



ISSN: 2525-815X

# Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: [www.jeap.ufrpe.br/](http://www.jeap.ufrpe.br/)

10.24221/jeap.3.2.2018.1870.232-240



## Preferência de oviposição de *Eugeniomyia dispar* (Diptera: Cecidomyiidae) em folhas e ramos na planta hospedeira *Eugenia uniflora* (Myrtaceae)

### Oviposition preference of *Eugeniomyia dispar* (Diptera: Cecidomyiidae) on leaves and shoots at the host plant *Eugenia uniflora* (Myrtaceae)

Renata Alexandre Bianchi<sup>a</sup>, Henrique Venâncio<sup>b</sup>, Jean Carlos Santos<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Av. Pará 1720, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. CEP: 38405-320. E-mail: [jcsantos@ufu.br](mailto:jcsantos@ufu.br), [renatalebianchi@gmail.com](mailto:renatalebianchi@gmail.com).

<sup>b</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Av. Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. CEP: 14040-901. E-mail: [henrivens@gmail.com](mailto:henrivens@gmail.com).

#### ARTICLE INFO

Recebido 27 Mar 2018

Aceito 24 Abr 2018

Publicado 25 Abr 2018

#### ABSTRACT

Host plant sites with high quality resources are more targeted by gallers. The study aimed to verify if *Eugeniomyia dispar* (Diptera) prefers to attack shoots and leaves of *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) with higher vigor, as well to determine which vertical and horizontal microhabitats on leaves are more abundant of galls. It was measured lengths of shoots and leaves from adult individuals of *E. uniflora*. To determine the quantity of galled shoots and leaf gall abundance, it was distributed the same measurements of these structures in length classes. Also was established three classes of vertical and horizontal measures of galled leaves to verify which of these sites had the higher number of galls. It was observed an increase in shoots and leaves length classes, greater was the galler attack to these structures. There was a gradient of galls from the base towards the apex (vertical classes) and from midrib to edges (horizontal classes). These results showed that *E. dispar* prefers to induce galls on more vigorous shoots and leaves, as proposed by the Plant Vigor Hypothesis; the same occurred close to leaves petiole and midrib of *E. uniflora*.

**Keywords:** Gall, Plant Vigor Hypothesis, preference hypothesis, pitanga.

#### RESUMO

Locais da planta hospedeira com recursos de alta qualidade são mais visados por galhadores. O objetivo do estudo foi verificar se *Eugeniomyia dispar* (Diptera) prefere atacar ramos e folhas de *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) com elevado vigor, assim como determinar quais *microhabitats* verticais e horizontais das folhas são mais abundantes em galhas. Foram medidos os comprimentos de ramos e folhas de indivíduos adultos de *E. uniflora*. Para determinar a quantidade de ramos galhados e abundância de galhas foliares, nós distribuimos as medidas dessas estruturas em classes de comprimento. Foram estabelecidas três classes de medidas verticais e horizontais das folhas galhadas para verificar quais desses locais possuíam maior número de galhas. À medida que houve o aumento das classes de comprimento dos ramos e folhas, maior foi o ataque do galhador a essas estruturas. Ocorreu decréscimo no gradiente de galhas da base em direção ao ápice (classes verticais) e da nervura central às bordas (classes horizontais). Esses resultados demonstram que *E. dispar* possui preferência por induzir galhas em ramos e folhas mais vigorosos, assim como proposto pela Hipótese do Vigor da Planta; o mesmo ocorreu próximo ao pecíolo e nervura central de folhas de *E. uniflora*.

**Palavras-Chave:** Galha, Hipótese do Vigor da Planta, hipótese da preferência, pitanga.

## Introdução

Recursos utilizados por organismos muitas vezes variam em quantidade e qualidade no ambiente, influenciando na distribuição e concentração das espécies dentro de habitats (Gaillard et al., 2010). Devido a isso, locais com melhor qualidade de recursos são mais especiosos e os indivíduos presentes nesses sítios apresentam maior aptidão comparado com co-semelhantes de regiões onde a disponibilidade de recursos é baixa (Gaillard et al., 2010). Espécies que apresentam estágios de vida iniciais sésseis ou com baixa mobilidade precisam se instalar em *microhabitats* que disponibilizem recursos suficientes para seu desenvolvimento até o estágio adulto (Awmack & Leather, 2002; Cornelissen, Fernandes & Vasconcellos-Neto, 2008). Assim, por exemplo, as fêmeas possuem a responsabilidade de determinar sítios ótimos para o desenvolvimento de imaturos altamente dependentes do recurso do local onde o ovo é depositado (Gripenberg et al., 2010). Considerando essas afirmações, a Teoria da Oviposição Ótima (conhecida como hipótese da preferência-performance) prediz que fêmeas de espécies com imaturos sésseis depositarão ovos preferencialmente em *microhabitats* com condições capazes de maximizarem a sobrevivência e desenvolvimento de sua prole e, conseqüentemente, a sua própria aptidão (Jaenike, 1978; Gripenberg et al., 2010).

Dentro da relação entre preferência-performance, Price (1991) propôs a Hipótese do Vigor da Planta (HVP), predizendo que herbívoros são mais abundantes em módulos de plantas mais vigorosas (por exemplo, tamanho da planta e da folha) em relação aos padrões médios exibidos pela população de plantas. Assim, apesar de serem mais raramente disponíveis, estruturas vigorosas aumentam o desempenho e sobrevivência de herbívoros por possuírem recursos de melhor qualidade (por exemplo, mais nutritivos, mais acessíveis ou com menos defesas anti-herbivoria) (Cornelissen et al., 2008, Santos et al. 2008). Uma meta-análise realizada por Cornelissen, Fernandes & Vasconcellos-Neto (2008), corroborou que a HVP para várias guildas de herbívoros com imaturos sésseis, incluindo galhadores, grupo esse em que o sucesso de desenvolvimento depende dos recursos do órgão da planta hospedeira onde a galha foi induzida (Raman, 2003). No entanto, estudos recentes ainda possuem divergências quanto aos resultados da HVP para galhadores, onde alguns desses refutaram ou encontraram maior quantidade de galhas em estruturas vegetativas com baixo vigor (Santos et al., 2011; Jesus et al., 2012; Silva et al., 2015), enquanto outros a corroboraram (Tuller et al., 2012; Malinga

et al., 2014; Oliveira & Almeida-Cortez, 2015). Esses resultados mostram que essa hipótese possui controvérsias na literatura e que são necessários mais trabalhos que avaliem a relação entre vigor e preferência de ataque de galhadores.

Além da qualidade geral da estrutura, o modo que os recursos estão disponíveis e distribuídos ao longo da estrutura da planta podem criar padrões de distribuição de galhas no órgão atacado (Eliason & Potter, 2001; Aoyama, Akimoto & Hasegawa, 2012). No caso de órgãos vegetais que possuem recursos distribuídos de maneira heterogênea, a oviposição e a indução de galhas ocorrem mais abundantemente em sítios que apresentem vantagens durante o desenvolvimento do imaturo da espécie de galhador, como por exemplo, locais com alta qualidade e quantidade de recursos (Aoyama, Akimoto & Hasegawa, 2012). Diversas espécies de galhadores de folhas preferem induzir galhas próximas à nervura central e região basal do limbo foliar, pois os imaturos presentes nesses locais apresentam maior aptidão devido à proximidade de micro-ambientes com maior influxo inicial de nutrientes para todas as regiões da folha (Whitham, 1978; Giertych, Jagodzinski & Karolewski, 2013). No entanto, diferentes padrões de distribuição espacial de galhas em folhas podem existir, pois outros fatores intrínsecos da planta hospedeira podem ser mais vantajosos para a oviposição e desenvolvimento de galhadores comparado com regiões com elevado fluxo de seiva foliar. Por exemplo, ocorre maior abundância de galhas de *Eurytoma* sp. (Eurytomidae) na região média e longe da nervura central nos folíolos de *Caryocar brasiliensis* (Caryocaraceae) devido à baixa quantidade de tricomas e à locais menos susceptíveis ao ataque de inimigos naturais do galhador, respectivamente (Leite et al., 2009). Além disso, as qualidades intrínsecas da folha da planta hospedeira podem não influenciar na seleção de sítios de ataque de algumas espécies de galhadores, pois esses organismos são capazes de manipular compostos defensivos e nutritivos do hospedeiro, o que possibilita a ocorrência de distribuição aleatória ou homogênea (Kimberling & Price, 1996; Raman, 2003).

Para verificar como as características de estruturas e *microhabitats* da planta hospedeira influenciam na seleção de ataque de galhadores, foi escolhida a interação entre *Eugeniamyia dispar* (Diptera: Cecidomyiidae) e sua planta hospedeira, *Eugenia uniflora* (Myrtaceae). Esse sistema é um bom modelo porque a seleção de sítios para o desenvolvimento larval ocorre em duas etapas: uma realizada pela fêmea, que seleciona ramos, folhas e deposita ovos em determinados locais dessas estruturas; e a outra pela fêmea e larva, onde

a fêmea é responsável por localizar um sítio adequado dentro da folha para oviposição, enquanto a larva desloca, embora em mínimas distâncias ao longo da folha, e induzir a galha em um sítio ótimo para o desenvolvimento (Mendonça & Romanowski, 2002). Além disso, estes autores descreveram maior ocorrência de galhas e ovos dessa espécie na nervura principal e longe das bordas das folhas, o que pode indicar que essa espécie seleciona sítios para a indução da galha, conforme Tantawy (2004). Assim, foram formuladas as seguintes perguntas: (i) Qual a relação entre o vigor de módulos da planta hospedeira e a seleção para oviposição da fêmea de *E. dispar*? e (ii) Quais os *microhabitats* verticais e horizontais do limbo foliar são mais atacadas por *E. dispar*? As hipóteses avaliadas serão: (a) ramos e folhas mais vigorosos serão mais atacados e (b) haverá maior incidência de galhas mais próximo do recurso inicial no limbo foliar, ou seja, perto da nervura central e área mais basal.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O estudo de campo foi realizado em abril de 2017 no Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, localizado em Uberlândia, Minas Gerais (18°53'S e 48°15'O). O clima da região é do tipo Aw, com verões predominantemente chuvosos e invernos secos, com temperaturas anuais de aproximadamente 25°C e pluviosidade média de 1.300 mm (Santos et al., 2017). Essa área está inserida no perímetro urbano e é arborizada com diversas espécies de plantas exóticas e nativas do Cerrado, como, por exemplo, plantas lenhosas das famílias Fabaceae, Bignoniaceae e Myrtaceae (Faleiro & Amâncio-Pereira, 2007).

### Espécies do estudo

*Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), conhecida como “pitangueira”, é um arbusto amplamente distribuído da região central até o Sul do Brasil, sendo mais comumente encontrado em formações vegetais de matas do Cerrado e Mata Atlântica (Lorenzi, 2002). Esta espécie pode ser encontrada em ambientes antrópicos, como áreas urbanas e agrícolas, devido à importância na alimentação e cultivo econômico dos frutos (Lorenzi, 2002; Silva, 2006). Essa espécie pode ultrapassar seis metros de altura e apresenta múltiplas ramificações com folhas opostas e semidecíduas (Lorenzi, 2002). As folhas são simples, com nervação do tipo camptódromo-broquidódroma e apresenta tricomas durante os estágios iniciais da ontogenia foliar, sendo perdidos ao final do desenvolvimento (Fontenelle,

Costa & Machado, 1994; Cardoso & Sajo, 2003). *E. uniflora* ainda possui interação com vários fitófagos de vida livre e endofíticos (Liu et al., 2006).

Uma das espécies de herbívoros encontrada em *E. uniflora* é o galhador *Eugeniomyia dispar* Maia, Mendonça & Romanowski, 1996 (Cecidomyiidae). A fêmea de *E. dispar* pode depositar até 30 ovos próximo a região basal de folhas imaturas e, raramente, em brotos de ramos (Maia et al., 1996; Mendonça & Romanowski, 2012). O local de indução da galha é selecionado pela larva de primeiro instar que, apesar da baixa mobilidade, é capaz de deslocar para uma região folha próximo onde ocorreu a oviposição pela fêmea (Mendonça & Romanowski, 2002). As galhas são uniloculares, multivoltínicas e comumente agregadas na base e longe das bordas das folhas, amadurecendo em até quatro semanas após a oviposição, período em que a larva de último instar eclode da galha e empupa no solo até o estágio adulto (Mendonça & Romanowski, 2002; Mendonça & Romanowski, 2012).

### Delineamento experimental

Foram selecionados quatro indivíduos adultos de *E. uniflora* com alturas semelhantes (~ 2 m) e retirados ramos de diversos tamanhos, aleatoriamente, ao longo da copa de cada planta. Todos os ramos e suas respectivas folhas foram acondicionados em sacos plásticos, identificados e levados para triagem em laboratório. As análises dos ramos que apresentavam partes seriamente danificadas, ou com ausência de várias folhas, foram descartados para evitar possíveis erros nas análises. De forma semelhante, foram excluídas folhas galhadas que apresentavam parte do limbo danificado fisicamente, ou que estivessem em estágios ontogenéticos iniciais para evitar a presença de muitas galhas imaturas.

Para avaliar a preferência de ataque de *E. dispar* ao longo do limbo foliar, utilizamos um paquímetro digital calibrado (0,001 mm) para medir o comprimento e largura de folhas galhadas, posteriormente dividindo as mesmas em três regiões, tanto verticais quanto horizontais (Leite et al., 2009). Todas as classes de abrangência dos dois sentidos foram distribuídas através de proporções semelhantes geradas pelo comprimento e largura de cada folha. Dessa forma, para o comprimento foliar, seguindo como ponto de referência do pecíolo até o ápice da folha, classificamos três regiões: basal (compreendendo de 0-33,34% do comprimento do limbo foliar), média (33,4-66,6%) e apical (66,7-100%) (Figura 1a). Considerando a largura, foram categorizadas três áreas, partindo da nervura central em direção às bordas da folha:

nervura (abrangendo de 0-33,3% da largura do limbo), centro (33,4-66,6%) e borda (66,7-100%) (Figura 1b). Nossas coletas foram realizadas após o período de eclosão das larvas de *E. dispar* dos ovos e das galhas (Mendonça & Romanowski, 2012), então contabilizamos somente a presença das galhas como indicativo de preferência de ataque. Utilizamos somente folhas galhadas completamente expandidas para as análises de preferência de indução de galhas no limbo foliar e no vigor das folhas.

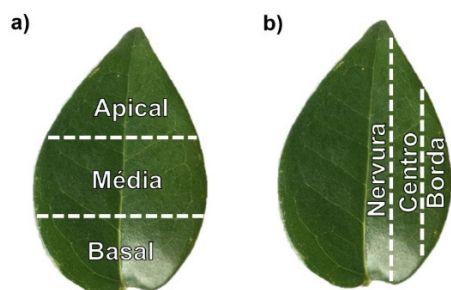


Figura 1. Folhas de *Eugenia uniflora* com as indicações das regiões que dividem o limbo das folhas na horizontal e na vertical. (a) Área apical, média e basal da lâmina foliar; (b) Região da nervura, centro e borda, com disposição horizontal.

As medidas de vigor da planta foram realizadas para todos os ramos (galhados e não galhados) e folhas, porém nessa última estrutura, nós analisamos somente aquelas que apresentavam galhas. Dessa forma, todos os ramos e as folhas galhadas tiveram o comprimento como medida de parâmetro de vigor para o ataque de *E. dispar* (Santos et al., 2008; Santos & Fernandes, 2010; Silva et al., 2015). Nós medimos o comprimento dos ramos (medidos em cm) com o auxílio de uma fita métrica disposta da base até o ápice de cada ramo, enquanto nas folhas galhadas, nós utilizamos um paquímetro digital e determinamos o comprimento pela distância da base até o ápice do limbo foliar (medidos em mm). Nós distribuímos as medidas dos ramos e folhas em diferentes classes de comprimento caulinar e foliar geradas por frequências através do Algoritmo de Sturges (AS) (Sturges, 1926). Assim, o AS foi determinado pela razão entre a amplitude dos valores de cada variável medida (A) e a quantidade de classes dessas variáveis (k) – sendo  $k = 1 + 3,3 * \log n$ ,

onde n é quantidade de ramos medidos – ( $AS = A/k$ ).

#### Análises estatísticas

Todos os valores quantitativos estão representados como média  $\pm$  erro padrão ( $\bar{X} \pm EP$ ). A quantidade de ramos galhados foi verificada através da proporção (%) de ramos presentes em cada classe de comprimento de toda a totalidade dessas estruturas, enquanto que para a abundância de galhas foliares nós utilizamos a quantidade média de galhas presentes nas folhas dentro de cada classe de comprimento foliar. A normalidade dos dados foi testada por meio de testes de normalidade de Lilliefors. Para analisar a quantidade de ramos galhados e a abundância de galhas foliares em relação às classes de comprimento de ramos e folhas galhadas, respectivamente, utilizamos regressões lineares simples. A abundância de folhas foi transformada em logaritmo ( $\log$ ) para atender às premissas do teste estatístico (Zar, 1999). Para verificar a abundância de galhas nas posições ao longo do comprimento e largura das folhas, realizamos testes não paramétricos de Kruskal-Wallis devido à ausência de homocedasticidade, com pós-testes de Tukey para determinar se existiam diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) entre os grupos (Zar, 1999). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Systat 13<sup>®</sup>.

#### Resultados

Foram encontradas 3.820 folhas nos 302 ramos analisados de *E. uniflora*. Dessas estruturas, haviam 3.325 galhas de *E. dispar* presentes em 467 folhas (12% atacadas; média de galhas por folha: 7,12 galhas) em 152 ramos atacados (50,6 % do total; média de galhas por ramo: 21,79 galhas) das amostras. O comprimento dos ramos variou de 3,9 até 69,4 cm, enquanto nas folhas galhadas o comprimento foi de 3,84 até 56,5 mm.

O AS distribuiu as medidas dos ramos e folhas analisados em nove classes de comprimento, com intervalos de 7,3 cm para os ramos e, em nove classes de 6,6 mm para as folhas com galhas. Módulos com classes de comprimentos intermediários foram mais comuns nas amostras, sendo os ramos de quatro classes, com medidas de 25,8 até 47,7 cm, aqueles mais representativos, enquanto nas folhas, a abrangência foi de 23,6 a 43,3, englobando quatro classes (Figura 2).

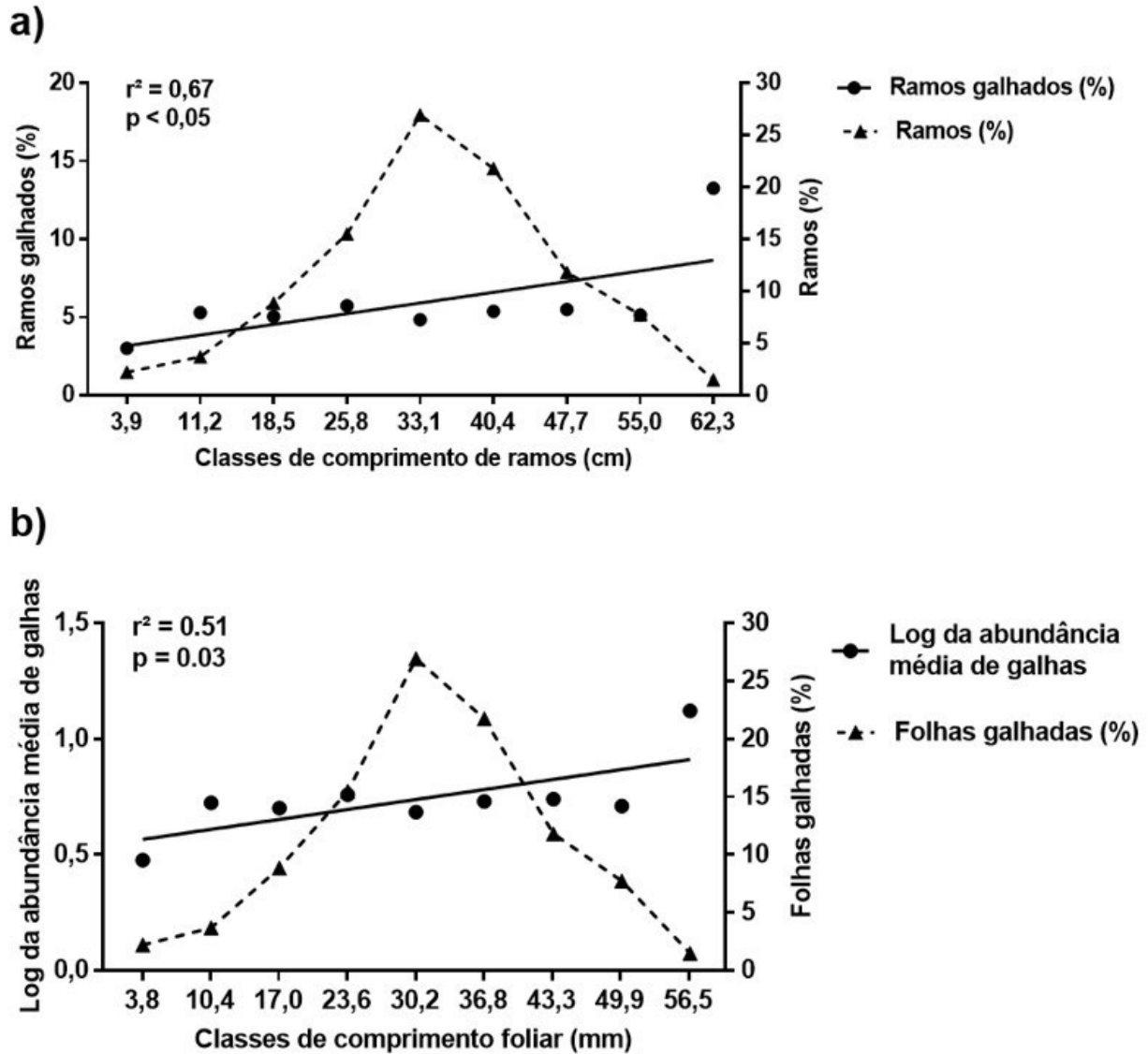


Figura 2. (a) Quantidade de ramos presentes nas classes de comprimento de ramos (cm) de *Eugenia uniflora* e relação entre quantidade de ramos galhados (%) por *Eugeniomyia dispar*; e classes de comprimento dos ramos (Equação da reta:  $y = 0,83 * x + 36,08$ ); (b) Proporção de folhas galhadas (%) por *E. dispar* dentro das classes de comprimento foliar (mm) e regressão linear entre abundância média de galhas e relação as classes de comprimento foliar (Equação:  $y = 0,001 * x + 0,542$ ). A abundância média de galhas foi transformada em logaritmo.

Apesar da alta disponibilidade de ramos com classes intermediárias, a proporção de ramos atacados galhas de *E. dispar* aumentou positivamente com a extensão das classes de comprimento dos ramos ( $F_{1,7} = 14,04$ ;  $r^2 = 66,7$ ;  $p = 0,007$ ;  $y = 0,83 * x + 36,08$ ) (Figura 2a). Da mesma forma que nos ramos, a quantidade de galhas aumentou positivamente e significativamente com o aumento das classes de comprimento das folhas atacadas ( $F_{1,7} = 7,13$ ;  $r^2 = 0,505$ ;  $p = 0,032$ ;  $y = 0,001 * x + 0,542$ ) (Figura 2b). Os resultados indicam que ramos e folhas mais extensos são estruturas preferencialmente selecionadas para a oviposição pela fêmea de *E. dispar*, assim como é previsto pela HVP.

Em relação à distribuição de galhas no limbo foliar, as galhas de *E. dispar* possuíram maior abundância na região basal ( $2,78 \pm 0,19$ ;  $n$  de galhas = 144; 52,8%), média ( $2,04 \pm 0,14$ ;  $n = 106$ ; 38,7%) e apical ( $0,45 \pm 0,05$ ;  $n = 23$ ; 8,5%), respectivamente, apresentando diferença significativa entre esses locais nas folhas ( $H = 193,72$ ;  $n = 273$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 3a). Encontramos um gradiente de abundância de galhas nas regiões horizontais da folha, onde a região mais próxima da nervura ( $3,89 \pm 0,25$ ;  $n = 201$ ; 73,8%) apresentou três vezes mais galhas em relação ao centro ( $1,23 \pm 0,13$ ;  $n = 64$ ; 23,4%) e 25 vezes às bordas ( $0,15 \pm 0,03$ ;  $n = 8$ ; 2,8%) da folha ( $H = 366,12$ ;  $n = 273$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 3b). Os

resultados demonstram que ocorrem gradientes de concentração de galhas a partir da nervura principal e próximo ao pecíolo foliar.

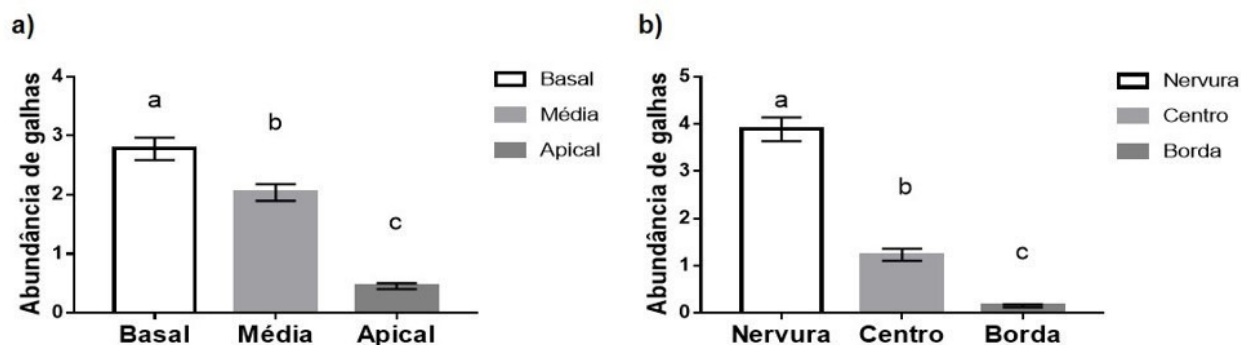


Figura 3. Média  $\pm$  EP da abundância de galhas de *Eugeniomyia dispar* dispostas nas regiões (a) basal, média e apical e (b) na borda, centro e nervura das folhas *Eugenia uniflora*. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

### Discussão

Neste estudo foi encontrada uma maior quantidade de ramos atacados por *Eugeniomyia dispar*, com o aumento das classes dessas estruturas (ramos e folhas) em *Eugenia uniflora*. Os resultados mostraram a mesma relação para a abundância de galhadores em relação ao comprimento foliar, estrutura essa ainda pouco explorada nos estudos com a HVP e que possui grande importância como recurso no desenvolvimento deste grupo de herbívoros (Fritz et al., 2000). Esses dois resultados corroboram a hipótese de que fêmeas preferem ovipor em estruturas mais extensas, as quais são indicativas de elevado vigor da estrutura (Price, 1991; Santos et al., 2008). Além disso, foi confirmado que essa espécie de galhador prefere induzir galhas próximas ao pecíolo e nervura central da folha, e quanto mais distante desses *microhabitats*, mais restrita é a quantidade de galhas em outras regiões do limbo foliar.

A relação positiva e proporcional do ataque de *E. dispar*, associado a ramos e folhas de maior comprimento, é semelhante àquela encontrada em outras espécies desta guilda (Cornelissen, Fernandes & Vasconcellos-Neto, 2008; Malinga et al., 2014). Estruturas vegetativas extensas são mais facilmente acessíveis e possuem recursos que permitem elevado desempenho da larva em desenvolvimento, sendo módulos preferencialmente atacados por fêmeas (Santos et al., 2008; Morrison & Quiring, 2009). A justificativa para esse comportamento ocorre, pois, ramos maiores podem apresentar maior quantidade de folhas, diminuindo a competição por sítios para oviposição e susceptibilidade ao ataque de inimigos naturais (Cornelissen, Fernandes & Vasconcellos-Neto, 2008); enquanto folhas com

maior comprimento podem apresentar maior quantidade de nutrientes (Makhabu et al., 2006; Cornelissen, Fernandes & Vasconcellos-Neto, 2008). Apesar dessas características serem relatadas em outros estudos semelhantes, este estudo testou apenas parte das previsões da HVP, restando para investigações futuras verificar se ocorrem vantagens para imaturos ou fêmeas em induzir galhas em estruturas mais vigorosas, além de analisar quais fatores são responsáveis para essa preferência.

O fato de *E. dispar* induzir galhas preferencialmente próximas à nervura principal e ao pecíolo foliar corrobora os resultados encontrados por Mendonça & Romanowski (2002) para essa espécie. O alto ataque de *E. dispar* nesses locais pode estar relacionado à grande concentração de nutrientes e distribuição inicial de vários recursos para o restante da folha (Tantawy, 2004; Giertych, Jagodzinski & Karolewski, 2013). Desse modo, o desenvolvimento de galhadores nessas regiões permite que o imaturo ecloda mais rapidamente da galha, possua maior sobrevivência e maior aptidão comparada às regiões distais do limbo (Whitham, 1978; Larson & Whitham, 1991; Kimberling & Price, 1996).

Os resultados sugerem que a ocorrência de gradientes decrescentes de galhas próximos à base e à nervura principal da folha resultem da competição entre fêmeas e larvas para ovipor e induzir galhas, respectivamente, sendo o mais próximo possível da nervura central e pecíolo. A qualidade dos recursos provindos desses locais deve diminuir progressivamente ao longo da lâmina foliar e, como galhadores evitam induzir galhas em sítios ocupados por outros indivíduos (Prokopy & Roitberg, 2001), fêmeas e larvas atacam locais disponíveis próximos a essas regiões.

Foi observado que as regiões horizontais (do centro em direção à borda) apresentaram quantidades reduzidas de galhas comparadas com a área de nervura central, condição essa que não aconteceu nas áreas verticais das folhas. Isso pode ter ocorrido devido a nervura central possuir maior quantidade e/ou qualidade de recursos em relação às venações secundárias, dispostas horizontalmente no limbo de *E. uniflora*. Algumas espécies de galhadores são mais abundantes em nervuras mais grossas para adquirirem maior quantidade de recursos (por exemplo, fotoassimilados) (Larson & Whitham, 1991; Aoyama et al., 2012). As folhas de *E. uniflora* são caracterizadas pela venação do tipo camptódromo-broquidódromo, que possui nervuras secundárias com menor diâmetro em relação à nervura principal (Cardoso & Sajo, 2004), explicando a maior preferência dos galhadores pela nervura central. Alternativamente, a indução inicial de galhas próximas à nervura central pode diminuir drasticamente e gradualmente o fluxo de nutrientes, horizontalmente às demais áreas, e inibir a indução de outras galhas nos demais locais. Essas hipóteses podem ser testadas em futuros estudos sobre a preferência de ataque de galhadores.

### Conclusão

A seleção de oviposição de fêmeas de *E. dispar* em ramos e folhas mais vigorosos de *E. uniflora* reforça a hipótese de que estruturas com essas características possuem maior quantidade e/ou qualidade de recursos importantes para o desenvolvimento, e conseqüente sobrevivência, da larva presente na galha. Da mesma forma, o fato da larva dessa espécie induzir galhas próximas ao pecíolo e em nervuras centrais possibilita, de forma direta, uma maior aptidão, visto que possivelmente são locais com maior oferta e qualidade nutricional. No entanto, ainda são necessários outros estudos que avaliem quais são os fatores responsáveis por caracterizarem o padrão de ataque de *E. dispar* em sua planta hospedeira.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Kassio Vinicio Moreira e à Maria Vitória Godoi pela ajuda nas coletas de dados. Agradecemos à Universidade Federal de Uberlândia, à CAPES, à FAPEMIG e à DURATEX pelo suporte logístico e auxílio financeiro. Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Faculdade de Ciências, Filosofia e Letras da Universidade de São Paulo (USP) e ao CNPQ (Processo 140158/2018-9) pelos auxílios à Henrique Venâncio.

### Referências

- AOYAMA, T.; AKIMOTO, S. I.; HASEGAWA, E. 2012. Gall distribution as a compromise between the optimal gall-site selection and the synchrony to host-plant phenology in the aphid *Kaltenbachiella japonica*. *Arthropod-Plant Interactions*, v. 6, n. 3, p. 461-469.
- AWMACK, C. S.; LEATHER, S. R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annu. Rev. Entomol.*, v. 47, n. 1, p. 817-844.
- CARDOSO, M. V.; SAJO, M. G. 2004. Vascularização foliar e a identificação de espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) da bacia hidrográfica do Rio Tibagi, PR. *Ver. Brasil. Bot.*, v. 27, n. 1, p. 47-54.
- CORNELISSEN, T.; FERNANDES, G. W.; VASCONCELLOS-NETO, J. 2008. Size does matter: variation in herbivory between and within plants and the plant vigor hypothesis. *Oikos*, v. 117, n. 8, p. 1121-1130.
- ELIASON, E. A.; POTTER, D. A. 2001. Spatial distribution and parasitism of leaf galls induced by *Callirhytis cornigera* (Hymenoptera: Cynipidae) on pin oak. *Environ. Entomol.*, v. 30, n. 2, p. 280-287.
- FALEIRO, W.; AMÂNCIO-PEREIRA, F. 2007. Arborização viária do campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, MG. *Rev. Cient. Eletr. Eng. Florest.*, v. 6, n. 10, p.1-17.
- FONTENELLE, G. B.; COSTA, C. G.; MACHADO, R. D. 1994. Foliar anatomy and micromorphology of eleven species of *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Bot. J. Linn. Soc.*, v. 116, n. 2, p. 111-133.
- FRITZ, R. S.; CRABB, B. A.; HOCHWENDER, C. G. 2000. Preference and performance of a gall-inducing sawfly: A test of the plant vigor hypothesis. *Oikos*, v. 89, n. 3, p. 555-563.
- GAILLARD, J. M.; HEBBLEWHITE, M.; LOISON, A.; FULLER, M.; POWELL, R.; BASILLE, M.; VAN MOORTER, B. 2010. Habitat-performance relationships: finding the right metric at a given spatial scale. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, v. 365, n. 1550, p. 2255-2265.
- GIERTYCH, M. J.; JAGODZINSKI, A. M.; KAROLEWSKI, P. 2013. Spatial distribution of *Cynips quercusfolii* (Hymenoptera: Cynipidae)

galls on leaves and within the crowns of oak trees. *Eur. J. Entomol.*, v. 110, n. 4, p. 657-661.

GRIPENBERG, S.; MAYHEW, P. J.; PARNELL, M.; ROSLIN, T. 2010. A meta-analysis of preference–performance relationships in phytophagous insects. *Ecol. Lett.*, v. 13, n. 3, p. 383-393.

JAENIKE, J. 1978. On optimal oviposition behavior in phytophagous insects. *Theor. Popul. Biol.*, v. 14, n. 3, p. 350-356.

JESUS, F. M.; SILVA, J. O.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, G. W. 2012. Differential female attack and larval performance of a galling cecidomyiid on the host, *Astronium fraxinifolium* (Anacardiaceae), in contrasting habitats. *Entomol. News*, v. 122, n. 1, p. 10-21.

KIMBERLING, D. N.; PRICE, P. W. 1996. Competition, Leaf Morphology, and Host Clone Effects on Leaf-Galling Grape Phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae). *Environ. Entomol.*, v. 25, n. 5, p. 1147-1153.

LARSON K. C.; WHITHAM, T. G. 1991. Manipulation of food resources by a gall-inducing aphid: the physiology of sink-source interactions. *Oecologia*, v. 88, n. 1, p. 15-21.

LEITE, G. L. D.; VELOSO, R. V. D. S.; SILVA, F. W. S.; GUANABENS, R. E. M.; FERNANDES, G. W. 2009. Within tree distribution of a gall-inducing *Eurytoma* (Hymenoptera, Eurytomidae) on *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). *Rev. Bras. Entomol.*, v. 53, n. 4, p. 643-648.

LIU, H.; STILING, P.; PEMBERTON, R. W.; PEÑA, J. 2006. Insect herbivore faunal diversity among invasive, non-invasive and native *Eugenia* species: implications for the enemy release hypothesis. *Florida Entomol.*, v. 89, n. 4, p. 475-484.

LORENZI, H. 2002. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, Vol. 1, 4ª edição, Editora Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

MAIA, V. C.; MENDONÇA, M. D. S. JR.; ROMANOWSKI, H. P. 1996. *Eugeniamyia dispar* gen. n. and sp. n. (Diptera, Cecidomyiidae, Lasiopteridi) associated with *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) in Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, v. 13, n. 4, p. 1087-1090.

MAKHABU, S. W.; SKARPE, C.; HYTTEBORN, H.; MPOFU, Z. D. 2006. The plant vigour hypothesis revisited—how is browsing by ungulates and elephant related to woody species growth rate? *Plant Ecol.*, v. 184, n. 1, p. 163-172.

MALINGA, G. M.; VALTONEN, A.; NYEKO, P.; ROININEN, H. 2014. Bottom-up manipulations alter the community structures of galling insects and gall morphs on *Neoboutonia macrocalyx* trees in a moist tropical rainforest. *Agr. Forest. Entomol.*, v. 16, n. 3, p. 314-320.

MENDONÇA, M. D. S. JR.; ROMANOWSKI, H. P. 2002. Life history of the gall-maker *Eugeniamyia dispar* Maia, Mendonça-Jr. & Romanowski, 1996 (Diptera, Cecidomyiidae). *Braz. J. Biol.*, v. 62, n. 2, p. 277-283.

MENDONÇA, M. D. S. JR.; ROMANOWSKI, H. P. 2012. Population ecology of the multivoltine Neotropical gall midge *Eugeniamyia dispar* (Diptera, Cecidomyiidae). *Iheringia, Sér. Zool.*, v. 102, n. 2, p. 170-176.

MORRISON, A.; QUIRING, D. 2009. Intra-plant heterogeneity influences the preference and performance of juveniles and adults of a gall midge. *Ecol. Entomol.*, v. 34, n. 2, p. 287-295.

OLIVEIRA, J. A. B.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. 2015. Herbivoria em *Dalbergia ecastophyllum* em área de restinga do Norte de Pernambuco, Brasil. *Nat. Online*, v. 14, n. 4, p. 151-154.

PRICE, P. W. 1991. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. *Oikos*, v. 62, n. 2, p. 244-251.

PROKOPY, R. J.; ROITBERG, B. D. 2001. Joining and avoidance behavior in nonsocial insects. *Annu. Rev. Entomol.*, v. 46, n. 1, p. 631-665.

RAMAN, A. 2003. Cecidogenetic behavior of some gall-inducing thrips, psyllids, coccids, and gall midges, and morphogenesis of their galls. *Orient. Insects*, v. 37, n. 1, p. 359-413.

SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C.; TORRES, J. L. R. 2017. Natural regeneration in anthropogenic environments due to agricultural use in the cerrado, Uberaba, MG, Brazil. *Biosci. J.*, v. 33, n. 1, p. 169-177.

SANTOS, J. C., SILVEIRA, F. A. O.; FERNANDES, G. W. 2008. Long term oviposition preference and larval performance of *Schizomyia*



*macrocapillata* (Diptera: Cecidomyiidae) on larger shoots of its host plant *Bauhinia brevipes* (Fabaceae). *Evol. Ecol.*, v. 22, n. 1, p. 123-137.

SANTOS, J. C.; FERNANDES, G. W. 2010. Mediation of herbivore attack and induced resistance by plant vigor and ontogeny. *Acta Oecol.*, v. 36, n. 6, p. 617-625.

SANTOS, J. C.; TAVARES, C. B.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. 2011. Plant Vigor Hypothesis refuted: preference-performance linkage of a gall-inducing weevil on small-sized host plant resources. *Braz. J. Biol.*, v. 71, n. 1, p. 65-69.

SILVA, M. H. D. M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. D.; SILVA, E. A.; SANTOS, J. C. 2015. Relationship between gall-midge parasitism, plant vigor, and developmental instability in *Ouratea polygyna* Engl. (Ochnaceae) in a patch of a Brazilian Atlantic Forest. *Acta Bot. Bras.*, v. 29, n. 2, p. 274-277.

SILVA, S. D. M. 2006. Pitanga. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 28, n. 1, p. 1.

STURGES, H. A. 1926. The choice of a class interval. *J. Am. Stat. Assoc.*, v. 21, n. 153, p. 65-66.

TANTAWY, M. E. 2004. Morpho-anatomical study on certain taxa of Myrtaceae. *Asian J. Plant Sci.*, v. 3, n. 3, p. 274-285.

TULLER, J.; QUEIROZ, A. C. M.; LUZ, G. R.; SILVA, J. O. 2012. Gall-forming insect attack patterns: a test of the Plant Vigor and the Resource Concentration Hypotheses. *Biotemas*, v. 26, n. 1, p. 45-51.

WHITHAM, T. G. 1978. Habitat selection by Pemphigus aphids in response to response limitation and competition. *Ecology*, v. 59, n. 6, p. 1164-1176.

ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Pearson Education, India.