 2005; DOLLERY; HODKINSON; JÓNSDÓTTIR, 2006; BOKHORST et al., 2008, 2012; XU et al., 2012) e teor de umidade (HARTE; RAWA; PRICE, 1996; O'LEAR; BLAIR, 1999; CONVEY et al., 2002; LINDBERG; ENGTSSON; PERSSON, 2002; TAYLOR; WOLTERS, 2005; TSIAFOULI et al., 2005; McGEOCH et al., 2006; KARDOL et al., 2011; XU et al., 2012) do solo.

A falta de correlação entre a temperatura do solo e as variáveis bióticas avaliadas (abundância de Mesostigmata, riqueza de espécies de Gamasina e de morfoespécies de Uropodina) pode ser devida a diversas razões. Em primeiro lugar, a temperatura do solo medida no momento da coleta pode não ter sido representativa da temperatura média das amostras ao longo do experimento. Infelizmente não foi possível medir a temperatura ao longo do tempo pela falta de equipamentos adequados. Além disso, a precipitação mudou radicalmente a partir da segunda coleta de amostras, verificando-se a partir de então uma mudança na temperatura.

A época de amostragem mostrou ser um fator importante na riqueza de espécies de Uropodina e na proporção de Mesostigmata em relação a outros grupos de fauna do solo. Em diferentes estudos, a época de coleta tem se mostrado um fator importante sobre o efeito que tem o tratamento de simulação de mudança climática, seja a temperatura (HARTE; RAWA; PRICE, 1996), umidade (mudanças de precipitação) (O'LEAR; BLAIR, 1999) ou concentração de CO₂ (HAIMI et al., 2005).

A interação significativa entre tratamentos e época de coleta para a riqueza de Uropodina pode ser consequência da maior sensibilidade deste grupo às mudanças na umidade. A relação deste grupo com esta variável foi observada na análise de correspondências canônicas, sendo esta uma das duas variáveis significativamente relacionadas com a ocorrência das morfoespécies mais abundantes deste grupo. A importância do teor de matéria orgânica na ocorrência de ácaros deste grupo, determinada na análise de correspondências canônicas deste estudo também havia sido relatada por Koehler (1997, 1999) em uma revisão de estudos de Mesostigmata (Gamasina e Uropodina). A ocorrência quase que exclusiva dos Uropodina no fragmento florestal está relacionada ao teor muito maior da matéria orgânica no solo deste ecossistema, como foi observada na relação das espécies mais abundantes com esta variável físico-química.

A relação observada entre o pH, uma das variáveis que mostrou uma ligeira alteração com a presença das pirâmides, e a presença e distribuição de algumas espécies de Gamasina dentro e fora das pirâmides no fragmento florestal e na pastagem, sugere que esta variável seria boa indicadora de mudanças em processos do solo que podem afetar a fauna. *Oloopticus* sp.1, *Oloopticus* sp.2, *Proctolaelaps* n.sp. e *Arctoseius semiscissus* mostraram ser espécies de ambientes mais conservados e de baixos valores de pH, característico do fragmento florestal. No entanto, *Oloopticus* sp.1 e *Proctolaelaps* n.sp. foram encontradas dentro das pirâmides, onde o pH foi ligeiramente maior do que fora. Por outro lado, *Protogamasellus* sp.1 foi encontrado exclusivamente na pastagem, caracterizado por pH mais elevado do que no fragmento florestal.

As relações entre algumas espécies e o pH do solo observadas na análise de correspondências canônicas e a falta de correlação de Mesostigmata como grande grupo com qualquer variável físico-química sugerem que as respostas às alterações causadas pelo efeito estufa são espécie-específica e não grupo-específicas, como era esperado. Isto foi também demonstrado pela falta de correlação entre as variáveis físico-químicas e tanto a densidade quanto a riqueza de Mesostigmata como um todo, em contraste com as correlações significativas entre algumas espécies de Gamasina e pH e entre algumas morfoespécies de Uropodina e tanto matéria orgânica quanto umidade.

6.1.3 Importância do ecossistema no efeito da mudança edafo-climática sobre os Mesostigmata

A terceira hipótese, que previa efeitos diferentes em cada ecossistema da mudança dos fatores edafo-climáticos sobre os Mesostigmata, não foi confirmada, por não ter sido detectada interação significativa entre o tratamento e os ecossistemas para as variáveis bióticas avaliadas (proporção de Mesostigmata, densidade de Mesostigmata e número de espécies de Gamasina e Uropodina).

Este resultado pode estar relacionado à curta duração do trabalho ou às grandes flutuações do clima no período em que o trabalho foi realizado, especialmente da precipitação. O efeito da duração do experimento tem se mostrado diferente em distintos estudos, dependendo do ecossistema considerado. Sjursen, Michelsen e Jonasson (2005)

encontraram respostas diferentes dos microartrópodes em três diferentes ecossistemas em que se promoveu o aumento da temperatura e da disponibilidade de nutrientes no solo no norte da Lapônia sueca. Os autores verificaram que Gamasina não mostrou diferenças entre os tratamentos em um experimento que havia sido estabelecido 12 anos antes. Observaram porém, um aumento da abundância de Mesostigmata devido à fertilização numa Tundra alpina, em um experimento de 11 anos de duração. Observaram ainda efeitos significativos que variaram ano a ano em um experimento estabelecido três anos antes em uma floresta de bétulas, também no norte da Lapônia sueca. Em experimentos realizados em ecossistemas com vegetação fechada e aberta nas Ilhas Malvinas e na Ilha Signy, Bokhorst et al. (2008) não observaram efeitos significativos em estudos de simulação do efeito estufa sobre Collembola e diferentes grupos de ácaros em um experimento conduzido durante três anos.

Portanto, parece realmente mais provável que a falta de interação significativa entre tratamentos e ecossistemas se deva às grandes flutuações do clima. O período de condução deste trabalho correspondeu ao final de um ciclo do fenômeno conhecido como “El Niño” e ao início de um ciclo do fenômeno conhecido como “La Niña” (IDEAM, 2010a, 2010b).

Em conclusão, não é ainda possível rejeitar a hipótese de um efeito diferente em cada ecossistema da simulação do efeito estufa sobre os Mesostigmata pelas condições que se apresentaram durante os experimentos nestes ecossistemas. A condução de um experimento por um período mais longo seria muito desejável, para reduzir o efeito das flutuações anormais do clima e permitir a acumulação dos efeitos sobre os ácaros e sua mais fácil constatação.

6.1.4 Efeito da mudança edafo-climática na composição dos Mesostigmata

Em relação aos Gamasina, a quarta hipótese foi confirmada para o fragmento florestal, em que o nível de similaridade entre os tratamentos (dentro e fora das pirâmides) foi alto (0.68), mas não em relação à pastagem, em que o nível de similaridade entre os tratamentos foi baixo (0.10). Estes valores indicam que no fragmento florestal o efeito estufa simulado causou uma alteração relativamente pequena na composição das espécies, mas o contrário se deu na pastagem.

A maior similaridade entre a composição faunística fora das pirâmides na pastagem com a composição faunística dentro e fora das pirâmides no fragmento florestal se deve principalmente à presença e abundância de *Arctoseius semiscissus* mais que ao número de espécies em comum. Embora o número de espécies em ambos os tratamentos na pastagem tenha sido maior (seis espécies) que o número de espécies encontradas fora das pirâmides na pastagem e o fragmento florestal (três espécies), as abundâncias das espécies da pastagem foram baixas. *Arctoseius semiscissus*, uma das espécies coletada fora das pirâmides tanto no fragmento florestal quanto na pastagem, mostrou uma abundância relativamente alta, o que contribuiu à determinação de uma maior similaridade fora das pirâmides da pastagem com ambos os tratamentos do fragmento florestal. O índice de similaridade utilizado relaciona as abundâncias de cada espécie com as abundâncias relativas dessa espécie (em cada ecossistema e tratamento) e o total de todas as espécies (VILLARREAL et al., 2006), mostrando assim uma maior similaridade se a espécie for abundante.

Em relação aos Uropodina, a quarta hipótese foi numericamente confirmada tanto para o fragmento florestal quanto para a pastagem, pelos valores relativamente altos dos respectivos níveis de similaridade entre os tratamentos (0.74 e 0.81, respectivamente). Há que se considerar entretanto que poucos indivíduos de poucas espécies foram encontrados na pastagem, tanto dentro como fora das pirâmides, o que certamente influenciou o valor do índice de similaridade determinado para os tratamentos deste ecossistema, em que a similaridade foi afetada pela baixa diversidade e abundância destes ácaros.

6.2 Gamasina encontrados

De acordo com o esperado, varias espécies novas de Gamasina foram encontradas, assim como espécies relatadas em outras regiões do globo, em que as condições edafo-climáticas podem ser semelhantes às da região em que foram coletadas as amostras. Algumas espécies encontradas neste estudo são semelhantes às encontradas em países vizinhos da Colômbia, mas a brevidade das descrições originais não permitiu seu reconhecimento. Acredita-se que o número de espécies semelhantes ou idênticas será ainda maior que relatado neste trabalho, quando puderem ser examinados os tipos de espécies já descritas.

Das espécies encontradas, é importante ressaltar *A. semiscissus* (Berlese, 1892), relatada principalmente em países europeus (KALÚZ; FENDA, 2005; BRITTO, 2011) e Austrália (HALLIDAY; WALTER; LINDQUIST, 1998). Em geral, as espécies deste gênero têm sido relatadas quase que exclusivamente em regiões de clima temperado no Hemisfério Norte (MAKAROVA, 1999; LINDQUIST; MAKAROVA, 2012). As exceções referem-se à ocorrência de *Arctoseius euventralis* Karg, 1998 e *Arctoseius latoanalis* Karg, 1998 na zona entre Pifo e Papallacta, da província de Pichincha, Equador, de onde foram descritas. Semelhantemente à região considerada neste trabalho, aquela região também é de grande altitude (4100 m) sendo as temperaturas ainda mais baixas que as observadas neste trabalho e mais semelhantes às regiões temperadas. A não ocorrência destes ácaros dentro das pirâmides é compatível com sua possível exclusão da região em que o trabalho foi realizado, devido ao efeito estufa.

A exclusividade no fragmento florestal das três espécies de *Cheiroseius* é compatível com as espécies deste gênero têm sido citadas como abundantes principalmente no folheto úmido de florestas onde possivelmente se alimentam de nematóides (WALTER, 2006). As espécies de *Cheiroseius* foram encontradas em amostras de solo com uma proporção de umidade de 46 a 78%. Nas Américas, espécies deste gênero tem sido descritas dos seguintes países: sete espécies dos Estados Unidos de America do Norte (EWING, 1913; KEEGAN, 1946; DE LEON, 1964; BAKER; DELFINADO; ABBATIELLO, 1976; McDANIEL; BOLEN, 1983), seis espécies da Jamaica (EVANS; HYATT, 1960), quatro espécies da Argentina (EVANS; HYATT, 1960; KARG, 1979c, 1981), uma espécie do Brasil (MINEIRO; LINDQUIST; MORAES, 2009), cinco espécies do Chile (KARG, 1977), uma espécie de Cuba (KARG, 1981), 23 espécies do Equador (KARG, 1981, 1994a, 1994b, 1998a, 2006, 2007) e duas espécies da Venezuela (KARG, 1981). Estas espécies têm sido relatadas em solos, musgos e folheto, em altitudes que vão desde alguns metros acima do mar a até mais de 4000 m de altitude.

Nenhuma das espécies de *Gamasellodes* e *Protogamasellus* (Ascidae), *Blattisocius* (Blattisociidae) ou *Proctolaelaps* (Melicharidae) foi antes relada na Colômbia (FLOREZ-D; SANCHEZ-C, 1995; BRITTO, 2011).

No caso das espécies de Phytoseiidae identificadas neste estudo, apenas *Typhlodromus* (*Anthoseius*) *transvaalensis* já foi relatada na Colômbia, nos departamentos de Sucre e Valle del Cauca (MORAES; MESA, 1988). *Metaseiulus camelliae* foi relatada somente no Brasil e nos Estados Unidos da América do Norte, em material vegetal procedente de Uruguai (MORAES et al., 2004).

Typhlodromina conspicua tem sido relatada na América do Sul unicamente em Galapagos (MORAES et al., 2004). Esta foi a única espécie de Phytoseiidae encontrada no fragmento florestal. As espécies restantes foram coletadas prioritariamente dentro das pirâmides na pastagem, o que sugere que estas espécies de predadores possam estar diretamente favorecidas pelas condições ambientais dentro das pirâmides ou indiretamente pelo aumento do número de presas induzida pelas condições. Embora a família Phytoseiidae ocorra principalmente em plantas, também tem sido relatada em solo (MORAES; MCMURTRY; DENMARK, 2008).

As espécies relatadas até agora de *Oloopticus* (Laelapidae) tem sido encontradas em folheto e solo da Argentina (KARG, 1978; aproximadamente entre 422 e 876 m de altitude), Equador (KARG, 1997, 2000a, 2003a, 2003b, 2006; aproximadamente entre 820 e 2850 m de altitude) e Costa Rica (KARG, 2000a; aproximadamente entre 50 e 150 m de altitude). O papel que podem ter no ecossistema é ainda desconhecido. Este gênero tem um conjunto de características morfológicas únicas dentro da família Laelapidae, que inclui a presença de um escudo genitoventrianal [o que fez com que Karg (1978) o colocasse inicialmente como subgênero de *Pseudoparasitus*], setas robustas distais no tarso II, escudos pré-esternais não distinguíveis, deutosterno com cinco fileiras de denticulos e uma fileira posterior lisa e mais estreita que as outras, e st4 aparentemente substituída por uma cavidade redonda (bst4).

O outro gênero de Laelapidae encontrado neste estudo, *Gaeolaelaps*, também não foi ainda relatado na Colômbia (FLOREZ-D; SANCHEZ-C, 1995). Apenas uma espécie de Laelapidae (*Hypoaspis meliponarum* Vitzthum, 1930) foi antes relatada na Colômbia, de onde foi descrita.

Desectophis n. sp. (Ologamasidae) pertence a um gênero com quatro espécies relatadas unicamente no Equador (KARG, 1998b, 2003; KARG; SCHORLEMMER, 2011), em solo e folheto úmido, semelhante às condições no fragmento florestal onde foi coletada a

espécie deste trabalho. *Desectophis eulateris* (Karg, 1998) e *Desectophis flagellatus* Karg & Schorlemmer, 2011 foram relatadas em locais com altitudes superiores a 4000 m, o que sugere que estas espécies estão adaptadas às condições de alta montanha. A altitude dos locais onde as outras duas espécies do gênero foram encontradas não é conhecida.

Embora cerca de 28% das espécies conhecidas de Ologamasidae e 10% de Rhodacaridae tenham sido descritas de diferentes países de América do Sul (CASTILHO; MORAES; HALLIDAY, 2012), esta é a primeira constatação de espécies destas famílias na Colômbia.

6.3 Simulação do efeito estufa

Temperatura

A temperatura mais alta na pastagem que no fragmento florestal é provavelmente função da incidência direta da luz solar no solo do primeiro ecossistema. As temperaturas determinadas no solo estiveram próximas das temperaturas do ar, medidas na Estação Meteorológica 2120559, do Aeropuerto Guaymaral. Isto sugere que embora a temperatura do solo tenha sido avaliada apenas durante o período de coleta, isto é, entre 8 e 12 horas da manhã, esta tenha sido próxima à média a que os ácaros tenham sido efetivamente submetidos ao longo do período de estudo.

A interação significativa de tratamentos e épocas de amostragem sugere que a metodologia empregada tenha sido suficientemente eficiente para simular o efeito estufa em algumas épocas de amostragem. A maior diferença ocorreu em fevereiro, época em que a precipitação encontrava-se nos níveis mais baixos. Os aumentos da precipitação observados nos meses subseqüentes aparentemente reduziram o efeito do uso das pirâmides para simular o efeito estufa ou a alteração da temperatura.

O fato de ser a interação de tratamento e ecossistema também significativa sugere que a cobertura vegetal também tenha influenciado o efeito da metodologia adotada, sendo as diferenças maiores no fragmento florestal, onde as pirâmides estavam menos expostas à variação diária e à convecção pela maior circulação de ar.

A tomada da temperatura a 0-10 cm de profundidade tinha como objetivo representar o perfil de onde as amostras foram tomadas (0 - 15 cm de profundidade). Efeitos de alterações climáticas na mesofauna do solo na camada superficial de até 10 cm de profundidade tem sido relatados por Harte, Rawa e Price (1996) e Briones et al. (2009). No primeiro trabalho, os autores relataram um efeito diferente na biomassa e diversidade da mesofauna do solo em amostras tomadas a 9,5 cm de profundidade num prado subalpino. No segundo trabalho, os autores observaram uma diminuição na densidade populacional de Eupodidae, Erythraeidae e Ascidae entre 5 e 10 cm de profundidade, em parcelas de uma pastagem em que o solo foi aquecido.

Umidade e matéria orgânica

Os níveis significativamente mais baixos de umidade na pastagem estão provavelmente relacionados à maior exposição do solo deste ecossistema à ação direta da radiação solar e pelo tanto uma maior temperatura, permitindo assim uma taxa de evaporação maior que no fragmento florestal. Por outro lado, o menor teor de matéria orgânica na pastagem que no fragmento florestal já era esperado. A ausência de diferença significativa entre o teor de matéria orgânica nos distintos tratamentos sugere que o uso das pirâmides não alterou a somatória da quantidade e qualidade da matéria orgânica produzida em seu interior e daquela eventualmente introduzida nestas.

pH

Os níveis significativamente mais baixos do pH no fragmento florestal podem estar relacionados à maior concentração da matéria orgânica naquele ecossistema. Embora significativa, a diferença entre o pH médio dos dois tratamentos foi muito pequena (0,2). Tem sido determinado que a mineralização e posterior humificação da matéria orgânica promove o aumento dos ácidos úmicos (FASSBENDER; BORNEMISZA, 1987), reduzindo os níveis de pH. Tem sido verificado que o aumento do efeito estufa pode induzir mudanças no metabolismo dos microorganismos do solo (WHITFORD, 1992), das plantas e da rizosfera (LAVELLE; SPAIN, 2001), elementos implicados no ciclo de nitrogênio. Estas alterações afetam as taxas de mineralização do solo, e as disponibilidades das diferentes formas de nitrogênio (WHITFORD, 1992; SHAVER et al., 2000), induzindo alterações no pH. Pequenos aumentos do pH também foram verificados por Haimi et al. (2005) em câmaras

desenhadas para promover o aumento da temperatura e do CO₂ no solo, o que sugere que o fenômeno observado neste estudo não é isolado e único.

Composição Granulométrica

Em relação à composição granulométrica dos solos, observou-se uma tendência à maior proporção de partículas de maiores dimensões no fragmento florestal, o que pode estar relacionado à maior agregação de partículas menores neste ecossistema, pela ação de diferentes organismos que seriam mais abundantes neste ecossistema, ou ao acúmulo de partículas de materiais no processo de fragmentação. A ausência de diferença significativa entre as proporções das partículas de cada classe de tamanho ou a constatação de diferenças muito pequenas (ainda que significativa para partículas entre 53 e 300 µm) entre os tratamentos sugerem a pequena importância do efeito estufa sobre estas variáveis. Alternativamente, é possível que a diferença significativa para as partículas entre 53 e 300 µm seja relevante, e tal vez associada à ação da mesofauna e dos microorganismos, através das fezes produzidas ou de excreções que possam funcionar como agentes de ligação de partículas (LAVELLE; SPAIN, 2001). Pawluk (1987) relaciona diferentes agregados de pequeno tamanho (c.a. 46-1400 µm) com a deposição de fezes de diferentes organismos do solo como Collembola, Enchytraeidae e larvas de Diptera.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este é o primeiro trabalho que trata especificamente dos Mesostigmata de solo da Colômbia, representando os primeiros passos para o conhecimento destes ácaros neste país e suas implicações nos processos que sustentam os ecossistemas.

A diversidade determinada para estes ácaros pode ser considerada relativamente alta, chamando a atenção à semelhança entre as espécies encontradas e aquelas relatadas em outras regiões altas (superiores a 2300 m de altitude) da América do Sul e em países temperados.

O número de espécies novas encontradas também não parece uma surpresa, tendo em vista o reduzido esforço dispendido para o conhecimento da fauna de ácaros nas regiões altas da América do Sul, e a descontinuidade destas regiões em relação a outras regiões do globo em que predominam as baixas temperaturas. Se neste esforço amostral relativamente limitado várias espécies novas foram encontradas, imagina-se que muitas outras serão encontradas em uma prospecção mais extensiva.

Conclusões definitivas sobre a identidade de diversas espécies encontradas exigirão o exame dos tipos de várias espécies já descritas, por serem estas descrições apresentadas de forma muito resumida. Isto reforça a necessidade de que as novas descrições sejam sempre realizadas com a apresentação de um número muito maior de detalhes, para permitir o reconhecimento da espécie de forma adequada.

O trabalho realizado permitiu a previsão de alterações significativas em termos de composição faunística e abundância dos Mesostigmata com a ocorrência do efeito estufa. Trabalhos futuros se beneficiariam com as seguintes alterações na metodologia: a) maior duração do experimento; b) tomada das amostras apenas no folheto e dos primeiros centímetros de superfície do solo, onde se concentram os ácaros; c) determinação mais precisa dos fatores edafo-climáticos, especialmente temperatura, umidade (dentro do solo, na superfície do solo e no ambiente) e volume de precipitação dentro e fora das pirâmides.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, P.K.; CUNNINGHAM, A.A.; PATEL, N.G.; MORALES, F.J.; EPSTEIN, P.R.; DASZAK, P. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 19, n. 10, p. 535-544, 2004.

ANDRADES, M. **Prácticas de edafología y climatología**. La Rioja: Universidad de La Rioja, 1996. 79 p.

ARONSON, E.L.; MCNULTY, S.G. Appropriate experimental ecosystem warming methods by ecosystem, objective, and practicality. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 149, n. 11, p. 1791-1799, 2009.

ASHWORTH, J.; KEYES, D.; KIRK, R.; LESSARD, R. Standard procedure in the hydrometer method for particle size analysis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 5/6, p. 633-642, 2001.

ATHIAS-HENRIOT, C. Contribution à la connaissance du genre *Typhlodromus* Scheuten (Acarie Parasitiformes, Phytoseiidae). Description de deux espèces nouvelles d'Algérie et de des espèces du groupe *finlandicus*. **Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France**, Paris, v. 37, n. 2, p. 179-186, 1958.

_____. Mesostigmates (Urop. Excl.) Édaphiques Méditerranéens (Acaromorphs, Anactinotrichida). **Acarologia**, Paris, v. 3, p. 381-509, 1961.

_____. Nouveaux *Amblyseius* édaphiques d'Amérique Australe (Acarie anactinotriches, Phytoseiidae). In: DEBOUTTEVILLE, C.D.; RAPOPORT, E. (Ed.). **Biologie de l'Amérique Australe. III: études sur la faune du sol, documents biogéographiques**. Paris: Centre National Recherche Scientifique, 1967. p. 525-539.

BAKER, E.W.; DELFINADO, M.D.; ABBATIello, M.J. Terrestrial mites of New York II. Mites in bird's nests (Acarina). **New York Entomological Society**, New York, v. 84, p. 48-66, 1976.

BALOGH, P. Oribatid mites from Colombia (ACARI). **Acta Zoologica Hungarica**, Budapest, v. 30, n. 1/2, p. 29-51, 1984.

BALOGH, J.; BALOGH, P. **Oribatid mites of the Neotropical Region I**. Amsterdam: Elsevier, 1988. 335 p.

_____. **Oribatid mites of the Neotropical Region II**. Amsterdam: Elsevier, 1990. 332 p.

BARAJAS-GUZMAN, G.; ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, J. La comunidad de desintegradores en una selva húmeda tropical. In: ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, J.; NARANJO-GARCÍA, E. (Ed.). **Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México**. Xalapa: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología, 2003. p. 162-184.

BARDGETT, R.D.; FREEMAN, C.; OSTLE, N.J. Microbial contributions to climate change through carbon cycle feedbacks. **ISME J**, London, v. 2, n. 8, p. 805-814, 2008.

BASHA, A.E.; YOUSEF, A.A. Two new species of the family Phytoseiidae from Egypt (Acari: Phytoseiidae). **Acarologia**, Paris, v. 40, n. 3, p. 231-235, 2000.

BEAULIEU, F. Review of the mite genus *Gaeolaelaps* Evans & Till (Acari: Laelapidae), and description of a new species from North America, *G. gillespiei* n. sp. **Zootaxa**, Auckland, v. 2158, p. 33-49, 2009.

BEDANO, J.C.; RUF, A. Sensitivity of different taxonomic levels of soil Gamasina to land use and anthropogenic disturbances. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 12, n. 2, p. 203-212, 2010.

BERLESE, A. **Acari, Myriopoda et Scorpiones hucusque in Italia reperta**. Padova: Tipografia del Seminario, 1892. fasc. LXVII, n. 7.

BERNDT, O.; MEYHOFER, R.; POEHLING, H.M. The edaphic phase in the ontogenesis of *Frankliniella occidentalis* and comparison of *Hypoaspis miles* and *Hypoaspis aculeifer* as predators of soil-dwelling thrips stages. **Biological Control**, Orlando, v. 30, n. 1, p. 17-24, May 2004.

BERNDT, O.; POEHLING, H.M.; MEYHOFER, R. Predation capacity of two predatory laelapid mites on soil-dwelling thrips stages. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 112, n. 2, p. 107-115, Aug. 2004.

BERNHARD, F. Die Familie Ascaidae (Oudemans 1905) Bernhard nov. comb. In: STAMMER H. J. (Eds). **Beiträge zur Systematic und Ökologie mitteleuropäischer Acarina. Band II: Mesostigmata 1.**, Leipzig: Akademische Verlags Gesellschaft Geest & Portig K.-G, 1963. p. 33-177.

BETAMBIENTAL. **Estudio de impacto ambiental de la ampliación del Sistema Chingaza**. Bogotá: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2000. t. 2, 336 p. + 10 anexos.

BINNS, E.S. *Arctoseius cetratus* (Sellnick) (Acarina: Ascidae) phoretic on mushroom sciarid flies. **Acarologia**, Paris, v. 14, n. 3, p. 350-356, 1972.

_____. Notes on the biology of *Arctoseius cetratus* (Sellnick) (Mesostigmata: Ascidae). **Acarologia**, Paris, v. 16, n. 4, p. 577-582, 1974.

BLANKINSHIP, J.C.; NIKLAUS, P.A.; HUNGATE, B.A. A meta-analysis of responses of soil biota to global change. **Oecologia**, Berlin, v. 165, n. 3, p. 553-565, 2011.

BOKHORST, S.; HUISKES, A.; CONVEY, P.; VAN BODEGOM, P.M.; AERTS, R. Climate change effects on soil arthropod communities from the Falkland Islands and the Maritime Antarctic. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 40, n. 7, p. 1547-1556, 2008.

BOKHORST, S.; PHOENIX, G.; BUERKE, J.W.; CALLAGHAN, T.V.; HUYER-BRUGMAN, F.; BERG, P. Extreme winter warming events more negatively impact small rather than large soil fauna: shift in community composition explained by traits not taxa. **Global Change Biology**, Oxford, v. 18, n. 3, p. 1152-1162, 2012

BRAUN, A.R.; MESA, N.C.; CUELLAR, M.E.; MELO, E.L.; MORAES, G.J. de. Biosystematics of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with cassava. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 205-213, 1993.

BREGETOVA, N.G. Family Aceosejidae Baker and Wharton, 1952 (sensu Evans, 1958). In: GHILYAROV, M.S.; BREGETOVA, N.G. (Ed.). **Key to the soil-inhabiting mites. Mesostigmata**. Leningrad: Nauka, 1977. p. 169-226.

BRIONES, M.J.; OSTLE, N.J.; McNAMARA, N.P.; POSKITT, J. Functional shifts of grassland soil communities in response to soil warming. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 41, p. 315-322, 2009.

BRITTO, E. **Taxonomia de Ascidae sensu Lindquist e Evans (1965) (Acari: Mesostigmata), biologia e ecologia de espécies brasileiras selecionadas**. 2011. 525 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Querioz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011.

BRITTO, E.P.J.; LOPES, P.C.; MORAES, G.J. de. *Blattisocius* (Acari, Blattisociidae) species from Brazil, with description of a new species, redescription of *Blattisocius keegani* and a key for the separation of the world species of the genus. **Zootaxa**, Auckland, v. 3479, p. 33-51, 2012

BUYTAERT, W.; CÉLLERI, R.; BIÈVRE, B. DE; CISNEROS, F.; WYSEURE, G.; DECKERS, J.; HOFSTEDE, R. Human impact on the hydrology of the Andean páramos. **Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v. 79, n. 1/2, p. 53-72, 2006.

BUYTAERT, W.; CUESTA-CAMACHO, F.; TOBÓN, C. Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 19-33, 2011.

CAMERO-R, E.; ESTEBAN DIAZ, J.; SALINAS, A.; TELLEZ, L.; AGUDELO, D. Soil arthropods study in two different ecosystems from Cauca River - Colombia. **Acta Biologica Colombiana**, Bogotá, v. 10, n. 1, p. 35-44, 2005.

CASTILHO, R.C.; MORAES, G.J. de; HALLIDAY, B. Catalogue of the mite family Rhodacaridae Oudemans, with notes on the classification of the Rhodacaroidea (Acari: Mesostigmata). **Zootaxa**, Auckland, v. 3471, p. 1-69, 2012.

CASTILHO, R.C.; MORAES, G.J. de; SILVA, E.S.; SILVA, L.O. Predation potential and biology of *Protogamasellopsis posnaniensis* Wisniewski & Hirschmann (Acari: Rhodacaridae). **Biological Control**, Orlando, v. 48, n. 2, p. 164-167, Feb. 2009a.

CASTILHO, R.C.; MORAES, G.J. de; SILVA, E.S.; FREIRE, R.A.P.; EIRA, F.C. da. The predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* as a control agent of the fungus gnat *Bradysia matogrossensis* in commercial production of the mushroom *Agaricus bisporus*. **International Journal of Pest Management**, London, v. 55, n. 3, p. 181-185, July/Sept. 2009b.

CASTRO P, J.H.; BURBANO O, H.; BONILLA C, C.R. Abundance and biomass of soil organisms in three land use systems in the high plateau of Pasto, Colombia. **Acta Agronomica**, Palmira, v. 56, n. 3, p. 127-130, 2007.

CHANT, D.A. Notes on mites of the genus *Typhlodromus* Scheuter, 1857 (Acarina: Laelaptidae), with descriptions of the males of some species and female of a new species. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 87, n. 11, p. 496-503, 1955.

_____. Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part I. Bionomics of seven species in southeastern England. Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae, with descriptions of thirty-eight new species. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 12, p. 1-166, 1959.

CHANT, D.A.; MCMURTRY, J.A. A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari: Phytoseiidae): Part I. Neoseiulini new tribe, **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 29, n. 1, p. 3-46, 2003.

_____. A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari: Phytoseiidae): Part V. tribe Amblyseiini, subtribe Proprioseiopsina Chant and McMurtry, **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 31, n. 1, p. 3-22, 2005.

_____. **Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata)**. West Bloomfield: Indira Publishing House, 2007. 219 p.

CHANT, D.A.; YOSHIDA-SHAUL, E. A world review of five similar species groups in the genus *Typhlodromus* Scheuten: Part II. The *conspicius* and *cornus* groups (Acarina: Phytoseiidae). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 61, n. 5, p. 1041-1057, 1983.

CHANT, D.A.; HANSELL, R.I.C.; YOSHIDA-SHAUL, E. The genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae) in Canada and Alaska. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 52, p. 1265-1291, 1974.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY JR., D.A.; HENDRIX, P.F. **Fundamentals of soil ecology**. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004. 386 p.

COLOMBIA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **Alianza para la producción y comercialización de leche en los municipios de Guasca y Guatavita**. Proyecto Apoyo Alianzas productivas. Bogota, 2008. 13 p.

CONGDON, B.D. The family Phytoseiidae (Acari) in western Washington State with descriptions of three new species. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 28, n. 1, p. 3-27, 2002.

CONSEJO MUNICIPAL DE LA CALERA. **Información general**. Municipio de la Calera, 2010. Disponível em: <<http://lcalera-cundinamarca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mIxx-1-&m=f>>. Acesso em: 20 fev. 2012

CONVEY, P.; PUGH, P.J.A.; JACKSON, C.; MURRAY, A.W.; RUHLAND, C.T.; XIONG, F.S.; DAY, T.A. Response of Antarctic Terrestrial Microarthropods to long-term climate manipulations. **Ecology**, Tempe, v. 83, n. 11, p. 3130-3140, 2002. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[3130:ROATMT\]2.0.CO](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[3130:ROATMT]2.0.CO)>. Acesso em: 13 jul. 2011.

CONWAY, T.; TANS, P. **Trends in atmospheric carbon dioxide**: globally averaged marine surface annual mean data. 2011. Disponível em: <<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

CORREDOR, J.F.; CRUZ, G.M. **Evaluación de un dispositivo para determinar el efecto de la temperatura sobre hongos edáficos (Cuenca Río Blanco, Cundinamarca)**. 2009. 50 p. Trabajo de grado (Carrera de Microbiología Industrial) – Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2009.

COULSON, S.; HODKINSON, I.D.; WEBB, N.R.; BLOCK, W.; BALE, J.S.; STRATHDEE, A.T.; WORLAND, M.R.; WOOLEY, C. Effects of experimental temperature elevation on high-arctic soil microarthropod populations. **Polar Biology**, New York, v. 16, n. 2, p. 147-153, 1996.

CUNLIFFE, F.; BAKER, E. W. **A guide to the predatory phytoseiid mites of the United States**. Gainesville: Pinellas Biology Laboratory, 1953. pt. 1, 28 p.

DAVIDSON, E.A.; JANSSENS, I.A. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. **Nature**, London, v. 440, n. 7081, p. 165-173, Mar. 2006.

DEAN, W.E. Determination of carbonate and organic-matter in calcareous sediments and sedimentary-rocks by loss on ignition - comparison with other methods. **Journal of Sedimentary Petrology**, Tulsa, v. 44, n. 1, p. 242-248, 1974.

DE LEON, D. Four new *Typhlodromus* from southern Florida (Acarina: Phytoseiidae). **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 41, p. 73-76, 1958.

_____. The genus *Typhlodromus* in Mexico (Acarina: Phytoseiidae). **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 42, 123-129, 1959.

_____. Four new *Sejus*, a new *Zerconopsis* and a new *Hyattella* from the United States (Acarina: Blattisociidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 47, p. 103-108, 1964.

_____. **Some mites of the Caribbean Area**. Part I. Acarina on plants in Trinidad, West Indies. Kansas: Allen Press, 1967. 66 p.

DENLINGER, D.L.; YOCUM, G.D. Physiology of heat sensitivity. In: HALLMAN, G.J.; DENLINGER, D.L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview Press, 1998. chap. 2, p. 7-57.

DENMARK, H.A.; MUMA, M.H. Phytoseiidae mites of Brazil (Acarina, Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 235-276, 1973.

_____. The Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) of Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 59, p. 279-304, 1975.

DINDAL, D.L. Introduction. In: _____. (Ed.). **Soil biology guide**. New York: A Wiley-Interscience, 1990. chap. 1, p. 1-14.

DOLLERY, R.; HODKINSON, I.D.; JÓNSDÓTTIR, S. Impacts of warming and timing of snow melt on soil microarthropods assemblages associated with *Dryas*-dominated plant communities on Svalbard. **Ecography**, Copenhagen, v. 29, n. 1, p. 111-119, 2006.

EDWARD, C.A.; HEATH, G.W. The role of soil animals in breakdown of leaf material. In: DOEKSEN, J.; VANDERDRIFT, I. (Ed.). **I. Soil organism**. Amsterdam: North Holland Publisher, 1963. p. 76-84.

EISENHAUER, N.; CESARZ, S.; KOLLER, R.; WORM, K.; REICH, P.B. Global change belowground: impacts of elevated CO₂, nitrogen, and summer drought on soil food webs and biodiversity. **Global Change Biology**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 435-447, 2012.

ENKEGAARD, A.; BRØDSGAARD, H.F. *Lasioseius fimetorum*: a soil-dwelling predator of glasshouse pests? **BioControl**, Dordrecht, v. 45, n. 3, p. 285-293, 2000

ENKEGAARD, A.; SARDAR, M.A.; BRØDSGAARD, H.F. The predatory mite *Hypoaspis miles*: biological and demographic characteristics on two prey species, the mushroom sciarid fly, *Lycoriella solani*, and the mould mite, *Tyrophagus putrescentiae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 82, n. 2, p. 135-146, 1997.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Soil and waste pH (Methods 9045C)**. Chicago, 1995. 5 p.

ESPINOSA, A.; HERNANDEZ, J. **Ácaros de hojarasca en un bosque secundario tardío del Santuario de Fauna Y Flora Otun Quimbaya (Risaralda, Colombia)**. 2008. Trabajo de grado (Carrera de Biología) - Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, 2008.

ETTER, A.; MCALPINE, C.; WILSON, K.; PHINN, S.; POSSINGHAM, H. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 114, n. 2/4, p. 369-386, 2006.

EVANS, G.O. A revision of the British Aceosejinae (Acarina: Mesostigmata). **Proceedings of the Zoological Society of London**, London, v. 131, p. 177-229, 1958.

EVANS, G.O.; HYATT, K.H. A revision of the Platysejinae (Mesostigmata: Aceosejidae) based on material in the collections of the British Museum (Natural History). **Bulletin of the British Museum (Natural History)**, London, v. 6, p. 27-101, 1960.

EWING, H.E. New Acarina. Part I. General considerations and descriptions of new species from Minnesota, Wisconsin, and Michigan. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 32, p. 93-121, 1913.

FAITHFULL, N. **Métodos de análisis químico agrícola, manual práctico**. Aberystwuth: University of Wales, Institute of Rural Studies, 2005. 85 p.

FASSBENDER, H.W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina**. San José: IICA, 1987. 420 p.

FEDERACIÓN COLOMBIANA DE GANADEROS. **La ganadería Colombiana y las Cadenas Láctea y Cárnica: Cifras de Referencia Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana PEGA 2019**. Bogotá, 2010. Disponível em: <http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/FNG_PORTAL/ESTADISTICAS1/CIFRAS%20DE%20REFERENCIA/2010_CIFRAS%20REFERENCIA%20_SECTOR%20GANADERO.PDF>. Acesso em: 26 fev. 2012.

FEIJOO-MARTINEZ, A.; ZUNIGA, M.C.; QUINTERO, H.; CARVAJAL-VANEGAS, A.F.; ORTIZ, D.P. Patterns of association between soil variables and land uses in the La Vieja River watershed, Colombia. **Acta Zoologica Mexicana**, Mexico, v. 26, n. esp. 2, p. 151-164, 2010.

FERES, R.J.F.; MORAES, G.J. de. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from woody areas in the State of Sao Paulo, Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, London, v.3, p. 125-132, 1998.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 867-888, 2002.

FERLA, N.J.; MARCHETTI, M.M.; GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 1-8, 2007.

FIERER, N.; CRAINE, J.M.; MCLAUCHLAN, K.; SCHIMEL, J.P. Litter quality and the temperature sensitivity of decomposition. **Ecology**, Tempe, v. 86, n. 2, p. 320-326, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1890/04-1254>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

FIERER, N.; STRICKLAND, M.S.; LIPTZIN, D.; BRADFORD, M.A.; CLEVELAND, C.C. Global patterns in belowground communities. **Ecology Letters**, Oxford, v. 12, n. 11, p. 1238-1249, 2009.

FLOREZ-D, E.; SANCHEZ-C, H. La diversidad de los arácnidos en Colombia. Aproximación inicial. In: RANGEL, O. **Colombia diversidad Biotica I**. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, 1995. cap. 19, p. 327-372.

FRANKLIN, E.; SANTOS, E.M.R.; ALBUQUERQUE, M.I.C. Diversity and distribution of oribatid mites (Acari: Oribatida) in a lowland rain forest in Peru and in several environments of the Brazilian states of Amazonas, Rondonia, Roraima and Para. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 4, p. 999-1020, 2006.

_____. Edaphic and arboricolous oribatid mites (Acari; Oribatida) in tropical environments: changes in the distribution of higher level taxonomic groups in the communities of species. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, n. 3, p. 447-458, 2007.

FRANKLIN, E.N.; SCHUBART, H.O.R.; ADIS, J.U. Edaphic mites (Acari: Oribatida) in two floodplain forests of Central Amazonia: vertical distribution, abundance and soil recolonization after inundation. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 57, n. 3, p. 501-520, 1997.

FREIRE, R.A.P.; MORAES, G.J.; SILVA, E.S.; VAZ, A.C.; CASTILHO, R.C. Biological control of *Bradysia matogrossensis* (Diptera: Sciaridae) in mushroom cultivation with predatory mites. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 87-93, June 2007.

FOX, I. Seven new mites from rats in Puerto Rico. **Annals Entomological Society of America**, Columbus, v. 40, p. 598-603, 1947.

GARMAN, P. Mite species from apple trees in Connecticut. **Connecticut Agricultural Experiment Station, Bulletin**, New Haven, v. 520, p. 1-27, 1948.

GEGOCS, V.; HUFNAGEL, L. Application of Oribatid mites as indicators (review). **Applied Ecology and Environmental Research**, Budapest, v. 7, n. 1, p. 79-98, 2009.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 539 p.

GILLER, P.S. The diversity of soil communities, the 'poor man's tropical rainforest'. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 5, n. 2, p. 135-168, Feb. 1996.

GUANILO, A.D.; MORAES, G.J. de; KNAPP, M. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) of the subfamilies Phytoseiinae Berlese and Typhlodrominae Wainstein from Peru, with descriptions of two new species. **Zootaxa**, Auckland, v. 1729, p. 49-60, 2008.

GUTIERREZ, H. Aproximación a un modelo para la evaluación de la vulnerabilidad de las cubiertas vegetales de Colombia ante un posible cambio climático utilizando sistemas de información geográfica SIG con énfasis en la vulnerabilidad de las coberturas nival y de páramo de Colombia. In: CASTAÑO, C. (Ed.). **Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición hotspot y global climatic tensor**. Bogota: IDEAM, 2002. p. 335-377.

HAIMI, J.; LAAMANEN, J.; PENTTINEN, R.; RÄTY, M.; KOPONEN, S.; KELLOMÄKI, S.; NIEMELÄ, P. Impacts of elevated CO and temperature on the soil fauna of boreal forests. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 30, n. 2, p. 104-112, 2005.

HAINES, C.P. A revision of the genus *Blattisocius* Keegan (Mesostigmata: Ascidae) with special reference to *B. tarsalis* (Berlese) and the description of a new species. **Acarologia**, Paris, v. 20, p. 19-38, 1978.

HALLIDAY, R.B. **Mites of Australia**: a checklist and bibliography. Collingwood: CSIRO Publ., 1998. 317 p.

HALLIDAY, R.B.; WALTER, D.E.; LINDQUIST, E.E. Revision of the Australian Ascidae (Acarina: Mesostigmata). **Invertebrate Taxonomy**, East Melbourne, v. 12, p. 1-54, 1998.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, Columbia, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HANCE, T.; BAAREN, J.V.; VERNON, P.; BOIVIN, G. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 52, p. 107-126, 2007.

HARTE, J.; RAWA, A.; PRICE, V. Effects of manipulated soil microclimate on mesofaunal biomass and diversity. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 28, n. 3, p. 313-322, 1996.

HIRSCHMANN, W. Gangsystematik der Parasitiformes. Teil 5. Gamasiden Rückenhaarbestimmungstabellen von 260 *Typhlodromus*-arten der Erde. Gänge´ Chaetotaxie Porotaxie, Mundwerkzeuge von *Typhlodromus* und verwandten Gattungen von *Proctolaelaps*, *Melichares*, *Lasioseius*, *Iphidozercon*, *Sejus*, *Rhodacarellus*, *Rhodacarus*, *Gamasellus*, *Veigaia*, *Macrocheles ivanovi*. Erstversuch der Aufstellung eines Gangsystems der Gamasiden auf grund der Gnathosoma-unterseite. **Acarologie**, Nurnberg, v. 5, p. 1-56, 1962.

HIRSCHMANN, W.; BERNHARD, F.; GREIM, E.; GOTZ, H. Gangsystematik der Parasitiformes, Teile 75. Zwanzig neue *Hypoaspis*-Arten. **Acarologie. Schriftenreihe für Vergleichende Milbenkunde**, Fürth, v. 12, p. 133-141, 1969.

HOLLISTER, R.D.; WEBBER, P.J. Biotic validation of small open-top chambers in a tundra ecosystem. **Global Change Biology**, Oxford, v. 6, n. 7, p. 835-842, 2000.

HOUGHTON, J.T. ; DING, Y.; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P.J.; DAI, X.; MASKELL, K.; JOHNSON, C.A. **Climate change 2001: the scientific basis**. New York: Cambridge University Press, 2001. 881 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES DE COLOMBIA. **Informe final. CONTRATO Conservación Internacional - Universidad Nacional de Colombia "Elaboración de escenarios de cambio climático para la segunda mitad del siglo XXI en diferentes regiones del territorio colombiano y de un informe de evaluación del cambio climático en Colombia que incluya entre otros las tendencias actuales y futuras y los posibles impactos del cambio climático en los sectores socioeconómicos y regiones**. Bogotá, 2008. 16 p.

_____. **Boletín informativo sobre el monitoreo de los Fenómenos de "El Niño" y "La Niña"**. Bogotá, 2010a. 6 p. (Boletín, 15).

_____. **Boletín informativo sobre el monitoreo del fenómeno de "La Niña"**. Bogotá, 2010b. 7 p. (Boletín, 23).

_____. Proyecto Nacional Piloto de Adaptación –INAP: Componente B “Alta Montaña” **Monitoreo a los ciclos de agua y carbono en ecosistemas de Alta montaña**. Bogotá, 2011. 235 p.

IGLESIAS-BRIONES, M.J.; INESON, P.; PIEARCE, T.G. Effects of climate change on soil fauna; responses of enchytraeids, Diptera larvae and tardigrades in a transplant experiment. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 6, n. 2, p. 117-134, 1997.

IGLESIAS-BRIONES, M.J.; OSTLE, N.J.; MCNAMARA, N.P.; POSKITT, J. Functional shifts of grassland soil communities in response to soil warming. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 41, n. 2, p. 315-322, 2009.

ILLIG, J.; NORTON, R.A.; SCHEU, S.; MARAUN, M. Density and community structure of soil- and bark-dwelling microarthropods along an altitudinal gradient in a tropical montane rainforest. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 52, p.49-62, 2010

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. **Convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático - UNFCCC**. Análisis a la luz del convenio sobre diversidad biológica. Bogota, 2010. 103 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Cambio climático 2007: Informe de síntesis**. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, 2008. 104 p.

JANSEN, E.; OVERPECK, J.; BRIFFA, K.R.; DUPLESSY, J.-C.; JOOS, F.; MASSON-DELMOTTE, V.; OLAGO, D.; OTTO-BLIESNER, B.; PELTIER, W.R.; RAHMSTORF, S.; RAMESH, R.; RAYNAUD, D.; RIND, D.; SOLOMINA, O.; VILLALBA, R.; ZHANG, D. Palaeoclimate. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. (Ed.). **Climate change 2007: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2007. chap. 6, p. 433-497.

JERVIS, M.A.; COPLAND, M.J.W.; HARVEY, J.A. The life-cycle. In: JERVIS, M.A. (Ed.). **Insects as natural enemies: a practical perspective**. Dordrecht: Springer, 2005. chap. 2, p. 73-165.

JIMENO, E.; SIERRA, J.A. **Composición y diversidad de la comunidad de ácaros (Arachnida: Acari) de hojarasca en dos coberturas vegetales en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya (Risaralda -Colombia)**. 2008. 121 p. Trabajo de grado (Carrera de Biología) - Facultad de Ciencias Basicas, Departamento de Biología, Universidad El Bosque, Bogota, 2008.

JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHAK M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos**, Copenhagen, v. 69, p. 373-386, 2004

JONES, T.H.; THOMPSON, L.J.; LAWTON, J.H.; BEZEMER, T.M.; BARDGETT, R.D.; BLACKBURN, T.M.; BRUCE, K.D.; CANNON, P.F.; HALL, G.S.; HARTLEY, S.E.; HOWSON, G.; JONES, C.G.; KAMPICHLER, C.; KANDELER, E.; RITCHIE, D.A. Impacts of rising atmospheric carbon dioxide on model terrestrial ecosystems. **Science**, Washington, v. 280, n. 5362, p. 441-443, Apr. 1998.

KALÚZ, S.; FENDA, P. **Mites (Acari: Mesostigmata) of the family Ascidae of Slovakia.** Bratislava: Slovak Academy of Sciences, 2005. 167 p.

KARDOL, P.; CREGGER, M.A.; CAMPANY, C.E.; CLASSEN, A.T. Soil ecosystem functioning under climate change: plant species and community effects. **Ecology**, Brooklyn, v. 91, n. 3, p. 767-781, Mar. 2010.

KARDOL, P.; REYNOLDS, W.N.; NORBY, R.J.; CLASSEN, A.T. Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 47, n. 1, p. 37-44, 2011.

KARG, W. Zur Systematik und postembryonalen Entwicklung der Gamasiden (Acarina, Parasitiformes) Landwirtschaftlich genutzter Boden. **Mitteilungen aus dem Zoologische Museum in Berlin**, Berlin, v. 38, p. 23-119, 1962.

_____. Larvalsystematische und phylogenetische Untersuchung sowie Revision des Systems der Gamasina Leach, 1915 (Acarina, Parasitiformes). **Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin**, Berlin, v. 41, n. 2, p. 193-340, 1965.

_____. Acari (Acarina), Milben, Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes): Die freilebenden Gamasina (Gamasides), Raubmilben. In: DAHL, F.; PEUS, F. **Die Tierwelt Deutschlands und der Agrenzenden Meeresteile**, 59. Jena: Teil. Gustav Fischer Verlag, 1971. 475 p.

_____. Zur Kenntnis der Überfamilie Phytoseioidea Karg, 1965. **Zoologische Jahrbücher Systematik**, Jena, v. 103, 505-546, 1976.

_____. Neue Arten der Raubmilbenfamilie Ascidae Oudemans, 1905 (Acarina, Parasitiformes) aus Chile. **Mitteilungen aus dem Zoologische Museum in Berlin**, Berlin, v. 53, n. 2, p. 285-302, 1977.

_____. Die Gattung *Pseudoparasitus* Oudemans, 1902. **Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin**, Berlin, v. 54, n. 2, p. 203-212, 1978.

_____. Zur Kenntnis der Milbengattungen *Lasioseius* Berlese, 1916, *Proprioseiopsis* Muma, 1961, *Podocinum* Berlese, 1882 und *Proctolaelaps* Berlese, 1923 (Acarina, Parasitiformes). **Deutsche Entomologische Zeitschrift**, Berlin, v. 26, p. 1-8, 1979a.

_____. Die Gattung *Hypoaspis* Canestrini, 1884 (Acarina, Parasitiformes). **Zoologische Jahrbücher Zeitschrift fuer Systematik, Geographie und Biologie der Tiere**, Jena, v. 106, p. 65-104, 1979b.

_____. Zur Kenntnis der Raubmilbengattungen *Cheiroseius* Berlese, 1916, *Asca* v. Heyden, 1826 und *Halolaelaps* Berlese et Trouessart, 1889 (Acarina, Parasitiformes). **Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin**, Berlin, v. 55, p. 251-267, 1979c.

_____. The predatory mite genus *Cheiroseius* Berlese, 1916. **Zoologische Jahrbücher Systematik**, Jena, v. 108, p. 51-69, 1981.

_____. Zur Kenntnis der Raubmilbengattung *Hypoaspis* Canestrini, 1884 (Acarina, Parasitiformes). **Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin**, Berlin, v. 58, n.2, p. 233-256, 1982.

_____. Zur Kenntnis der Raubmilbengattung *Amblyseius* Berlese, 1904 (Acarina, Parasitiformes, Phytoseiidae). **Deutsche Entomologische Zeitschrift**, Berlin, v. 36, n. 1-3, p. 113-119, 1989.

_____. Einzelbehandlung der Familien mit Bestimmungsschlüsseln der Gattungen und Arten sowie Autökologie der Arten. In: _____. **Acari (Acarina), Milben Parasitiformes (Anactinochaeta) Cohors Gamasina Leach, Raubmilben. 2., überarbeitete Auflage**. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1993. chap. 2, p. 84-502.

_____. Raubmilben der cohors Gamasina Leach (Acarina, Parasitiformes) vom Galapagos Archipel. **Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin**, Berlin, v. 70, n. 2, p. 179-216, 1994a.

_____. Predatory mites of the Ascidae, Ameroseiidae, Rhodacaridae and Macrochelidae in the Galapagos Archipelago (Acarina, Parasitiformes). **Mitteilungen aus dem Zoologische Museum in Berlin**, Berlin, v. 70, n. 1, p. 113-131, 1994b.

_____. Zur Kenntnis der Raubmilbencohors Gamasina Leach. **Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz**, Görlitz, v. 69, n. 5, p. 41-45, 1997.

_____. Neue Raubmilbenarten der Ascidae Oudemans, 1905 im tropischen Regenwald von Ecuador (Acarina, Parasitiformes). **Zoologische Reihe**, Berlin, v. 74, p. 49-64, 1998a.

_____. Zur Kenntnis der *Eugamasides* Karg mit neuen Arten aus den Regenwäldern von Ecuador (Acarina, Parasitiformes). **Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin**, Berlin, v. 74, n. 2, p. 185-214, 1998b.

_____. Zur Systematik der Raubmilbenfamilien Hypoaspidae v. Vitzthum, 1941 und Rhodacaridae Oudemans, 1902 (Acarina, Parasitiformes) mit neuen Arten aus Süd- und Mittelamerika. **Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin**, Berlin, v. 76, n. 2, p. 243-262, 2000a.

_____. Die euedaphische Raubmilbengattung *Multidentorhodacarus* Shcherbak, 1980 mit einer neuen Art aus Mittelamerika. **Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz**, Görlitz, v. 72, n. 1, p. 143-149, 2000b.

_____. Neue Raubmilbenarten aus dem tropischen Regenwald von Ecuador mit einem kritischen Beitrag zur Merkmalsevolution bei Gamasina (Acarina, Parasitiformes). **Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin**, Zoologische Reihe, Berlin, v. 79, n. 2, p. 229-251, 2003a.

_____. Die Raubmilbengattungen *Afrogamasellus* Loots et Ryke und *Oloopticus* Karg mit zwei neuen Arten - Ein Beitrag zur Evolution der Bodenmilben (Acarina, Gamasina). **Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz**, Görlitz, v. 75, n. 1, p. 23-33, 2003b.

_____. The systematics of Parasitiformes, especially of Gamasina Leach (Acarina), with new species from Ecuador. **Zoosystematics and Evolution**, Weinheim, v. 82, n. 1, p. 140–169, 2006.

_____. New taxonomic knowledge of soil-inhabiting predatory mites (Acarina, Gamasina: Rhodacaroidea, Dermanyssoidea, Ascoidea). **Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums, Görlitz**, Berlin, v. 78, n. 2, p. 13-139, 2007.

KARG, W.; SCHORLEMMER, A. Six new mites of the superfamily Parasitoidea. **Transactions of the American Microscopical Society**, Lawrence, v. 65, p. 69-77, 1946.

_____. New insights into predatory mites (Acarina, Gamasina) from tropical rain forests with special reference to distribution and taxonomy. **Zoosystematics and Evolution**, Weinheim, v. 85, n. 1, p. 57-91, 2009.

_____. The predatory mite family Ologamasidae Ryke, 1962 and its position within the higher groups of Parasitiformes (Acarina) with new species from South America. **Zoosystematics and Evolution**, Weinheim, v. 87, n. 2, p. 205-219, 2011.

KOEHLER, H.H. Mesostigmata (Gamasina, Uropodina), efficient predators in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 62, n. 2/3, p. 105-117, 1997.

_____. Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata). **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1/3, p. 395-410, 1999.

_____. Natural regeneration and succession - results from a 13 years study with reference to mesofauna and vegetation, and implications for management. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 51, n. 2-4, p. 123-130, 2000.

KRANTZ, G.W.; AINSCOUGH, B.D. Acarina: Mesostigmata (Gamasida). In: DINDAL, D.L. (Ed.). **Soil biology guide**. New York: A Wiley-Interscience, 1990. chap. 20, p. 583-666.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil ecology**. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic, 2001. 654 p.

LEHRSCHE, G.A.; KINCAID, D.C. Sprinkler droplet energy effects on soil penetration resistance and aggregate stability and size distribution. **Soil Science**, Baltimore, v. 171, n. 6, p. 435-447, June 2006.

LINDBERG, N.; ENGTSSON, J.B.; PERSSON, T. Effects of soil experimental irrigation and drought on the composition and diversity of soil fauna in a coniferous stand. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, n. 6, p. 924-936, 2002.

LINDQUIST, E.E.; MAKAROVA, O.L. Review of the mite subfamily Arctoseiinae Evans with a key to its genera and description of a new genus and species from Siberia (Parasitiformes, Mesostigmata, Ascidae). **ZooKeys**, Sofia, v. 233, p. 1-20, 2012.

- LINDQUIST, E.E.; KRANTZ, G.W.; WALTER, D.E. Order Mesostigmata. In: KRANTZ, G.W.; WALTER, D.E. (Ed.). **A manual of acarology**. 3rd ed. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009. chap. 20, p. 124-232.
- LIVSCHITZ, I.Z.; KUZNETSOV, N.N. Phytoseiid mites from Crimea (Parasitiformes: Phytoseiidae) [in Russian]. In: Pests and diseases of fruit and ornamental plants. **Proceedings of the All-Union V. I. Lenin Academy of Agricultural Science**, Yalta, v. 61, p. 13-64, 1972.
- LOFEGO, A.C.; MORAES, G.J. de; CASTRO, L.A.S. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on Myrtaceae in the State of São Paulo, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 516, p. 1-18, 2004.
- MAKAROVA, O.L. Mesostigmatic mites (Parasitiformes, Mesostigmata) of polar deserts in Severnaya Zemlya. **Entomological Review**, Washington, v. 79, n. 8, p. 982-990, 1999.
- _____. To a study of mites of the genus *Arctoseius* (Parasitiformes, Ascidae) from the Far North: 2. Description of *A. productus* sp.n. and *A. babenkoi* sp.n. and keys to High Arctic species. **Entomological Review**, Washington, v. 80, S131-S142, 2000.
- MAKAROVA, O.L.; PETROVA, A.L. Gamasid mites of the genus *Arctoseius* Thor, 1930 (Mesostigmata: Aceosejidae) of the eastern Palearctic. I. Species of the *cetratus* group. **Biologicheskije Nauki**, Moskva, v. 3, p. 28-40, 1992.
- MANU, M. Predatory mites (Acari: Mesostigmata-Gamasina) from soil of some spoilt areas from Retezat and Tarcu-Petrescu Mountains. **Studia Universitatis "Vasile Goldiș", Seria Științele Vieții**, Arad, v. 20, n. 1, p. 89-94, 2010.
- MARION, G.M.; HENRY, G.H.R.; FRECKMAN, D.W.; JOHNSTONE, J.; JONES, G.; JONES, M.H.; LÉVESQUE, E.; MOLAU, U.; MØLGAARD, P.; PARSONS, A.N.; SVOBODA, J.; VIRGINIA, R.A. Open-top designs for manipulating field temperature in high-latitude ecosystems. **Global Change Biology**, Oxford, v. 3, p. 20-32, Dec. 1997.
- McDANIEL, B.; BOLEN, E.G. A new distribution record for the genus *Cheiroseius* Berlese with a description of a new species from Texas (Acarina: Ascidae). **The Southwestern Naturalist**, Washington, v. 28, n. 2, p. 225-230, 1983.
- McGEOCH, M.A.; LE ROUX, P.C.; HUGO, E.A.; CHOWN, S.L. Species and community responses to short-term climate manipulation: microarthropods in the sub-Antarctic. **Austral Ecology**, Carlton, v. 31, p. 719-731, 2006.
- MERWE, G.G. van der. **A taxonomic study of the family Phytoseiidae (Acari) in South Africa with contributions to the biology of two species**. Pretoria: South Africa Department of Agricultural Technical Services, 1968. 198 p. (Entomology Memoirs, 18).
- MESA, N.C. Ácaros de importancia agrícola en Colombia. **Revista - Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 52, n. 1, p. 321-363, 1999.
- MESA C, N.C.; BELLOTTI, A.C.; DUQUE, M.C. Life cycle and natural rate of increase of *Galendromus annectens*, *Neoseiulus idaeus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Revista Colombiana de Entomología**, Bogota, v. 14, n. 2, p. 41-49, 1988.

MESA C, N.C.; LENIS C., J.I.; BRAUN, A.; DUQUE, M.C. Development of methods for the mass rearing of *Typhlodromalus tenuiscutus* McMurty & Moraes (Acari: Phytoseiidae) on cassava. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogota, v. 19, n. 2, p. 41-50, 1993.

MINEIRO, J.L.C.; LINDQUIST, E.E.; MORAES, G.J. de. Edaphic ascid mites (Acari: Mesostigmata: Ascidae) from the state of São Paulo, Brazil, with description of five new species. **Zootaxa**, Auckland, v. 2024, p. 1-32, 2009.

MINEIRO, J.L.C.; LOFEGO, A.C.; SATO, M.E. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) found in soil and litter from Atibaia, State of São Paulo, Brazil, with description of two new species. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 38, n. 7, p. 595-604, 2012.

MINEIRO, J.L.C.; RAGA, A.; SATO, M.E.; LOFEGO, A.C. Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea spp.*) no estado de São Paulo, Brasil. Parte I. Mesostigmata. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 37-46, 2009.

MOONEY, H.A.; CLELAND, E.E. The evolutionary impact of invasive species. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 98, n. 10, p. 5446–5451, 2001.

MORAES, G.J. de; FLECHTMANN, C.H.H. **Manual de acarologia**: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008. 288 p.

MORAES, G.J. de; MESA, N.C. Mites of the family Phytoseiidae (Acari) in Colombia with description of three new species. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 14, n. 2, p. 71-88, 1988.

MORAES, G.J. de; MCMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A. **A catalog of the mite family ZOOTAXA Phytoseiidae**: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Brasília: EMBRAPA, DDT, 1986. 353 p.

MORAES, G.J. de; MESA, N.C.; BRAUN, A. Some phytoseiid mites of Latin America (Acari: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 17 n. 2, p. 117-139, 1991.

MORAES, G.J. de; MESA, N.C.; BRAUN, A.; MELO, E.L. Definition of the *Amblyseius limonicus* species group (Acari: Phytoseiidae), with descriptions of two new species and new records. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 20, n. 3, p. 209-217, 1994.

MORAES, G.J. de; MCMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CAMPOS, C.B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, Auckland, v. 434, p. 1-494, 2004.

MUMA, M.H. Phytoseiidae (Acarina) associated with citrus in Florida. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 48, p. 262-272, 1955.

_____. Subfamilies, genera and species of Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata). **Florida State Museum Bulletin**, Gainesville, v. 5, n. 7, p. 267–302, 1961.

_____. New Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) from Florida. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 45, p. 1-10, 1962.

_____. The population of Phytoseiidae on Florida citrus. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 7, p. 5-11, 1964.

MUMA, M.H.; DENMARK, H.A. Some generic descriptions and name changes in the family Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata). **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 51, n. 4, p. 229-240, 1968.

_____. The *conspicua* species-group of *Typhlodromina* Muma, 1961. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 62, p. 406-413, 1969.

MUÑOZ, K.; FUENTES, L.S.; CANTOR, F.; CURE, J.R. Ciclo de vida de una nueva especie del género *Balaustium* (Acari: Erythraeidae) en condiciones controladas. In: XXXV CONGRESO DE SOCOLEN, 35., 2008, Cali. **Resúmenes...** Cali: Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN, 2008. p. 76-77.

NESBITT, H.H.J. A taxonomic study of the Phytoseiidae (Family Laelaptidae) predaceous upon Tetranychidae of economic importance. **Zoologische Verhandelingen**, Leiden, v. 12, p. 1-64, 1951.

_____. Some random notes on the mite fauna of Limburg with the description of two new species. **Natuurhistorisch Maandblad**, Maastricht, Netherlands, v. 43, p. 19-24, 1954.

NORAMBUENA, P.; LUZIO, W.; VERA, W. Comparación entre los métodos de la pipeta y Bouyoucos y su relación con la retención de agua en ocho suelos de la zona altiplánica de la provincia de Parinacota, Chile. **Agricultura Técnica**, Santiago, v. 62, n. 1, p. 150-157, 2002.

O'LEAR, H.A.; BLAIR, J.M. Responses of soil microarthropods to changes in soil water availability in tallgrass prairie. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 29, n. 2, p. 207-217, 1999.

OROZCO-REY, R.H. **Colombia**: adaptación al cambio climático. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 2 p.

PARMESAN, C.; YOHE, G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. **Nature**, London, v. 421, n. 6918, p. 37-42, 2003.

PAWLUK, S. Faunal micromorphological features in moder humus of some Western Canadian soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 40, p. 3-16, 1987.

PÉREZ-VELASQUEZ, D.; CASTAÑO-MENESES, G.; CALLEJAS-CHAVERO, A.; PALACIOS-VARGAS, J.G. Mesostigmatid mite (Acari: Mesostigmata) diversity and abundance in two sites in Pedregal de San Ángel Ecological Reserve, Distrito Federal, México. **Zoosymposia**, Auckland, v. 6, p. 255-259, 2011.

PETERSEN, H.; LUXTON, M. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. **Oikos**, Copenhagen, v. 39, n. 3, p. 288-388, Dec. 1982.

PINCHUK, L.M. Gamasina mites of small Mammals of Dnestr-Prut region. *Akademii Nauk Moldavskoi SSR. Biologicheskikh i Khimicheskikh*, Kishinev. p. 1-174, 1976.

RANGEL-CH., J.O.; ARIZA-N, C. La vegetación del Parque Nacional Natural Chingaza. In: RANGEL-CH., J.O. (Ed.). **Colombia diversidad biótica III: la región de vida paramuna**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2000. p. 720-753.

RASMUSSEN, C.; SOUTHARD, R.J.; HORWATH, W.R. Litter type and soil minerals control temperate forest soil carbon response to climate change. **Global Change Biology**, Oxford, v. 14, n. 9, p. 2064-2080, Sept. 2008.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 05 jul.2012.

RINNAN, R.; MICHELSEN, A.; BÅÅTH, E.; JONASSON, S. Fifteen years of climate change manipulations alter soil microbial communities in a subarctic heath ecosystem. **Global Change Biology**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 28-39, 2007.

RODRÍGUEZ-ERASO, N.; PABÓN-CAICEDO, J. D.; BERNAL-SUÁREZ, N. R.; MARTÍNEZ-COLLANTES, J. **Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Universidad Nacional de Colombia; Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2010. 80 p.

ROOT, T.L.; PRICE, J.T.; HALL, K.R.; SCHNEIDER, S.H.; ROSENZWEIG, C.; POUNDS, J.A. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. **Nature**, London, v. 421, n. 6918, p. 57-60, 2003.

RUDZIŃSKA, M. Life history of the phoretic predatory mite *Arctoseius semiscissus* (Acari: Ascidae) on a diet of sciarid fly eggs. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v. 22, n. 11, p. 643-648, 1998.

RUEDA, D.M.; VARELA, A. Abundancia, composición y análisis espacial de la meso- y macrofauna edáfica presente en la hojarasca en bosque y cafetal (Montenegro, Quindío). In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 18., 2007, Leon. **Resúmenes...** Leon: Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo, 2007.

RUEDA, D.M.; VALERA, N.; COMBITA, J.O. Composición preliminar y análisis espacial de Oribatida (Acari: Acariformes) en un bosque y un cultivo (Montenegro, Quindío). In: CONGRESO SOCOLEN, 36., 2009, Medellín. **Resúmenes...** Medellín: Sociedad Colombiana de Entomología, 2009, p. 53.

RUF, A. A maturity index for predatory soil mites (Mesostigmata: Gamasina) as an indicator of environmental impacts of pollution on forest soils. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 9, n. 1/3, p. 447-452, Sept. 1998.

RUF, A.; BECK, L. The use of predatory soil mites in ecological soil classification and assessment concepts, with perspectives for oribatid mites. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 62, n. 2, p. 290-299, Oct. 2005.

RUF, A.; BECK, L.; DREHER, P.; HUND-RINKE, K.; RÖMBKE, J.; SPELDA, J. A biological classification concept for the assessment of soil quality: "biological soil classification scheme" (BBSK). **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 98, n. 1/3, p. 263-271, 2003.

RUIZ-MURCIA, J.F. **Cambio climático en temperatura, precipitación y humedad relativa para Colombia usando modelos meteorológicos de alta resolución (Panorama 2011 – 2100)**: nota técnica del IDEAM. Bogotá: IDEAM, 2010. 91 p. (IDEAM–METEO/005-2010).

SALMANE, I.; BRUMELIS, G. Species list and habitat preference of Mesostigmata mites (Acari, Parasitiformes) in Latvia. **Acarologia**, Paris, v. 50, n. 3, p. 373–394, 2010.

SANCHEZ-MORENO, S.; NICOLA, N.L.; FERRIS, H.; ZALOM, F.G. Effects of agricultural management on nematode-mite assemblages: Soil food web indices as predictors of mite community composition. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 107-117, Jan. 2009.

SCHICHA, E. Three new species (Acari: Phytoseiidae) from Australia and collection records of two first described from Madagascar and Hawaii. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 6, p. 245-253, 1980.

SHCHERBAK, G.I. On studying mites of the genus *Protogamasellus* Karg, 1962 (sensu Karg, 1971) (Gamasoidea, Rhodacaridae). **Vestnik Zoologii**, Kiev, n. 5, p. 81-83, 1976.

SHAVER, G.R.; CANADELL, J.; CHAPIN III, F.S.; GUREVITCH, J.; HARTE, J.; HENRY, G.; INESON, P.; JONASSON, S.; MELILLO, J.; PITELKA, L.; RUSTAD, L. Global warming and terrestrial ecosystems: a conceptual framework for analysis. **BioScience**, Washington, v. 50, n. 10, p. 871-882, 2000.

SILVA, E.S. **Ácaros (Arthropoda: Acari) edáficos da Mata Atlântica e cerrado do Estado de São Paulo, com ênfase na superfamília Rhodacaroidea**. 2002. 86 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SJURSEN, H.; MICHELSEN, A.; HOLMSTRUP, M. Effects of freeze-thaw cycles on microarthropods and nutrient availability in a sub-Arctic soil. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 79-93, 2005.

SJURSEN, H.; MICHELSEN, A.; JONASSON, S. Effects of long term soil warming and fertilization on microarthropod abundances in three sub-arctic ecosystems. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 30, n. 3, p. 148-161, 2005.

SPECHT, H.B. Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) in the New Jersey apple orchard environment with descriptions of spermathecae and three new species. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 100, p. 673-692, 1968.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford: Blackwell, 1979. 372 p.

TAYLOR, A.R.; WOLTERS, V. Responses of Oribatid mite communities to summer drought: the influence of litter type quality. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 37, p. 2117-2130, 2005.

TER BRAAK, C.J.F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, The Hague, v. 69, p. 69-77, 1987

TREAT, A.E. **Mites of moths and butterflies**. New York: Comstock University Press, 1975. 362 p.

TSIAFOULI, M.A.; KALLIMANIS, G.P.; KATANA, E.; STAMOU, G.P. SGARDELIS, S.P. Responses of soil microarthropods to experimental short-term manipulation of soil moisture. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 29, p. 17-26, 2005.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo**. Buenos Aires: Departamento de Agricultura, 1999. 82 p.

VARELA, A.; CORTES, C.; COTES, C. Cambios en edafofauna asociada a descomposición de hojarasca en un bosque nublado. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 33, n. 43, p. 45-53, 2007.

VASCONCELOS, G.J.N.; SILVA, F.R.; BARBOSA, D.G.F.; GONDIM JR., M.G.C.; MORAES, G.J. Diversidade de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em fruteiras tropicais no Estado de Pernambuco, Brasil. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 18, n. 2, p. 90-101, 2006.

VILLARREAL, H.; ÁLVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA M.; UMAÑA, A.M. **Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad** 2. ed. Bogotá: Programa de Inventarios de Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006. 236 p.

VITZTHUM, H.G. Acarologische Beobachtungen. (14. Reihe). **Zoologisches Jahrbuch, Abteilung für Systematik**, Serie B, Berlin, v.59, p. 281-350, 1930.

WALTER, D.E. *Cheiroseius*. Disponível em:

<http://itp.lucidcentral.org/id/mites/invasive_mite/invasive_mite_identification/key/mesostigmata/media/html/Cheiroseius.htm>. Acesso em: 10 out. 2012.

WALTER, D.E.; PROCTOR, H.C. **Mites: ecology, evolution and behaviour**. Sydney: CABI Publ., 1999. 322 p.

WALTER, D.E.; HUNT, H.W.; ELLIOTT, E.T. Guilds or functional groups? An analysis of predatory arthropods from shortgrass steppe soil. **Pedobiologia**, Jena, v. 31, p. 247-260, 1988.

WALTHER, G.R.; POST, E.; CONVEY, P.; MENZEL, A.; PARMESANK, C.; BEEBEE, T. J.C.; FROMENTIN, J-M.; HOEGH-GULDBERGI, O.; BAIRLEIN, F. Ecological responses to recent climate change. **Nature**, London, v. 416, n. 6879, p. 389-395, Mar. 2002.

WEBB, N.R.; COULSON, S.J.; HODKINSON, I.D.; BLOCK, W.; BALE, J.S.; STRATHDEE, A.T. The effects of experimental temperature elevation on populations of cryptostigmatic mites in high Arctic soils. **Pedobiologia**, Jena, v. 42, p. 298-308, 1998.

WEIS-FOGH, T. Ecological investigations on mites and collemboles in the soil. **Natura Jutlandica**, Aarhus, v. 1, p. 135-270, 1947.

WHITFORD, W.G. Effects of climate change on soil biotic communities and soil processes. In: PETERS, R.L.; LOVEJOY, T.E. (Ed.). **Global warming and biological diversity**. Castleton: Yale University Press, 1992. chap. 9, p. 124-136.

WILLMANN, C. Das genus *Arctoseius* Sig Thor, 1930 (Acari). **Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen**, Bremen, v. 32, p. 349-358, 1949.

_____. Untersuchungen über die terrestrische Milbenfauna im pannonischen Klimagebiet Österreichs. **Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung I**, Wein, v. 160, n. 1- 2, 1951.

WOMERSLEY, H. On some new Acarina-Mesostigmata from Australia, New Zealand and New Guinea. **Journal of the Linnean Society of London (Zoology)**, London, v. 42, p. 505-599, 1956.

XU, G-L.; KUSTER, T.M.; GÜNTHARDT-GOERG, M.S.; DOBBERTIN, M.; LI, M-H. Seasonal exposure to drought and air warming affects soil collembola and mites. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 7, n. 8, p. 1-9, Aug. 2012

YDERGAARD, S.; ENKEGAARD, A.; BRØDSGAARD, H.F. The predatory mite *Hypoaspis miles*: temperature dependent life table characteristics on a diet of sciarid larvae, *Bradysia paupera* and *B. tritici*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 85, n. 2, p. 177-187, 1997.

ZACK, R.E. Seven new species and records of phytoseiid mites from Missouri (Acarina: Phytoseiidae). **Journal of Kansas Entomological Society**, Kansas, v. 42, n. 1, p. 68-80, 1969.