

GALHAS EM *Manihot esculenta* CRANTZ (EUPHORBIACEAE): AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA ARQUITETURA E NA PRODUTIVIDADE DA PLANTA HOSPEDEIRA



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

*Infestation formed by leaf galls in **Manihot esculenta** Crantz (Euphorbiaceae): evaluation of the impacts in the architecture and productivity of the host plant*

*Infestación por agallas foliares en **Manihot esculenta** Crantz (Euphorbiaceae): evaluación de los impactos en la arquitectura y en la productividad de la planta hospedera*

Claudia Scareli-Santos¹, Patrícia Carneiro Silva², Andréia Sampaio Carneiro³, Sillionamã Pereira Dantas⁴

¹Docente no Curso de Licenciatura em Biologia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO, Brasil.

²Pós-graduanda no Curso de Gestão, Licenciamento e Auditoria Ambiental, Universidade Norte do Paraná, Brasil.

³Licenciada em Biologia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO, Brasil.

⁴ Licenciado em Biologia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO, Brasil.

*Correspondência: Universidade Federal do Tocantins, campus universitário de Araguaína. Av. Paraguai, esq. c/Rua Uxiramas, s/nº CIMBA 75801615 - Araguaína, TO – Brasil. E-mail scareliclaudia@uft.edu.br.

Artigo recebido em 15/11/2017 aprovado em 23/03/2018 publicado em 30/06/2018.

RESUMO

Objetivou-se descrever a infestação por galhas foliares em *M. esculenta* e avaliar os impactos na arquitetura e produtividade da planta em uma área com cultivo localizada na Fazenda Santa Rita em Wanderlândia, TO. Foram escolhidos aleatoriamente 20 indivíduos por área, sendo 10 infestados e 10 sadios, e mensurados o número de galhas por folha, localização no limbo foliar, número de ramos por planta, quantidade de folhas por indivíduo, número de raízes por planta, comprimento e o peso das raízes. Os resultados indicaram que a espécie *M. esculenta* apresenta galhas do tipo cilíndrica, verdes, com tricomas tectores, monotálama e com um indutor por loja. A infestação foi mais relevante na chuvosa e um maior número de galhas foi observado na borda do plantio. A região entre nervuras do limbo foliar apresentou maior número de galhas, enquanto os indivíduos infestados apresentaram maior número de ramos quando comparados aos sem infestação, a região periférica apresentou raízes mais longas; o peso das raízes não impactou de forma negativa na produtividade. A pesquisa desenvolvida envolve os aspectos do sistema *Manihot esculenta* e *Jatrophobia brasiliensis* (Diptera: Cecidomyiidae), sendo estes os primeiros resultados registrados na literatura científica para o Tocantins.

Palavras-chave: Mandioca, *Jatrophobia brasiliensis*, Tocantins.

ABSTRACT

This research aimed to describe the leaf gall infestation in *M. esculenta* and to evaluate its impact on architecture and plant productivity in a cultivated area from the Farm Santa Rita in Wanderlândia, TO. There were randomly chosen 20 individuals per area, from which ten were infested and ten healthy, and measured the quantity of galls per leaf, the location of the galls in the leaf blade, the number of branches in the leaves quantity, the quantity of leaf per individual and the number, length and weight of the roots. The results indicate that *M. esculenta* presents monotalamous green cylindrical galls with tector trichomes and they have a single larva of the inductor. The infestation was more relevant in the rainy one and a bigger number of galls were observed in the border of the plantation. The region between the veins and the leaf surface presented greater abundance of galls, while the infected individuals showing major number of branches when compared to the non-infested ones, the peripheral

region exhibit longer roots; the roots weight have not a negative impact in the production. The developed research comprehend the first results for *Manihot esculenta* and *Jatrophobia brasiliensis* (Diptera: Cecidomyiidae) that were registered in the State Tocantins scientific literature.

Keywords: *Cassava*, *Jatrophobia brasiliensis*, Tocantins.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue describir la infestacion por agallas em la hojas de *M. esculenta* y avaliar los impactos en la arquitectura y productividad vegetal em un área de cultivo situada en la Hacienda Santa Rita, Wanderlândia, TO. Fueran colectados alectoriamente 20 individuos por área, siendo 10 infestados y 10 no infestados, y medidos el numero de agallas por hoja, localización em el limbo foliar, número de ramos por individuo, de hojas por individuo, número de raíces por planta, longitud y el peso de las raíces. Los resultados evidenciaron que la especie *M. esculenta* presenta agallas cilíndrica, verdes, com tricomas tectores, monotálama y un inductor por loculo. La infestation fue más expressiva em la estación lluviosa, com um mayor numero de agallas em la borda del plantio. La región entre nervuras do limbo foliar presentó mayor numero de agallas, mientras los individuos infectados presentaron, mayor numero de ramas. La región periférica presentó raíces más larga; el peso de las raíces no hay impactado de manera negativa en la productividad. La presente investigación sobre los aspectos del sistema *Manihot esculenta* y *Jatrophobia brasiliensis* (Diptera: Cecidomyiidae) son los primeiros resultados registrados em la literatura científica para el estado de Tocantins.

Descriptor: Yuca, *Jatrophobia brasiliensis*, Tocantins.

INTRODUÇÃO

A espécie *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), popularmente conhecida como mandioca, é cultivada atualmente em todas as regiões dos trópicos. Apresenta papel econômico importante para o Brasil e é consumida principalmente *in natura*, como farinha e produtos industrializados (FIALHO et al. 2002); a parte aérea é utilizada como forragem proteica.

Segundo BÄRTELS (2007) a mandioca é largamente empregada em pequenas propriedades, uma vez que não necessita de muitos cuidados. Possui maior rendimento em relação a todas as espécies com tubérculos ou raízes tuberosas, os quais podem permanecer no solo sem decompor durante muitos anos. As variedades modernas, que atingem alto índice de produção, também são cultivadas em plantações para a obtenção de farinha, fécula e biomassa para alimentação de animais.

Na região norte do Brasil a relação entre produção e consumo na alimentação humana dos Estados de Roraima e do Pará está próxima da média brasileira que é de 23,00%, considerando apenas o

consumo das raízes cozidas e farinha. Rondônia apresenta a menor relação com 7,20%; seguida pelo Acre e Tocantins, com 11,27% e 14,56% respectivamente. No limite superior, encontram-se o Amazonas com 68,50% e o Amapá, com 73,34% (NETO e MARCOLAN, 2010).

No campo da Biologia poucos são os estudos relacionados à cultura de *M. esculenta* e com relação aos insetos indutores de galhas temos um número bem restrito (VITÓRIO, 2007). As galhas são definidas como alterações no padrão de crescimento e desenvolvimento de tecidos vegetais devidos à ação de galhadores. Estas alterações promovem a hipertrofia, aumento no tamanho das células, e a hiperplasia, o aumento no número de células devido aos estímulos do indutor (MANI, 1964; ROHFRITSCH e SHORTHOUSE, 1982).

As galhas são induzidas por diferentes organismos, sendo frequentes os insetos pertencentes às famílias Agromyzidae, Cecidomyiidae (Diptera) e Cynipidae (Hymenoptera), os quais ovipositam no tecido vegetal hospedeiro. A larva ao se alimentar envia estímulos mecânicos e químicos induzindo a

formação de várias camadas de tecido sobre o galhador. O desenvolvimento da galha cessa com a diminuição dos estímulos químicos e mecânicos do indutor (HARTLEY, 1998, MANI, 1964).

A estrutura da galha proporciona proteção ao indutor da perda de água e do ataque de parasitoides, além de fornecer alimento, o que pode ocasionar alterações no fluxo de seiva e mudanças expressivas na arquitetura (SILVA et al., 1995). A infestação por galhas provoca alterações na morfologia e também na produtividade das espécies hospedeiras (ESPÍRITO-SANTO et al., 2004; FERNANDES, 2004).

As galhas desenvolvem mais frequentemente nas folhas e podem apresentar uma grande variedade de morfotipos SCARELI-SANTOS et al., 2015) Também são observadas alterações na constituição química quanto aos compostos nitrogenados, fenólicos e lipídicos (ABRAHAMSON et al., 1991, SCARELI-SANTOS e VARANDA 2003; SCARELI-SANTOS; TEIXEIRA e VARANDA 2008). O acúmulo de substâncias fenólicas é considerado um mecanismo de defesa das galhas, responsável em inibir a ação de herbívoros e parasitas (OLIVEIRA et al., 2006).

Os estudos sobre interações entre a planta hospedeira e galhador vêm se destacando ao longo das últimas três décadas, no entanto alguns estados brasileiros apresentam carência de informação científica, principalmente os que se localizam na região norte do país, dentre eles está o Tocantins. Aliado a este fato está o baixo número de estudos relacionando infestação por galhas com a produtividade de espécies de interesse agrícola, como a cultura da *M. esculenta*.

O presente trabalho objetivou descrever a morfologia da galha foliar de *M. esculenta* (Euphorbiaceae); a obtenção do indutor da galha foliar; comparar os valores de infestação por galhas nos indivíduos localizados nas regiões periférica e

central do plantio, durante as estações seca e chuvosa; descrever as modificações na arquitetura e na produtividade da planta hospedeira.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Santa Rita, localizada no município de Wanderlândia, TO, localizada entre os meridianos 485°47.6"- 485°18.9" W e os paralelos 657°4.1-6541.8" S. Inicialmente foi demarcada uma área de plantio orgânico de *Manihot esculenta* Crantz, variedade mandioca pão, com 200 indivíduos cujo plantio ocorreu em dezembro de 2013. Os indivíduos infestados por galhas foliares foram identificados e numerados.

As coletas ocorreram nas estações seca (agosto/2014) e chuvosa (dezembro/2014), os indivíduos amostrados possuíam 8 e 12 meses respectivamente. O material foi coletado segundo a técnica de Fidalgo; Bononi (1988), etiquetados, armazenados em sacos plásticos e levados ao laboratório.

Foi realizada a descrição morfológica da galha segundo a metodologia proposta por Floate et al. (1996), com modificações de Scareli-Santos, Varanda e Urso-Guimarães (2005). Para a descrição dos tricomas, foi utilizado como referência o trabalho de Payne (1978). Também foram examinadas características internas como forma, número de câmaras larvais e número de larvas do indutor por lóculo.

Parte do material com galhas foi destinada à obtenção dos insetos indutores. No laboratório, ramos com folhas e galhas foram colocados em frascos etiquetados, com água e fechados com tecido de nylon com trama fechada como descrito por Urso-Guimarães et al. (2003). Foram realizadas observações diárias e os insetos adultos nascidos foram colocados em frascos com álcool 80% para identificação por especialista.

Para o estudo da distribuição espacial das galhas nas folhas de *M. esculenta* foi utilizada a metodologia de Scareli-Santos (2001). Nos mesmos indivíduos marcados anteriormente, foram mensurados o número total de folhas não infestadas por galhas e de folhas infestadas por ramo, a altura do indivíduo e a localização dentro do plantio, se ocupava a região periférica ou central da área. As plantas desta parte do experimento foram monitoradas durante as estações seca e chuvosa, correspondente ao período de julho e dezembro de 2014.

Nas folhas foram analisados os seguintes aspectos: ocorrência da galha quanto à superfície abaxial e/ou adaxial das folhas, se marginal, junto às nervuras secundárias, sobre a nervura principal, entre as nervuras ou se ocorre no pecíolo. Os indivíduos amostrados neste item passaram por processo de escaneamento e os arquivos digitalizados foram armazenados em um banco de dados.

Para determinar as modificações na arquitetura da planta foram avaliados a distribuição do número de ramos e de folhas, infestadas e sadias, dos indivíduos amostrados. Para a análise da produtividade foi realizada uma coleta em dezembro de 2014 (estação chuvosa) nas regiões periférica e central da área de plantio, onde foram amostrados 20 indivíduos sem infestação e outros 20 infestados por galhas, de mesma idade e de alturas similares. Foram avaliadas a quantidade (número), comprimento em centímetros (cm) e peso em quilos (Kg) das raízes de *M. esculenta*

Em todas as análises estatísticas foi utilizado o Software BioEstat, 2007 (AYRES et al., 2007). Todos os dados receberam tratamento estatístico não paramétrico com a aplicação do teste de Wilcoxon para avaliar as diferenças entre as variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

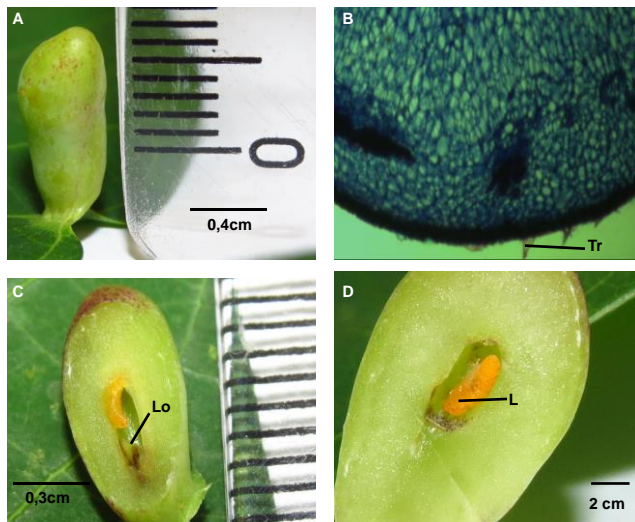
Morfologia da galha foliar

Foram observadas galhas do tipo cilíndrico na face adaxial da folha, fechadas, de coloração verde, quando jovem (Fig. 1A), a lilás quando maduras; de ocorrência isolada em sua maioria. Possuem poucos tricomas do tipo tector (Fig. 1B) somente visíveis ao microscópio, e aderência parcial na superfície adaxial; internamente apresentou uma câmara larval (Fig. 1C), com formato ovalado e com uma larva do inseto indutor (Fig. 1D).

O inseto indutor das galhas foliares de *M. esculenta* foi identificado como *Jatrophobia brasiliensis* (Rübsaamen, 1907) (Diptera: Cecidomyiidae), o qual é popularmente conhecida como mosca-das-galhas e, segundo Farias et al. (2007), é um dos artrópodes mais frequentes na cultura da mandioca juntamente com outras pragas como os insetos não galhadores *Scirtothrips manihoti* Bondar, 1924 (Thysanoptera: Thripidae), *Aleurothrixus aepim* (Goleldi 1886) (Hemiptera, Aleyrodidae), *Vatiga illudens* (Drake 1922) (Hemiptera: Tingidae), *Erinnyis ello* (Linnaeus 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) e *Manonychellus tanajoa* (Bondar 1938) (Acari: Tetranychidae).

Os insetos galhadores podem desenvolver galhas nas diversas partes da planta, tais como folhas, caules, raízes, flores e frutos. Os exemplos de galhas foliares são os mais numerosos e segundo Edwards; Wratten (1981), isso se deve ao fato de que as folhas são órgãos aéreos que ocupam o mesmo ambiente onde ocorre a maioria dos insetos; é o órgão que possui a maior área exposta em comparação com os demais, além de serem ricos em nutrientes como açúcares e nitrogênio devido ao processo fotossintético.

Figura 1. Galha cilíndrica de *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae). A) vista geral da galha entomógena. B) Foto de microscopia óptica do Corte transversal de estrutura galígena com presença de tricomas tectores (Tr) Aumento de 400X; coloração azul de astra; C) Corte longitudinal da galha evidenciando um único lóculo (Lo). D) Corte longitudinal da estrutura galígena com indicação da larva do inseto indutor (L). Fonte: SILVA, P. C. 2015; DANTAS, S. P. 2015.



Distribuição espacial da galha nos indivíduos e no limbo foliar

A infestação por galhas foliares em *M. esculenta* ocorreu em ambas as estações sendo que a maior ocorrência está concentrada na estação chuvosa e na periferia do plantio ($p < 0,05$) (Tab. 1).

Tabela 1. Número de galhas foliares de *Manihot esculenta* nas estações seca e chuvosa distribuídos nas regiões periférica e central da área de plantio.

| Estação | Regiões | |
|---------|--------------------|--------------------|
| | Periférica | Central |
| Seca | 49 ^{a1} | 26 ^{b1} |
| Chuvosa | 1415 ^{a2} | 1075 ^{b2} |

Os valores nas linhas seguidos de letras diferentes indicam diferenças significativas entre as regiões central e periférica. Nas colunas valores seguidos de números diferentes significam que ocorrem diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa (Teste de Wilcoxon $p < 0,05$).

A maior ocorrência de galhas no período chuvoso pode estar associada com a presença de folhas jovens e expandidas, implicando no aumento do número de sítios de oviposição pela fêmea do galhador, como observado por Silva e Almeida-Cortez (2006) e por Araújo e Santos (2009). Cabe

ressaltar que a coleta referente a estação chuvosa corresponde a fase fenológica da mandioca onde ocorre o início do segundo ciclo, com o predomínio do desenvolvimento da parte vegetativa, destacando a formação de novas folhas. A distribuição espacial das galhas no limbo foliar de *M. esculenta* foi expressivamente maior na região denominada entre nervuras, em ambas as estações, em indivíduos situados nas duas regiões do plantio (Tab. 2).

Tabela 2. Número de galhas, distribuídas nas regiões entre nervuras e na nervura principal, das folhas de *Manihot esculenta*, localizados na periferia (A) e na região central (B) da área de plantio durante as estações seca e chuvosa.

| A) | Região Periférica | |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| | Estações | |
| | Seca | Chuvosa |
| Nervura Central | 13 ^{a1} | 168 ^{b1} |
| Entre nervuras | 36 ^{a2} | 1247 ^{b2} |
| B) | Região Central | |
| | Estações | |
| | Seca | Chuvosa |
| Nervura Central | 07 ^{a1} | 286 ^{b1} |
| Entre nervuras | 19 ^{a2} | 789 ^{a2} |

Os valores nas linhas seguidos de letras diferentes indicam diferenças significativas entre as regiões central e periférica. Nas colunas valores seguidos de números diferentes significam que ocorrem diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa (Teste de Wilcoxon $p < 0,05$).

Modificações na arquitetura da planta hospedeira

O número de folhas nos indivíduos infestados é menor, entretanto as análises estatísticas não evidenciaram diferenças significativas, o que sugere que esta variável independe da posição do indivíduo no plantio e da condição de infestação (Tab. 3).

Tabela 3. Número de folhas de *Manihot esculenta* em indivíduos infestados e sem infestação nas regiões periférica e central da área do plantio.

| | Número total de folhas | |
|----------------|------------------------|--------------------|
| | Regiões | |
| | Periférica | Central |
| Sem infestação | 2386 ^{a1} | 1671 ^{b1} |
| Infestado | 2374 ^{a2} | 1249 ^{b2} |

Os valores nas linhas seguidos de letras diferentes indicam diferenças significativas entre as regiões periférica e central. Nas colunas valores seguidos de números diferentes significam que ocorrem diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa (Teste de Wilcoxon $p < 0,05$).

Nas estações seca e chuvosa o número de ramos foi significativamente maior nos indivíduos infestados em ambas as regiões, não apresentando diferenças entre as regiões de amostragem central e periférica. Entretanto na estação chuvosa foi observado nos indivíduos sem infestação localizados na periferia um número significativamente maior de ramos (Tab. 4). Estes resultados evidenciam uma modificação na arquitetura dos indivíduos de *M. esculenta*, corroborando assim com Silva, Andrade e Fernandes (1995). Segundo estes autores algumas espécies vegetais infestadas por galhadores podem apresentar respostas compensatórias como o aumento no número de ramos, entretanto é importante mencionar que esta estação coincide com a fase fenológica marcada pelo início de novos ramos e folhas; a estação seca correspondeu a fase onde no desenvolvimento vegetal foi destinado mais recursos nutricionais objetivando o aumento do diâmetro das raízes de *M. esculenta*.

Tabela 4. Número de ramos presentes nos indivíduos de *Manihot esculenta*, infestados e sem infestação, nas estações seca (A) e chuvosa (B), regiões periférica e central da área do plantio.

| A) | Estação Seca | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
| | Regiões | |
| | Periférica | Central |
| Ramos | | |
| Sem infestação | 115 ^{a1} | 104 ^{a1} |
| Infestados | 135 ^{a2} | 131 ^{a2} |

| B) | Estação Chuvosa | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
| | Regiões | |
| | Periférica | Central |
| Ramos | | |
| Sem infestação | 138 ^{a1} | 121 ^{b1} |
| Infestados | 161 ^{a2} | 154 ^{a2} |

Os valores nas linhas seguidos de letras diferentes indicam diferenças significativas entre as regiões central e periférica. Nas colunas valores seguidos de números diferentes significam que ocorrem diferenças significativas entre os indivíduos infestados e os sem infestação (Teste de Wilcoxon $p < 0,05$).

Impacto na produtividade

Na região periférica os indivíduos infestados apresentaram raízes significativamente maiores quando comparados com os espécimes sadios. Não foram observadas diferenças entre as regiões do

plantio (Tab. 5), provavelmente está associado a questão nutricional do solo do plantio, entretanto são necessários estudos adicionais para verificar este fato. Hartley (1998), afirma que os insetos galhadores podem atuar como drenadores de metabólitos, durante o processo de formação da galha, alterando fluxo de absorção de nutrientes das partes periféricas para o local onde está a estrutura galígena. Além disso, podem ocorrer alterações hormonais principalmente auxinas (Mani, 1964) ou, ainda, pode ocorrer sequestro hormonal da espécie hospedeira visando a formação das galhas (WEIS; WOLFE e GORMAN, 1989)

Os resultados mostraram que a ocorrência de galhas foliares não influenciou na produtividade das plantas de *M. esculenta* (Tab. 6). O qual pode estar associado com a localização da galha, retirando provavelmente quantidades pequenas de nutrientes para a manutenção da estrutura galígena.

Tabela 5. Tamanho médio (cm) das raízes de *Manihot esculenta* dos indivíduos infestados e não infestados amostrados nas regiões central e periférica da área do plantio.

| | Tamanho médio (cm) das raízes | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------|
| | Regiões | |
| | Periférica | Central |
| Sem infestação | 21,15 ^{a1} | 20,60 ^{a1} |
| Infestado | 25,42 ^{a2} | 13,04 ^{a1} |

Os valores nas linhas seguidos de letras iguais indicam a ausência de diferenças significativas entre as regiões periférica e central. Nas colunas valores seguidos de números diferentes significam que ocorrem diferenças significativas entre os indivíduos sem infestação e os infestados. (Teste de Wilcoxon $p < 0,05$).

Os resultados mostraram que a ocorrência de galhas foliares não influenciou na produtividade das plantas de *M. esculenta* (Tab. 6). O qual pode estar associado com a localização da galha, retirando provavelmente quantidades pequenas de nutrientes para a manutenção da estrutura galígena.

Tabela 6. Produtividade em quilos (Kg) das raízes de *Manihot esculenta* dos 20 indivíduos infestados e dos 20 não infestados, amostrados nas regiões periférica e central da área do plantio.

| | Produtividade (kg) das raízes | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------|
| | Regiões | |
| | Periférica | Central |
| Sem infestação | 38,40 ^{a1} | 40,30 ^{a1} |
| Infestado | 49,70 ^{a1} | 37,50 ^{a1} |

Os valores nas linhas seguidos de letras diferentes indicam diferenças significativas entre as regiões central e periférica. Nas colunas valores seguidos de números diferentes significam que ocorrem diferenças significativas entre os indivíduos sem infestação e os infestados. (Teste de Wilcoxon $p < 0,05$).

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, concluímos que a infestação por galhas cilíndricas nas folhas de *Manihot esculenta* ocorre em ambas as estações do ano, sendo mais elevada no período chuvoso; o maior número de galhas foi verificado na região periférica do plantio; a região entre nervuras do limbo foliar apresentou maior concentração de galhas; foi observado modificação na arquitetura dos indivíduos infestados, com aumento no número de ramos; não foi observada uma relação entre a produtividade e a incidência de galhas.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem às professoras Dra Maria Virginia Urso-Guimarães (UFSCar, *campus* Sorocaba) e Dra Vivian Eliana Sandoval Gómez (UFT, *campus* Araguaína) pela colaboração na identificação do inseto galhador e na orientação quanto a grafia correta das espécies dos insetos citados no texto, à professora MSc Fernanda Vital (UFT, *campus* Araguaína) pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados e ao CNPq/UFT pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMSON, W. G.; WEIS, A. E. Nutritional ecology of arthropod gall makers. In: F. SLANSKY Jr. & RODRIGUES, J.G. (Eds.). **Nutritional ecology of insect, mites, spiders and related invertebrates**. New York: John Wiley & Sons, 1987.p. 235-258,

ABRAHAMSON, W.G., MCCREA, K.D., WHITWELL, A.J.; VERNIERI, L.A. The role of phenolic in goldenrod ball gall resistance. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 19 n.8, p.615-622. 1991.

AYRES, M., AYRES-Jr, M., AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas**. Versão 5.0. Belém, Pará: Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq, 2007.

ARAÚJO, W. S.; SANTOS, B. B. Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 300-303, jun. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262009000200014)

S0085-56262009000200014>. Acesso: 10 nov. 2014.

BÄRTELS, A. **Guia de plantas tropicais: plantas ornamentais, plantas úteis, frutos exóticos**. Rio de Janeiro: Lexikon. 2007. 379p.

BEGON, M., TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007, 354 p.

EDWARDS. P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. 1. Ed. São Paulo: EPU, 1981, 71p.

ESPÍRITO-SANTO, M. M., FARIA, L. M., FERNANDES, G. W. Parasitoid attack and its consequences to the development of the galling psyllid *Baccharopelma dracunculifolia*. **Basic and Applied Ecology**, v. 5, p. 475-484, 2004.

FERNANDES, G. W. 1994. Fernandes GW (1994) Plant mechanical defenses against insect herbivory. **Revista Brasileira Entomologia** v. 38, n.2, p. 421–433, 1994.

- FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L.; FILHO, J. R. F. Artrópodes – praga associados à cultura da mandioca em Presidente Tancredo Neves, BA. **Raízes e amidos Tropicais**, XII Congresso Brasileiro de Mandioca. Edição especial. Paranavaí, 2007. Disponível em: <http://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/search/searc>. Acesso 20 Mar. 2015.
- FIALHO, J. F., FUKUDA, W. M. G., PEREIRA, A. V., JUNQUEIRA, N. T. V.; GOMES, A. C. Avaliação de variedades de mandioca de mesa nas condições de Cerrado do Distrito Federal. Planaltina, DF. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** n^o 73: EMBRAPA Cerrados, Brasília DF. 2002, 20p.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Instituto de Botânica, São Paulo- SP, 1989.
- FLOATE, K.; FERNANDES, G. W.; NILSSON, J. Distinguish intrapopulational categories of plants by their insect fauna: galls on rabbitbrush. **Oecologia** v. 105, p. 221-229, 1996.
- HARTLEY, S. E. The chemical composition of plant galls: are levels of nutrients and secondary compounds controlled by the gall-formed? **Oecologia** v. 113, p. 492-501, 1998.
- ISAIAS, R. M. S.; CARNEIRO, R. G. S.; SANTOS, J. C. OLIVEIRA, D. C. Gall Morphotypes in the Neotropics and the Need to Standardize Them In FERNANDES, G. W.; SANTOS, J. C. (org.) **Neotropical Insect Gall**. 1 ed. Springer, p. 51-68, 2014.
- KRAUS, J. E. Galhas: morfogênese, relações ecológicas e importância econômica. In: TISSOT-SQUALLI (Org.). **Interações ecológicas e biodiversidade**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2009.
- MANI, M. S. **Ecology of plant galls**. The Hague Netherlands: W. Junk. 1964, 434p.
- NETO, C. R.; MARCOLAN, L. A. Estudo exploratório acerca do comportamento de consumo de mandioca e derivados no Brasil, com ênfase na Região Norte. In: **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Embrapa Rondônia. Campo Grande, 2010, p.1-20.
- OLIVEIRA, D. C., CHRISTIANO, J. C. S., SOARES, G. L. G.; ISAIAS, R. M. S. Reações de defesas químicas e estruturais de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (Fabaceae) a ação do galhador *Euphalerus ostreoides* Crawf. (Hemiptera: Psyllidae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n.4, p. 657-667, 2006.
- PAYNE, W. W. A glossary of plant hair terminology. **Brittonia**, v. 30, n.2, p. 239-255. 1978.
- ROHFRTSCH, O.; SHORTHOUSE, J. D. Insect Galls In Kahls, G.; Schell, J. S. (eds). **Molecular Biology of Plant Tumors**. Academic Press, New York, USA. p. 131 - 152. 1982.
- SCARELI-SANTOS, C. 2001. Avaliação de sistema galhador-planta hospedeira em ambiente de Cerrado: aspectos morfo-anatômicos e fitoquímicos. 123f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2001.
- SCARELI-SANTOS, C.; VARANDA, E. M. Morphological and histochemical study of leaf galls of *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae). **Phytomorphology**, v. 53, n. 3&4, p. 207-217, 2003.
- SCARELI-SANTOS, C., VARANDA, E. M.; URSO-GUIMARÃES, M. V. Galhas, galhadores e insetos associados In: **O Cerrado Pé-de-Gigante, Parque Estadual de Vassununga, SP – Ecologia e Conservação**. V. R. PIVELLO; VARANDA, E. M (Eds). São Paulo: Empresa oficial do Estado de São Paulo e Secretaria de Meio Ambiente. 2005.p. 337-360.
- SCARELI-SANTOS, C., TEIXEIRA, S. P.; VARANDA, E. M. Foliar galls in *Pouteria torta* (Sapotaceae) induced by *Youngomyia* sp. (Diptera Cecidomyiidae): morphology and histochemistry. **Phytomorphology**, v.58, n.3&4, p.139-144, 2008.
- SCARELI-SANTOS, C.; VARANDA, E. M. Interações nutricionais em dois sistemas inseto galhador-planta hospedeira no Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências** v. 7, p. 376-381, 2009.
- SCARELI-SANTOS, C. SAMPAIO, A. C.; SILVA, P. C. da; BARBOSA, D. S.; DANTAS, S. P. Descrição morfológica das galhas foliares de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae): uma espécie super hospedeira. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.2, n.4, p.194-200, out./dez., 2015. Disponível em: <<http://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/article/view/71>>. Acesso em: 20 Jun. 2017.

SHORTHOUSE, J. D. Significance of nutritive cells in insect galls. **Proceedings of the Entomological Society of Washington** v.88, n. 2, p.368 – 375. 1986.

SILVA, S. C. L.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Galhas entomógenas de *Miconia prasina*(Sw.) DC (Melastomataceae) em remanescentes de Floresta Atlântica Nordeste. **Lundiana**, v. 7, n. 1, p. 33-37, 2006. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/lundiana/full/vol712006/v7120062.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

SILVA, I. M.; ANDRADE, G. I.; FERNANDES, G. W. Os tumores e seu impacto nas plantas. **Ciência Hoje**, v. 118, p. 29-30, 1995.

SILVA, I. M., ANDRADE, G. I., FERNANDES, W.; FILHO, J.P. L. 1996. Parasitic Relationships between a Gall-forming Insect *Tomoplagia rudolphi* (Diptera: Tephretidae) and its Host Plant (*Vernonia polyanthes*, Asteraceae). **Annals of Botany**, v. 78, p. 45-48, 1996. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000117&pid=S0085-5626200500010001000036&lng=es>. Acesso 11 Dez. 2014.

URSO-GUIMARÃES, M. V., SCARELI-SANTOS, C.; BONIFÁCIO-SILVA, A. C. Occurrence and characterization of entomogen galls in plants of natural vegetation areas in Delfinópolis, MG - Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 705 - 715, 2003. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/bjb/v63n4/19186.pdf>. Acesso 11 Dez. 2014.

VITÓRIO, A. C.; PEQUENO, M. G.; ALVES, M. D.; LIMA, H. O. S. **Flutuação populacional de *Jatrophia brasiliensis* em quinze variedades de mandioca, em município da região da Concam.** Raízes e amidos tropicais, XII Congresso Brasileiro de Mandioca. Edição especial. Paranaíba, 2007. Disponível em: <<http://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/search/search>>. Acesso 25 Mar. 2015.

WEIS, A. E.; WOLFE, C. L.; GORMAN, W. L. Genotypic variation and integration in histological features of the goldenrod ball gall. **American Journal of Botany**, v.76, n.10 p.1541-1550, 1989.