

**Estrutura da comunidade de Mutillidae (Hymenoptera) em um gradiente de Cerrado,
Nova Xavantina-MT**

Carlos Kreutz¹ & Guarino R. Colli²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Nova Xavantina. carlos.kreutz@hotmail.com; ² Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília.

Nova Xavantina, MT

Setembro/2010

Resumo

Nesse estudo, testou-se as hipóteses de que a taxocenose de espécies da família Mutillidae apresenta co-ocorrência de forma ordenada e que as variáveis do solo são aquelas que mais influenciam na diversidade de Mutillidae em um gradiente de formação florestal, savânica e campestre. Para tal, foram coletadas fêmeas de espécies de mutilídeos com auxílio de *pitfalls traps* e variáveis ambientais (biomassa de serapilheira, número de buracos e de cupinzeiros, cobertura do solo, densidade de lenhosas, umidade do solo, espessura da serapilheira, cobertura de dossel, taxa de respiração, área basal das lenhosas, altura média das lenhosas e riqueza de lenhosas) em um gradiente composto por mata ciliar, cerrado sentido restrito e campo limpo. A co-existência foi calculada com o índice C-Score (algoritmo SIM2) e as relações da riqueza e abundância de Mutillidae com as variáveis ambientais foi verificada através de regressões múltiplas e de Análise de Redundância. Em 18 *pitfalls* na mata, 18 no cerrado e 21 no campo, foram coletados 450 indivíduos, divididos em 27 morfoespécies. As variáveis que melhor explicaram a riqueza de Mutillidae foram a riqueza de lenhosas e área basal de arbóreas, enquanto que a abundância foi melhor explicada pela altura média de arbóreas e riqueza de lenhosas. As relações com essas variáveis mostraram a preferência por ambientes mais abertos e mais secos, fato corroborado pela Análise de Redundância, onde as variáveis que mais explicam a variação na riqueza e abundância de Mutillidae são: lenhosas total, umidade do solo, massa total da serapilheira e altura média de arbóreas. As análises de co-ocorrência indicaram que a taxocenose estudada não é competitivamente estruturada, ou seja, os padrões de presença/ausência das espécies no gradiente são determinados pelo acaso.

Palavras-chave: Co-ocorrência, estrutura de comunidades, gradiente ecológico e mutilídeos.

Introdução

As comunidades biológicas são sistemas complexos, que exibem alta diversidade e uma rede de interações entre seus componentes e destes com o ambiente (Orlóci 1993). A estrutura das comunidades compreende todas as maneiras pelas quais seus membros se relacionam e interagem (Pianka 1973) entre populações vivendo ou não no mesmo hábitat.

Durante muito tempo, os padrões que determinam a co-existência das espécies em uma comunidade têm sido objeto de estudos ecológicos que investigam se fatores determinísticos ou apenas o acaso explicam os padrões de distribuição mutuamente excludentes das espécies (Gotelli & Graves 1996).

Um dos grupos que tem sido bastante investigado em estudos ecológicos é o dos invertebrados, que são representados por aproximadamente 33 filos que juntos compõem 95% das espécies animais conhecidas, sendo as espécies desses filos predominantemente marinhas (Brandão et al. 2000). No entanto, o grupo dos insetos (Classe Insecta, Ordem Hymenoptera) é o mais abundante e ocupa predominantemente os ecossistemas terrestres, sendo os himenópteros compostos por formigas, abelhas e vespas (Marchiori et al. 2000), dentre as últimas, espécies da família Mutillidae.

Lelej & Nemkov (1997) afirmam que Mutillidae é um grupo surgido no Cretáceo Superior (Sibéria) e no Eoceno (Mar Báltico). Brothers (1975) sugere que alguns *taxa* tenham colonizado a América do Sul a partir da África. A família possui 208 gêneros e cerca de 4.200 espécies descritas, aproximadamente, e sete subfamílias: Myrmosinae, Pseudophotopsidinae, Ticoplinae, Rhopalomutillinae, Sphaerophthalminae, Myrmillinae e Mutillinae (Brothers 1975, Lelej & Nemkov 1997). Na região neotropical ocorrem apenas as subfamílias Sphaerolphtalminae e Mutillinae, mas estas apresentam alta riqueza, com cerca de 1.500 espécies (Lelej & Nemkov 1997).

Apesar de Mutillidae ser grande e bem diversificada, pouco se sabe sobre a biologia dos indivíduos da família (Hennessey 2002, Brothers 2006), principalmente sobre as espécies brasileiras (Garcia et al. 2006). Os primeiros estudos desenvolvidos com Mutillidae são referentes a listagem de espécies, revisões e/ou descrições taxonômicas (Cockrell & Hower 1908, Mickel 1928, Krombein 1949, Brothers 1971, Brothers 1974, Pitts et al. 2004, Lelej & Van Harten 2006, Cambra & Quintero 2007, Hertz 2007, Aranda & Catian 2008). Contudo estudos com filogenia evolução e genética desse grupo vêm se tornando cada vez mais frequentes (Brothers 1975, Lelej & Nemkov 1997, Pilgrim & Pitts 2006, Pitts et al. 2010), bem como os estudos sobre a ecologia e a biologia do grupo (Brothers et al. 2000, Garcia et al. 2006, Polidori et al. 2010, Tormos et al. 2010, Wilson et al. 2010).

Uma das principais características dos mutilídeos é o dimorfismo sexual, cujas fêmeas são ápteras, passando grande parte do tempo caminhando sobre o solo, e os machos são alados, voando a maior parte do tempo em busca das fêmeas (Duncan & Lighton 1997, Bogusch 2007). Em geral, ambos possuem o corpo predominantemente preto e densamente coberto de pelos (Storer et al. 2003), presença de manchas coloridas, picadas extremamente dolorosas e chiado emitido em situações de perigo (Tschuch 2000).

E com o objetivo de verificar as relações de co-ocorrência e fatores que influenciam na riqueza e abundância de mutilídeos no gradiente de cerrado analisado, testou-se as hipóteses de que a comunidade apresenta co-ocorrência de forma ordenada, apresentando-se competitivamente estruturada e que variáveis do solo influenciam na diversidade de Mutillidae ao longo de gradiente de floresta, savana e campo.

Metodologia

Esse estudo foi conduzido na Fazenda Remanso, próxima ao rio Noidore antes da confluência com o rio das Mortes, localizado no município de Nova Xavantina - MT. A área

apresenta três fitofisionomias de cerrado (Ribeiro & Walter 2008) em um gradiente ambiental composto por mata ciliar, um campo limpo úmido e Cerrado típico. Os mutilídeos foram coletados empregando-se o método de armadilha de interceptação e queda (*pitfalls traps*), consistindo em quatro recipientes com capacidade para 30 (trinta) litros enterrados com abertura no nível do solo, sendo um no centro e três nas extremidades, formando ângulos de 120°, conectados por cercas de lonas plásticas (*drift-fences*) com 6m de comprimento e 0,5m de altura. Foram estabelecidas 57 armadilhas no gradiente analisado, sendo 18 na Mata ciliar, 18 no Campo limpo úmido e 21 no Cerrado típico. Em cada ponto amostral foram realizadas seis coletas de material biológico.

Os indivíduos coletados foram morfoespeciados utilizando o critério CTO (Critério Taxonômico Operacional), este método consiste em separar as espécies baseadas nas suas características morfológicas específicas, tais como: padrão de coloração, mancha (cor e formato) e estruturas físicas (protuberância, carenas etc).

Para verificar a existência de co-ocorrência das espécies dentro da comunidade, os dados foram representados em uma matriz de presença e ausência, com linhas contendo espécies e colunas representando os pontos amostrais. Calculou-se o Índice C-Score, com o algoritmo SIM2 e 5000 matrizes aleatorizadas, com a utilização do programa EcoSim (Stone & Roberts 1990). O algoritmo SIM2 tem baixa probabilidade de erros do Tipo I, quando comparado com matrizes aleatórias. O índice C-Score, quando usado com SIM2, também tem alta robustez estatística quanto a falsos resultados positivos. Esse índice determina os padrões *checkboard* de espécies com exclusão mútua, refletindo assim as interações competitivas (Gotelli 2000).

Para as análises de gradiente haviam inicialmente 21 variáveis ambientais, distribuídas em variáveis do solo: biomassa de serapilheira (medida com quadrado de madeira e com coletor-medidor Marimon-Hay), espessura de serapilheira, cobertura de solo, número de

buracos e cupinzeiros, temperatura, umidade e respiração do solo; do ar: temperatura, umidade e incidência luminosa; e da vegetação presente no gradiente analisado: número de troncos caídos, distância da árvore mais próxima, área basal das lenhosas, altura média, riqueza e abundância de lenhosas, densidade de espécies lenhosas, cobertura de dossel (medida com quadrado de madeira e com densiômetro).

Entretanto, com o intuito de diminuir as possibilidades de obtenção de resultados errôneos, optou-se por selecionar apenas algumas variáveis. Para isso, eliminou-se variáveis altamente correlacionadas com outras, selecionando aquelas que poderiam influenciar a estrutura da comunidade de Mutillidae. Assim sendo, foram selecionadas as seguintes variáveis ambientais: biomassa de serapilheira (medida com quadrado de madeira de 50x50cm), número de buracos e de cupinzeiros (mensurados através de contagem direta), cobertura do solo (medida com quadrado de madeira de 50x50cm), densidade de lenhosas (medida através da contagem dos indivíduos de lenhosas nas áreas), umidade do solo (com auxílio de termômetro ET 2042A), espessura da serapilheira (medida com coletor-medidor Marimon-Hay), cobertura de dossel (medida com densiômetro), taxa de respiração, área basal das lenhosas (calculado através da CAP das lenhosas), altura média das lenhosas (com auxílio de régua graduada) e riqueza de lenhosas (através da contagem das espécies registradas).

Para avaliar a abundância de indivíduos e a riqueza de espécies no gradiente fez-se uma regressão múltipla com as variáveis para selecionar o modelo que explicasse melhor a variação com o maior número de informação, através de uma seleção por passos usando AIC (Critério de Informação de Akaike), que é uma medida geral de qualidade de ajustamento de modelos.

Com o auxílio do pacote *Vegan* fez-se uma Análise de Redundância, utilizando o programa estatístico R (R Development Core Team 2009), para determinar quanto da

diversidade de Mutillidae é explicada pelas variáveis ambientais e quais variáveis melhor explicam a riqueza e abundância da família no gradiente estudado.

Resultados e Discussão

Foram coletados 450 indivíduos de Mutillidae, que foram morfoespeciados e divididos em 27 morfoespécies. As três morfoespécies mais representativas em termos do número de indivíduos foram: morfoespécie 5 com 138 indivíduos (30,67%), morfoespécie 2 com 71 indivíduos (15,78%) e morfoespécie 11 com 35 indivíduos (7,78%). As morfoespécies 1, 7, 9, 13, 16 e 27 apresentaram apenas um indivíduo (0,22%) (Tabela 1).

A riqueza encontrada no presente estudo foi superior e semelhante das registradas em outros trabalhos realizados no Brasil: 15 espécies (Morato et al. 2008) em áreas de Floresta Amazônica na Serra do Divisor/AC; 23 espécies (Aranda & Catian 2008) em áreas de Cerrado na Serra da Bodoquena/MS e 27 espécies (Garcia 2005) em áreas de Mata Atlântica nos Mananciais da Serra/PR.

Essas diferenças na riqueza de Mutillidae entre o presente estudo e os estudos supracitados devem-se tanto ao esforço amostral empregado, onde no primeiro estudo foi amostrado apenas um dia e no último cerca de um ano, e enquanto que no presente estudo foram amostrados cerca de 15 dias; quanto à diversidade beta dos estudos, influenciada pela vegetação presente nas referidas áreas de estudo, onde áreas savânicas são, potencialmente, mais ricas que áreas florestais.

Apesar de a família Mutillidae ser considerada historicamente rara e de ocorrência com baixas densidades populacionais (Schmidt & Buchmann 1986), ela foi bem representada neste estudo, tanto em relação a riqueza quanto a abundância de indivíduos.

Tabela 1: Abundância absoluta e relativa das morfo-espécies de Mutillidae registradas no gradiente de Cerrado analisado na Fazenda Remanso, Nova Xavantina-MT, 2010.

Morfo-espécie	Mata	Cerrado	Campo	Total	%
Morfo-espécie 1	0	0	1	1	0.22
Morfo-espécie 2	0	60	11	71	15.78
Morfo-espécie 3	0	1	3	4	0.89
Morfo-espécie 4	0	8	5	13	2.89
Morfo-espécie 5	14	102	22	138	30.67
Morfo-espécie 6	0	19	4	23	5.11
Morfo-espécie 7	0	1	0	1	0.22
Morfo-espécie 8	0	18	4	22	4.89
Morfo-espécie 9	0	1	0	1	0.22
Morfo-espécie 10	0	13	2	15	3.33
Morfo-espécie 11	1	29	5	35	7.78
Morfo-espécie 12	1	11	14	26	5.78
Morfo-espécie 13	0	1	0	1	0.22
Morfo-espécie 14	0	3	3	6	1.33
Morfo-espécie 15	0	15	7	22	4.89
Morfo-espécie 16	0	1	0	1	0.22
Morfo-espécie 17	0	0	2	2	0.44
Morfo-espécie 18	3	4	0	7	1.56
Morfo-espécie 19	1	1	8	10	2.22
Morfo-espécie 20	0	2	0	2	0.44
Morfo-espécie 21	2	7	4	13	2.89
Morfo-espécie 22	0	10	0	10	2.22
Morfo-espécie 23	0	8	2	10	2.22
Morfo-espécie 24	0	3	0	3	0.67
Morfo-espécie 25	0	8	2	10	2.22
Morfo-espécie 26	0	2	0	2	0.44
Morfo-espécie 27	0	0	1	1	0.22
Total	22	328	100	450	100.00

Nesse sentido, avaliar a riqueza de espécies pode ser uma forma simples de descrever uma comunidade e a diversidade regional (Magurran 1988), servindo de base para muitos modelos ecológicos de estrutura de comunidade (Stevens 1989).

No entanto, a riqueza de espécies é uma quantidade ilusória para medir corretamente a estrutura de uma determinada comunidade (May 1988), pois quando mais indivíduos são amostrados, tende-se a registrar mais espécies (Bunge & Fitzpatrick 1993). Dessa forma, análises mais concisas são necessárias para se avaliar a estrutura de uma comunidade, como análises de gradiente, levando-se em consideração fatores bióticos e abióticos que podem interferir na comunidade.

Nas análises de regressão múltipla para a riqueza de Mutillidae observou-se que o modelo selecionou cinco variáveis: MT = massa total de serapilheira, CD = cobertura do dossel, AB = área basal das espécies arbóreas, ES = espessura da serapilheira e RL = riqueza de lenhosas, que explicam 0,53 da variação ($p < 0,001$). Sendo que as variáveis que melhor explicam a variação da riqueza no gradiente analisado são riqueza de lenhosas (1,8970; $p < 0,001$) e área basal de arbóreas (-1,8651; $p < 0,01$) (Tabela 2).

Para a abundância, a regressão múltipla e o teste por passos utilizando AIC também selecionaram cinco variáveis para o modelo: MT = massa total de serapilheira, CD = cobertura do dossel, ES = espessura da serapilheira, AM = altura média e RL = riqueza de lenhosas, que explicam 0,57 da variação ($p < 0,001$). Dentre as variáveis selecionadas pelo modelo as que melhor explicam a variação da abundância são a altura média de arbóreas (-5,2578; $p < 0,001$) e riqueza de lenhosas (4,9503; $p < 0,001$) (Tabela 2).

O valor positivo observado para a riqueza de lenhosas é um indício de que espécies de Mutillidae tenham preferência por ambientes mais ricos em espécies arbóreas, corroborando os resultados de Duncam & Lighton (1997), Brothers et al. (2000) e Cunha (2004), que afirmam que os machos alados da família se alimentam de néctar e pólen, enquanto as fêmeas

ápteras, invadem o ninho dos hospedeiros (a maioria de Hymenoptera, além de Blattodea, Coleoptera, Diptera e Lepidoptera) e se alimentam de suas larvas. Dessa forma, áreas com mais espécies arbóreas podem oferecer uma gama maior de alimento para os indivíduos dessa família, aumentando assim tanto a riqueza quanto a abundância de Mutillidae.

As relações negativas observadas para as variáveis altura média e área basal de arbóreas reflete o que já foi afirmado sobre a biologia de Mutillidae (Manley & Taber 1978, Hennessey 2002), sobre sua preferência por ambientes com vegetação escassa, manchas de solos descoberto e mais secos, logo, por ambientes que possuem árvores mais baixas e com uma menor área basal, como as áreas de cerrado do gradiente analisado.

Na Análise de Redundância dos dados, observou-se que 9,812, $p=0,005$, (47,05%) da variação total na riqueza e abundância de Mutillidae pode ser explicada pelas 12 variáveis ambientais utilizadas para esta análise. Além disso, no primeiro eixo da RDA pode-se observar 8,446, $p=0,001$, (86,08%) da variação explicada dos dados.

Tabela 2: Valores das regressões lineares múltiplas para a riqueza e abundância de Mutillidae no gradiente analisado de Cerrado, na Fazenda Remanso, Nova Xavantina-MT, 2010.

Riqueza			Abundância		
Variável	Estimate	p	Variável	Estimate	p
Riqueza de lenhosas	1.897	0.000	Altura média	-5.258	0.000
Área basal	-1.865	0.001	Riqueza de lenhosas	4.950	0.000
Cobertura de dossel	-1.701	0.000	Massa total de serapilheira	3.075	0.016
Massa total de serapilheira	1.237	0.022	Cobertura de dossel	-2.669	0.025
Espessura de serapilheira	-0.586	0.129	Espessura de serapilheira	-1.990	0.048

Através de uma ANOVA por termos pode-se observar que das 12 variáveis selecionadas para esta análise: lenhosas total (2,599; $p=0,001$), umidade do solo (1,940; $p=0,001$), massa total (1,868; $p=0,001$) e altura média (1,174; $p=0,021$) são as variáveis que mais influenciaram, a variação na riqueza e abundância de Mutillidae (Tabela 3). Em gradientes ecológicos, há ampla variação nas variáveis ambientais, algumas delas podendo ser determinantes na riqueza de espécies e abundância de indivíduos. No presente estudo, as quatro variáveis acima foram determinantes para os padrões de riqueza e abundância de mutilídeos.

No gradiente estabelecido, a riqueza e abundância de Mutillidae aumentam com o aumento da massa total de serapilheira e diminuem com o aumento da altura média e área basal de arbóreas e da umidade do solo, reforçando dessa forma o que já foi discutido anteriormente, quanto as preferências do grupo por ambientes mais abertos e mais secos.

Modelos nulos têm sido muito utilizados para descrever os padrões de comunidades e inferir níveis de interações competitivas interespecíficas (Simberloff 1970). No entanto, as simulações das matrizes aleatorizadas mostraram que o valor do C-Score observado para os dados deste estudo estão abaixo dos valores esperados ao acaso ($p=1,00$; Figura 1) em outras palavras, as espécies co-ocorrem mais do que o esperado ao acaso.

Segundo Gotelli & Graves (1996), em uma comunidade que é competitivamente estruturada, o C-Score deveria ser significativamente maior do que o esperado pelo acaso. Sendo assim, a comunidade de Mutillidae no gradiente analisado não é considerada competitivamente estruturada, ou seja, não existe um padrão de ocorrência das espécies e as espécies se distribuem aleatoriamente no gradiente, não havendo assim exclusão competitiva de algumas espécies.

Tabela 3: Análise de Variância mostrando a variação da riqueza e abundância de Mutillidae explicada por cada uma das variáveis selecionadas para este estudo, em um gradiente de Cerrado na Fazenda Remanso, Nova Xavantina-MT, 2010.

Variáveis	Varição	<i>p</i>
Massa total da serapilheira	1,8681	0,001
Buracos	0,1432	0,571
Cupinzeiros	0,1039	0,747
Cobertura do solo	0,1883	0,484
Lenhosas total	2,5992	0,001
Umidade do solo	1,9405	0,001
Espessura da serapilheira	0,2155	0,386
Cobertura de dossel	0,7050	0,056
Respiração	0,3141	0,247
Área basal de arbóreas	0,2040	0,44
Altura média de arbóreas	1,1745	0,021
Riqueza de lenhosas	0,3557	0,225

A abundância de recursos pode ser uma das explicações para este resultado, uma vez que as espécies tenham recursos (alimento, parceiros para reprodução, abrigo) em abundância não há a necessidade destas competirem entre si.

Outra explicação para este fato está no proposto por Gotelli & McCabe (2002) que mostraram que grupos ectotérmicos possuem um padrão de ocorrência mais ao acaso, ou seja, não estruturado, do que grupos endotérmicos.

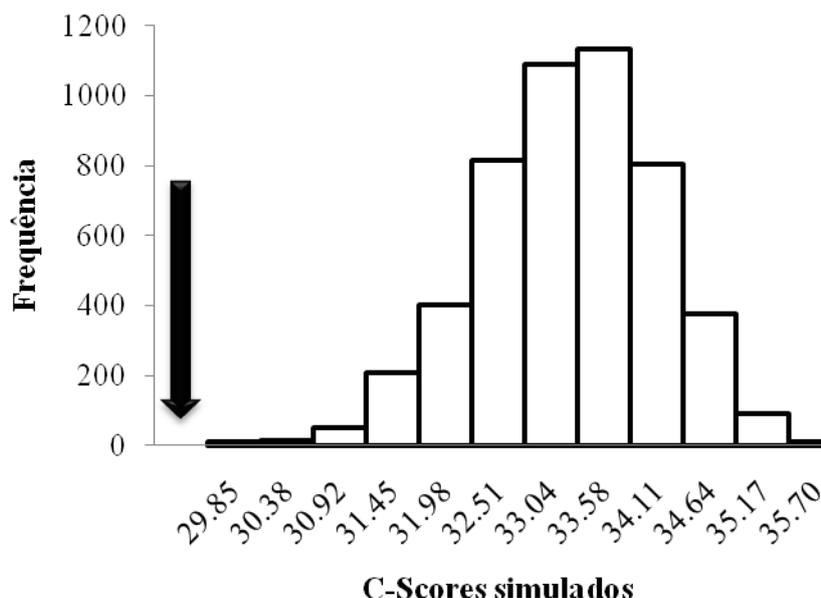


Figura 1: Distribuição de frequências dos C-Scores simulados para a comunidade de Mutillidae no gradiente de Cerrado analisado na Fazenda Remanso, Nova Xavantina-MT, 2010. Sendo que: índice observado = 18,413; média dos índices simulados = 33,492; p (observado \geq simulado) = 1,000. A seta indica a posição do C-Score observado em relação aos valores esperados ao acaso.

Considerações Finais

As variáveis que mais influenciam na riqueza e abundância do grupo são as variáveis relacionadas à vegetação, que influenciam diretamente nas variáveis do solo, ambiente no qual vivem as fêmeas de Mutillidae.

A comunidade de Mutillidae não se apresenta competitivamente estruturada, sendo sua distribuição na área meramente devida ao acaso.

Este estudo poderá servir de amparo bibliográfico para estudos futuros com Mutillidae devido a carência de estudos com este grupo, embora necessita-se de muitos outros estudos que busquem compreender melhor a biologia das espécies desta família.

Referências Bibliográficas

- Aranda, R. & Catian, G. 2008. Novos registros de Mutillidae (Hymenoptera – Aculeata) para o Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biociências* **14**:62-68.
- Bogusch, P. 2007. Vespoidea: Mutillidae (kodulkovítí). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* **11**:93-104.
- Brandão, C. R. F.; Cancellato, E. M. & Yamamoto, C. I. 2000. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil: Invertebrados Terrestres. MMA - Ministério do Meio Ambiente. 38p.
- Brothers, D. J. 1971. *Ascetotilla*, a new genus of Mutillidae from New Guinea (Hymenoptera). *Pacific Insects* **13**:471-485.
- Brothers, D. J. 1974. The first recent species of *Protomutilla* (Hymenoptera: Mutillidae; Myrmosinae). *Psyche* **81**:268-271.
- Brothers, D. J. 1975. Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to Mutillidae. *University of Kansas Science Bulletin* **50**:483-648.
- Brothers, D. J.; Tschuch, G. & Burger, F. 2000. Associations of mutillid wasps (Hymenoptera, Mutillidae) with eusocial insects. *Insectes Sociaux* **47**:201-211.
- Brothers, D. J. 2006. Familia Mutillidae, p.586-593. In: P. E. Hanson & I. D. Gauld. *Hymenoptera de la region neotropical*. The American Entomological Institute, 994p.
- Bunge, J. & Fitzpatrick, M. 1993. Estimating the number of species; are view. *Journal American Statistical Association* **88**:364-373.
- Cambra, R. A. & Quintero, D. A. 2004. New Species of *Xystromutilla* Andre (Hymenoptera: Mutillidae) and the First Illustrated Key for the Males of the Genus. *Transactions of the American Entomologist Society* **130**:463-478.
- Cockerell, T. D. A. & Rohwer, S. A. 1908. Two new Mutillidae from Colorado. *Psyche* **15**:4-5.

- Cunha, R. 2004. *Monoeca xanthopyga* (Hymenoptera, Apoidea, Tapinotaspidini), primeiro registro de hospedeiro do gênero *Traumatotilla* (Hymenoptera: Mutillidae) na Serra Geral do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Scientiae* **6**:35-40.
- Duncan, F. D. & Lighton, J. R. B. 1997. Discontinuous ventilation and energetics of locomotion in the desert-dwelling female mutillid wasp, *Dasymutilla gloriosa*. *Physical Entomologist* **22**:310-315.
- Garcia, E. Q. 2005. Diversidade, sazonalidade e aspectos sexuais de Mutillidae (Hymenoptera Aculeata) dos Mananciais da Serra, Piraquara, Paraná, Brasil. Dissertação (Mestrado em ciências biológicas – área de concentração entomologia), Universidade Federal do Paraná, 80p.
- Garcia, E. Q.; Cambra, R. & Melo, G. A. 2006. Sexual associations for two species of mutillid wasps (Hymenoptera, Mutillidae), with the description of a new species of *Anomophotopsis*. *Revista Brasileira de Entomologia* **379**:379-384.
- Gotelli, N.J. 2000. Null model analysis of species co-occurrence patterns. *Ecology* **81**:2606–2621.
- Gotelli, N. J. & D. J. McCabe. 2002. Species co-occurrence: a meta-analysis of J. M. Diamond's assembly rules model. *Ecology* **83**: 2091–2096.
- Gotelli, N. J. & G. R. Graves. 1996. *Null models in ecology*. Smithsonian Institution Press, Washington & London.
- Hennessey, R. D. 2002. Population-level characteristics of *Dasymutilla nigripes*, *D. vesta* and *Timulla vagans* (Hymenoptera: Mutillidae). *Florida Entomologist* **85**:245-253.
- Hertz, J. C. Velvet ants, Mutillidae (Insecta: Hymenoptera). University of Florida 1-11.
- Krombein, K. V. 1949. The Aculeate Hymenoptera of Micronesia. I. Scoliidae, Mutillidae, Pompilidae and Sphecidae. *Proc. Hawn. Ent. Soc.* **13**:367-410.

- Lelej, A. S. & Van Harten, A. 2006. A review of the Mutillidae (Hymenoptera) of Yemen. *Zootaxa* **1226**:1-50.
- Lelej, A. S. & P. G. Menkov. 1997. Phylogeny, evolution and classification of Mutillidae (Hymenoptera). *Far Eastern Entomologist* **46**:1-24.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, U.S.A.
- Manley, D. G. & S. Taber. 1978. Amating aggregation of *Dasimutilla foxi* in southern Arizona (Hymenoptera: Mutillidae). *The Pan-Pacific Entomologist* **54**: 231-235.
- Marchiori, C. H.; Silva, C. G.; Caldas, E. R.; Vieira, C. I. S.; Almeida, K. G. S.; Teixeira, F. F.; Linhares, A. X. 2000. Artrópodos associados com carcaça de suíno em Itumbiara, sul de Goiás. *Arquivos Instituto Biologia* **67**:167-170.
- May, R. M. 1988. How many species on earth? *Science* **241**:1441-1449.
- McCoy, E. D. & Heck Jr, K. L. 1987. Some observations on the use of taxonomic similarity in large-scale biogeography. *Journal of Biogeography* **14**:79-87.
- Mickel, C. E. 1928. The Mutillidae of Cuba (Hym.) *Psyche* **35**:16-28.
- Morato, E. F.; Amarante, S. T.; Siveira, O. T. 2008. Avaliação ecológica rápida da fauna de vespas (Hymenoptera: Aculeata) do Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre, Brasil. *Acta Amazônica* **38**: 789-798.
- Orlóci, L. 1993. Conjectures and scenarios in recovery study. *Coenoses* **8**:141-148.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* **4**:53-74.
- Pilgrim, E. M. & J. P. Pitts. 2006. A molecular method for associating the dimorphic sexes of velvet ants (Hymenoptera: Mutillidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* **79**:222-230.

- Pitts, J. P.; Parker, F. D. & Pitts-Singer, T. L. 2004. A Review of the *Sphaerophthalma uro* Species-group (Hymenoptera: Mutillidae), with Taxonomic Changes. *Journal Kansas Entomologist Society* **77**:222-234.
- Pitts, J. P.; Wilson, J. S. & Dohlen, C. D. 2010. Evolution of the nocturnal Nearctic Sphaerophthalminae velvet ants (Hymenoptera: Mutillidae) driven by Neogene orogeny and Pleistocene glaciations. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **56**:134-145.
- Polidori, C.; Mendiola, P.; Asís, J. D.; Tormos, J. & Selfa, J. 2010. Temporal asynchrony and spatial co-occurrence with the host: the foraging patterns of *Nemka viduata*, a parasitoid of digger wasps (Hymenoptera: Mutillidae and Crabronidae). *Journal of Ethological* **28**:353-361.
- R Development Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. URL: <http://www.R-project.org>.
- Schmidt, J. O. & Buchmann, S. L. 1986. Are mutillids scarce? (Hymenoptera: Mutillidae). *Pan-Pacific Entomologist* **62**:103-104.
- Simberloff, D. 1970. Taxonomic diversity of island biotas. *Evolution* **24**:23-47.
- Stevens, G. C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *American Naturalist* **133**:240-256.
- Stone, L. & Roberts, A. 1990. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia*, **85**: 74-79.
- Storer, T. I.; Usinger, R. L.; Stebbins, R. C. & Nybakken, J. W. 2003. *Zoologia Geral*. 3.ed. São Paulo: Editora Nacional. 816p.
- Tormos, J.; Asís, A. D.; Polidori, C.; Benítez, A. & Storino G. 2010. The Mating Behaviour of the Velvet Ant, *Nemka viduata* (Hymenoptera: Mutillidae). *Journal Insect Behaviour* **23**:117-127.

- Tschuch, G. 2000. Ameisenwespen in ethnologischer und angewandter Entomologie (Hymenoptera: Vespoidea: Mutillidae). *Entomologia Generalis* **25**: 67-74.
- Wilson, J. S.; Williams, K. A; Tanner, D. A. & Pitts, J. P. 2010. Nectaring by nocturnal velvet ants (Hymenoptera: Mutillidae). *The Southwestern Naturalist* **55**:441-443.