

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

Trabalho de Conclusão de Curso

Redes Tróficas de Insetos Galhadores Oligófagos e Monófagos
(Diptera: Cecidomyiidae) e Parasitoides Associados

Carolina Prauchner Silva

Orientador: Prof. Dr. Milton de Souza Mendonça Jr.

Co-orientador: Me. Fernando Albuquerque Luz

Porto Alegre, 18 de Novembro de 2015.

CAROLINA PRAUCHNER SILVA

Redes Tróficas de Insetos Galhadores Oligófagos e Monófagos
(Diptera: Cecidomyiidae) e Parasitoides Associados

Trabalho de Conclusão apresentado à
Comissão de Graduação do curso de
Ciências Biológicas – Bacharelado da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como requisito parcial e obrigatório
para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª. Helena Piccoli Romanowski

Me. Vinícius Augusto Galvão Bastazini

Prof. Dr. Milton de Souza Mendonça Jr.

Porto Alegre, novembro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Milton de Souza Mendonça Jr., por ter aceito me orientar tão em cima da hora, por toda a ajuda e pela descontração nos apontamentos e sugestões de correções ao longo do trabalho.

Ao meu co-orientador, Fernando Albuquerque Luz, pelas playlists divertidas e ecléticas durante as coletas, pela ajuda e pelas palavras de conforto, sem as quais eu não sei o que seria deste TCC.

À Ana Paula Goetz pela ajuda com a identificação dos parasitoides e por “tirar comigo” de tempos em tempos, tornando o trabalho mais leve.

Aos professores Andreas Kindel e Thomas Braun que foram importantíssimos ao longo da minha graduação, não apenas em assuntos curriculares, sendo muito mais que professores, mas grandes amigos e conselheiros.

À toda a equipe do Laboratório de Ecologia de Interações da UFRGS por me receberem tão bem, por toda a ajuda (não apenas neste trabalho) e pelas conversas e risadas.

À minha família e amigos, em especial à minha mãe Adriana, meu irmão Eduardo e aos meus avós Nelson e Flávia, pelo suporte e paciência ao longo de todo o curso, principalmente nos momentos em que tudo parecia dar errado, mas também quando eu começava a falar exaltadamente sobre qualquer coisa relacionada a biologia.

Ao Matheus Fragoso Etges, Pedro Peixoto Nitschke, Aline Vanin, Nathália Gonçalves Berthier, Fábio Spezia de Mello e Diego Rebello que me aguentaram e me acalmaram ao longo destes últimos meses. MUITÍSSIMO obrigada, pessoal! Não sei o que teria sido deste ano sem a amizade, carinho e “puxões de orelha” de vocês!

Finalmente, mas não menos importante, agradeço a todos os amigos que conheci através da biologia, inclusive aos que conheci no ano em que estudei em Aberdeen, Escócia e que tornaram estes anos muito mais agradáveis e divertidos.

Manuscrito formatado conforme as normas editoriais da
revista Neotropical Entomology.

Carolina Prauchner Silva
Av. Bento Gonçalves, 9500,
Prédio 43422, Salas 119/120
Agronomia | Porto Alegre/RS - Brasil
Carol_prauchner@hotmail.com

Redes Tróficas de Insetos Galhadores Oligófagos e Monófagos (Diptera: Cecidomyiidae) e
Parasitoides Associados

C Prauchner, FA Luz, MS Mendonça Jr.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia,
Porto Alegre, RS, Brasil

ABSTRACT – The study of interaction networks allows understanding of various topics, such as resource partitioning between species. Due to the ease of quantifying the interaction among herbivores and parasitoids, these systems are useful in the study of quantitative networks. The main objective of this study is to build and compare quantitative networks of monophagous and oligophagous species of galling insects in two host plant species, *Mikania glomerata* Spreng. and *Mikania laevigata* Sch. Bip. Ex Baker and their associated parasitoids. The samples were taken between May and September 2015, from Morro Santana at Porto Alegre, Brazil. Seven species of galling insects were found between both plant species, with *Liodiplosis spherica*, *Asphondylia moehni*, *A. glomeratae* and *Mikaniadiplosis annulipes* found on both of them (oligophagous). For the parasitoids, there were 161 individuals of 30 species, 27 of them microhymenopterans and three dipterans. The networks have shown a pattern without compartmentalization and high values of connectance, which was not expected. There is an apparent difference in the specialization values between the networks of galling insects on each host, being higher on *M. glomerata* ($H^2 = 0,7007$) than on *M. laevigata* ($H^2 = 0,5523$). This might be due the lower morphological similarity among the galls found in *M. glomerata*, like the bud gall, which is the only multilocular gall. A hypothesis for the high generalization of parasitoids on these networks is that this was also influenced by the seasonality of available galls in the environment.

Keywords – Galls; Cecidomyiidae; *Mikania*

RESUMO –O estudo de redes tróficas permite tirar conclusões sobre diversos tópicos, como a partilha de recursos entre as espécies. Graças à facilidade de quantificar as interações entre herbívoros e parasitoides, esses sistemas são úteis no estudo de redes tróficas quantitativas. Os objetivos deste estudo são construir e comparar redes tróficas quantitativas de espécies de insetos galhadores oligófagas e monófagas em duas plantas hospedeiras, *Mikania glomerata* Spreng. e *Mikania laevigata* Sch. Bip. Ex Baker e os parasitoides associados. As coletas foram realizadas entre maio e setembro de 2015, no Morro Santana em Porto Alegre, Brasil. Encontrou-se sete espécies de insetos galhadores entre as duas espécies de *Mikania*, sendo que *Liodiplosis spherica*, *Asphondylia moehni*, *A. glomeratae* e *Mikaniadiplosis annulipes* estavam presentes nas duas espécies de planta (oligófagas). Quanto aos parasitoides, foram coletados no total 161 indivíduos de 30 espécies, sendo 27 de microhimenópteros e três de dípteros. As redes apresentaram um padrão não compartimentado e altos valores de conectância, o que não era esperado. Há uma aparente diferença nos valores de especialização entre as redes de galhadores sobre cada hospedeira, sendo mais alta em *M. glomerata* ($H^2 = 0,7007$) do que em *M. laevigata* ($H^2 = 0,5523$). Isto talvez seja explicado pela maior diferença na morfologia das galhas encontradas em *M. glomerata*, como a da galha de gema, que é a única multilocular. Uma hipótese para a alta generalização dos parasitoides nestas redes é a de que isso foi influenciado pela sazonalidade das galhas disponíveis no ambiente.

Palavras-chave – Galhas; Cecidomyiidae; *Mikania*

Introdução

Na ecologia, o estudo de redes tróficas é uma ferramenta importante que permite tirar conclusões sobre diversos tópicos, como robustez da comunidade a distúrbios, manutenção da biodiversidade e partilha de recursos entre as espécies (Bascompte *et al.* 2006, Thompson *et al.* 2012). Estas redes são construídas a partir da presença ou ausência de interações (links) entre as espécies (nodos) (Morin 2011). As redes podem ser representadas de diferentes maneiras, como matrizes retangulares ou grafos bipartidos (Valladares *et al.* 2001, Jordano *et al.* 2003). Em redes bipartidas, todos os links representam um único tipo de interação, como por exemplo, planta-polinizador ou herbívoro-parasitoide (Lewinsohn *et al.* 2006).

As redes podem apresentar os padrões aninhado, compartimentado, em gradiente ou ainda combinado (Lewinsohn *et al.* 2006). Estes padrões referem-se a como as interações entre as espécies estão ocorrendo. Em uma rede aninhada uma espécie interage com um subconjunto dos parceiros da outra espécie, já a compartimentalizada, há grupos de espécies que interagem entre si, não interagindo ou interagindo pouco com as outras espécies da rede. Na rede com interações em gradiente não há aglomerados ou descontinuidades, mas uma série uniformemente interligada de links entre as espécies. Por fim, uma rede com padrão combinado apresenta módulos (compartimentos) e dentro de cada módulo encontra-se um padrão aninhado (Lewinsohn *et al.* 2006). Além dos padrões, outras métricas de redes nos ajudam a compreender a organização das interações entre as espécies, como cálculos de conectância (total de links/ total de links possíveis), densidade de ligação (quantas vezes uma ligação ocorre/é encontrada) e especialização (proporção de espécies especializadas dentro do total de espécies da rede), entre outros (Blüthgen *et al.* 2008).

Novos estudos de redes quantificam o número de interações encontradas entre duas espécies e assim a intensidade/frequência da interação (Memmott & Godfray 1994, Bascompte *et al.* 2006). Graças a facilidade de quantificar as interações entre herbívoros e

parasitoides, esses sistemas são úteis no estudo de redes tróficas quantitativas (Schönrogge *et al.* 1995), porém estes trabalhos ainda são raros (Paniagua *et al.* 2009). Nestas redes antagonísticas geralmente encontra-se um padrão de rede compartimentado e com baixa conectância (Schönrogge & Crawley 2000, Paniagua *et al.* 2009). Segundo Raffaelli *et al.* (2002), o uso de uma abordagem multi-trófica seria o melhor para compreender o que ocorre em um ecossistema. Um dos sistemas que poderia ser utilizado para estes estudos é o galhador-planta e organismos associados (Toma & Mendonça 2014).

Insetos galhadores, assim como outros organismos galhadores (p. ex. ácaros e vírus), induzem a formação de uma estrutura na planta hospedeira chamada de galha, gerando um aumento no volume (hipertrofia) e/ou no número (hiperplasia) de células em qualquer órgão da planta hospedeira (Rohfritsch & Shorthouse 1982; Dreger-Jauffret & Shorthouse 1992; Raman *et al.* 2005). Esta relação é considerada parasítica porque os insetos galhadores alteram a fisiologia da planta a seu favor, redirecionando os nutrientes desta para os tecidos da galha (Price *et al.* 1987). Espírito-Santo & Fernandes (2007) estimaram que há entre 21.100 e 211.000 espécies de insetos galhadores no mundo e que, aproximadamente, 64% destes pertencem à família Cecidomyiidae.

A relação entre estes insetos e a planta hospedeira também é dita espécie-específica. Carneiro *et al.* (2009), analisando 196 espécies de mosquitos galhadores da família Cecidomyiidae, encontrou que 92,4% destas são monófagos, isto é, induzem galhas em apenas uma espécie de planta. Dentre o restante, 5,6% são oligófagos, parasitam espécies de plantas relacionadas filogeneticamente, e apenas 2% são polífagos, parasitando diferentes espécies de diferentes grupos de plantas. Além disso, as galhas são consideradas fenótipos estendidos dos indutores, assim, cada espécie de galhador sempre induzirá a formação de um morfotipo específico de galha em um órgão específico da planta hospedeira (Stone & Schönrogge 2003). Graças a estas características, muitos insetos galhadores são utilizados

para a identificação de espécies de plantas (Raman 1996; Abrahamson *et al.* 1998), e até mesmo de subespécies (Floate & Whitham 1995, Floate *et al.* 1996).

Segundo Price *et al.* (1987), a estrutura da galha oferece proteção contra inimigos naturais, assim galhas de estruturas similares poderiam compartilhar inimigos naturais. Já para Schönrogge *et al.* (1995), a distribuição espacial dos hospedeiros seria o principal fator, mas há poucos trabalhos que tentem explicar qual destes fatores seria o mais importante. Nas galhas, é possível encontrar diversas espécies de parasitoides que são insetos de vida adulta livre, mas as larvas se desenvolvem às custas de outros artrópodes, causando a morte da espécie hospedeira (Godfray 1994). Nas galhas de insetos da família Cecidomyiidae, os principais parasitoides são micro-himenópteros (Maia & Azevedo 2009), sendo que a maior parte dos registros destas espécies as tratam em nível de família ou gênero (p.ex. Dell’Aglio & Mendonça 2015), demonstrando o desconhecimento da fauna neotropical e a falta de taxonomistas para este grupo (Maia & Azevedo 2009).

Os principais objetivos deste estudo são construir e comparar redes tróficas quantitativas de espécies de insetos galhadores oligófagas e monófagas em duas plantas hospedeiras, *Mikania glomerata* Spreng. e *Mikania laevigata* Sch. Bip. Ex Baker (Asteraceae) e os parasitoides associados a elas. Pretende-se reconhecer diferenças na composição, riqueza e abundância das espécies de parasitoides entre: (1) os mesmos insetos galhadores em diferentes plantas hospedeiras (espécies oligófagas *Asphondylia moehni*, *A. glomeratae*, *Liodiplosis spherica* e *Mikaniadiplosis annulipes*); (2) entre os diferentes insetos galhadores na mesma hospedeira e (3) entre todos os insetos galhadores encontrados nas duas hospedeiras. É esperado uma maior similaridade entre a fauna de parasitoides de espécies oligófagas e entre galhas morfológicamente similares. Os padrões de cada rede e outras métricas (como conectância, densidade de ligação, especialização, etc) serão analisados a fim de descrever a comunidade, onde é esperado encontrar uma rede de padrão compartimentado

que, apesar de raro, ocorre em muitas redes antagonísticas. A expectativa é por um baixo valor de conectância e alta especialização entre as espécies, que são características de interações herbívoro-parasitoide.

Material e Métodos

Local de Estudo:

Localizado nas coordenadas 30°03' S e 51°07' W, o Morro Santana é o mais elevado entre os morros de Porto Alegre e tem uma área de aproximadamente 1000 ha. O clima, segundo Köppen, é do tipo Cfa, que tem como características verão quente com temperaturas superiores a 22°C e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco. O Morro Santana possui o típico mosaico floresta-campo apresentado pela vegetação dos morros graníticos de Porto Alegre. Na encosta sul predominam florestas constituídas por espécies originárias da floresta Atlântica e espécies originárias das bacias hidrográficas dos rios Paraná – Uruguai (Mohr 1995). Na porção superior há áreas de savanas nativas junto às matas constituídas predominantemente por espécies herbáceas das famílias Poaceae e Asteraceae (Overbeck *et al.* 2006).

Sistema de Estudo

O gênero *Mikania* é um dos aproximadamente 1500 gêneros da família Asteraceae e abrange cerca de 430 espécies distribuídas principalmente nas regiões neotropicais (Judd *et al.* 1999, Ritter & Miotto 2005). Este gênero é um dos que menos modificações taxonômicas tem sofrido dentro da tribo Eupatorieae, porém há grande dificuldade na delimitação das espécies (Ritter & Miotto 2005). Em um estudo feito por Fernandes & Ritter (2009) sobre a família Asteraceae no Morro Santana, em Porto Alegre, foram encontradas oito espécies de *Mikania*. Entre elas estão *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata*, duas espécies de trepadeiras popularmente chamadas de guaco e que são usadas para fins medicinais no

tratamento de distúrbios respiratórios (Bolina *et al.* 2009). Elas são encontradas nas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil em bordas e interior de matas, sendo *M. glomerata* mais abundante e geralmente presente nas áreas de borda e *M. laevigata* geralmente presente no interior da mata (Ritter & Miotto 2005). As duas espécies são muitas vezes confundidas porque *M. glomerata* pode apresentar uma variação na forma das folhas próximas à inflorescência, sendo muito semelhantes às folhas de *M. laevigata*. As principais diferenças entre elas são o formato das folhas e o odor característico de *M. laevigata* que normalmente permanece no material seco (Ritter & Miotto 2005). Alguns estudos foram realizados com o intuito de analisar possíveis diferenças químicas e farmacológicas entre as duas espécies de *Mikania* por elas compartilharem o mesmo habitat e possuírem características morfológicas semelhantes, porém nada foi encontrado (Bolina *et al.* 2009, Gasparetto *et al.* 2010).

Gagné *et al.* (2001) descreveram oito espécies de insetos galhadores em *M. glomerata* (Tabela 1), todas pertencentes à família Cecidomyiidae. Alguns trabalhos encontraram os mesmos galhadores de *M. glomerata* em outras espécies do gênero como em *M. cf. biformis* DC (Maia *et al.* 2008). Para *M. laevigata*, há registro de ocorrência de três morfotipos de galhas: dois foliares (um cilíndrico, glabro, unilocular e outro elipsoide, glabro, unilocular) e um de ramo (ovóide, amarelo-acastanhado, glabro) (Mendonça *et al.* 2014), mas não há nenhum trabalho de identificação destas espécies para conferir se elas são as mesmas descritas por Gagné *et al.* (2001). Após uma análise morfológica dos adultos e das pupas destes insetos, concluiu-se que as espécies de galhador encontrados induzindo galhas similares tanto em *M. laevigata* quanto em *M. glomerata* são as mesmas, portanto oligófagas.

Amostragem e Análise de Dados:

Entre maio e agosto de 2015 foram realizadas nove coletas em duas áreas do Morro Santana, localizadas no topo e na base do morro. Em cada área foram traçados quatro

transectos de 200m, dois em área de borda entre mata e campo e dois no interior da mata devido às preferências de habitat das espécies de planta hospedeira (Fig. 1). A cada 15 dias, todas as galhas encontradas nas espécies de *M. glomeratae* e *M. laevigata* eram coletadas em uma das áreas, sendo realizadas duas amostragens por mês, uma em cada área.

O material coletado foi levado para o laboratório, as galhas foram quantificadas e separadas quanto ao seu morfotipo (que corresponde à espécie do inseto galhador) e os órgãos vegetais que as continham foram armazenados em sacos plásticos individualizados para a emergência dos insetos adultos de galhadores e parasitoides. Após a emergência os espécimes foram armazenados em álcool 70° GL, identificados com o auxílio de literatura apropriada e chaves de identificação.

Para a construção e comparação das redes tróficas quantitativas entre os parasitoides e os insetos galhadores oligófagos e monófagos foram usados o pacote *Bipartite* no ambiente R (R core development team, 2014). Os parâmetros analisados são Número total de espécies (S), Número de hospedeiros (Hc), Número de parasitoides (P), Número de associações (links) (L), Razão (Hc):(P), Modularidade, Conectância [$L/(S^2)$], Densidade de Ligação (L/S) e Especialização (H^2).

Resultados

Ao longo das 9 coletas realizadas para este estudo foram encontrados sete espécies de insetos galhadores entre as duas espécies de *Mikania* (Fig. 2), sendo seis em *M. glomerata* e cinco em *M. laevigata*. Dentre estas, *Perasphondylia mikaniae* e *Liodiplosis cylindrica* foram encontradas apenas em *M. glomerata*, *L. conica* apenas em *M. laevigata* e as espécies *L. spherica*, *Asphondylia moehni*, *A. glomeratae* e *Mikaniadiplosis annulipes* estavam presentes nas duas espécies de planta.

Quanto aos parasitoides, foram coletados no total 161 indivíduos de 30 espécies entre todos os morfotipos de galhas. Dentre as espécies coletadas, 27 são de microhimenópteros

pertencentes a 9 famílias e três de dípteros, todos da família Phoridae (Tab. 2). Entre essas espécies, 16 foram encontradas em um morfotipo específico de galha e apenas uma espécie em cinco morfotipos distintos. Nas galhas de *L. cylindrica* foram encontradas 16 espécies de parasitoides, sendo o morfotipo que apresentou a maior riqueza destes. Na Figura 3 é apresentado o gráfico do acúmulo de interações encontradas por amostragem realizada.

A quantidade de galhas, galhadores e parasitoides encontrados ao longo do tempo de execução da amostragem variou consideravelmente, demonstrando elevada heterogeneidade no sistema (Fig. 4).

Parasitoides x Galhadores Oligófagos

No total foram encontrados 24 espécies de parasitoides entre os insetos galhadores oligófagos, sendo que nas galhas de *A. glomeratae* houve emergência de uma espécie de parasitoide em *M. laevigata* e de nenhuma em *M. glomerata*, e em galhas de *M. annulipes* houve a emergência de três espécies de parasitoides apenas em *M. glomerata*. Nas outras espécies, houve a emergência de doze espécies de parasitoides das galhas de *A. moehni* em *M. laevigata* e dez em *M. glomerata*, sendo cinco compartilhadas entre estas nas duas plantas hospedeiras; das galhas de *L. spherica*, emergiram dez espécies de parasitoides em *M. laevigata* e sete em *M. glomerata*, sendo três compartilhadas entre as galhas nas duas plantas hospedeiras.

Parasitoides x Galhadores em uma das hospedeiras

Nas galhas de *M. glomerata* foram encontrados 25 espécies de parasitoides, sendo que a maior riqueza foi encontrada nas galhas de *L. cylindrica* (16 espécies de parasitoides) e as menores em *M. annulipes* e *P. mikaniae* (três e duas, respectivamente). Nas galhas de *A. moehni* e *L. spherica* foram encontradas oito espécies de parasitoides em cada. Do total destas espécies de parasitoides, nove foram encontradas em dois morfotipos de galhas e uma,

pertencente a família Torymidae, foi encontrada em quatro dos cinco morfotipos presentes nesta planta hospedeira.

Já em *M. laevigata*, foram encontradas 18 espécies de parasitoides entre os quatro morfotipos de galhas. Em *A. moehni* e *L. spherica* foram encontradas 18 e 12 espécies, respectivamente. Já em *A. glomeratae* e *L. conica* apenas uma espécie de parasitoide foi encontrada em cada. Seis espécies foram encontradas em dois morfotipos distintos de galha, enquanto o restante foi encontrado em apenas um.

As quatro redes de interações tróficas (Fig. 5) foram construídas entre os parasitoides e: 1) todos os insetos galhadores, 2) apenas os insetos galhadores encontrados em *M. glomerata*, 3) apenas os insetos galhadores encontrados em *M. laevigata*, e 4) apenas entre os insetos galhadores oligófagos. Essas redes não apresentaram grandes variações entre si para conectância, densidade de ligação e número de links por espécies (Tab. 3). Houve diferenças nos níveis de especialização, onde a rede 2 apresentou o valor mais alto ($H^2 = 0,7007$), seguida de 1 ($H^2 = 0,5666$), rede 3 ($H^2 = 0,5523$) e rede 4 ($H^2 = 0,5157$). Estas diferenças ou sua ausência ainda precisam ser testadas estatisticamente.

Discussão

As redes geradas apresentaram um padrão não compartimentado e altos valores de conectância, o que não era esperado e diferindo do resultado de outros estudos de redes entre herbívoros e parasitoides, como os de Paniagua & Lewis (2009) e Cagnolo *et al.* (2011). Nestes trabalhos, os autores encontram padrões de interações especialistas entre parasitoides e herbívoros. No nosso caso, analisando as interações entre os parasitoides e os insetos galhadores encontrados em cada planta hospedeira separadamente, há uma aparente diferença nos valores de especialização sendo mais alta em *M. glomerata* do que em *M. laevigata*. Isto talvez possa ser explicado pela maior diferença na morfologia das galhas encontradas em *M. glomerata*, como para a galha de gema, que é a única multilocular e onde foi encontrado um

grande número de indivíduos de parasitoides, sendo que apenas um pertencia a uma espécie (“Tor_a” na Fig. 5) diferente do restante (“Eur_c” na Fig. 5). No entanto, analisando as interações entre os parasitoides e os galhadores nas duas plantas hospedeiras, não parece haver uma preferência de grande parte dos parasitoides sobre o morfotipo de galha utilizado como recurso. A metade das espécies de parasitoides (15) ocorreram em dois ou mais morfotipos de galha em qualquer das plantas hospedeiras, principalmente aqueles que ocorreram nas galhas dos insetos oligófagos. Não é possível neste momento afirmar se o fator planta hospedeira influencia a escolha do recurso pelos parasitoides.

Maia & Azevedo (2009), em um levantamento de micro-himenópteros associados com galhas de Cecidomyiidae em restingas, não encontraram uma relação entre diversidade de parasitoides e a riqueza e abundância de insetos galhadores em diferentes espécies hospedeiras. No mesmo estudo também não pareceu haver uma preferência dos parasitoides por galhas em um órgão específico da planta hospedeira. No presente estudo, 14 das 30 espécies de parasitoides emergiram de galhas em diferentes órgãos das plantas, enquanto 16 espécies emergiram apenas de galhas em um órgão específico. Porém, para muitas destas espécies só foi encontrado um indivíduo ao longo das coletas, não sendo possível afirmar se o fator órgão da planta hospedeira influencia a escolha de recurso.

Uma das hipóteses para a alta generalização dos parasitoides nesta rede é de que isso foi influenciado pela disponibilidade de recursos diferentes ao longo do tempo. A cada amostragem, variaram a abundância de cada morfotipo de galha, assim como as espécies de parasitoides que emergiram deles (Fig 4). Isso pode ser gerado por sazonalidade, como nos estudos de Dalbem & Mendonça (2006) e Araújo & Santos (2008). A alteração do recurso disponível em cada momento para o parasitoide pode ter causado uma pressão seletiva dos indivíduos mais generalistas, levando também a uma diminuição dos especialistas por não conseguirem se reproduzir e desenvolver ao longo do ano.

Ainda não foram testados os padrões de rede, e nem analisados estatisticamente as métricas de rede, pois o esforço amostral ainda é baixo e novas coletas já foram feitas e outros dados serão adicionados *a posteriori*. Mas até o momento podemos concluir que espécies oligófagas de galhadores compartilham apenas parte das espécies de parasitoides, embora a rede completa apresente uma conectância mais alta que encontrada em trabalhos já realizados com galhadores-parasitoides (conectância essa que leva o compartilhamento de hospedeiros). Provavelmente o fator espécie de planta hospedeira é um fator importante na seleção do hospedeiro pelo parasitoide, como encontrado nos estudos de Havill & Raffa (2001).

Agradecimentos

Agradecemos a todas as pessoas que auxiliaram nas coletas, especialmente a Ana Paula Goetz, Pedro Peixoto Nitschke e Matheus Fragoso Etges. Queremos também agradecer aos funcionários da UFRGS pelo suporte e acompanhamento durante as subidas ao Morro Santana.

Referências Bibliográficas

Abrahamson WG, Melika G, Scravord R, Csóka G (1998) Gall-inducing insects provide insights into plant systematic relationships. *Am. J. B.* 85: 1159–1165.

Araújo WS, Santos BB (2008) Efeitos do habitat e da sazonalidade na distribuição de insetos galhadores na Serra dos Pirineus, Goiás, Brasil. *Rev. Biol. Neotrop.* 5(2): 33-39.

Bascompte J, Jordano P, Olesen JM (2006) Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. *Science* 312:431–433.

Bolina RC, Garcia EF, Duarte MGR(2009) Estudo comparativo da composição química das espécies vegetais *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker. *Rev. Bras. Farmacologia.* 19(1B): 294-298. Jan/Mar.

Blüthgen N, Fründ J, Vázquez DP, Menzel F (2008) What do interaction network metrics tell us about specialization and biological traits? *Ecology*. 89(12): 3387 – 3399.

Cagnolo L, Salvo A, Valladares G (2011) Network topology: patterns and mechanisms in plant-herbivore and host-parasitoid food webs. *J. An. Ecol.* 80: 342-351.

Carneiro MAA, Branco CSA, Braga CED, Almada ED, Costa MBM, Maia VC, Fernandes GW (2009) Are gall midges species (Diptera, Cecidomyiidae) host-plant specialists? *Rev. Bras. de Entomol.* 53(3): 365-378.

Dalbem RV, Mendonça Jr. MS (2006) Diversity of Galling Arthropods and Host Plants in a Subtropical Forest of Porto Alegre, Southern Brazil. *Neotrop. Entomol.* 35(5): 616-624.

Dell’Aglio D, Mendonça Jr MS (2015) Galls as a Disputed Resource for Female Parasitoid Wasps Contests. *Adv. Entomol.* 3, 86-93. doi: 10.4236/ae.2015.33010.

Dreger-Jauffret F, Shorthouse JD (1992) Diversity of gall-inducing insects and their galls, p. 8–33. In: J. D. Shorthouse & O. Rohfritsch (Eds.). *Biology of insect-induced galls*. Oxford, Oxford University Press, xi+285 p.

Espirito-Santo MM, Fernandes GW (2007) How many species of gall-inducing insects are there on Earth, and where are they? *Entomol. Soc. of America*. 100(2):96-99.

Fernandes AC, Ritter MR (2009) A família Asteraceae no Morro Santana, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *R. bras. Bioci.*, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 395-439.

Floate KD, Whitham TG (1995) Insects as traits in plant systematics: their use in discriminating between hybrid cottonwoods. *Can J Bot* 73:1 13.

Floate KD, Fernandes GW, Nilsson JA (1996) Distinguishing intrapopulational categories of plants by their insect faunas: galls on rabbitbrush. *Oecologia* 105: 221-229.

Gagné RJ, Oda RAM, Monteiro RF (2001) The gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of *Mikania glomerata* (Asteraceae) in southeastern Brazil. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 103(1). p. 110-134.

Gasparetto JC Campos FR, Budel JM, Pontarolo R (2010) *Mikania glomerata* Spreng e *M. laevigata* Sch. Bip. ex Baker, Asteraceae: estudos agronômicos, genéticos, morfoanatômicos, químicos, farmacológicos, toxicológicos e uso nos programas de fitoterapia do Brasil. *Rev. Bras. Farmacologia.* 20(4): 627-640.

Godfray HCJ (1994) Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton. 473p.

Havill NP, Raffa KF (2001) Compound effects of induced plant responses on insect herbivores and parasitoides: implications for tritrophic interactions. *Ecol. Entomol.* 25(2): 171-179.

Jordano P, Bascompte J, Olesen JM (2003) Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters*, 6: 69-81.

Judd WS, Stevens PF, Campbell CS, Kellogg EA (1999) Plant systematics: a phylogenetic approach. Sunderland: Sinauer.

Lewinsohn, TM, Prado P, Jordano P, Bascompte J, Olesen J (2006) Structure in plant- animal interactions assemblages. *Oikos*, 113: 174-184.

Maia VC, Azevedo MAP (2009) Micro-Hymenoptera associated with Cecidomyiidae (Diptera) galls at Restingas of Rio de Janeiro State. *Biota Neotrop.*, 9(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n2/en/abstract?article+bn02809022009>.

Maia VC, Magenta MAG, Martins SE (2008) Occurrence and characterization of insect galls at restinga areas of Bertiooga (São Paulo, Brazil). *Biota Neotrop.*, vol. 8, no. 1, Jan./Mar. 2008. Available from <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/en/abstract?inventory+bn02408012008>>.

Memmott J, Godfray HCJ (1994). The use and construction of parasitoid webs. In: B. A. Hawkins and W. Sheenan Ed(s). *Parasitoid Community Ecology*. Oxford: Oxford University Press. p. 300–318.

Mendonça MJ, Toma TSP, da Silva, JS (2014) Galls and Gall-forming arthropods of Southern Brazil. In: Fernandes, G.W. & Santos, J.C. Ed(s). *Neotropical Insect Galls*. Springer, 2014 edition (June 26, 2014). p. 221-256.

Mohr FV (1995) Zoneamento da vegetação da Reserva Ecológica do Morro Santana - Porto Alegre, RS. Aplicabilidade de geoprocessamento e bases fitossociológicas. *Dissertação de Mestrado não publicada*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Morin PJ (2011) *Community Ecology*, 2nd ed. Blackwell Science, Malden MA. 413pp.

Overbeck G, Müller SC, Pillar VD, Pfadenhauer J (2006) Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(4), 1073-1090.

Paniagua MR, Medianeiro E, Lewis O (2009) Structure and vertical stratification of plant galler – parasitoid food webs in two tropical forests. *Ecol. Entomol.* 34:310–320.

Price PW, Fernandes GW, Waring GL (1987) Adaptive nature of insect galls. *Environmental Entomology* 16: 15–24.

Raffaelli D, Van der Putten WH, Persson L, Wardle DA, Petchey OL, Koricheva J, Van der Heijden MA, Mikola J, Kennedy T (2002) Multi-trophic dynamics and ecosystem processes. In: M. Loreau, S. Naeem, and P. Inchausti, Ed(s). *Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives*. Oxford University Press. p. 147– 154.

Raman A (1996) Nutritional diversity in gall-inducing insects and their evolutionary relationships with flowering plants. *International Journal of Ecology & Environmental Sciences*.22: 133–143.

Raman A, Schaefer CW, Withers TM (2005) *Biology, ecology, and evolution of gall-inducing arthropods*. NewHampshire, Science Publishers Inc., xxi+817 p.

Ritter MR, Miotto STS (2005) Taxonomia de *Mikania* Willd. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Hoehnea* 32(3): 309-359 , 168 fig.

Rohfritsch O, Shorthouse JD (1982) Insect galls. In: G. Kahl & J. S. Schell Ed(s). *Molecular biology of plant tumors*. New York, Academic Press, p. 131-152

Schönrogge K, Crawley MJ(2000) Quantitative webs as a means of assessing the impact of alien insects. *Journal of Animal Ecology*, 69, 841–868.

Schönrogge K, Stone GN, Crawley MJ (1995) Spatial and temporal variation in guild structure: parasitoids and inquiline of *Angricus quercuscalicis* (Hymenoptera: Cynipidae) in its native and alien ranges. Copenhagen. *Oikos*. 72: 51-60.

Stone GN, Schönrogge K(2003) The adaptive significance of insect gall morphology. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol 18. N° 10.

Thompson RM, Brose U, Dunne JA, Hall Jr RO, Hladyz S, Kitching RL, Martinez ND, Rantala H, Romanuk TN, Stouffer DB, Tylianakis JM. (2012) Food webs: reconciling the structure and function of biodiversity. *Trends Ecol Evol*. 27:689-697.

Toma TSP, Mendonça MDS (2014) Population Ecology of Galling Arthropods in the Neotropics. Neotropical insect galls. Springer Verlag.

Valladares GR, Salvo A, Godfray HCJ (2001) Quantitative food webs of dipteran leafminers and their parasitoids in Argentina. *Ecological Research*, 16: 925-939.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Espécies de insetos galhadores encontrados em *Mikania glomerata* e descrição do morfotipo da galha induzida (Gagné *et al.* 2001).

Espécie	Morfotipo
<i>Alycaulus globulus</i> Gagné	Galha no limbo, nervuras e pecíolo, ovóide, verde, glabra e unilocular.
<i>Asphondylia glomeratae</i> Gagné	Espessamento fusiforme das nervuras foliares e pecíolo, verde, glabro e unilocular.
<i>Asphondylia moehni</i> Skuhrová	Espessamento ovóide do caule, esponjoso, amarelo-acastanhado, glabro e uni ou plurilocular.
<i>Perasphondylia mikaniae</i> Gagné	Galha das gemas terminais e axilares em ramos jovens, verde, glabra, multilocular.
<i>Liodyplosis cylindrica</i> Gagné	Galha na folha (limbo e pecíolo) ou em ramos, cilíndrica, vermelha na base e verde apicalmente, glabra e unilocular.
<i>Liodyplosis conica</i> Gagné	Galha na folha (limbo e pecíolo) e em ramos jovens, cônica, verde, glabra e unilocular.
<i>Liodyplosis spherica</i> Gagné	Galha na folha (limbo e pecíolo) e em ramos jovens, esponjosa, esférica, verde, glabra e unilocular.
<i>Mikaniadiplosis annulipes</i> Gagné	Espessamento fusiforme das nervuras foliares, pecíolo e ramos jovens, esponjoso, verde, glabro e unilocular.

Tabela 2. Número de espécies e indivíduos de parasitoides por ordem e família que emergiram das galhas nas espécies vegetais *Mikania glomerata* e *M. laevigata*.

Ordem	Família	N° de espécies	N° de indivíduos
Himenoptera	Aphelinidae	1	6
	Braconidae	1	9
	Encyrtidae	2	2
	Eulophidae	7	31
	Eupelmidae	4	13
	Eurytomidae	3	39
	Platygastridae	1	14
	Pteromalidae	5	31
	Torymidae	3	13
Diptera	Phoridae	3	3
	TOTAL	30	161

Tabela 3. Métricas das redes de interação entre parasitoides e: 1) todos os insetos galhadores de *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata*, 2) apenas os insetos galhadores encontrados em *Mikania glomerata*, 3) apenas os insetos galhadores encontrados em *Mikania laevigata*, e 4) apenas entre os insetos galhadores oligófagos.

	Total	<i>M. glomerata</i>	<i>M. laevigata</i>	Galhadores Oligófagos
N° total de espécies (S)	39	30	22	30
N° de hospedeiros (Hc)	2189	1549	640	1266
N° de parasitoides (P)	161	111	50	85
Razão (Hc):(P)	13,5963	13,955	12,8	14,8941
Conectância [L/(S²)]	0,2259	0,296	0,3333	0,2986
Especialização(H'²)	0,5666	0,7007	0,5523	0,5096
Densidade de ligação (L/S)	4,6695	4,0133	4,9717	4,8979
links por espécie	1,5641	1,2333	1,0909	1,4333

Lista de Figuras

Fig1. Mapa de parte do Morro Santana onde ocorreram as coletas das galhas encontradas em *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata*. As setas indicam os locais dos transectos amostrados.



Fig 2. Plantas e galhas componentes do sistema de estudo. Espécies hospedeiras: A) *Mikania laevigata* e B) *Mikania glomerata*. Morfotipos de galhas associadas: C) *Asphondylia glomeratae*; D) *Perasphondylia mikaniae* – encontrada só em *M. glomerata*; E) *Asphondylia moehni*; F) *Liodiplosis cilindrica* – encontrada só em *M. glomerata*; G) *L. conica* – encontrada só em *M. laevigata*; H) *L. spherica*; J) *Mikaniadiplosis annulipes*.

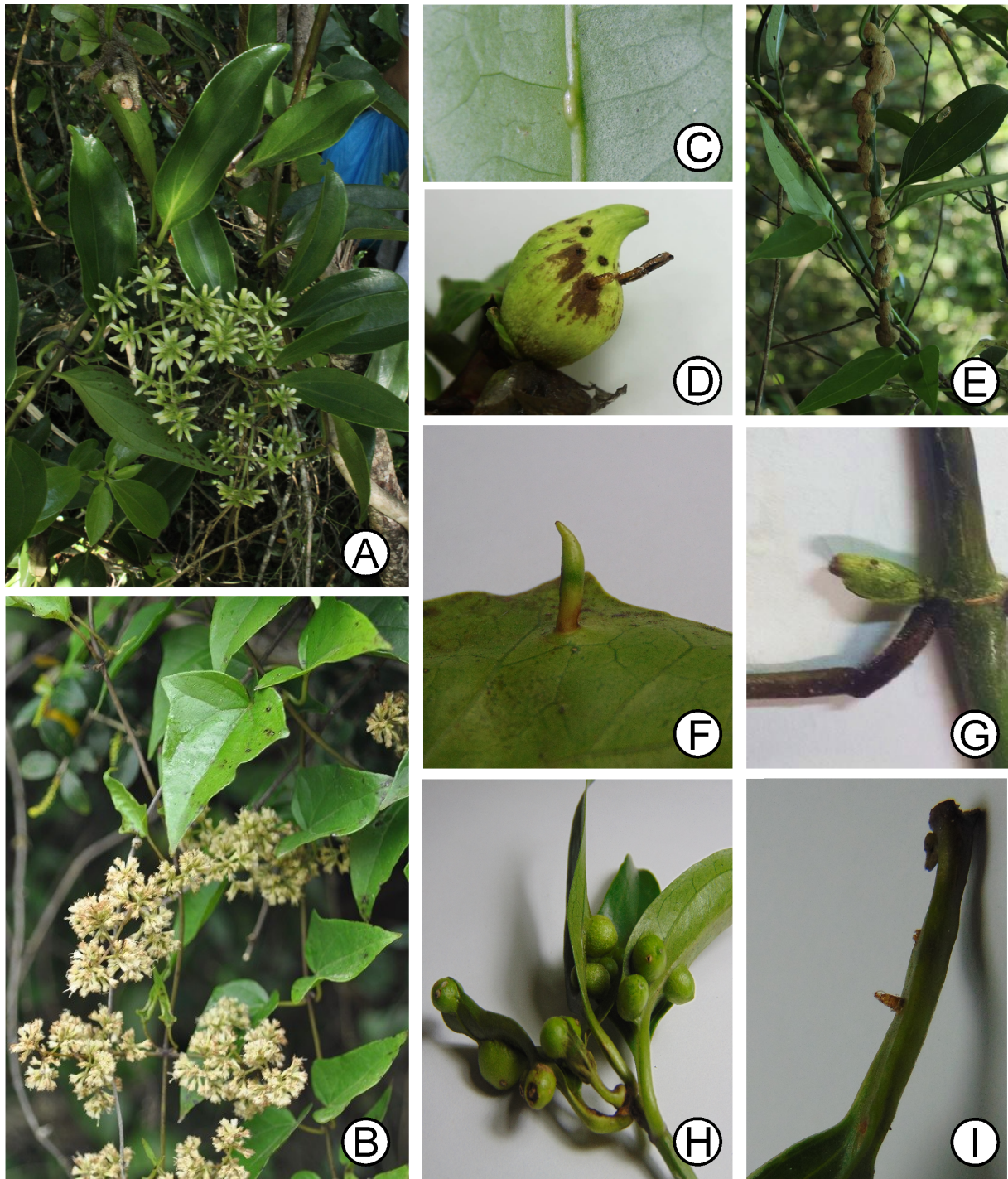


Figura 3: Curva do acúmulo de novas interações por amostra entre parasitoides e insetos galhadores sobre as plantas hospedeiras *Mikania glomerata* e *M. laevigata*.

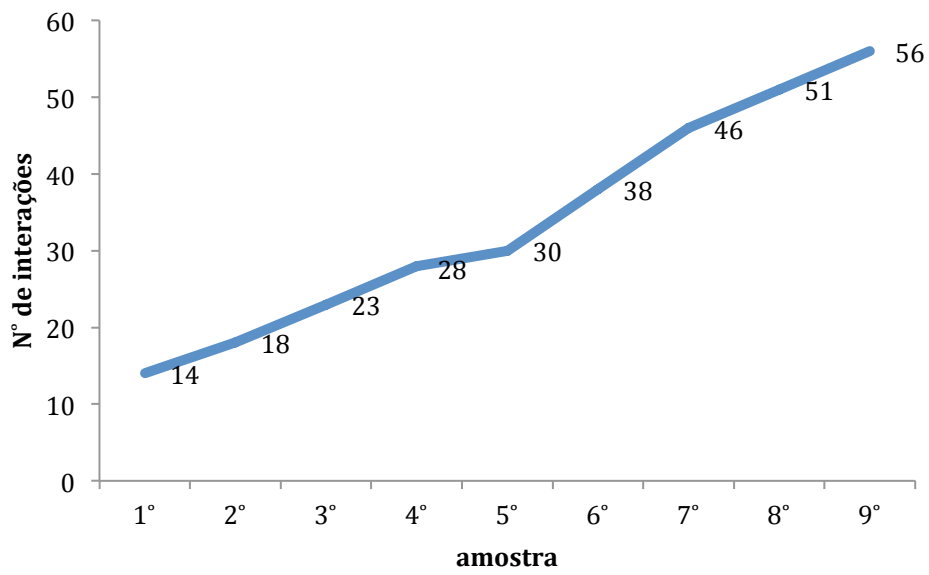


Fig 4: Número total de parasitoides e galhas encontrados em cada coleta ao longo do tempo, entre maio e agosto de 2015 no Morro Santana, Porto Alegre, RS. *M. glomerata* se refere as galhas encontradas em *Mikania glomerata* e *M. laevigata* se refere as galhas encontradas em *Mikania laevigata* ao longo do tempo.

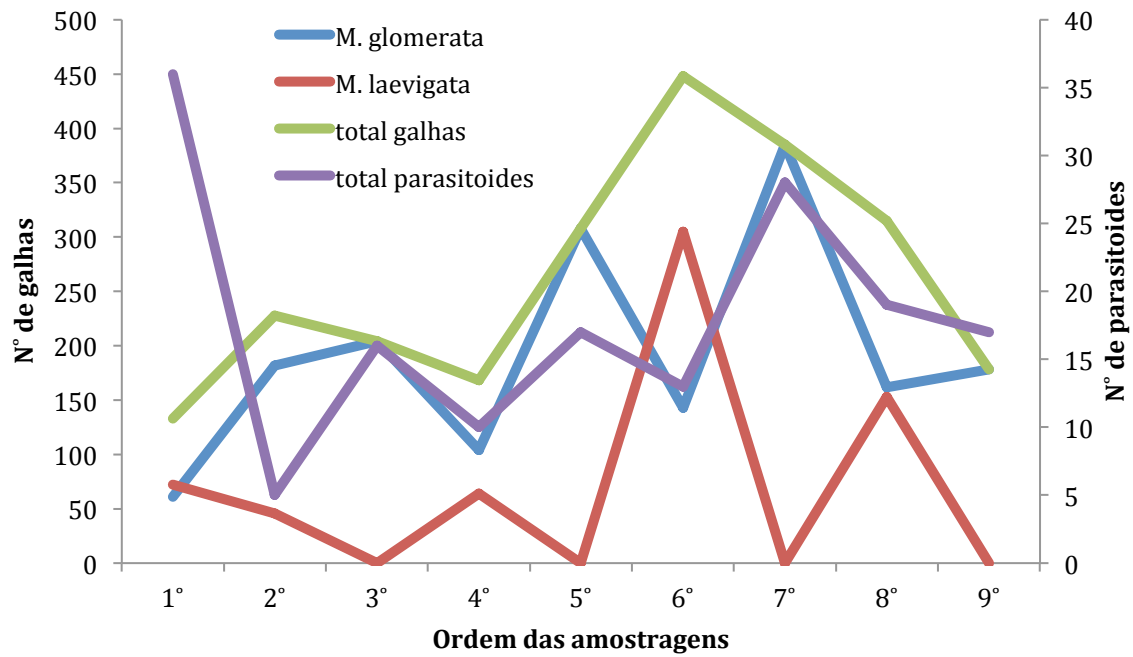


Fig 5. Diagramas de Venn mostrando o número de espécies de parasitoides compartilhadas e não compartilhadas entre os galhadores oligófagos, *Asphondylia moehni* e *Liodiplosis spherica*, em duas plantas hospedeiras, *Mikania laevigata* e *Mikania glomerata*.

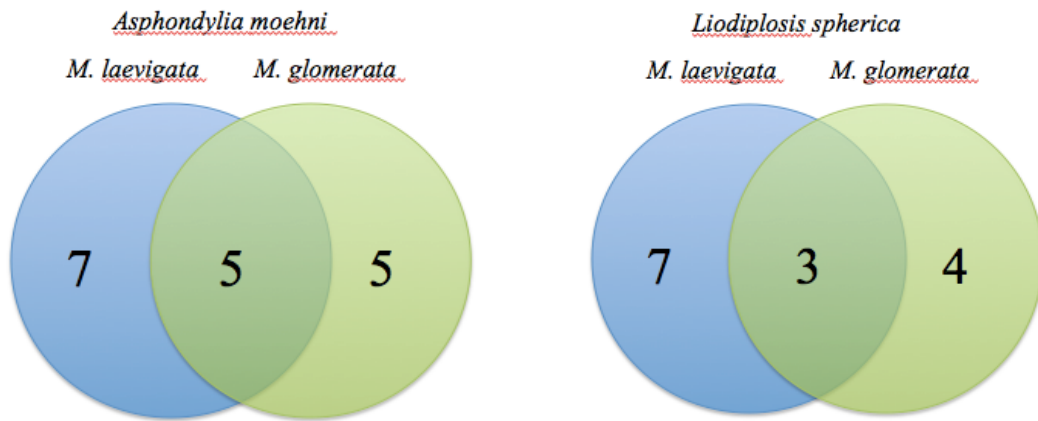
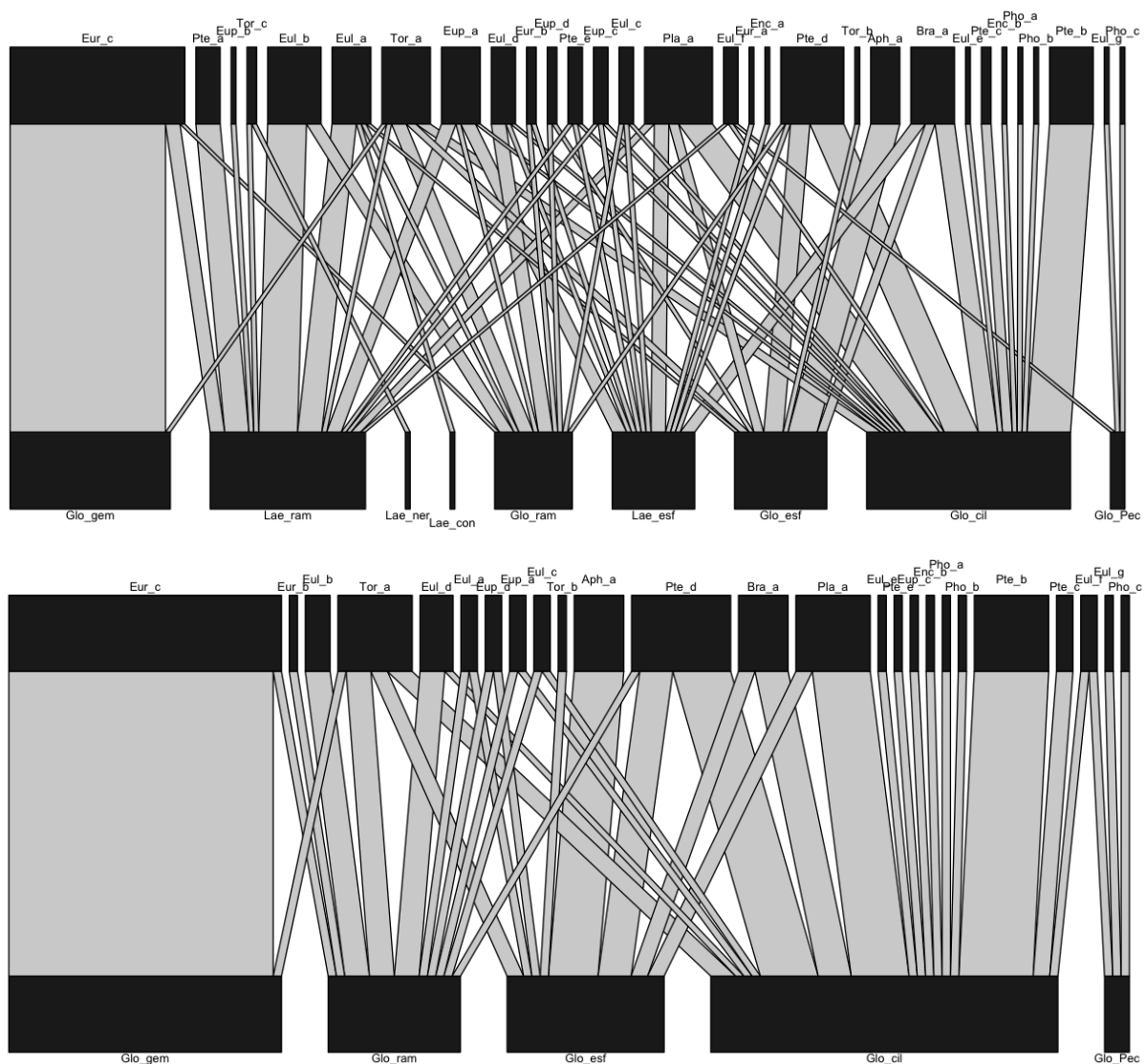
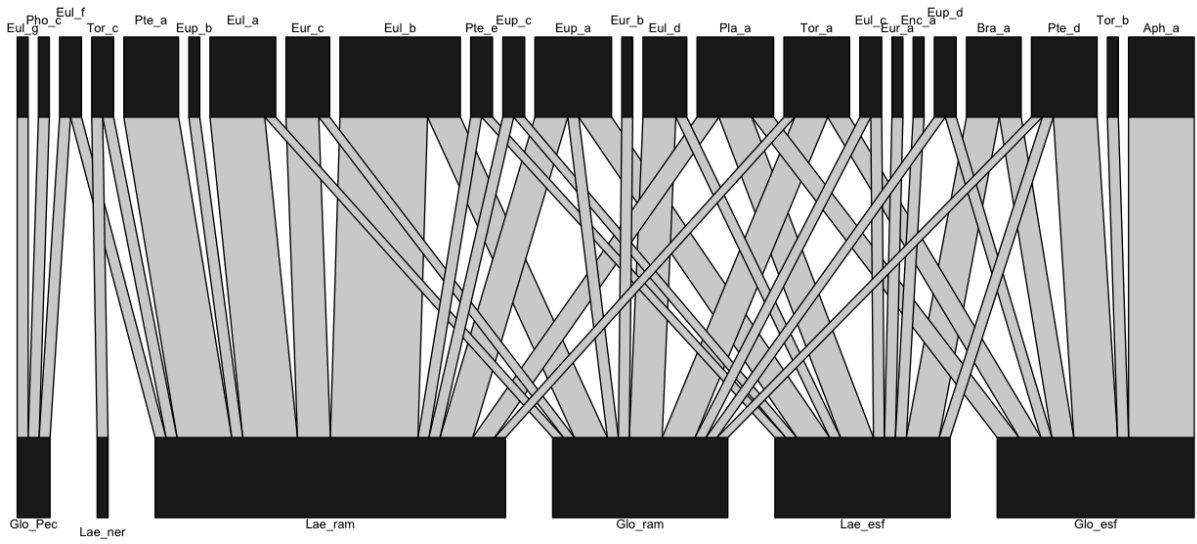
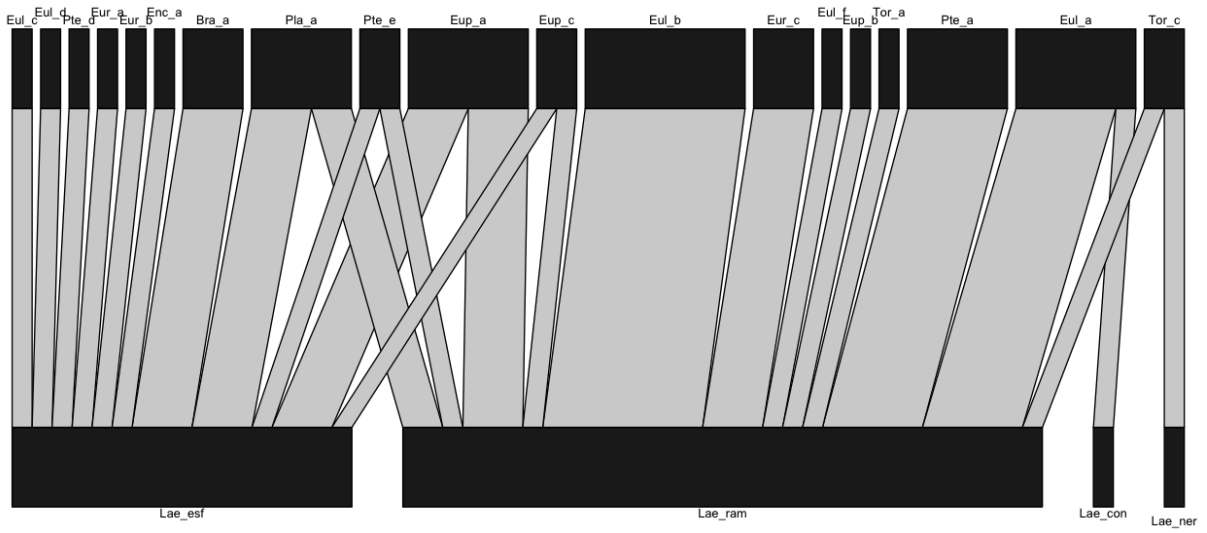


Figura 6: Redes de interações entre parasitoides e insetos galhadores sobre as hospedeiras vegetais *Mikania glomerata* e *M. laevigata*. Para a identificação dos parasitoides na rede foi utilizada a fórmula: “família_morfoespécie”, por exemplo “Eul_d” é a morfoespécie “d” da família “Eulophidae”. Para os insetos galhadores a fórmula é: “Epíteto específico_morfologia da galha”, por exemplo “Glo_Pec” é a galha de “pecíolo” em “*M. glomerata*”. A primeira rede mostra as interações entre todos os parasitoides e todos os insetos galhadores encontrados nas duas hospedeiras, a segunda e a terceira mostram as interações dos parasitoides e os galhadores encontrados apenas em *M. glomerata* e apenas em *M. laevigata*, respectivamente. A última rede mostra as interações dos parasitoides e os insetos galhadores oligófagos das duas hospedeiras.





NEOTROPICAL ENTOMOLOGY

Form and preparation of manuscripts

Articles (text and tables) must be submitted as MS Word 2003 or other recent word processor. Set paper size in A4 and 2,5cm margins; number all lines and pages in the document. Use font Times New Roman 12 and double spaces.

Front page. Justify the complete name and the regular and electronic mail addresses of corresponding author on the upper right of the page. Center-justify the title using capital initials (except for prepositions and articles). Scientific names in the title should be followed by the author's name (do not mention the year) and, by the order and family names in parentheses. Author names should be left justified below the title using small capital letters; only initial of the first and middle names of authors are provided followed by the last names in full. Names of different authors are separated by commas; do not use "and" or "&". Skip one line and list each authors' affiliation identified by call numbers whenever more than one address is listed. Skip another line and provide a running title, no longer than 60 letters.

Page2. Abstract. The abstract should be easy to understand and not require reference to the body of the article. Only very important results should be presented in the abstract; it must not contain any abbreviations or statistical details. Type ABSTRACT followed by a hyphen and the text. The abstract should be one-paragraph long and not exceed 250 words. Skip one line and type Keywords. Type three to five keywords separated by commas; these words cannot be in the title.

Main Text

Introduction. Left-justify the subtitle "Introduction" in bold. The introduction must clearly contextualize the research problem and state the scientific hypothesis being tested, as well as the research objectives.

Material and Methods must provide enough information for the research to be replicated. Please include the statistical design and, if necessary, the name of the program used for analysis.

Results and Discussion can be grouped or kept in separate sections. In Results, mean values must be followed by the mean standard error and the number of observations. Use one decimal for mean values and two decimals for standard errors. Conclusions must be stated at the end of discussion.

Acknowledgments should be concise and contain the recognition to people first, and then to affiliations and/or sponsors.

References. Under the title, type references, in alphabetical order, one per paragraph, with no space between them. The authors last names are typed in full, followed by capital initials. Use a comma to separate the names of authors. Add the reference year after the authors' names, between parentheses. Abbreviate the titles of the bibliographical sources, starting with capital letters. Use journal abbreviations according to the BIOSIS Serial Sources (www.library.uiuc.edu/biotech/j-abbrev.html#abbrev or <http://www.library.ug.edu.au/fags/endnote/biosciences.txt>). Abbreviation of Brazilian journal titles must follow each journal requirements. Please avoid citations of dissertations, theses, and extension materials. Do not cite restricted-circulation materials (such as institutional documentation and research reports), monographs, partial research reports, or abstracts of papers presented at scientific meetings.

Examples:

Suzuki KM, Almeida SA, Sodré LMK, Pascual ANT, Sofia SH (2006) Genetic similarity among male bees of *Euglossa truncata* Rebelo & Moure (Hymenoptera: Apidae). *Neotrop Entomol* 35: 477-482.

Malavasi A, Zucchi RA (2000) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Oliveira Filho AT, Ratter JT (2002) Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome, p. 91-120. In Oliveira PS, Marquis RJ (eds) The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna. New York, Columbia University Press, 398p.

Tables. Tables should be placed separately, one per page, after the References section. Please number tables consecutively with Arabic numbers at the same order they are referred in the text. Footnotes must have call numbers. Use the word “Table” in full in the text (example: Table 1). Example of a table title:

Table 1 Mean (\pm SE) duration and survivorship of larvae and pupae of *Cirrospilus neotropicus* reared on *Phyllocnistis citrella* larvae. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH: 70% and photophase: 14h.

Figures. Insert the list of figures after the tables. Use the abbreviation “Fig” in the titles and in the text (such as Fig 3). Figures must be in jpg, gif or eps format. Use original or high resolution figures. Whenever possible, graphics should be sent in Excell. Example of a figure title:

Fig 1 Populational distribution of *Mahanarva fimbriolata* in São Carlos, SP, 2002 to 2005.

In-text citations

Scientific names. Write the scientific names in full, followed by the author’s name (for insect and mite species), when they are first mentioned in the Abstract and in the body of the text. E.g.: *Spodoptera frugiperda* (J E Smith). Use abbreviated generic name (E.g.: *S. frugiperda*) in the rest of the paper, except in tables and figures, where name should be in full.

References. Write the author’s last name with capital initial, followed by the year of publication (for example, Martins 1998). More than one publication are chronologically ordered, separated with commas (for example: Martins 1998, Garcia 2005, 2008, Wilson 2010). Use “&” for two authors (such as Martins & Gomes 2009). Please use italicized “*et al*” for more than two authors (as in Duarte *et al* 2010).