

CARLOS AUGUSTO CORRÊA

**OVIPOSIÇÃO DE *Oncideres saga* (COLEOPTERA:  
CERAMBYCIDAE) EM *Acacia mangium* (FABACEAE)**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia, para obtenção do  
título de Magister Scientiae.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

C824o  
2019      Corrêa, Carlos Augusto, 1989-  
            Oviposição de *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae)  
            em *Acacia mangium* (Fabaceae) / Carlos Augusto Corrêa. –  
            Viçosa, MG, 2019.  
            vi, 25 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 18-25.

1. Serrador (Inseto). 2. Morfologia. 3. Nitrogênio.  
4. Oviposição. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento  
de Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Entomologia.  
II. Título.

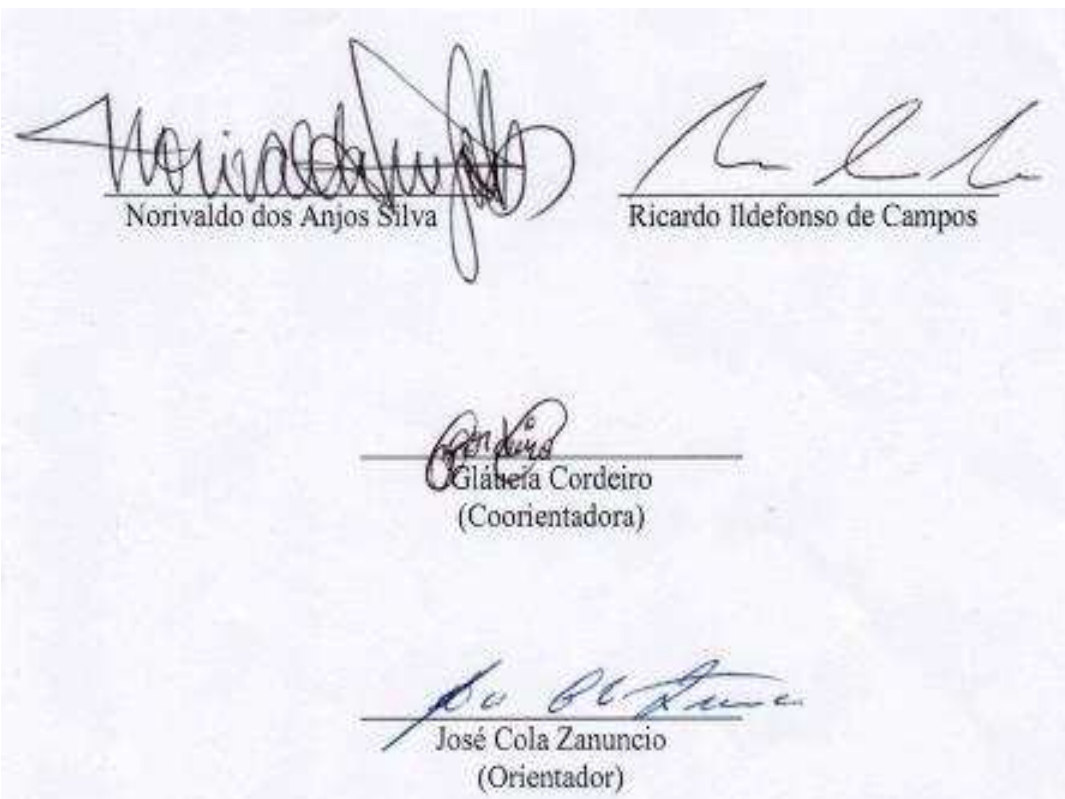
CDD 22. ed. 595.7648

CARLOS AUGUSTO CORRÊA

**OVIPOSIÇÃO DE *Oncideres saga* (COLEOPTERA:  
CERAMBYCIDAE) EM *Acacia mangium* (FABACEAE)**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia, para obtenção do  
título de Magister Scientiae.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2019.



Norivaldo dos Anjos Silva

Ricardo Ildefonso de Campos

Gláucia Cordeiro  
(Coorientadora)

José Cola Zanuncio  
(Orientador)

A minha namorada, France Anne D. Ruas, e  
minha avó Deca, que faleceu recentemente.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela realização do mestrado em Entomologia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Código de financiamento 001) pela concessão da bolsa.

Ao professor José Cola Zanuncio pelos ensinamentos, dicas, correções e todo o auxílio na redação científica do estudo.

Ao professor Norivaldo dos Anjos Silva pelo apoio no desenvolvimento dos estudos, conselhos e ensino didático em entomologia florestal.

Ao professor Marco Antônio Alves Carneiro, da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), pela ajuda nas estatísticas, interpretação e contribuição na organização das ideias do estudo.

À Gláucia Cordeiro pelas dicas e experiência no desenvolvimento do estudo.

Ao pessoal do Laboratório de Manejo Integrado de Besouros Desfolhadores (UFV) pela amizade e apoio no desenvolvimento do estudo, especialmente Érica Bastos, Isadora Cabral, Luan Real e Maria Werneck.

Ao pessoal do Laboratório de Controle Biológico de Insetos pela amizade e auxílio na escrita científica, incluindo Bárbara Castro, Bruno Brügger, Ricardo Alcantara e Wellington Ribeiro.

Ao pessoal da ecologia e entomologia pela amizade e convivência nas disciplinas e corredores da universidade, incluindo Aline Cristine, Carlos Henrique, Edwin Dominguez, Elenir Queiroz e Larissa Fietto.

Ao pessoal da república pelos dois anos de convivência e amizade durante o mestrado, incluindo Antônio Carlos Alves, Bruno Brügger e Manuel S. Vargas.

Ao Antônio Santos Silva, do Museu de Zoologia da USP (MZUSP) pela confirmação da identificação do inseto serador *Oncideres saga*.

Ao técnico José Roberto Valente, do Laboratório de Solos Florestais (UFV), pela realização das análises de nitrogênio total dos resíduos lenhosos de *Acacia mangium*.

À minha família pelo apoio e compreensão.

À minha namorada France Anne D. Ruas por todo apoio, amor, companheirismo e compreensão nas horas difíceis.

## RESUMO

CORRÊA, Carlos Augusto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019. **Oviposição de *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae) em *Acacia mangium* (Fabaceae).** Orientador: José Cola Zanuncio. Coorientadora: Gláucia Cordeiro.

Besouros serradores roletam galhos e troncos de árvores, onde ovipositam. A injúria, causada pelos adultos, interrompe o fluxo de floema, aumentando o teor de nitrogênio nos galhos e troncos roletados. *Oncideres saga* (Dalman, 1823) (Coleoptera: Cerambycidae), espécie generalista e sazonal, ocorre na Argentina, Brasil e Paraguai, realizando incisões de postura ao longo da casca de árvores. O objetivo foi examinar o efeito da quantidade e qualidade de recursos disponíveis ao longo dos galhos e troncos de *Acacia mangium* na oviposição de *O. saga*. O estudo foi realizado em plantio comercial de *A. mangium*, em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. Resíduos lenhosos (galhos e troncos), roletados por *O. saga*, foram divididos em três seções (base, meio e ápice) e a área superficial da casca, diâmetro do caule, espessura da casca, número de ramos laterais e volume de madeira comparados entre as mesmas. O teor de nitrogênio foi comparado entre galhos cortados, manualmente, e aqueles roletados por *O. saga* e entre as seções dos mesmos. A oviposição de *O. saga* foi quantificada pelo número de incisões de postura na casca de cada seção e relacionada com as características morfológicas dos resíduos lenhosos. O teor de nitrogênio foi maior em galhos roletados por *O. saga* que nos cortados e com maior concentração no ápice, intermediário no meio e menor na base dos mesmos. O número de posturas de *O. saga* foi maior na base e meio que no ápice dos resíduos lenhosos. O número de incisões de postura aumentou com a área superficial de casca, diâmetro do caule e volume de madeira. O aumento por unidade de área superficial de casca, diâmetro e volume foi maior no ápice dos resíduos lenhosos e reduziu com a distância dessa seção. *Oncideres saga* aumenta o teor de nitrogênio dos resíduos lenhosos roletados, principalmente, próximo aos sítios de produção fotossintética, no ápice. Esse inseto oviposita mais na base e meio dos resíduos lenhosos de *A. mangium*, possivelmente, pelo maior espaço e recursos nessas seções. Por outro lado, o maior aumento do número de posturas por unidade de área superficial de casca, diâmetro e volume de madeira no ápice pode ser explicado pelo maior teor de nitrogênio dessa seção. Isso sugere que diferenças na qualidade nutricional ao longo dos resíduos lenhosos roletados por *O. saga* influenciam o aumento do número de posturas de acordo com a quantidade de recursos.

## ABSTRACT

CORRÊA, Carlos Augusto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2019. **Oviposition of *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae) on *Acacia mangium* (Fabaceae).** Adviser: José Cola Zanuncio. Co-Adviser: Gláucia Cordeiro.

Twig girdlers beetles girdle tree branches and trunks, where they lay eggs. The injury, caused by adults, interrupts the phloem flow, increasing the nitrogen content in girdled branches and trunks. *Oncideres saga* (Dalman, 1823) (Coleoptera: Cerambycidae), a generalist and seasonal species, occurs in Argentina, Brazil and Paraguay, making oviposition scars along the bark of trees. The objective was to examine the effect of the quantity and quality of available resources along the branches and trunks of *Acacia mangium* in *O. saga* oviposition. The study was carried out in commercial plantation of *A. mangium*, in Coimbra, Minas Gerais, Brazil. Wood debris (branches and trunks), girdled by *O. saga*, were divided into three sections (base, middle and apex) and the bark surface area, stem diameter, bark thickness, number of lateral branches and wood volume compared between them. The nitrogen content was compared between manually cut branches and those girdled by *O. saga* and between sections of the same. The oviposition of *O. saga* was quantified by the number of oviposition scars in the bark of each section and related to the morphological characteristics of the wood debris. The nitrogen content was higher in *O. saga* girdled branches than those cut and with higher concentration in the apex, intermediate in the middle and lower in the base. The number of *O. saga* oviposition scars was higher on the base and middle than on the apex of the wood debris. The number of oviposition scars increased with bark surface area, stem diameter and wood volume. The increase per unit of surface area, diameter and volume was higher on the apex of the wood debris and reduced with the distance of this section. *Oncideres saga* increases the nitrogen content of the girdled branches, mainly, near photosynthetic production sites, in the apex. This insect oviposits more in the base and middle of the wood debris of *A. mangium*, possibly, by more space and resources in these sections. On the other hand, the higher increase of the oviposition scars per unit of surface area, diameter and volume on the apex can be explained by the higher nitrogen content of this section. This suggests that differences in the nutritional quality along the wood debris girdled by *O. saga* influences the increase in the number of oviposition scars according to the amount of resources.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	3
3.1 Área de estudo.....	3
3.2 Caracterização do material estudado .....	4
3.3 Análises nutricionais .....	5
3.4 Oviposição de <i>Oncideres saga</i> .....	7
3.5 Análises de dados .....	7
4. RESULTADOS.....	9
4.1 Caracterização do material estudado .....	9
4.2 Análises nutricionais .....	10
4.3 Oviposição de <i>Oncideres saga</i> .....	12
5. DISCUSSÃO .....	15
5.1 Análises nutricionais .....	15
5.2 Oviposição de <i>Oncideres saga</i> .....	16
6. CONCLUSÃO .....	18
7. BIBLIOGRAFIA .....	18

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade nutricional afeta o sucesso reprodutivo de insetos, havendo a necessidade de consumir grande quantidade de alimento ou desenvolver estratégias para aumentar o teor proteico do recurso para seu desenvolvimento (Zanuncio et al., 1996; Zanuncio et al., 2002; Silva et al., 2009; Giron et al., 2016). Isso ocorre devido ao desequilíbrio no balanço nutricional entre níveis tróficos, pois a razão C/N se reduz ao longo da cadeia alimentar (Elser et al., 2000; Huberty & Denno, 2006; Chikaraishi et al., 2014). Altos teores de nitrogênio aumentam a concentração de aminoácidos e reduzem a razão C/N no tecido vegetal (Li et al., 2016). Isso favorece o desempenho de insetos, resultando em maior densidade, fecundidade, massa corporal, sobrevivência e menor período de desenvolvimento, pois o nitrogênio é matéria-prima da síntese proteica (Huberty & Denno 2006; Li et al., 2016).

Insetos herbívoros endófagos, como broqueadores, galhadores e minadores, modificam o tecido da planta hospedeira, criando estruturas que são usadas por sua prole e outras espécies, e assim, estruturam comunidades biológicas (Jones et al., 1994; Zanuncio et al., 2005; Calderón-Cortés et al., 2011; Sydenham et al. 2016). Essas alterações físicas no tecido vegetal aumentam o conteúdo de nitrogênio, favorecendo o desempenho larval de insetos herbívoros, como em insetos galhadores e minadores (Diamond et al., 2008; Giron et al., 2016). Esse comportamento maximiza a sobrevivência de herbívoros endófagos, pois suas larvas não mudam de hospedeiro e, por isto, dependem da qualidade do sítio de oviposição escolhido pela fêmea adulta (Hanks et al., 1993; Rigsby et al., 2014).

Besouros serradores consistem em uma guilda de insetos fitófagos cujas fêmeas seccionam galhos e troncos de árvores hospedeiras para a oviposição. A injúria causada pelo adulto se baseia em um corte circular no caule, que com o tempo se destaca do restante da planta (Cramer, 1998; Lemes et al. 2014; Paro et al. 2014). Esses insetos colocam seus ovos em incisões de postura na casca, ao longo de todo o caule e na base de ramos laterais (Paulino Neto et al. 2006; Lemes et al. 2013). Uma larva eclode de cada ovo e se desenvolve no interior do tecido vegetal, formando um sistema de galerias e uma câmara pupal. A larva, então, se transforma em pupa dentro da câmara pupal e emerge como adulto ao final do ciclo de vida, em torno de um ano (Paulino Neto et al. 2006).

O roletamento, realizado pelo inseto serrador, se inicia de fora para dentro, retirando o floema e podendo deixar o xilema intacto até a senescência e queda do galho (Paulino Neto et al., 2006; Lemes et al. 2014; Paro et al., 2014). Quando o corte do floema é realizado manualmente, o fluxo de seiva é reduzido devido à diminuição da condutividade hidráulica em árvores e galhos experimentalmente anelados (Zwieniecki et al., 2004; Domec & Pruyn, 2008; Gebauer et al., 2018). A manutenção física do xilema garante a entrada, mesmo com o fluxo reduzido, de água e solutos para as folhas, enquanto o corte do floema impede o retorno da seiva elaborada para o restante da planta (Carey et al., 2010). Isso aumenta a concentração de carboidrato e hormônios vegetais em folhas e frutos de galhos anelados em comparação aos não anelados (Murakami et al., 2008; Mahouachi et al., 2009). Em relação ao roletamento feito por besouros serradores, o teor de nitrogênio em galhos roletados aumenta (Forcella 1982). No entanto, é necessário estudar a distribuição do nitrogênio nos galhos seccionados, pois pode afetar a qualidade do recurso e estimular a oviposição desses insetos, como ocorre com insetos herbívoros (Awmack & Leather, 2002; Li et al., 2016).

*Oncideres* (Coleoptera: Cerambycidae), um gênero importante de besouros serradores no continente americano, tem 131 espécies que usam uma ampla variedade de plantas hospedeiras dos EUA à Argentina (Monné, 2002; Bezark, 2019). *Oncideres saga* (Dalman, 1823) (Coleoptera: Cerambycidae) se destaca na América do Sul devido a sua ampla distribuição (Argentina, Brasil e Paraguai) e por utilizar, durante a estação chuvosa, uma variedade de espécies de árvores, incluindo árvores de importância econômica como *Acacia mangium* Willd. e *Acacia mearnsii* De Wild, nas quais causam grandes danos (Monné, 2002; Paro et al., 2012; Magistrali et al., 2013).

O sítio escolhido por fêmeas de insetos herbívoros endófagos, como em besouros broqueadores de madeira, afeta a quantidade e qualidade do recurso disponível para suas larvas (Castro et al., 2012; Rigsby et al., 2014). A quantidade de recursos, para insetos serradores, depende das características dos galhos e troncos roletados como área da superfície da casca, diâmetro do caule, comprimento e volume do galho (Cramer, 1998; Lemes et al., 2014). Fêmeas de *Oncideres oculares* Thomson 1868 (Col.: Cerambycidae) preferem ovipositar nas regiões mediobasais de galhos e com maior área superficial da casca (Lemes et al., 2013, 2014); *Oncideres pustulata* LeConte 1854 (Col.: Cerambycidae) em galhos com maior volume de madeira (Rice, 1989); e *Oncideres saga* na região basal dos galhos roletados (Magistrali et al., 2013). A

distribuição de nutrientes nos galhos roletados e sua relação com a oviposição de insetos precisam ser estudadas, pois serradores como *O. saga* são pragas florestais e seu manejo depende de tais conhecimentos.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo foi avaliar a influência da quantidade e qualidade de recursos ao longo dos galhos e troncos de *A. mangium* na oviposição de *O. saga*.

As hipóteses testadas foram: (i) o roletamento realizado por *O. saga* aumenta o teor de nitrogênio em galhos seccionados de *A. mangium*, com maior valor na base devido ao corte do fluxo de floema ocorrer nessa região; (ii) fêmeas de *O. saga* ovipositam, preferencialmente, na base dos resíduos lenhosos roletados devido a maior área superficial, diâmetro e volume nessa região; e (iii) o número de posturas aumenta com a área superficial da casca, diâmetro e volume de madeira, porém tais relações variam entre as seções dos resíduos lenhosos roletados devido a diferenças no teor de nitrogênio.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado entre novembro de 2017 e setembro de 2018 em um plantio comercial de *Acacia mangium* Willd. (Fabaceae) de 1ha, com 1.000 árvores de sete anos no município de Coimbra, Minas Gerais, Brasil (20°50'27"S e 42°52'22"O) (Figura 1). Esta área contém árvores de *Inga edulis* Mart., *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr. (Fabaceae) e *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), hospedeiras de *O. saga* (Monné, 2002).



Figura 1: Vista aérea da área de estudo com os povoamentos de *Acacia mangium* (Fabaceae). Imagem: Google Earth Pro. Data: 06 de fevereiro de 2019.

### 3.2 Caracterização do material estudado

Resíduos lenhosos (galhos e troncos), recém-roletados pelo besouro serrador *O. saga*, no solo, vegetação ou presos nas árvores, foram identificados em vistorias a cada 15 dias (Figura 2A-B). Essas vistorias passaram a serem semanais quando o início do período de atividade desse inseto foi observado. Cada resíduo lenhoso encontrado, com folhas e casca ainda verdes, foi identificado e mantido, da forma como encontrado, por um mês no plantio para a oviposição do besouro serrador. Após este período, o comprimento de cada resíduo lenhoso foi medido, com fita milimetrada, da base (local do roletamento pelo inseto) ao ápice (ponta do galho ou tronco), sendo utilizado o ramo mais longo quando bifurcado (Coutinho et al., 1998). Os ramos laterais foram retirados dos resíduos lenhosos, deixando apenas o eixo principal e os nós (Figura 2C). Cada resíduo lenhoso foi dividido, com o uso de serra de poda, em três seções (base, meio e ápice) com comprimentos iguais, as quais foram identificadas e transportadas para o laboratório (Lemes et al., 2011). Os materiais que não continham incisões de postura na casca foram descartados.

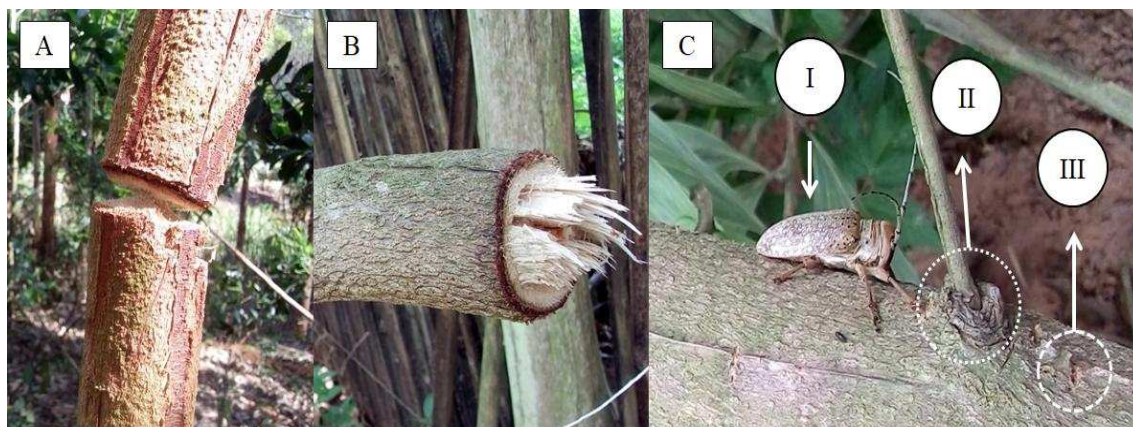


Figura 2: Tronco (A) e galho (B) de *Acacia mangium* (Fabaceae) roletados por *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae) (C). Adulto de *O. saga* (I), nó (II) e incisão de postura (III).

A área superficial da casca, diâmetro do caule, espessura da casca, número de ramos laterais e volume de madeira dos resíduos lenhosos foram calculados por seção (base, meio e ápice). As médias dos diâmetros do caule e das espessuras da casca, por seção, foram obtidas a partir de três medições para o diâmetro (cada extremidade e no meio) e duas para a espessura (cada extremidade) com paquímetro digital. A área superficial da casca e o volume de madeira de cada seção foram calculados considerando as seções dos resíduos lenhosos com a forma geométrica de um “tronco de cone”, com diâmetros diferentes nas extremidades (Lemes et al., 2014). A área superficial de casca é a área total da superfície do material vegetal para a oviposição do inseto, enquanto o volume representa a quantidade total de recurso disponível. O número de ramos laterais foi contado a partir dos nós (junção entre o eixo principal e o ramo lateral) de cada seção (Figura 2C).

### 3.3 Análises nutricionais

O teor de nitrogênio entre galhos roletados por *O. saga* e os cortados manualmente (testemunha) e a sua distribuição ao longo das seções dos galhos roletados foi determinado pelo método de Kjeldahl (Kjeldahl, 1883). Os galhos roletados, com folhas ainda verdes e próximos a árvores com algum galho com sinal de roletamento, foram selecionados (Figura 3A). Os galhos cortados foram seccionados, manualmente, o mais próximo possível dos roletados nas mesmas árvores (Figura 3B). Cada galho

(roletado e cortado) permaneceu por um mês no solo do plantio, após sua localização, para padronização do tempo com o restante do experimento. Os galhos, roletados e cortados, foram divididos em três seções (base, meio e ápice), das quais se retirou um fragmento circular de 2 cm de comprimento contendo a casca, da região apical de cada seção. Esses fragmentos foram levados ao laboratório de Solos Florestais (UFV) para a análise de nitrogênio.

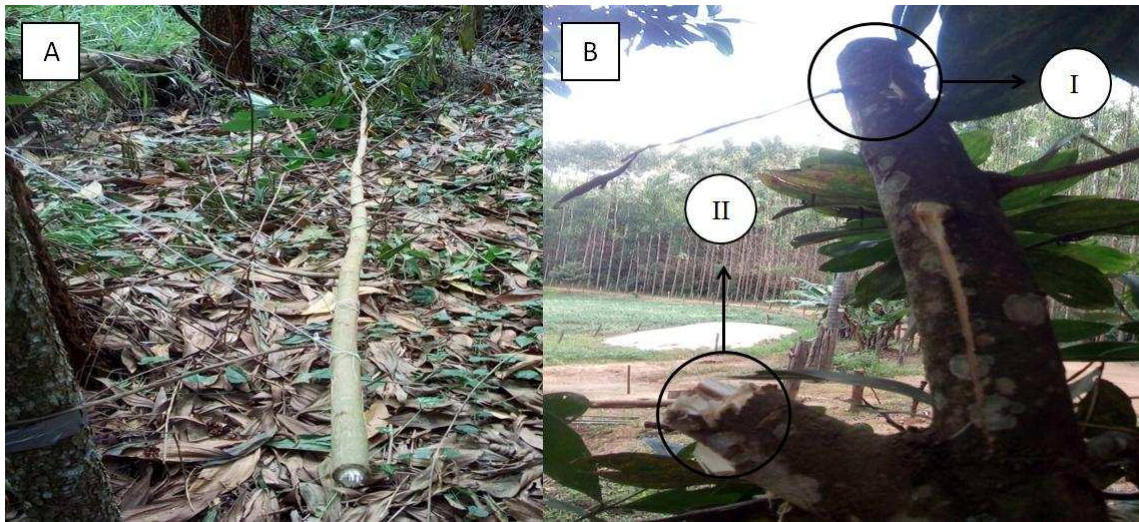


Figura 3: Galho recém-roletado por *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae) (A) e árvore de *A. mangium* com sinal de roletamento (B). Região com roletamento realizado por *O. saga* (I) e galho cortado com uso de serra de poda na mesma árvore (II).

Os fragmentos cortados em campo e trazidos ao laboratório foram desidratados em estufa de circulação forçada (65 a 70 °C) durante 72 h e, em seguida, moídos. Um total de 1,6 g de mistura digestora, formada por 200 g de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), 20 g de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e 2 g de selênio (Se), foram colocadas por tubo digestor com 0,2 g da amostra moída e, em seguida, 5 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) foram adicionados. Os tubos digestores foram, então, colocados em um bloco digestor cuja temperatura foi aumentada, gradativamente, de 25 a 350 °C durante 01:30 h. O aquecimento foi suspenso quando o líquido se tornou límpido e transparente com tonalidade azul esverdeada, sendo os tubos em seguida, resfriados a temperatura ambiente por uma hora e colocadas em um destilador. Um Erlenmeyer contendo 15 mL de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) a 2% foi acoplado ao destilador com 4 a 5 gotas de solução de indicador misto (verde de bromocresol e vermelho de metila). O tubo digestor foi

adaptado ao destilador e uma solução de 25 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 40% adicionada até se obter uma solução de cor negra que foi destilada. O Erlenmeyer foi preenchido até 50% do volume pela destilação completa e, então, o recipiente foi recolhido. Após isso, o Erlenmeyer foi titulado com solução padrão de ácido clorídrico (HCl) 0,1 mol/L até a mudança de coloração do indicador (Kjeldahl, 1883; Yasuhara & Nokihara, 2001).

A porcentagem de nitrogênio total, após a titulação, foi calculada com a fórmula: % de nitrogênio total=  $V \times M \times f \times 0,014 \times 100/p$  (x % nitrogênio total x 6,25), onde: V= mililitros de solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L gastos na titulação, após a correção do branco; M= molaridade teórica da solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L; f= fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L; p= massa da amostra em gramas (Kjeldahl, 1883; Yasuhara & Nokihara, 2001).

$$\% \text{ nitrogênio total} = V \times M \times f \times 0,014 \times 100/p$$

$$\% \text{ nitrogênio total} \times 6,25 \text{ (fator de correção)}$$

### **3.4 Oviposição de *Oncideres saga***

A oviposição de *O. saga* foi obtida, por seção, a partir do número de incisões de postura na casca dos resíduos lenhosos (Figura 2C), pois esse inseto deposita um ovo por incisão (Cordeiro, 2008). As incisões foram contadas e, a seguir, marcadas com caneta marcadora retroprojeter para evitar contagens repetidas. Os resíduos lenhosos foram armazenados em laboratório para emergência de adultos, os quais foram enviados ao Museu de Zoologia da USP (MZUSP), onde a identificação do besouro serrador foi confirmada como *O. saga* por Antônio Santos Silva.

### **3.5 Análises de dados**

As características morfológicas dos resíduos lenhosos (área superficial da casca, diâmetro do caule, espessura de casca, número de ramos laterais e volume de madeira) foram comparadas entre as três seções dos resíduos lenhosos (base, meio e ápice). Os dados foram inspecionados quanto à normalidade e homocedasticidade dos modelos. Dados que não atenderam às suposições dos testes de distribuição normal foram analisados com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, pois este teste tem precisão

estatística semelhante à análise de variância (ANOVA) para dados brutos ou transformados (Van Hecke, 2012). O diâmetro do caule dos resíduos lenhosos foi submetido à análise de variância de um fator (ANOVA “one way”), seguida pelo pós-teste de Tukey, através do pacote ‘multcomp’(Hothorn et al., 2008). A área superficial e espessura de casca, número de ramos laterais e volume de madeira foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo pós-teste de Dunn pelo método de Bonferroni, com o uso do pacote ‘dunn.test’ (Dinno, 2017). Os dados das características morfológicas não se ajustaram a distribuição normal e, por isto, foram submetidas a análises de correlação não paramétrica de Spearman, A área superficial de casca, diâmetro do caule e volume de madeira foram, altamente, correlacionadas (Tabela 1).

O teor de nitrogênio foi comparado, pelo teste t de Welch, entre galhos cortados e roletados, utilizando a média entre seções por galho. O teor de nitrogênio entre as três seções dos galhos roletados foi submetido ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

O número de incisões de postura foi submetido à Análise de Covariância de um fator (ANCOVA “one way”) para avaliar se a oviposição aumenta com as características morfológicas, como se distribui entre as seções e como a relação do número de posturas com as características morfológicas varia entre as seções dos resíduos lenhosos. O número de incisões de postura foi utilizado, nesses modelos, como variável resposta, as características morfológicas como variáveis explicativas e as seções como covariável. Os dados foram avaliados com Modelos Lineares Generalizados (GLM) com erro Poisson e Binomial negativo para cada uma das características morfológicas, pois a área superficial da casca, diâmetro do caule, espessura de casca, número de ramos laterais e volume de madeira foram correlacionados entre si (Tabela 1). No entanto, os dois modelos apresentaram sobredispersão elevada, sendo assim, utilizamos Modelos Mistos para o controle da sobredispersão (Faretto et al., 2018). O modelo Poisson log-linear com efeitos aleatórios normalmente distribuídos foi o melhor, sendo o número de incisões de postura considerado como variável resposta, as características morfológicas e as seções como efeitos fixos e cada resíduo lenhoso fixado a as suas respectivas seções (base, meio e ápice) como efeito aleatório (Demétrio et al., 2014). Os dados deste modelo foram ajustados seguindo o procedimento ‘glmer’ do pacote ‘lme4’. A sobredispersão dos resíduos foi controlada colocando-se as seções do mesmo galho dependentes entre

si (efeito aleatório), o que pode ser explicado pela dependência fisiológica dentro do mesmo galho, e conseqüentemente, estes dados não são independentes. A adequação do ajuste e as hipóteses desses modelos foram verificadas com o pacote ‘hnp’ seguido por LRT (likelihood-ratio test) para selecionar os melhores modelos por variável morfológica (Moral et al., 2017). As análises foram realizadas no software R 3.5.1 a 95% de significância.

Tabela 1. Matriz de correlação de Spearman entre área superficial da casca (A.S.C. em cm<sup>2</sup>), diâmetro do caule (D.C em cm), espessura da casca (E.C. em cm), número de ramos laterais (N.R.L. em unidades) e volume de madeira (V.M. em cm<sup>3</sup>) das seções (base, meio e ápice) dos resíduos lenhosos de *Acacia mangium* (Fabaceae) roletados por *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae)

Variáveis*	A.S.C.	D.C.	E.C.	N.R.L.	V.M.
A.S.C.	1	-	-	-	-
D.C.	<0,01 / 0,91	1	-	-	-
E.C.	<0,01 / 0,59	<0,01 / 0,71	1	-	-
N.R.L.	0,08/ -0,14	<0,01 / -0,34	<0,01 / -0,26	1	-
V.M.	<0,01 / 0,98	<0,01 / 0,97	<0,01 / 0,66	<0,01 / -0,24	1

\* Valores das células representam valor p/rho. Valor p= valor de probabilidade a 95% de significância. Rho= coeficiente de correlação de Spearman.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Caracterização do material estudado

Cinquenta resíduos lenhosos recém-roletados por *O. saga* foram encontrados no plantio de *A. mangium* de 06 de janeiro até 19 de julho de 2018, sendo 43 galhos e sete troncos dessa planta. Dos galhos, 36 estavam no solo, seis presos na vegetação e um ligados à árvore, e dos troncos, três estavam ligados à árvore e quatro no solo. Nenhum material vegetal roletado por *O. saga* foi encontrado de novembro a dezembro de 2017 e de agosto a setembro de 2018.

As características morfológicas dos resíduos lenhosos de *Acacia mangium* variaram entre as seções, com maiores valores para a área superficial de casca, diâmetro do caule, espessura da casca e volume de madeira dos resíduos lenhosos na base, intermediário no meio e menor no ápice. O número de ramos laterais foi maior no ápice e menor na base e meio desses resíduos lenhosos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Área superficial da casca (A.S.C. em cm<sup>2</sup>), diâmetro do caule (D.C. em cm), espessura da casca (E.C. em cm), número de ramos laterais (N.R.L. em unidades) e volume de madeira (V.M. em cm<sup>3</sup>) (média ± erro padrão) entre as seções (base, meio e ápice) dos resíduos lenhosos de *Acacia mangium* (Fabaceae) roletados por *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae)

Variável	Base	Meio	Ápice	Valor	Valor p
A.S.C.	2102,18 ± 124,66a	1582,98 ± 91,73b	871,13 ± 50,03c	61,94	p < 0,01
D.C.	4,34 ± 0,13A	3,27 ± 0,1B	1,82 ± 0,07C	152,78	p < 0,01
E.C.	0,12 ± 0a	0,1 ± 0b	0,06 ± 0c	65,35	p < 0,01
N.R.L.	15,42 ± 1,13a	18,06 ± 1,43a	27,82 ± 2,14b	20,73	p < 0,01
V.M.	2441,91 ± 202,92a	1400,82 ± 113,68b	448,76 ± 39,31c	83,96	p < 0,01

\* Médias com mesma letra, por linha, são semelhantes. Letra maiúscula representa o teste utilizado com distribuição F e minúscula X<sup>2</sup>. Valor= valores F ou X<sup>2</sup>. Valor p= valor de probabilidade a 95% de significância. Graus de liberdade: F = 2,147; X<sup>2</sup> = 2.

#### 4.2 Análises nutricionais

Dez galhos roletados foram encontrados, no solo, próximos a 10 árvores com sinais de galhos recém-roletados, das quais um foi cortado por árvore, totalizando outros dez galhos cortados. O restante dos 33 galhos roletados foi encontrados no plantio, sem a identificação da árvore de origem do galho.

O teor de nitrogênio (g/kg de madeira) dos galhos de *A. mangium* foi, aproximadamente, 1,4 vezes maior em galhos roletados ( $\mu = 6,92 \pm 0,37EP$ ) que nos cortados ( $\mu = 4,98 \pm 0,38EP$ ) ( $t = 3,67$ ; g.l.=18;  $p < 0,01$ ) (Figura 4A).

O teor de nitrogênio dos galhos de *A. mangium* roletados por *O. saga* variou entre as seções dos mesmos ( $X^2 = 17,31$ ; g.l.= 2;  $p < 0,01$ ), com maior teor no ápice ( $\mu = 9,26 \pm 0,47EP$ ), valor intermediário no meio ( $\mu = 6,67 \pm 0,6EP$ ) e menor na base ( $\mu = 4,84 \pm 0,32EP$ ) (Figura 4B).

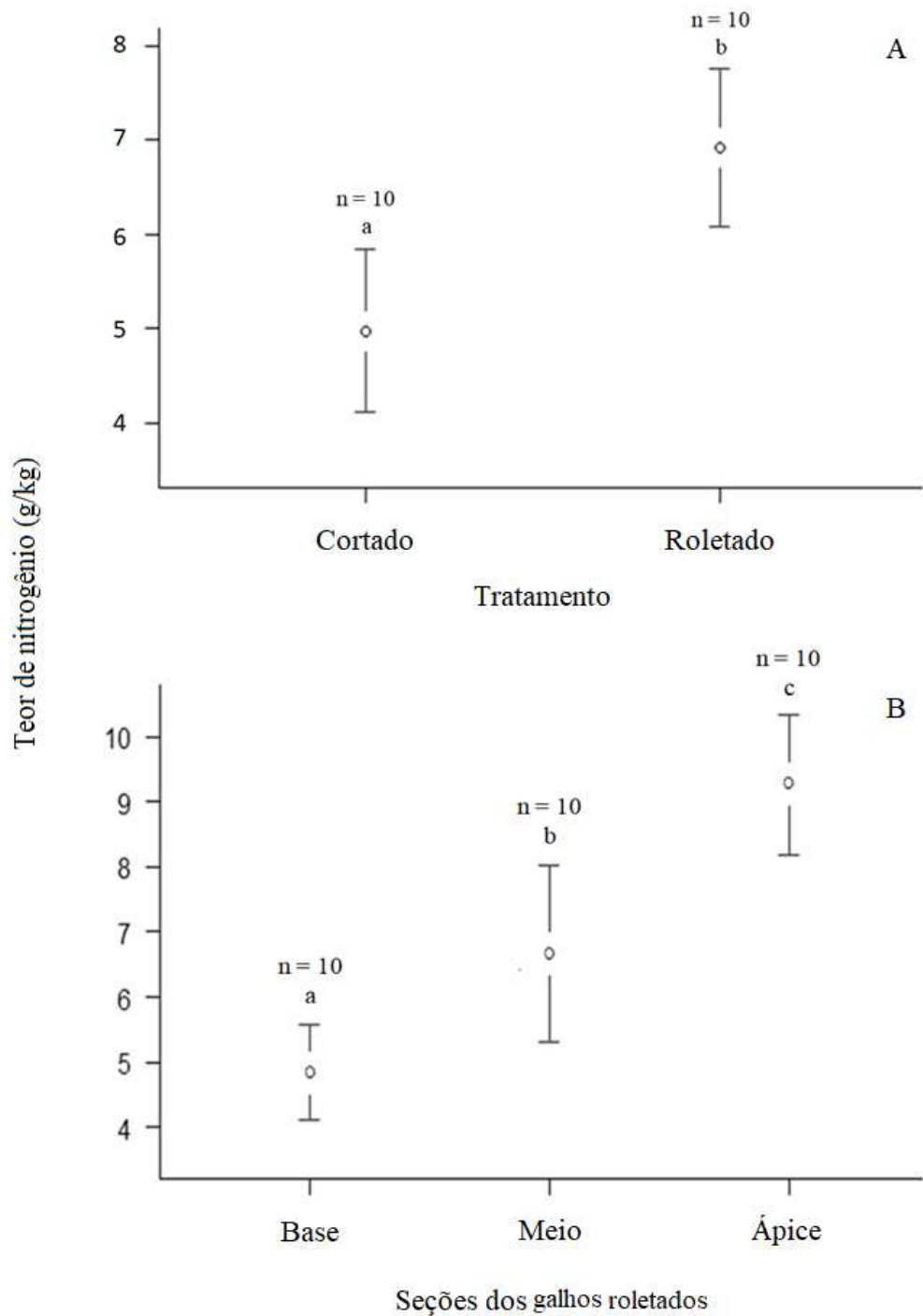


Figura 4: Teor de nitrogênio (g/kg de madeira) do caule (casca, floema e xilema) entre galhos cortados e roletados (A) e entre seções dos galhos de *Acacia mangium* (Fabaceae) roletados por *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae) (B) Barras representam o intervalo de confiança.

### 4.3 Oviposição de *Oncideres saga*

Um total de 9137 incisões de postura de *O. saga* foi observado, com 52,61% na base, 39,76% no meio e 7,63% no ápice dos resíduos lenhosos de *A. mangium*. O número de incisões de postura variou entre as seções (LRT.:  $X^2=14,90$ ; g.l.= 2;  $p<0,01$ ), com maior valor na base ( $\mu= 96,14 \pm 10,86EP$ ) e meio ( $\mu= 72,66 \pm 9,08EP$ ) e menor no ápice ( $\mu= 13,94 \pm 3,13EP$ ) (Figura 5A).

O número de incisões de postura aumentou com a área superficial de casca (LRT.:  $X^2= 27,71$ ; g.l.= 1;  $p<0,01$ ), diâmetro do caule (LRT.:  $X^2= 40,11$ ; g.l.= 1;  $p<0,01$ ) e volume de madeira (LRT.:  $X^2= 21,81$ ; g.l.= 1;  $p< 0,01$ ) dos resíduos lenhosos, variando a proporção do aumento com a seção. O aumento do número de posturas por unidade de área superficial de casca (LRT.:  $X^2= 7,91$ ; g.l.= 2;  $p= 0,019$ ), diâmetro (LRT.:  $X^2= 8,82$ ; g.l.= 2;  $p= 0,01$ ) e volume (LRT.:  $X^2= 16,12$ ; g.l.= 2;  $p<0,01$ ) foi maior no ápice e reduziu em direção à base dos resíduos lenhosos (Figura 5B).

O número de incisões de postura de *O. saga* não variou com a espessura da casca (LRT.:  $X^2=3,07$ ; g.l.=1;  $p=0,08$ ) ou com o número de ramos laterais dos resíduos lenhosos (LRT.:  $X^2=0,13$ ; g.l.=1;  $p=0,72$ ) (Tabela 3).

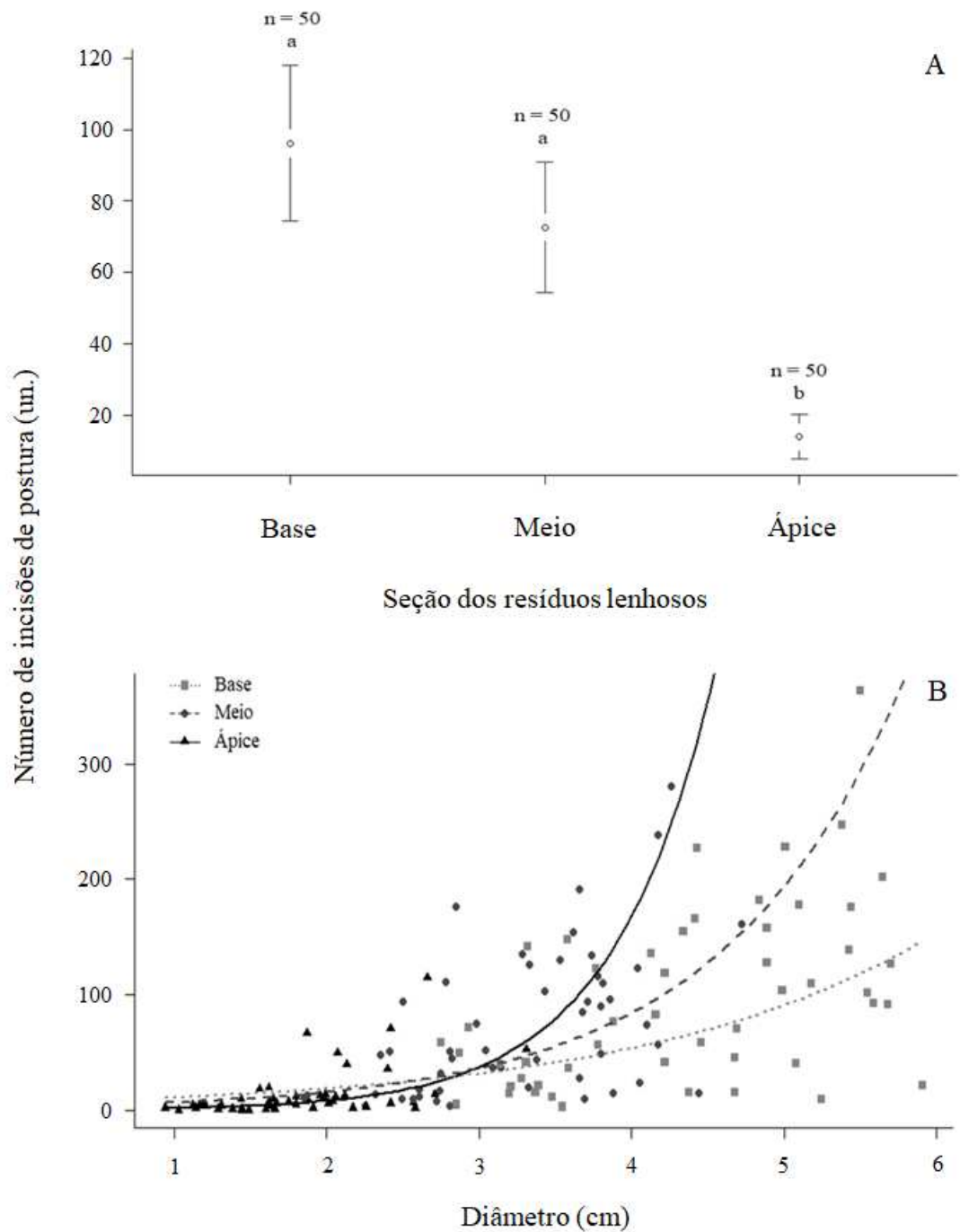


Figura 5: Número de incisões de postura entre seções dos resíduos lenhosos de *Acacia mangium* (Fabaceae) roletados por *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae) (A) e por diâmetro do caule dos resíduos lenhosos (B). Barras representam o intervalo de confiança.

Tabela 3: Análise de ‘deviance’ para o número de incisões de postura de *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae) em função da área superficial de casca (“área da casca”), diâmetro do caule (“diâmetro”), espessura da casca (“espessura”), número de ramos laterais (“ramos”), volume de madeira (“volume”) e seção (base, meio e ápice) dos resíduos lenhosos de *Acacia mangium* (Fabaceae)

Fixo	g.l.	Log likelihood	LRT	p
Área de casca	1	-711,11	27,712	< 0,01
Seção	2	-730,80	39,392	< 0,01
Área da casca x Seção	2	-707,15	7,9139	0,019
Aleatório		Variância		
Galho: Seção		0,9321		
Fixo	g.l.	Log likelihood	LRT	p
Diâmetro	1	-704,91	40,105	< 0,001
Seção	2	-704,91	14,904	< 0,001
Diâmetro x Seção	2	-700,50	8,817	0,01
Aleatório		Variância		
Resíduo lenhoso: Seção		0,8422		
Fixo	g.l.	Log likelihood	LRT	p
Espessura	1	-723,43	3,0708	0,08
Seção	2	-723,43	52,212	< 0,001
Espessura x Seção	2	-723,06	0,7345	0,69
Aleatório		Variância		
Resíduo lenhoso: Seção		1,171		
Fixo	g.l.	Log likelihood	LRT	p
Ramos	1	-724,90	0,13	0,718
Seção	2	-724,96	73,684	< 0,001
Ramos x Seção	2	-723,62	2,557	0,28
Aleatório		Variância		
Resíduo lenhoso: Seção		1,176		
Fixo	g.l.	Log likelihood	LRT	p
Volume	1	-706,06	21,809	< 0,001
Seção	2	-714,06	41,338	< 0,001
Volume x Seção	2	-706,00	16,116	< 0,001
Aleatório		Variância		
Resíduo lenhoso: Seção		0,9166		

\* LRT=teste de razão de verossimilhanças. Log likelihood=Verossimilhança.

## 5. DISCUSSÃO

Quantidade e qualidade de recursos afetam a atividade e distribuição de insetos (Stiling & Moon, 2005; Moquet et al., 2018). O aumento do teor de nitrogênio, pelo roletamento de *O. saga*, e a distribuição desse elemento ao longo dos resíduos lenhosos pode afetar a qualidade nutricional da madeira para esse inseto. Isso influencia a oviposição do inseto serrador *O. saga* em função da quantidade de recurso disponível.

### 5.1 Análises nutricionais

O maior teor de nitrogênio nos galhos roletados por *O. saga*, em relação aos cortados, pode ser explicado pela obstrução do fluxo de seiva no floema dos primeiros. O corte do floema, através do anelamento manual, reduz o transporte de substâncias no floema com pouco efeito no do xilema de plantas experimentais (Carey et al 2010). Isso pode favorecer o acúmulo de nitrogênio no galho roletado por *O. saga* até sua queda, pois adultos dessa espécie demoram, até, uma semana para completar o roletamento, enquanto o corte manual foi feito de uma vez (Paro et al., 2014). Esse mecanismo é semelhante ao relatado para *Oncideres albomarginata* Chamela Chemsak & Giesbert 1986 (Col.: Cerambycidae) em *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) e *Oncideres cingulata* em *Carya texana* Buckley (Juglandaceae), com maior teor de nitrogênio nos galhos roletados por esses insetos que nos cortados manualmente (Forcella, 1982; Calderón-Cortés et al., 2016).

O maior teor de nitrogênio no ápice dos galhos roletados por *O. saga* discorda da hipótese inicial. O acúmulo de nitrogênio nesta região, após o roletamento pelo inseto, pode ser explicado pela redução na condutância hidráulica no ramo roletado, como mostrado na manipulação fisiológica de plantas pelo anelamento manual de galhos (Zwieniecki et al., 2004; Domec & Pruyn, 2008; De Schepper et al., 2010). Isso poderia reduzir o transporte da seiva, acumulando o nutriente próximo ao local de maior produção pela fotossíntese das folhas. A maior produção fotossintética no ápice se deve ao maior número de ramos laterais nessa seção, com as folhas se desenvolvendo nas pontas dos ramos laterais e efetuando a fotossíntese (Wang & Jiao, 2018). Essa redução do fluxo de seiva mantém os nutrientes próximos do local onde foram produzidos e em menor concentração naqueles mais afastados, explicando seu maior teor no ápice,

próximos das folhas, e menor na base (Zwieniecki et al., 2004; Domec & Pruyn, 2008; Wang & Jiao, 2018).

## 5.2 Oviposição de *Oncideres saga*

O maior número de posturas de *O. saga* na base e meio que no ápice dos resíduos lenhosos se deve à maior área superficial de casca, diâmetro do caule e volume de madeira dessas seções, características que representam o tamanho dos resíduos lenhosos. A maior área superficial de casca aumenta o espaço disponível para a oviposição de serradores, enquanto o volume representa o total de alimento disponível para o desenvolvimento de suas larvas (Cramer, 1998; Lemes et al., 2014). O número de posturas dos serradores *Oncideres cingulata*, *O. impluviata* (Germar, 1842), *O. ocellaris*, *O. pustulata* e comunidades de *Onciderini* (Col.: Cerambycidae) aumentou com a área superficial da casca, comprimento, diâmetro do caule e volume de madeira dos ramos roletados em diversas árvores hospedeiras (Rice, 1989; Costa & Marques, 1988; Cramer, 1998; Coppedge, 2011; Lemes et al., 2014; Paro et al., 2014). Este padrão foi, também, observado para besouros broqueadores de madeira e percevejos xilófagos, com maior abundância, número de orifícios de saída e tamanho corporal com o aumento da área superficial de casca e diâmetro dos resíduos lenhosos de *Carpinus betulus* L. (Betulaceae), *Fagus sylvatica* L., *Quercus* spp. (Fagaceae), *Abies alba* Mill. e *Pinus pinaster* Aiton (Pinaceae) (Brin et al., 2011; Castro et al., 2012; Seibold et al., 2014; Hardersen et al., 2017). Isso mostra que a área e disponibilidade de recursos são importantes para esse grupo de insetos.

O número de posturas de *O. saga* aumentou com a área superficial da casca, diâmetro do caule e volume de madeira, sendo o diâmetro o melhor preditor para a oviposição do inseto. A oviposição de serradores não depende de um único fator, como mostrado para *O. cingulata*, *O. ocellaris* e comunidades de *Onciderini* (Col.: Cerambycidae) em *Carya ovata* (Mill.) K.Koch (Juglandaceae), *A. mangium* e comunidades de árvores em floresta tropical, respectivamente (Cramer, 1998; Lemes, 2014; Paro et al., 2014). Eventos estocásticos, como o clima, podem afetar a atividade de insetos e, conseqüentemente, poderia interferir no padrão de posturas de serradores (Cramer, 1998; Paro et al., 2012; Foster et al., 2018). Além disso, o sucesso de oviposição pode variar com tamanho corporal, número total de ovos maduros e

sequencia de posturas das fêmeas, pois as mesmas poderiam interromper a oviposição quando atingissem o número máximo de ovos (Rice, 1989; Cramer, 1998; Paro et al., 2014). No entanto, nossos resultados sugerem que diferenças na qualidade nutricional ao longo dos resíduos lenhosos podem alterar a proporção das posturas em função do tamanho do recurso, pois a tendência de aumento do número de incisões de postura de *O. saga* com o diâmetro (também com a área superficial de casca e volume) se diferenciou entre as seções a partir de 3 cm de diâmetro. O maior aumento da oviposição com o aumento da área superficial de casca, diâmetro do caule e volume de madeira dos resíduos lenhosos no ápice, intermediária no meio e menor na base dos resíduos lenhosos de *A. mangium* se deve ao maior teor de nitrogênio no ápice e menor na base. O nitrogênio é um recurso limitante, aumentando a densidade populacional, tamanho corporal, taxas de sobrevivência e reduzindo o tempo de desenvolvimento de insetos herbívoros quando em elevada concentração, como nos casos dos percevejos sugadores *Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776 (Hemiptera: Aphididae) em *Medicago truncatula* Gaertn. (Fabaceae) e *Prokelisia* spp. (Hemiptera: Delphacidae) em *Spartina* sp. (Poaceae), plantadas com adubação nitrogenada (Huberty & Denno 2006; Li et al., 2016; Gao et al., 2018). Fêmeas de *O. saga* poderiam reconhecer diferenças nutricionais e depositarem uma maior número de ovos em partes de resíduos lenhosos roletados com maior quantidade de nitrogênio, uma vez que o roletamento melhora a qualidade de seu recurso (Forcella, 1982). Isso pode ocorrer, devido a compostos químicos voláteis exalados pelas folhas e casca das plantas, como flavonóides e monoterpenos, atraindo besouros cerambicídeos e estimulando a oviposição desses insetos (Allison et al., 2004; Hanks & Millar, 2013; Ju et al., 2017).

A falta de efeito da espessura da casca no número de posturas de *O. saga* pode ser explicada devido à retirada da casca por esses insetos com a mandíbula e, por isto, a espessura da mesma não impede a oviposição desses insetos (Calderón-Cortés et al., 2011; Paro et al., 2014). Isso difere do comportamento de oviposição dos broqueadores *Monochamus carolinensis* (Olivier, 1792) e *M. saltuarius* Gebler (Col.: Cerambycidae) ao ovipositar em *Pinus* spp. (Pinales: Pinaceae), nos quais a espessura da casca influenciou a duração das roídas na casca e sua frequência de oviposição (Edwards & Linit, 1991; Han et al., 2016). Por outro lado, a sobrevivência de larvas de insetos endófagos, como broqueadores de frutos e madeira, pode ser maior em tecidos vegetais

com maior espessura de casca por dificultar a penetração do tecido pelo ovipositor do parasitoide (Zhen et al., 2005; Abell et al., 2012).

A ausência de efeito do número de ramos laterais no número de posturas de *O. saga* concorda com o relatado para os serradores *O. cingulata*, *O. ocellaris* e *O. pustulata* em *Carya ovata*, *Acacia mangium* e *A. farnesiana* (L.) Willd (Fabaceae), respectivamente. Entretanto, relações significativas em modelos que unem o número de ramos laterais com características que representam recurso e espaço disponíveis (área superficial, diâmetro ou volume de madeira) sugerem que a reduzida quantidade de recurso e espaço limita a oviposição em locais com maior número de ramos laterais (Rice, 1989; Cramer, 1998; Lemes et al., 2014). No entanto, a presença de tecidos mais moles nos ramos laterais facilita aos serradores ovipositarem na base destes ramos, como relatado para *Oncideres humeralis* Thomson 1868 em *Miconia sellowiana* Naudin. (Melastomataceae), apesar disso, possivelmente, depender do tamanho do resíduo lenhoso (Paulino Neto et al., 2006).

## **6. CONCLUSÃO**

O roletamento de resíduos lenhosos de *A. mangium* por *O. saga* aumenta o teor de nitrogênio que se acumula mais no ápice que na base dos mesmos. *Oncideres saga* oviposita mais na base e meio dos resíduos lenhosos de *A. mangium* devido ao maior espaço e recurso disponíveis (área superficial de casca, diâmetro e volume de madeira). Por outro lado, o maior aumento na quantidade de posturas por unidade de área superficial de casca, diâmetro do caule e volume de madeira no ápice se deve, provavelmente, ao maior teor de nitrogênio dessa seção. Isso sugere que diferenças na qualidade nutricional entre as seções afetam o número de posturas desse serrador de acordo com o aumento da quantidade de recursos.

## **7. BIBLIOGRAFIA**

Abell, K.J.; Duan, J.J.; Bauer, L.; Lelito, J.P. & Van Driesche, R.G. 2012. The effect of bark thickness on host partitioning between *Tetrastichus planipennis* (Hymen: Eulophidae) and *Atanycolus* spp. (Hymen: Braconidae), two parasitoids of emerald ash borer (Coleop: Buprestidae). *Biological Control* 63: 320–325.

- Allison, J.D.; Borden, J.H. & Seybold, S.J. 2004. A review of the chemical ecology of the Cerambycidae (Coleoptera). *Chemoecology* 14: 123–150.
- Awmack, C.S. & Leather, S.R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817–44.
- Bezark, L.G. 2019. A Photographic Catalog of the Cerambycidae of the World: New World Cerambycidae Catalog. Disponível em: <<https://apps2.cdfa.ca.gov/publicApps/plant/bycidDB/wdefault.asp?w=n>>. Acesso: 01.05.2019.
- Brin, A.; Bouget, C.; Brustel, H. & Jactel, H. 2011. Diameter of downed woody debris does matter for saproxylic beetle assemblages in temperate oak and pine forests. *Journal of Insect Conservation* 15: 653–669.
- Calderón-Cortés, N.; Quesada, M. & Escalera-Vázquez, L.H. 2011. Insects as stem engineers: Interactions mediated by the twig-girdler *Oncideres albomarginata* chamela enhance arthropod diversity. *PLoS ONE* 6: e19083.
- Calderón-Cortés, N.; Uribe-Mú, C.A.; Martínez-Méndez, A.K.; Escalera-Vázquez, L.H.; Cristobal-Pérez, E.J.; García-Oliva, F. & Quesada, M. 2016. Ecosystem engineering and manipulation of host plant tissues by the insect borer *Oncideres albomarginata* chamela. *Journal of Insect Physiology* 84: 128–136.
- Carey, A.; Scheckel, K.G.; Lombi, E.; Newville, M.; Choi, Y.; Norton, G.J.; Charnock, J.M.; Feldmann, J.; Price, A.H. & Meharg, A.A. 2010. Grain unloading of arsenic species in rice. *Plant Physiology* 152: 309–319.
- Castro, A.; De Murguía, L.M.; Fernández, J.; Casis, A. & Molino-Olmedo, F. 2012. Size and quality of wood used by *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae) in beech woodlands of Gipuzkoa (northern Spain). *Munibe Ciencias Naturales-Natur Zientziak* 60: 77–100.
- Chikaraishi, Y.; Steffan, S.A.; Ogawa, N.O.; Ishikawa, N.F.; Sasaki, Y.; Tsuchiya, M. & Ohkouchi, N. 2014. High-resolution food webs based on nitrogen isotopic composition of amino acids. *Ecology and Evolution* 4: 2423–2449.
- Coppedge, B.R. 2011. Twig morphology and host effects on reproductive success of the twig girdler *Oncideres cingulata* (Say) (Coleoptera: Cerambycidae). *The Coleopterists Bulletin* 65: 405–410.

- Cordeiro, G. 2008. Aspectos biológicos de *Oncideres saga* (Dalman) (Coleoptera: Cerambycidae) e o efeito de seus danos em *Acacia mangium* Willd. (Fabaceae - Mimosoideae). 82p. Dissertação de mestrado em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Costa, E.C. & Marques, E.N. 1988. Aspectos etológicos de *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) em bracatinga. *Ciência Rural* 18: 219–228.
- Coutinho, C.L.; Carvalho, A.G.; Oliveira, E.S. & Veiga, B.G.A. 1998. *Oncideres saga* (Dalman, 1823) (Coleoptera, Cerambycidae) e a arborização urbana em Seropédica, RJ. *Floresta e Ambiente* 5: 50–54.
- Cramer, K.L. 1998. Effects of twig morphology on oviposition behavior and hatching success of the twig-girdling beetle *Oncideres cingulata* (Say) (Coleoptera: Cerambycidae). *The Coleopterist Bulletin* 52: 186–193.
- De Schepper, V.; Steppea, K.; Van Labeke, M. & Lemeur, R. 2010. Detailed analysis of double girdling effects on stem diameter variations and sap flow in young oak trees. *Environmental and Experimental Botany* 68: 149–156.
- Demétrio, C.G.B.; Hinde, J. & Moral, R.A. 2014. Models for overdispersed data. In Ferreira, C. & Godoy, W. (Eds.). *Ecological modelling applied to entomology. Entomology in focus*. pp.219–259. New Delhi: Springer International Publishing.
- Diamond, S.E.; Blair, C.P. & Abrahamson, W.G. 2008. Testing the nutrition hypothesis for the adaptive nature of insect galls: does a non-adapted herbivore perform better in galls? *Ecological Entomology* 33: 385–393.
- Dinno, A. 2017. Dunn's test of multiple comparisons using rank sums. R package version 1.3.5.
- Domec, J. & Pruyn, M.L. 2008. Bole girdling affects metabolic properties and root, trunk and branch hydraulics of young ponderosa pine trees. *Tree Physiology* 28: 1493–1504.
- Edwards, O.R. & Linit, M.J. 1991. Oviposition behavior of *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) infested with the Pinewood Nematode. *Annals of the Entomological Society of America* 84: 319–323.
- Elser, J.J.; Fagan, W.F.; Denno, R.F.; Dobberfuhl, D.R.; Folarin, A.; Huberty, A.; Interlandi, S.; Kilham, S.S.; McCauley, E.; Schulz, K.L.; Siemann, E.H. & Sterner,

- R.W. 2000. Nutritional constraints in terrestrial and freshwater food webs. *Nature* 408: 578–580.
- Fatoretto, M.B.; Moral, R.A.; Demétrio, C.G.B.; de Pádua, C.S.; Menarin, V.; Rojas, V.M.A.; D'Alessandro, C.P. & Delalibera Jr., I. 2018. Overdispersed fungus germination data: statistical analysis using R. *Biocontrol Science and Technology* 28: 1034–1053.
- Forcella, F. 1982. Why twig-girdling beetles girdle twigs. *Naturwissenschaften* 69: 398–400.
- Foster, A.C.; Shuman, J.K.; Shugart, H.H. & Negron, J. 2018. Modeling the interactive effects of spruce beetle infestation and climate on subalpine vegetation. *Ecosphere* 9: e02437.
- Gao, J.; Guo, H.J.; Sun, Y.C. & Ge, F. 2018. Juvenile hormone mediates the positive effects of nitrogen fertilization on weight and reproduction in pea aphid. *Pest Management Science* 74: 2511–2519.
- Gebauer, R.; Plichta, R.; Bednářová, E.; Foit, J.; Čermák, V. & Urban, J. 2018. How timing of stem girdling affects needle xylem structure in Scots pine. *European Journal of Forest Research* 137: 57–67.
- Giron, D.; Huguet, E.; Stone, G.N. & Body, M. 2016. Insect-induced effects on plants and possible effectors used by galling and leaf-mining insects to manipulate their host-plant. *Journal of Insect Physiology* 84: 70–89.
- Han, J.; Kim, H.K.; Kang, W.J. & Kim, G. 2016. Feeding and oviposition preference of the Sakhalin pine sawyer *Monochamus saltuarius* (Coleoptera: Cerambycidae) for various tree species. *Entomological Research* 46: 331–336.
- Hanks, L.M. & Millar, J.G. 2013. Field bioassays of cerambycid pheromones reveal widespread parsimony of pheromone structures, enhancement by host plant volatiles, and antagonism by components from heterospecifics. *Chemoecology* 23: 21–44.
- Hanks, L.M.; Paine, T.D. & Millar, J.G. 1993. Host species preference and larval performance in the wood-boring beetle *Phoracantha semipunctata* F. *Oecologia* 95:22–29.
- Hardersen, S.; Cuccurullo, A.; Bardiani, M.; Bologna, M.A.; Maura, M.; Maurizi, E.; Roversi, P.F.; Peverieri, G.S. & Chiari, S. 2017. Monitoring the saproxylic longhorn

- beetle *Morimus asper*: investigating season, time of the day, dead wood characteristics and odour traps. *Journal of Insect Conservation* 21: 231–242.
- Hothorn, T.; Bretz, F. & Westfall, P. 2008. Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical Journal* 50: 346–363.
- Huberty, A.F. & Denno, R.F. 2006. Consequences of nitrogen and phosphorus limitation for the performance of two planthoppers with divergent life-history strategies. *Oecologia* 149: 444–455.
- Jones, C.G.; Lawton, J.H. & Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373–386.
- Ju, Q.; Guo, X.; Li, X.; Jiang, X.; Jiang, X.; Ni, W. & Qu, M. 2017. Plant volatiles increase sex pheromone attraction of *Holotrichia parallela* (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Chemical Ecology* 43: 236–242.
- Kjeldahl, J. 1883. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie* 22: 366–382.
- Lemes, P.G.; Anjos, N. & Cordeiro, G. 2011. Injúrias e oviposição de *Oncideres impluviata* (Germar) (Col.: Cerambycidae) em *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. *Comunicata Scientiae* 2: 53–56.
- Lemes, P.G.; Anjos, N. & Jorge, I.R. 2013. Bioecology of *Oncideres ocularis* Thomson (Coleoptera: Cerambycidae) on *Acacia mangium* Willd. (Fabaceae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 86: 307–317.
- Lemes, P.G.; Anjos, N.; Jorge, I.R. & Leite, H.G. 2014. Twig morphology effects on the number of egg incisions and reproductive success of *Oncideres ocularis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 49: 41–49.
- Li, F.; Dudley, T.L.; Chen, B.; Chang, X.; Liang, L. & Peng, S. 2016. Responses of tree and insect herbivores to elevated nitrogen inputs: A meta-analysis. *Acta Oecologica* 77: 160–167.
- Magistrali, I.C.; Costa, E.C.; Garlet, J.; Boscardin, J. & Machado, L.M. 2013. Danos de *Oncideres saga* em plantios de *Acacia mearnsii* no Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira* 33: 459–462.

- Mahouachi, J.; Iglesias, D.J.; Agustí, M. & Talon, M. 2009. Delay of early fruitlet abscission by branch girdling in citrus coincides with previous increases in carbohydrate and gibberellin concentrations. *Plant Growth Regulation* 58: 15–23.
- Monné, M.A. 2002. Catalogue of the Neotropical Cerambycidae (Coleoptera) with known host plant - Part IV: Subfamily Lamiinae, Tribes Batocerini to Xenofreini. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 94: 1–92.
- Moquet, L.; Laurent, E.; Bacchetta, R. & Jacquemart, A. 2018. Conservation of hoverflies (Diptera, Syrphidae) requires complementary resources at the landscape and local scales. *Insect Conservation and Diversity* 11: 72–87.
- Moral, R.A.; Hinde, J.; Demétrio, C.G.B. 2017. Half-normal plots and overdispersed models in R: the hnp package. *Journal of Statistical Software* 81: 1–23.
- Murakami, P.F.; Schaberg, P.G. & Shane, J.B. 2008. Stem girdling manipulates leaf sugar concentrations and anthocyanin expression in sugar maple trees during autumn. *Tree Physiology* 28: 1467–1473.
- Paro, C.M.; Arab, A. & Vasconcellos-Neto, J. 2012. Population dynamics, seasonality and sex ratio of twig-girdling beetles (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae: Onciderini) of an Atlantic rain forest in south-eastern Brazil. *Journal of Natural History* 46: 1249–1261.
- Paro, C.M.; Arab, A. & Vasconcellos-Neto, J. 2014. Specialization of atlantic rain forest twig-girdler beetles (Cerambycidae: Lamiinae: Onciderini): variation in host-plant use by microhabitat specialists. *Arthropod-Plant Interactions* 8: 557–56.
- Paulino Neto, H.F.; Vasconcellos-Neto, J. & Carmello-Guerreiro, S.M. 2006. The biology of *Oncideres humeralis* Thoms (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae) and new Cerambycidae-Melastomataceae host-plant associations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 41: 227–233.
- Rice, M.E. 1989. Branch girdling and oviposition biology of *Oncideres pustulatus* (Coleoptera: Cerambycidae) on *Acacia farnesiana*. *Annals of the Entomological Society of America* 82: 181–186.
- Rigsby, C.M.; Muilenburg, V.; Tarpey, T.; Herms, D.A. & Cipollini, D. 2014. Oviposition preferences of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) for different

ash species support the mother knows best hypothesis. *Annals of the Entomological Society of America* 107: 773–781.

Seibold, S.; Bässler, C.; Baldrian, P.; Thorn, S.; Müller, J. & Gossner, M.M. 2014. Wood resource and not fungi attract early successional saproxylic species of Heteroptera – an experimental approach. *Insect Conservation and Diversity* 7: 533–542.

Silva, R.B.; Zanuncio, J.C.; Serrão, J.E.; Lima, E.R.; Figueiredo, M.L.C. & Cruz, I. 2009. Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. *Phytoparasitica* 37: 115–123.

Stiling, P. & Moon, D.C. 2005. Quality or quantity: the direct and indirect effects of host plants on herbivores and their natural enemies. *Oecologia* 142: 413–420.

Sydenham, M.A.K.; Häusler, L.D.; Moe, S.R. & Eldegard, K. 2016. Inter-assemblage facilitation: the functional diversity of cavity-producing beetles drives the size diversity of cavity-nesting bees. *Ecology and Evolution* 6: 412–425.

Van Hecke, T. 2012. Power study of anova versus Kruskal-Wallis test. *Journal of Statistics and Management System* 15: 241–247.

Wang, Y. & Jiao, Y. 2018. Axillary meristem initiation – a way to branch out. *Current Opinion in Plant Biology* 41: 61–66.

Yasuhara, T. & Nokihara, K. 2001. High-throughput analysis of total nitrogen content that replaces the classic Kjeldahl method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 4581–4583.

Zanuncio, J.C.; Molina-Rugama, A.J.; Santos, G.P. & Ramalho, F.S. 2002. Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 1225–1230.

Zanuncio, J.C.; Sossai, M.F.; Flechtmann, C.A.H.; Zanuncio, T.V.; Guimarães, E.M. & Espindula, M.C. 2005. Plants of an Eucalyptus clone damaged by Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40: 513–515.

Zanuncio, J.C.; Saavedra, J.L.D.; Oliveira, H.N.; De Gheele, D. & De Clercq, P. 1996. Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* Signoret Heteroptera: Pentatomidae on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. Coleoptera: Tenebrionidae. *Biocontrol Science and Technology* 6: 619–626.

Zhen, W.; Huang, D.; Xiao, J.; Yang, D.; Zhu, C. & Xiao, H. 2005. Ovipositor length of three Apocryta species: effect on oviposition behavior and correlation with syconial thickness. *Phytoparasitica* 33: 113–120.

Zwieniecki, M.A.; Melcher, P.J.; Feild, T.S. & Holbrook, N.M. 2004. A potential role for xylem–phloem interactions in the hydraulic architecture of trees: effects of phloem girdling on xylem hydraulic conductance. *Tree Physiology* 24: 911–917.