

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL**  
**CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS- CECA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**

**CAMILA ALEXANDRE CAVALCANTE DE ALMEIDA**

**ESTUDO FEROMONAL, PERFIL CUTICULAR E PREFERÊNCIA  
ALIMENTAR DE *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA:  
GEOMETRIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS**

**RIO LARGO, AL**

**2020**

**CAMILA ALEXANDRE CAVALCANTE DE ALMEIDA**

**ESTUDO FEROMONAL, PERFIL CUTICULAR E PREFERÊNCIA  
ALIMENTAR DE *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA:  
GEOMETRIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

**Orientador(a): Profa. Dra. Mariana Oliveira Breda**

**Coorientador (a): Profa. Dra. Jakeline Maria dos Santos**

**RIO LARGO, AL**

**2020**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**

Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

A447e Almeida, Camila Alexandre Cavalcante de.  
Estudo feromonal, perfil cuticular e preferência alimentar de *Thyrintaina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) em diferentes hospedeiros. / Camila Alexandre Cavalcante de Almeida. – 2020.

71f.: il.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Mariana Oliveira Breda.

Coorientador: Jakeline Maria dos Santos.

Dissertação (Mestrado em Proteção de plantas) – Programa de Pós - graduação em Proteção de plantas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2020.

Inclui Bibliografia.

1. Lagarta desfolhadora. 2. Antixenose. 3. Compostos orgânicos voláteis. 4. Manejo Integrado de Pragas Florestais. I. Título

CDU: 632.9

**CAMILA ALEXANDRE CAVALCANTE DE ALMEIDA**

**ESTUDO FEROMONAL, PERFIL CUTICULAR E PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.



---

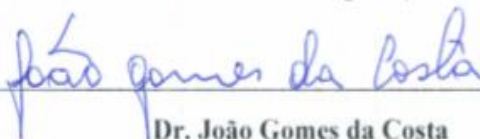
**Profa. Dra. Jakeline Maria dos Santos**  
Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL)  
(Coorientadora)

Banca Examinadora:



---

**Prof. Dr. Mauricio Silva de Lima**  
Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL)



---

**Dr. João Gomes da Costa**  
EMBRAPA- Alimentos e Territórios

**RIO LARGO, AL**

**2020**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, seguidamente, agradeço a toda minha família, meu pai, Jair Cavalcante de Almeida, meus irmãos, Caroline Alexandre e César Alexandre e principalmente a minha mãe Ednês Alexandre Lima de Almeida, que sempre me motivou mesmo sem compreender a minha correria do mestrado.

Agradeço a todos os professores e colegas do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias- CECA/UFAL e do Programa de Pós graduação em Proteção de Plantas, que de forma direta ou indireta contribuíram para minha formação.

Em especial quero imensamente agradecer a minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Mariana Oliveira Breda, muito obrigada pela orientação, pelos incentivos, pelas conselhos e por todas as vezes que você falava “Se organize, Camila!”, sei que com toda sua paciência e carinho eu consegui me organizar da melhor forma, sua contribuição foi bastante valiosa para este trabalho.

Agradeço a minha co-orientadora Jakeline Maria dos Santos pela contribuição e orientação no trabalho, assim como sua ajuda nas coletas, foi de grande valia para a pesquisa. Aos meus amigos do Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal: Renata Vasconcelos, Elmadã Gonzaga, Thalles Ferreira, Fernanda Gonçalves e Matheus Barros.

Ao Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPqRN), onde foram realizadas as análises, em especial, ao grande amigo de pós graduação Anderson Bruno, que sempre me auxiliou durante os trabalhos, sua contribuição foi de muita importância para mim.

Agradeço a Agropecuária Albuquerque pela disponibilidade de nos fornecer uma área de plantio para realização das coletas e a Embrapa Tabuleiros Costeiros onde foram realizadas as análises de consumo foliar.

Aos amigos da pós graduação Telliane Salgueiro, Thiago Pimenta, Fernanda Emanuelle, Lídia Almeida, Georgia Peixinho e Caroline Moraes, obrigada pelos momentos de descontração, conversas e conselhos.

Aos amigos que sempre estiveram do meu lado, sempre me alegrando e me dando forças, meu muitíssimo obrigada, não sei o que seria da minha vida sem vocês: Anyelle Silva, Luiza Oliveira, Anne Catherine e em especial ao meu grande amigo-irmão Alessandro Gonçalves Pacheco. Eu amo muito vocês!

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

**Muito obrigada!**

# ESTUDO FEROMONAL, PERFIL CUTICULAR E PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS

## RESUMO

Com a consolidação da eucaliptocultura no Brasil, o ataque de insetos fitófagos vem adquirindo relevante importância econômica, podendo gerar perdas significativas de produção. Dentre eles, destaca-se a lagarta parda do eucalipto, *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), considerada como a principal praga desfolhadora de *Eucalyptus* spp. no país. Assim, o presente estudo teve como objetivo a verificação dos processos envolvidos na interação praga-hospedeiro a partir da caracterização do perfil cuticular e preferência alimentar de *T. arnobia* sobre diferentes hospedeiros e a prospecção de substâncias feromonais de *T. arnobia* através do isolamento e identificação estrutural, afim de contribuir como componente básico para o desenvolvimento do Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Floresta). Em testes de consumo alimentar, sem chance de escolha, observou-se maior consumo do clone VE 41 e do hospedeiro nativo goiaba (*Psidium guajava* L.). A avaliação do consumo alimentar, com chance de escolha, utilizando clones de *E. urograndis* e goiaba, não mostrou diferença significativa o que pode comprovar adaptação de *T. arnobia* tanto ao seu hospedeiro nativo quanto exótico. Em teste utilizando os diferentes clones de *E. urograndis*, o clone I 144 mostrou uma tendência de menor preferência alimentar, sendo consumido inicialmente somente após 48h. Em perfil químico cuticular, comparando os Índices de Kovats (IK) de galhos e lagartas em goiaba e *E. urograndis*, foi possível observar um total de 9 compostos em comum entre galhos de goiaba e lagartas de *T. arnobia* e apenas 1 composto em comum quando comparada ao perfil químico dos galhos de *E. urograndis*. Para o estudo feromonal, os extratos cuticulares de asas e pernas de fêmeas e machos de *T. arnobia* não se mostraram biologicamente ativo frente a antenas de machos. Em extratos de glândulas abdominais de fêmeas de *T. arnobia* foram verificados 12 compostos químicos em cromatografia gasosa acoplada a Espectrometria de massas (CG-EM), sendo 9,12-octadecadienol clorido e ácido hexadecanoico (ácido palmítico) os componentes majoritários, obtendo resposta significativa quando colocados frente a antenas de machos, via método de eletroantenografia do tipo “puff”. Os resultados obtidos são pioneiros para o desenvolvimento de estratégias de controle comportamental no Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Florestas) no estado de Alagoas.

**Palavras-chave:** Lagarta desfolhadora, Antixenose, Compostos orgânicos voláteis, Manejo Integrado de Pragas Florestais.

FEROMONAL STUDY, CUTICULAR PROFILE AND FOOD PREFERENCE OF THE *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) ON DIFFERENT HOST

**ABSTRACT**

With the consolidation of eucalyptus crop, the attack of phytophagous insects has acquired relevant economic importance, which may generate significant yield losses. Among them, the eucalyptus brown caterpillar, *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), stands out, considered as the main defoliating pest of *Eucalyptus* spp. in the country. Thus, the present study aimed to verify the processes involved in host interaction, based on the characterization of the cuticular profile and food preference of *T. arnobia* on different native and exotic hosts, besides the prospection for pheromone substances from *T. arnobia* through isolation and structural identification, in order to contribute as a basic component for the development of Forest Integrated Pest Management (Forest IPM). On non-choice food consumption tests, it was observed a greater food consumption of the VE 41 clone and the native host guava (*Psidium guajava* L.). The evaluation of food consumption with chance of choosing using clones of *E. urograndis* and guava showed no significant difference, which may indicate *T. arnobia* adaptation to both its native and exotic host. In tests using *E. urograndis* clones, the I 144 clone showed a tendency towards less food preference, being consumed only after 48 hours. In cuticular chemical profile, comparing the Kovats Index (IK) of branches and caterpillars from guava and eucalyptus, it was possible to observe a total of 9 compounds in common between guava branches and *T. arnobia* caterpillars and only 1 compound in common when compared to the chemical profile of *E. urograndis* branches. For the pheromone study, the cuticular extracts of the wings and legs of females and males of *T. arnobia* were not shown to be biologically active against male antennae. In the extracts of *T. arnobia* female abdominal glands, 12 chemical compounds were verified in gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS), with 9,12-octadecadienol chloride and hexadecanoic acid (palmitic acid) being the major components, obtaining a significative response against male antennas via electroantenography "puff" method. The results obtained are pioneering for the development of behavioral control strategies in Forest Integrated Pest Management (Forest IPM) in the state of Alagoas.

**Keywords:** Defoliating caterpillar, Antixenosis, Volatile organic compounds, Forest Integrated Pest Management.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1.** Consumo foliar (mm<sup>2</sup>) de *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) sem chance de escolha em diferentes clones de *Eucalyptus urograndis* (VE41, I144, TP361 e VCC865) e goiaba (*Psidium guajava* L.) após 24 e 48 horas. .... 36
- Figura 2.** Consumo foliar (mm<sup>2</sup>) de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) com chance de escolha em diferentes clones de *Eucalyptus urograndis* (VE41, VCC865, TP361 e I144) e goiaba (*Psidium guajava* L.) após 24h (3-A) e 48h (3-B) de avaliação. .... 37
- Figura 3.** Consumo foliar (mm<sup>2</sup>) de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) em diferentes clones de *Eucalyptus urograndis* (VE41, I114, TP361, VCC865) após 2,4,6,24 e 48 horas de avaliação. .... 38
- Figura 4.** Consumo foliar (mm<sup>2</sup>) de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) com chance de escolha em diferentes clones de *Eucalyptus urograndis* (VE41, I114, TP361, VCC865) em pareamento após 24 e 48 horas de avaliação. .... 40

### CAPÍTULO II

- Figura 1.** Cromatograma de asas anteriores de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae). .... 56
- Figura 2.** Cromatograma de asas posteriores de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae). .... 57
- Figura 3.** Cromatograma de pernas anteriores de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae). .... 59
- Figura 4.** Cromatograma de pernas medianas de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae). .... 60
- Figura 5.** Cromatograma de pernas posteriores de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae). .... 61
- Figura 6.** Cromatograma de extrato de glândulas abdominais de fêmeas de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). .... 64
- Figura 7.** Resposta eletroantegráfica de machos de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae), via método “puff”, submetidas a extrato de glândula abdominal de fêmeas e a hexano (tratamentos). .... 65



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b> Índices de Kovats calculados em Galhos e Lagartas de <i>Thyrinteina arnobia</i> (Lepidoptera: Geometridae) em hospedeiro nativo e exótico. ....	41
--	----

### CAPITULO II

<b>Tabela 1.</b> Possíveis compostos identificados em asas anteriores e posteriores de machos e fêmeas de <i>Thyrinteina arnobia</i> (Lepidoptera: Geometridae) em povoamento florestal de eucalipto no estado de Alagoas.....	57
<b>Tabela 2.</b> Possíveis compostos químicos identificados em pernas anteriores, medianas e posteriores de fêmeas e machos de <i>Thyrinteina arnobia</i> (Lepidoptera: Geometridae) em povoamento florestal de eucalipto no estado de Alagoas.....	61
<b>Tabela 3.</b> Compostos químicos identificados em cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM) de extratos de glândulas abdominais de <i>Thyrinteina arnobia</i> (Lepidoptera: Geometridae).....	64

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	8
CAPÍTULO I .....	8
CAPÍTULO II.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
CAPÍTULO I.....	9
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1. O Gênero <i>Eucalyptus</i> .....	14
2.2 <i>Thyrinteina arnobia</i> (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae).....	15
2.2.1 Hospedeiros nativos e exóticos de <i>T. arnobia</i> .....	15
2.2.2 Aspectos morfológicos de <i>T. arnobia</i> .....	15
2.2.3 Aspectos biológicos de <i>T. arnobia</i> em diferentes hospedeiros.....	16
2.3. Manejo de <i>T. arnobia</i> em <i>Eucalyptus</i> spp.....	17
2.3.1. Resistência de plantas .....	18
2.3.1.1. Preferência Hospedeira em <i>T. arnobia</i> .....	18
2.3.2. Ecologia química .....	19
2.4. Aplicação de feromônios no Manejo Integrado de Pragas .....	20
2.5. Ecologia química de <i>T. arnobia</i> .....	20
2.6 Perfil Cuticular de <i>T. arnobia</i> em hospedeiros nativo e exótico.....	21
2.6.1. Aspectos gerais da cutícula em Insecta.....	21
2.6.2. Mimetismo morfológico e químico e suas implicações.....	22
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23
<b>CAPITULO I – PERFIL CUTICULAR E PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE <i>Thyrinteina arnobia</i> (STOLL, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS.....</b>	<b>28</b>
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1 Local de realização da pesquisa .....	31
2.2 Coleta de <i>T. arnobia</i> em campo.....	31
2.3 Manutenção de <i>T. arnobia</i> em laboratório.....	31
2.4 Consumo alimentar de <i>T. arnobia</i> em diferentes clones de <i>E. urograndis</i> e <i>P. guajava</i> em testes sem chance de escolha.....	32
2.5 Consumo alimentar de <i>T. arnobia</i> em testes com chance de escolha.....	32
2.5.1 Consumo alimentar de <i>T. arnobia</i> em testes pareados com chance de escolha utilizando clones de <i>E. urograndis</i> e <i>P. guajava</i> .....	33

2.5.2 Consumo alimentar de <i>T. arnobia</i> em testes com chance de escolha utilizando diferentes clones de <i>E. urograndis</i> .....	34
2.5.3 Consumo alimentar de <i>T. arnobia</i> em testes pareados com chance de escolha utilizando clones de <i>E. urograndis</i> .....	34
3. Análise do perfil cuticular de <i>T. arnobia</i> em <i>E. urograndis</i> e <i>P. guajava</i> .....	35
4. RESULTADOS.....	35
5. DISCUSSÃO.....	43
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
<b>CAPITULO II – PROSPECÇÃO DE SUBSTÂNCIAS FEROMONAIIS DE <i>Thyriniteina arnobia</i> (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) EM EUCALIPTO NO ESTADO DE ALAGOAS.</b> .....	
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	52
2.1 Local de realização da pesquisa.....	52
2.2 Coleta de <i>T. arnobia</i> em campo.....	52
2.3 Manutenção de <i>T. arnobia</i> em laboratório.....	52
2.4 Análise de compostos orgânicos voláteis (COV's) em asas, pernas e glândulas abdominais de <i>T. arnobia</i> .....	53
2.4.1 Preparo de extratos hexânicos de asas, pernas e glândulas abdominais de <i>T. arnobia</i> .....	53
2.4.2 Análise dos extratos de asas, pernas e glândulas abdominais de <i>T. arnobia</i> em cromatógrafo gasoso acoplado a detector por ionização de chama (CG-FID).....	53
2.4.3 Estudo eletroantegráfico (CG-EAG) em testes de espectro de ação de extratos de asas e pernas de <i>T. arnobia</i> .....	54
2.4.4 Estudo eletroantegráfico (CG-EAG) de extratos de glândulas abdominais de fêmeas de <i>T. arnobia</i> .....	54
2.4.5 Análise dos extratos de glândulas abdominais de <i>T. arnobia</i> em cromatógrafo gasoso acoplado a Espectometria de massas (CG-EM).....	55
3. RESULTADOS.....	55
4. DISCUSSÃO.....	65
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O setor florestal ocupa lugar de destaque entre os segmentos econômicos estabelecidos no Brasil, sendo o cultivo de *Eucalyptus* spp. o emblema do negócio florestal brasileiro na atualidade. A pesquisa genética, coloca o país na vanguarda da implantação de povoamentos florestais clonais, apresentando a mais avançada tecnologia de cultivo e manejo, com expressivos resultados de produtividade e rentabilidade (TABACOF, 2009).

Com a consolidação da eucaliptocultura no país, essa espécie exótica da família Myrtaceae sofre ataques de insetos que migram de hospedeiros nativos da flora brasileira, gerando perdas de importância econômica (SANTOS et al, 2000). Dentre eles, destaca-se a lagarta parda, *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), considerada como a principal praga desfolhadora de *Eucalyptus* spp. no país, com injúrias caracterizadas pelo intenso desfolhamento ascendente nas copas das árvores de qualquer idade (PAIVA, 2013).

A grande extensão das plantações de *Eucalyptus* spp. e a altura das árvores, dificultam o controle de insetos através da pulverização de produtos químicos e/ou biológicos nos povoamentos florestais (BITTENCOURT; BERTIFILHO, 2004). Além disso, o uso frequente e indiscriminado de inseticidas químicos sintéticos pode acarretar riscos de intoxicação, seleção de populações resistentes de insetos, surgimento de pragas secundárias, efeitos deletérios em agentes de controle biológico e organismos não-alvo e contaminação ambiental (MOREIRA, 2003).

Dessa maneira, diversos métodos para o controle de insetos, inseridos no contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP) vem sendo aprimorados. Dentre eles, o uso de materiais genéticos resistentes e o estudo e aplicação de semioquímicos ocupam lugar de destaque, sendo de extrema importância compreender as interações dos insetos e suas plantas hospedeiras, bem como, a elucidação da comunicação química interespecífica e os mecanismos que a permeiam (NEPPE, 2008).

Além disso, para fins de melhoramento genético florestal, as características genotípicas de cada material genético/clone/espécie podem afetar diretamente a interação inseto-planta, sendo assim, imprescindível a identificação e caracterização de possíveis fatores de resistência, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de manejo adequadas e eficientes (JESUS et al., 2015).

Com relação a interação com hospedeiros nativos e exóticos, poucos são os estudos sobre o efeito de materiais genéticos/clones/espécies na preferência alimentar de *T. arnobia*. Além desses aspectos, em campo, é difícil a visualização de lagartas de *T. arnobia*, visto que estas mimetizam morfológicamente os galhos dos hospedeiros, confundindo inimigos naturais, tais como pássaros e insetos predadores e parasitoides (HOWARDS & BLOMQUIST, 2005). É sabido, porém, que além de mimetizar aparência externa, os insetos possuem habilidades de mimetizar hidrocarbonetos cuticulares (PISKORSKI et al, 2010). Porém, até o presente momento, nenhum estudo indica o mimetismo químico de *T. arnobia* em seus hospedeiros nativos e/ou exótico.

Ademais, pesquisas na área de ecologia química têm sido desenvolvidas em diversas ordens de insetos, envolvendo aspectos biológicos, fisiológicos, comportamentais, bioquímicos e genéticos (VILELA & DELLA LUCIA, 2001), auxiliando no levantamento populacional, monitoramento e controle de insetos de importância agrícola e florestal.

Para *T. arnobia*, alguns estudos, descrevem o comportamento de chamamento de fêmeas dessa espécie, indicando o início da exposição de glândula abdominal para a 1ª hora da 1ª escotofase (BATISTA-PEREIRA et al, 2004). Em relação ao feromônio sexual de *T. arnobia*, Moreira et al. (2013) através do isolamento de glândulas abdominais de fêmeas virgens, descreveu como componente majoritário um dos estereoisômeros do 3,4-epoxi-6,9-eneicosadieno, obtendo a síntese racêmica desse composto. Porém, ainda não é possível encontrar, comercialmente, um composto feromonal disponível para aplicação no manejo de *T. arnobia* em campo.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo a prospecção de substâncias feromonais de *T. arnobia* através do isolamento e identificação estrutural, além da verificação e compreensão dos processos envolvidos na interação praga- hospedeiro, a partir da caracterização do perfil cuticular e preferência alimentar de *T. arnobia* sobre diferentes hospedeiros nativos e exóticos, afim de contribuir como componente básico para o desenvolvimento do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O Gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália (SILVA et al, 2013), e possui como principais características alta adaptação climática e edáfica, com rápido crescimento e multiplicidade de usos para sua madeira (SANTOS et al, 2004). Assim, diferentes espécies desse gênero são cultivadas para os mais diversos fins, como produção de papel, celulose, lenha, carvão, serraria, óleos para indústrias farmacêuticas, mel, construção civil e ornamentação (PASSADOR et al, 2012).

No geral, são conhecidas 730 espécies do gênero *Eucalyptus*, entretanto, apenas 20 são utilizadas para fins comerciais em todo mundo, destacando-se as espécies *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. viminalis*, *E. dunnii* e *E. benthamii* (SANTAROSA et al., 2014).

A introdução do gênero *Eucalyptus* no Brasil, se deu início no estado do Rio Grande do Sul, no ano de 1896, sendo utilizado comercialmente para produção de madeira, para fins múltiplos, como lenha para combustíveis, mourões de cercas, postes, além da construção de estações e vilas (MORA & GARCIA, 2000).

*Eucalyptus* spp. tem como principal característica, uma facilidade para obtenção de cruzamentos entre diferentes espécies e clonagem de materiais genéticos, sendo a combinação entre *E. grandis* × *E. urophylla*, um exemplo de grande sucesso, resultando na obtenção do híbrido *E. urograndis* e em seus diversos clones, que dominam a produção da eucaliptocultura nacional na atualidade. Esses cruzamentos, em combinação com o processo de clonagem, contribuíram para o desenvolvimento de materiais genéticos adaptados às diferentes condições edafoclimáticas do país, além da possibilidade de conferir resistência a algumas doenças e insetos-praga (LERAYER, 2008).

Em relação a produtividade, o crescimento de área plantada com *Eucalyptus* spp. em 2017, foi de 2,4%, ocupando 5,7 milhões de hectares (ha), representando 70% da área ocupada com povoamentos florestais no Brasil, estando localizadas, principalmente, nos estados de Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (15%) (IBÁ, 2017).

Em Alagoas, o cultivo de *Eucalyptus* spp. é de recente implantação, visando estimular a diversidade produtiva da região, num cenário em que áreas canavieiras de encostas e declives acentuados, de baixo rendimento, estão sendo gradativamente

substituídas por povoamentos florestais, apresentando um grande potencial de produção de biomassa energética para as próprias usinas de cana-de-açúcar (APIMEC, 2015).

Com a expansão da implantação de povoamentos florestais clonais de *Eucalyptus* spp. para novas regiões, o aparecimento de insetos-praga pode ocasionar perdas significativas, diminuindo a produção (BARBOSA et al., 2010). Dentre os insetos associados a *Eucalyptus* spp. no Brasil, destacam-se os insetos exóticos, acidentalmente introduzidos junto a planta hospedeira, como o psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 (Hemiptera: Psyllidae), a vespa-da-galha, *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle, 2004 (Hymenoptera: Eulophidae) e o percevejo bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero e Dellapé 2006 (Hemiptera: Thaumastocoridae); além dos insetos nativos, que migraram de plantas hospedeiras pertencentes à família Myrtaceae para o hospedeiro exótico, como a lagarta parda do eucalipto, *Thyrintaina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (WILCKEN et al., 2008).

## **2.2 *Thyrintaina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae)**

### **2.2.1 Hospedeiros nativos e exóticos de *T. arnobia***

Anjos et al. (1996) foram um dos primeiros pesquisadores a contribuir para o estudo sobre hospedeiros nativos de *T. arnobia*, realizando um levantamento das plantas do sub-bosque. Esses autores relataram como plantas hospedeiras nativas de *T. arnobia*, espécies como Pau-terra (*Qualea* sp.: Vochysiaceae); tingui (*Magonia pubescens*: Sapindaceae); goiabeira (*Psidium guayava*: Myrtaceae); cagaiteira (*Eugenia dysinterica*: Myrtaceae); murici (*Byrsonima* sp.: Malpighiaceae); assa-peixe (*Vernonia* sp.: Compositae) e angico cangalha (*Peltophorum* sp.: Leguminosae - Caesalpinoideae).

Em espécie exótica, Wilcken (1996) relatou que são conhecidas 18 espécies de *Eucalyptus* (Myrtaceae) hospedeiras de *T. arnobia*, variando entre espécies com altos teores de óleos essenciais ou terpenóides nas folhas (*E. citriodora*, *E. globulus*, *E. dunnii*, *E. maculata*, *E. resinifera*), espécies com folhas cerosas (*E. globulus* e *E. dunnii*), espécies com folhas esclerofíticas (folhas duras) (*E. tereticornis*, *E. camaldulensis*, *E. rostrata*) e espécies com folhas mais tenras e com menos glândulas de óleo (*E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. cloeziana*, *E. botryoides*, *E. pellita*, *E. robusta*).

### **2.2.2 Aspectos morfológicos de *T. arnobia***

A lagarta parda do eucalipto, *T. arnobia*, é considerada o principal inseto desfolhador de *Eucalyptus* spp. no país, com injúrias caracterizadas pelo desfolhamento ascendente nas copas das árvores de qualquer idade (PAIVA, 2013).

Na sua fase adulta, *T. arnobia* apresenta um dimorfismo sexual bem característico, no qual, as mariposas fêmeas possuem asas de coloração branca com pontuações escuras, antenas filiformes e tamanho maior que os machos, que por sua vez, possuem coloração marrom e antenas pectinadas. O acasalamento e postura dos ovos ocorrem em período noturno, sendo depositada uma massa de aproximadamente 1000 ovos por fêmea, de coloração esverdeada, tornando-se mais escuros próximos a eclosão (OLIVEIRA et al, 2005).

As lagartas recém eclodidas possuem coloração preta, com 16 manchas brancas nas laterais do corpo e com o decorrer do aumento dos instares, adquirem coloração castanho escuro, com manchas irregulares, mimetizando galhos secos. São caracterizadas como lagartas do tipo “mede-palmo”, pois além dos três pares de pernas torácicas, possuem dois pares de falsas pernas abdominais. Na cabeça, possuem dois segmentos cônicos, separados por um sulco típico (ZANUNCIO et al., 1993; PEREIRA, 2007).

Sua pupa é classificada como do tipo obtecta, com coloração pardo-escuro, possuindo um dimorfismo sexual em relação ao tamanho, no qual em média possuem 18 mm e 28 mm de comprimento e largura média de 5 mm e 10 mm para machos e fêmeas, respectivamente (PEREIRA, 2007).

### **2.2.3 Aspectos biológicos de *T. arnobia* em diferentes hospedeiros**

Berti Filho (1974) avaliando os aspectos biológicos de *T. arnobia* em *Eucalyptus* spp. constatou que as fêmeas colocam em média uma massa de 753 ovos no decorrer de toda a sua fase adulta, com uma viabilidade de 95% a uma temperatura de 25°C e umidade relativa de 73%. Para essas condições, foi relatado também, a duração média das seguintes fases: incubação dos ovos 10 dias; período larval 26,8 dias; período pupal 9,3 dias; longevidade de machos 3,4 dias; e longevidade de fêmeas 7 dias.

Em relação a seus diferentes hospedeiros, Santos et al. (2000) observaram que lagartas de *T. arnobia* possuem um desenvolvimento mais adequado, quando alimentadas com folhas de goiabeira, apresentando indivíduos mais vigorosos, com período larval de menor duração e maior viabilidade, do que quando comparados com lagartas alimentadas com folhas de *Eucalyptus* spp. Porém, Holtz et al. (2003), relataram que após quatro gerações, a taxa intrínseca de crescimento populacional ( $r_m$ ) e o desenvolvimento de *T.*



*arnobia* foram maiores em plantas de *E. cloeziana* do que em goiabeira.

Assim, é sugerido que a variação de desenvolvimento de *T. arnobia* entre um hospedeiro nativo (goiabeira) e o hospedeiro exótico (*Eucalyptus* spp.) pode indicar a presença de defesas intrínsecas e/ou induzidas específicas para cada hospedeiro, e desse modo, influenciar a migração e adaptação desse inseto. Dessa maneira, surtos populacionais em *Eucalyptus* spp. poderiam estar ocorrendo pela ausência de mecanismos de defesa, que estariam presentes nos hospedeiros nativos (HOLTZ et al., 2003).

### **2.3. Manejo de *T. arnobia* em *Eucalyptus* spp.**

Segundo o AGROFIT (2019), são indicados cinco produtos para o controle populacional de *T. arnobia*, dentre esses estão os produtos biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* e os inseticidas com ingredientes ativos a base de deltametrina (piretróide), lufenurum (benzoiluréia) e tebufenozida (diacilhidrazina). Porém, diferentes táticas de manejo tem sido foco de pesquisas intensas, visto que o uso intensivo de inseticidas químicos sintéticos pode ocasionar uma série de efeitos deletérios, que incluem riscos ao meio ambiente, aos inimigos naturais, a organismos não-alvo e à saúde humana (PEREIRA, 2007).

O controle biológico, com a liberação de percevejos predadores das famílias Pentatomidae e Reduvidae, são relativamente comuns no manejo de *T. arnobia* em povoamentos florestais de *Eucalyptus* spp., porém, para um controle efetivo a longo prazo, diferentes técnicas devem ser aplicadas de forma integrada (SANTAROSA, 2014).

Dentre as técnicas, a resistência de plantas vem sendo amplamente estudada, apresentando compatibilidade com outros métodos de controle e fácil aplicação, com alta potencialidade de mitigação das perdas em campo, contribuindo para redução da população de insetos herbívoros e baixo risco ao ambiente (SOLIMAN, 2014). Outra tática de controle almejada pelo setor florestal brasileiro na atualidade é o desenvolvimento e aplicação do uso da ecologia química, através da formulação de um feromônio para manejo e/ou monitoramento de *T. arnobia*, constituindo um produto promissor, de alta viabilidade econômica e baixa toxicidade ao meio ambiente e à saúde humana.

Assim, o aprimoramento e/ou desenvolvimento de métodos de controle altamente específicos, que visem atingir apenas a espécie alvo, eliminando efeitos deletérios e

auxiliando no monitoramento e tomada de decisão, seguindo as premissas do Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Florestas) é uma ferramenta importante que visa garantir o sucesso das implantações e expansões de povoamentos florestais de *Eucalyptus* spp. no país.

### **2.3.1. Resistência de plantas**

A resistência de plantas a insetos se define como uma característica genética que permite que uma planta seja menos atacada que a outra, em mesma igualdade de condições edafoclimáticas, sendo dividida em três categorias: não preferência ou antixenose, antibiose e tolerância. Podendo estas serem apresentadas em consonância ou isoladamente pelos vegetais diante do ataque dos insetos (LARA, 1991; BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

A resistência do tipo antixenose ou do tipo não-preferência, ocorre quando a planta hospedeira é menos utilizada pelo inseto para sua alimentação, oviposição ou abrigo, estando relacionada com a influência dos metabólitos secundários das plantas que atuam na seleção de hospedeiros. A antibiose pode ser caracterizada quando a planta exerce efeitos no ciclo biológico do inseto (LARA, 1991; BOIÇA JUNIOR et al., 2013). Por sua vez, quando a planta mostra uma capacidade de crescimento e de reprodução, quando infestada e atacada por uma determinada população de insetos, superior a uma planta suscetível, ela é classificada como tolerante à praga em questão (HOFFMANN et al, 1994).

No setor florestal, o estudo sobre resistência de plantas vem ganhando cada vez mais espaço, contudo, a resistência ou suscetibilidade pode variar a cada cruzamento genético e utilização de híbridos e/ou clones, sendo necessário o desenvolvimento de estudos mais específicos das relações inseto-hospedeiro (SOLIMAN, 2014).

#### **2.3.1.1. Preferência Hospedeira em *T. arnobia***

Os mecanismos de resistência do tipo antixenose interferem no processo de escolha do hospedeiro e tem papel fundamental na interação inseto-planta (KOGAN, 1982). De forma geral, a seleção da planta hospedeira para oviposição é feita por fêmeas adultas, no reconhecimento do substrato para a sobrevivência de sua nova geração, porém, a preferência hospedeira pode ser diretamente influenciada pela escolha e consumo

alimentar de lagartas e/ou formas jovens (RAPLEY et al. 2004). Lemos et al. (1999) afirmam que não somente a quantidade, mas também a qualidade do alimento é importantes para o crescimento populacional, preferência e consumo alimentar de *T. arnobia* em *Eucalyptus* spp., como a idade da folha, espécie, genótipos e/ou clones.

Oliveira et al. (1984) estudaram a preferência alimentar de *T. arnobia* em diferentes espécies de eucalipto, em laboratório, e constataram uma alta preferência pelas espécies *E. saligna* e *E. grandis*, além de baixa preferência por *E. camaldulensis*. Jesus et al. (2015) mostrou resultados que possibilitam considerar que *E. dunnii* e o cruzamento do eucalipto-de-jardim, *Corymbia citriodora* x *C. torelliana* (Myrtaceae), apresentam características antixenóticas para lagartas de *T. arnobia*.

Contudo, pouco é sabido sobre a resistência do tipo antixenose entre hospedeiros nativos vs. hospedeiros exóticos, ou sobre a preferência e consumo alimentar de *T. arnobia* nos diferentes clones de *E. urograndis* utilizados pelo setor florestal atualmente no país.

### **2.3.2. Ecologia química**

Ecologia química envolve o estudo das substâncias químicas, envolvidas nas interações entre organismos. As substâncias químicas envolvidas nessa relação são denominadas semioquímicos. Os insetos, por meio da detecção e emissão de compostos, desenvolvem funções vitais, como o encontro de parceiros para o acasalamento, a busca por alimento ou presa, a escolha de hospedeiro, entre outros fatores (ZARBIN et al., 2009).

Assim, o conhecimento básico dos semioquímicos e suas interações fazem parte das pesquisas que envolvem a ecologia química, contribuindo para compreensão comportamental e fornecendo base para o uso bem-sucedido de novos produtos para o controle de pragas (AGELOPOULOS et al., 1999; EVENDEN; SILK, 2016).

Uma das vantagens do uso de semioquímicos em campo é a especificidade, com aplicação de forma pontual e discreta, reduzindo a probabilidade do contato de organismos não-alvo com o composto, permitindo a ação de inimigos naturais e agentes polinizadores e prevenindo contaminações ambientais (MAFRA-NETO et al., 2014).

Os semioquímicos utilizados para a comunicação de indivíduos em espécies diferentes são denominados aleloquímicos e podem ser subdivididos em alomônios, cairomônios, sinomônios e apneumônios, a depender da ação benéfica para o emissor ou

receptor (PAIVA, 2013). Já os semioquímicos mediadores de comunicação intraespecíficas em insetos, são denominados feromônios, classificados de acordo com sua função, como feromônios sexuais, de trilha, de oviposição, de alarme, entre outros (WITZGALL et al., 2010).

#### **2.4. Aplicação de feromônios no Manejo Integrado de Pragas**

Dentre os feromônios empregados na agricultura para o Manejo Integrado de Pragas (MIP), os feromônios sexuais merecem destaque, como mensageiros químicos produzidos por um sexo para atração do sexo oposto com propósito de reprodução (BENTO et. al, 2016).

A aplicação de feromônios sexuais no MIP possui vários objetivos, dentre eles estão o monitoramento populacional, atraindo os insetos para armadilhas, contendo a fonte emissora, para determinar flutuação da população, afim de auxiliar na tomada de decisão; ou como táticas de controle, através das técnicas de coleta massal, que utiliza armadilhas em grandes quantidades, coletando um número significativo de insetos, evitando suas gerações futuras; da técnica de atrai e mata, que atrai os insetos para a fonte, contendo uma adição de substância tóxica; da confusão sexual ou interrupção de acasalamento, confundindo ou dificultando a localização do parceiro sexual; e do push-pull (empurra e puxa), utilizando aleloquímicos em conjunto com feromônios para atração e repelência dos insetos em campo (ARIOLI et al.,2013; PAIVA,2013; GOULART et al., 2015).

Segundo Nascimento (2013), o primeiro passo para o estudo do feromônio sexual, é a elucidação do comportamento sexual da espécie alvo, levando em consideração fatores como fotoperíodo e temperatura, indicando o uso de semioquímicos a curta e/ou a longa distância, para posterior isolamento e extração dos compostos feromonais.

#### **2.5. Ecologia química de *T. arnobia***

Feromônios sexuais em Lepidoptera já foram identificados em mais de 300 espécies de importância agrícola e/ou florestal da família Geometridae, na qual *T. arnobia* está inserida (PAIVA, 2013). Segundo esse autor, os compostos feromonais são produzidos pelas fêmeas adultas e de forma geral classificam-se como (Z,Z,Z)-3,6,9-trienos; ( Z,Z)-6,9-dienos; e monoepóxidos com cadeias de C17 – C23. A posição da

dupla ligação desses compostos indica que o esqueleto carbônico é derivado do ácido linolênico e linoleico provenientes da dieta consumida durante a fase larval.

Para *T. arnobia*, Batista-Pereira (2004) avaliando o padrão temporal do comportamento de chamamento de fêmeas virgens sob o efeito de três dietas (*P. guajava*, *E. grandis* e dieta artificial), observou o tempo médio para início de chamamento, número médio de cada chamamento por fêmea, o tempo médio de cada chamamento e o tempo médio total de chamamento, onde observou que o tipo de alimento oferecido na fase jovem influenciou o início do comportamento de chamamento (pré-chamamento) e o tempo médio total de duração desse comportamento, alterando também a coloração da glândula de feromônio exposta. Em *E. grandis*, esses mesmos autores descreveram o comportamento de chamamento de fêmeas de *T. arnobia*, indicando o início da exposição de glândula abdominal, de coloração esverdeada, para a 1ª hora da 1ª escotofase.

Em adição, pesquisas de isolamento do feromônio sexual de *T. arnobia*, desenvolvidas por Moreira et. al (2013), a partir de extratos de glândulas abdominais de fêmeas virgens, e de aeração de fêmeas para as coletas de voláteis por micro-extração em fase sólida (SPME), revelou a presença de componentes bioativos frente a antenas de machos coespecíficos. Após análises por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM), os estudos das fragmentações obtidas indicaram como componente majoritário do feromônio sexual de *T. arnobia* um dos estereoisômeros do 3,4-epoxi-6,9-eneicosadieno, propondo ainda a síntese racêmica desse composto em 10 etapas com rendimento global de 28%.

Porém, apesar dos estudos e pesquisas realizados, até o presente momento não existe comercialmente a disponibilidade de um produto formulado a base de feromônio sexual para o manejo das populações de *T. arnobia* em povoamentos florestais de *Eucalyptus* spp., sendo necessária uma prospecção dos compostos feromonais de curta e longa distância de *T. arnobia*, servindo como pesquisa-base para total elucidação da ecologia química dessa espécie nas diferentes regiões produtoras.

## **2.6 Perfil Cuticular de *T. arnobia* em hospedeiros nativo e exótico.**

### **2.6.1. Aspectos gerais da cutícula em Insecta**

A cutícula possui importância fundamental dado ao perfil químico presentes na camada externa de cera, composta por uma mistura de hidrocarbonetos de cadeia longa,

ácidos graxos, álcoois, ésteres, aldeídos e cetonas, que protegem o inseto da dessecação, e desempenham também papéis secundários, podendo atuar como feromônios de contato a curta distância (GINZEL et.al,2006).

Dentre os componentes do perfil químico cuticular em Insecta, os hidrocarbonetos são compostos apolares que possuem carbono e hidrogênio em sua estrutura, sendo divididos em hidrocarbonetos saturados (alcanos) e insaturados (alceno com dupla ligação e alcino com tripla ligação), cuja composição pode variar, dependendo da sua fase de desenvolvimento, sexo, idade, ambiente, alimento e planta hospedeira (BLOMQUIST,2010; SZAFRANEK et. al, 2012).

### **2.6.2. Mimetismo morfológico e químico e suas implicações**

Os insetos, devido a sua especificidade geral, possuem capacidade de mimetizar morfológica e quimicamente alguns organismos, através dos hidrocarbonetos cuticulares (HAVERTY et al, 1996; HOWARD & BLOMQUIST, 2005; ROSTÁS et al., 2008; MARTIN et al, 2009). O mimetismo pode ser definido como uma adaptação física e/ou química, que ocorre entre uma ou diversas espécies, que vão se assemelhar no padrão geral de cor, forma ou perfil cuticular, tendo como finalidade a defesa e proteção contra inimigos naturais, envolvendo comportamento e comunicação química (FUHRO, 2006; TEIXEIRA, 2012; INSUA et al, 2013).

Assim, diversas espécies de insetos mimetizam morfológicamente coloração e/ou forma de folhas, ou galhos, como as lagartas de *T. arnobia* que possuem coloração castanho escuro, com manchas irregulares, mimetizando galhos secos de seus hospedeiros, tornando-se de difícil visualização em campo (ZANUNCIO et al., 1993; PEREIRA, 2007).

Em relação ao mimetismo químico, Akino et al (2004) observou que lagartas da mariposa *Biston robustum* Butler, 1879 (Lepidoptera: Geometridae), adaptam seus perfis cuticulares aos de sua planta hospedeira com alta precisão através do sequestro de hidrocarbonetos de sua dieta. Até o presente momento, porém, não existem estudos afirmando que *T. arnobia* possui a capacidade de diferenciação de seu perfil cuticular, de acordo com seus hospedeiros nativo e exótico.

De forma geral, a elucidação do perfil cuticular dessa espécie em diferentes hospedeiros pode contribuir com o desenvolvimento e aplicação de estratégias de Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Florestas), principalmente envolvendo a eficácia de agentes de controle biológico.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGELOPOULOS, N. et al. **Exploiting semiochemicals in insect control**. Pesticide Science, v. 55, p. 225-235, 1999.

AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), 2019.

AKINO, T; NAKAMURA, K; WAKAMURA, S. **Diet-induced chemical phytomimesis by twig-like caterpillars of *Biston robustum* Butler (Lepidoptera: Geometridae)**. Chemoecology 14: 165–174, 2004.

ANJOS, N.; G.P. SANTOS; ZANUNCIO, J.C. **Pragas do eucalipto e seu controle**. Informativo Agropecuário. 50-8p, 1996.

APIMEC. 2015. **Alagoas terá projeto de eucalipto para biomassa energética**. Disponível em: [http://www.apimec.com.br/apimecNE/show.aspx?id\\_canal=2457&id\\_materia=3445](http://www.apimec.com.br/apimecNE/show.aspx?id_canal=2457&id_materia=3445).

ARIOLI, C. J.; BOTTON, M.; MAFRA-NETO, A.; MOLINARI, F.; BORGES, R.; PASTORI, P. L. **Feromônios sexuais no manejo de insetos-praga na fruticultura de clima temperado**. Florianópolis: Epagri. 58p. (Epagri. Boletim Técnico, 159), 2013.

BARBOSA, L. R.; SANTOS, F.; BARDDAL, H. P. O.; MACHADO, B. O.; WILCKEN, C. F.; SOLIMAN, E. P. **Predação de *Thaumastocoris peregrinus* por *Chrysoperla externa***. Colombo: Embrapa. (Comunicado Técnico, 257) 4 p, 2010.

BATISTA-PEREIRA, L. G.; WILCKEN, C. F.; PEREIRA NETO, S. D.; MARQUES, E. N. **Comportamento de chamamento de *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) em *Psidium guajava*, *Eucalyptus grandis* e em dieta artificial**. Neotropical Entomology, Brasil, v. 33, n.1, p. 21-28, 2004.

BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P.; DE MIRANDA, S. H. G.; ADAMI, A. C. O.; VILELA, E. F.; LEAL, W. S. **How much is a pheromone worth?** F1000Research, v. 5, p. 1763, 2016.

BERTI FILHO, E. **Biologia de *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) e observações sobre a ocorrência de inimigos naturais**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1974.

BITTENCOURT, M. A. L.; BERTI FILHO, E. **Exigências térmicas para o desenvolvimento de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de cinco espécies de lepidópteros**. Iheringia, v.94, n.3, p.321-323, 2004.

BLOMQUIST, G.J.; BAGNERES, A. G. **Insect Hydrocarbons Biology Biochemistry, and Chemical Ecology**. United States of America by Cambridge University Press, New York, 2010.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. **Atualidades em resistência de plantas a insetos**. 2013. In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A.; SOUZA, B. H.

S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia agrícola – VI**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel. p. 207-224

EVENDEN, M. L.; SILK, P. J. 2016. **The influence of Canadian research on semiochemical-based management of forest insect pests in Canada**. The Canadian Entomologist, v. 148, 2016.

FUHRO, D. **O sistema *Asclepias curassavica* L., *Epidendrum fulgens* Brongn. e *Lantana camara* L. Constitui um complexo mimético, com borboletas como operadores? Um estudo no parque estadual de Itapeva, Torres, RS**. Porto Alegre, 2006.

GINZEL, D. et al. **(Z)-9-nonacosene-major componente of the contact sex pheromone of the beetle *Megacyllene caryae***. Journal of Chemical Ecology, 2006.

GOULART, H. F. et al. **Feromônios: Uma Alternativa Verde para o Manejo Integrado de Pragas**. Revista Virtual Química, v. 7, n. 4, p.1205-1224, 2015.

HAVERTY, M.I.; THORNE, B.L.; NELSON, L.J. **Hydrocarbons of *Nasutitermes acajutlae* and comparison of methodologies for sampling cuticular hydrocarbons of Caribbean termites for taxonomic and ecological studies**. Journal of Chemical Ecology, 1996.

HOFFMANN-CAMPO, C.B; MAZZARIN, R.M.; LUSTOSA, P.R. **Mecanismos de resistência de genótipos de soja: teste de não preferência para *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lep.: Noctuidae)**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.29: p.513-519. 1994.

HOLTZ, A.M.; OLIVEIRA, H.G, A; PALLINI; MARINHO, J.S.; ZANUNCIO, J.C; OLIVEIRA, C.L. **Adaptação de *Thyriniteina arnobia* em novo hospedeiro e defesa induzida por herbívoros em eucalipto**. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 38, n. 4, p. 453-458, 2003.

HOLTZ, A.M.; OLIVEIRA, H.G.; PALLINI, A.; VENZON, M.; ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, C.L.; MARINHO, J.S.; ROSADO, M.C. **Desempenho de *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em Eucalipto e Goiaba: o Hospedeiro Nativo Não é um Bom Hospedeiro?** Neotropical Entomology, 2003.

HOWARD, R.W.; BLOMQUIST, G. J. **Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons**. Annual Review of Entomology 50: 371–393, 2005.

IBÁ – **Indústria Brasileira de produtores de Árvores**. Relatório IBÁ 2017. Brasília. 80p., 2017.

INSUA, J.L. et al. **Modeling *Klebsiella pneumoniae* pathogenesis by infection of the wax moth *Galleria mellonella***. Infection and Immunity, v. 10, p. 52-65, 2013.

JESUS, F.G.; NOGUEIRA, L.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; RIBEIRO; Z.A.; ARAÚJO, M.S.; 572 ZANUNCIO, J.C. **Resistance of *Eucalyptus* spp. Genotypes to eucalyptus brown looper *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae)**. Australian Journal of Crop Science. v.9: 574 p.1016-1021. 2015.



KOGAN, M. **Plant resistance in pest management:** In: METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H. **Introduction to pest management.** J. Wiley. p.93-134. 1982.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos.** 2. ed. Sao Paulo: Icone, 336p, 1991.

LEMO, R.N.S, CROCOMO, W.B., FORTI, L.C., WILCKEN, C.F. **Seletividade alimentar e influência da idade da folha de *Eucalyptus* spp. para *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera:Geometridae).** Pesquisa agropecuária brasileira, v. 24, n.3, p.7-10. 1999.

LERAYER, A. **Eucalipto: oportunidades para um desenvolvimento sustentável.** CIB, p. 6-7, 2008.

MAFRA-NETO, A. et al. **Development of specialized pheromone and lure application technologies for management of coleopteran pests in agricultural and forest systems.** In: Biopesticides: State of the Art and Future Opportunities. GROSS, A; COATS. J.; BECK, J.; DUKE, S. (eds.), American Chemical Society, Washington, DC, p. 211-242, 2014

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000.

MOREIRA, J.A. **Controle biorracional de pragas: Isolamento, identificação e síntese de semioquímicos.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2003.

MOREIRA, J.A.; NEPPE, T.; PAIVA, M.M.; DEOBALD, A.M., BATISTA-PEREIRA, L.G.; PAIXÃO, M.W. & CORRÊA, A.G. **Studies towards the Identification of the Sex Pheromone of *Thyriniteina arnobia*.** J. Braz. Chem. Soc., v.: 24, n.: 12, p. 1933-1941, 2013.

NASCIMENTO, E. S. **Comportamento de chamamento e evidência de feromônio sexual em *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae).** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe, 2013.

NEPPE, T. **Síntese do feromônio sexual e respostas eletrofisiológicas frente ao óleo essencial de *Psidium guajava* de *Thyriniteina arnobia*.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2008.

OLIVEIRA, A.C., FONSECA, E.P., ANJOS, G.P, ZANUNCIO, J.C. **Resistência interespecífica de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) a lagarta desfolhadora *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae).** Revista Árvore, v. 8, n.2 p. 93-103. 1984.

OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C.; PEDRUZZI, E.P. **Rearing of *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) on guava and *Eucalyptus* in laboratory.** Braz Arch. Biol., v.48, n.5, p.801, 2005.

PAIVA, M. M. **Síntese assimétrica dos componentes do feromônio sexual da lagarta-parda, *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae).** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2013.

PASSADOR, M. M.; LIMA, P. R.; DE PIERI, C.; HARAKAVA, R.; FURTADO, E.L. ***Teratosphaeria nubilosa* em plantações comerciais de *Eucalyptus globulus* nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.** Summa Phytopathologica, v.38, n.1, p.11-16, 2012.

PEREIRA, L. G. B. **A Lagarta-Parda, *Thyriniteina arnobia*, principal lepidóptero desfolhador da cultura do eucalipto.** Dossiê Técnico, Fundação Centro Tecnológico de Minas-CETEC/MG. 28p, 2007.

PISKORSKI, R.; TREMATERRA, P; DORN, S. **Cuticular hydrocarbon profiles of codling moth larvae, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), reflect those of their host plant species.** Biological Journal of the Linnean Society. 101, 376–384, 2010.

RAPLEY, L.P, GEOFF, R.A., POTTS, B, M. **Oviposition by autumn gum moth (*Mnesampela privata*) in relation to *Eucalyptus globulus* defoliation, larval performance and natural enemies.** Agricultural and Forest Entomology, v.6, n. 3, p. 205-213. 2004.

ROSTÁS, M.; RUF, D.; ZABKA, V.; HILDEBRANDT, U. **Plant surface wax affects parasitoid's response to host footprints.** Naturwissenschaften, 2008.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda.** Embrapa, Brasília, DF: 1 ed, 11p, 2014.

SANTOS, G.P. T.V, ZANUNCIO, J.C. ZANUNCIO. **Desenvolvimento de *Thyriniteina arnobia* (Stoll:1782) (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus urophylla* e *Psidium guajava*.** Anais da sociedade Entomologica do Brasil, v. 29, n. 1, p. 13-22. 2000.

SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C. **Desenvolvimento de *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus urophylla* e *Psidium guajava*.** Anais... Sociedade Entomológica do Brasil, v. 29, n. 1, p. 13 – 22, 2000.

SANTOS, P. E. T.; GERALDI, I. O.; GARCIA, J. N. **Estimates of genetic parameters of wood traits for sawn timber production in *Eucalyptus grandis*.** Genetics and Molecular Biology, v.27, n.4, p.567-573, 2004.

SILVA, P. H. M.; MIRANDA, A. C.; MORAES, M. L. T.; FURTADO, E. L.; STAPE, J. L.; ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; MORI, E. S.; SEBBENN, A. M. **Selecting for rust (*Puccinia psidii*) resistance in *Eucalyptus grandis* in São Paulo State, Brazil.** Forest Ecology and Management, v.303, n.1, p.91-97, 2013.

SOLIMAN, E. P. **Sanidade Florestal e a busca pela sustentabilidade da produção.** VIII Simpósio Sobre Técnicas de Plantio e Manejo de Eucalipto para Uso Múltiplos Piracicaba. 2014.

SZAFRANEK, B. et al. **Gas Chromatographic Analysis of Plant and Insect Surface Compounds: Cuticular Waxes and Terpenoids.** In: SALIH,B.; ÇELIKBIÇAK,O. Gas chromatography in plant Science, wine technology, toxicology and some specific applications. Ed. Intech, 2012.

TABACOF, B. **A evolução do setor florestal brasileiro**. Revista Opiniões, 2009. Disponível em: < <http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=529>>.

TEIXEIRA, I.A. **Camuflagem e mimetismo como estratégias de sobrevivência**. São José dos Campos- SP, 2012.

VILELA, E.F. & DELLA LUCIA, T.M.C. **Feromônios de insetos: biologia, química e aplicação**. Editora Holos, Ribeirão Preto. 206 p, 2001.

WILCKEN, C. F. **Biologia de *Thyrntaina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) em espécies de *Eucalyptus* e em dieta artificial**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. São Paulo,1996.

WILCKEN, C. F.; SÁ, L. A. N.; BERTI FILHO, E.; FERREIRA FILHO, P. J.; OLIVEIRA, N. C.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; SOLIMAN, E. P. **Plagas exóticas de importância em *Eucalyptus* em Brasil**. In: XXIII Jornadas Forestales, Concórdia, 2008. Anales de XXIII Jornadas Forestales. Concordia: INTA Concordia, v. 1. p. 1-5, 2008.

WITZGALL, P.; KIRSCH, P.; CORK, A. **Sex pheromones and their impact on pest management**. Journal of Chemical Ecology, v. 36, n. 1, p. 80–100, 2010.

ZANUNCIO, J. C.; SANTANA, D. L.; NASCIMENTO, E. C.; SANTOS, G. P.; ALVES, J. B.; SARTÓRIO, R. C.; ZANUNCIO, T. V. **Manual de pragas em florestas. Lepidoptera desfolhadores de eucalipto: biologia, ecologia e controle**. Viçosa: Folha de Viçosa, 140 p,1993.

ZARBIN, P. H. G. et al. **Feromônios de insetos; tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil**. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 722-731, 2009.

## **CAPITULO I – PERFIL CUTICULAR E PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *Thyriniteina arnobia* (STOLL, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS.**

### **RESUMO**

Na eucaliptocultura, um dos fatores que podem afetar e limitar a produtividade é o ataque de insetos desfolhadores. Dentre esses insetos, a lagarta parda do eucalipto, *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), se destaca por ser a principal praga desfolhadora de *Eucalyptus* spp. no país. Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar o perfil cuticular e o consumo alimentar de *T. arnobia*, em seu hospedeiro nativo goiaba (*Psidium guajava* L.) e em diferentes clones de *E. urograndis*. (VE 41, I 144, TP 361, VCC 865). Para avaliação do consumo alimentar de *T. arnobia*, testes com chance e sem chance de escolha foram realizados utilizando os hospedeiros nativo e exóticos em combinação. Para análise do perfil cuticular, foram realizadas extrações dos compostos químicos de galhos e lagartas de *T. arnobia* provenientes de goiaba e *E. urograndis*. Em testes de consumo alimentar, sem chance de escolha, observou-se maior consumo do clone VE 41 e do hospedeiro nativo goiaba. A avaliação do consumo alimentar com chance de escolha utilizando clones de *E. urograndis* e goiaba, não mostrou diferença significativa, indicando adaptação de *T. arnobia* ao seu hospedeiro nativo e exótico. Em teste utilizando os diferentes clones de *E. urograndis*, o clone I 144 mostrou uma tendência de menor preferência alimentar, sendo consumido inicialmente somente após 48h. Em testes utilizando os diferentes clones de *E. urograndis* em pareamento, o clone VE 41 foi mais consumido e o clone I 144 menos consumido, quando comparados ao clone TP 361. Em perfil químico cuticular, comparando os Índices de Kovats (IK) de galhos e lagartas de goiaba e *E. urograndis*, foi possível observar um total de 9 compostos em comum entre galhos de goiaba e lagartas de *T. arnobia* e apenas 1 composto em comum quando comparada ao perfil químico dos galhos de *E. urograndis*. Além disso, as lagartas de *T. arnobia* provenientes de hospedeiro nativo e exótico apresentaram perfil cuticulares completamente distintos. De forma geral, os resultados obtidos fornecem informações básicas para a indicação dos clones e para o entendimento da interação e relações ecológicas de *T. arnobia* e seus hospedeiros, auxiliando no desenvolvimento de programas de Manejo Integrado de Pragas Florestais no estado de Alagoas.

**Palavras-chave:** Eucaliptocultura, resistência genética, hidrocarbonetos cuticulares, Manejo Integrado de Pragas Florestais.

CUTICULAR PROFILE AND FOOD PREFERENCE OF THE *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) IN DIFFERENT HOST

**ABSTRACT**

In eucalyptus crop, one of the factors that can affect and limit productivity is the attack of defoliating insects. Among those, the brown eucalyptus caterpillar, *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), stands out for being the major defoliating pest of *Eucalyptus* spp. in the country. Thus, the present study aimed to analyze the cuticular profile and food consumption of *T. arnobia*, on its native host guava (*Psidium guajava* L.) and in different *E. urograndis* clones (VE 41, I 144, TP 361, VCC 865). For *T. arnobia* food consumption, choice and non-choice tests were carried out using the native and exotic host in combination. For the cuticular profile analysis, the extraction of the chemical compounds of branches and *T. arnobia* caterpillars from guava and *E. urograndis* were used. In non-choice tests for food consumption it was observed a greater consumption for the VE 41 clone and the native host guava. The evaluation of food consumption in choice tests using clones of *E. urograndis* and guava showed no significant difference, which can indicate *T. arnobia* adaptation to both its native and exotic host. In tests using the different *E. urograndis* clones, the clone I 144 showed a tendency towards less food preference, being consumed only after 48 hours. In tests using the *E. urograndis* clones in pairs, the VE 41 clone was more consumed and the I 144 clone less consumed when compared to TP 361 clone. For the cuticular chemical profile, comparing the Kovats Index (IK) of branches and caterpillars from guava and eucalyptus, it was possible to observe a total of nine compounds in common between guava branches and *T. arnobia* caterpillars and only one compound in common when compared to the chemical profile of *E. urograndis* branches. In addition, *T. arnobia* caterpillars from native and exotic hosts presented completely different cuticular profiles. The results obtained provide basic information for the indication of clones and understanding of the interaction and ecological relationships, assisting in the development of Forest Integrated Pest Management (Forest IPM) programs in the state of Alagoas.

**Keywords:** Eucalyptus crop, genetic resistance, hydrocarbons, Forest Integrated Pest Management.

## 1. INTRODUÇÃO

A silvicultura de espécies exóticas no Brasil vem crescendo nos últimos anos e contribuindo de maneira expressiva para a economia do país, com cerca de 7,83 milhões de hectares de árvores plantadas em 2018, representando 1,3% do Produto interno bruto (PIB) brasileiro e 6,9% do PIB industrial (IBA,2019).

Em Alagoas, as implantações experimentais de povoamentos florestais apresentam destaque para os clones de *Eucalyptus urograndis*, sendo a espécie exótica mais cultivada, resultante do cruzamento entre *E. grandis* X *E. urophila*, apresentando boa adaptação às condições climáticas e edáficas da região, alta produtividade e ciclos curtos, quando comparados a espécies nativas (OLIVEIRA,2016).

Na eucaliptocultura clonal, caracterizada como monocultura de baixa diversidade genética, um dos fatores que podem afetar e limitar a produtividade é o ataque de insetos exóticos e nativos (MENDES, 2004). Dentre os insetos nativos, que migraram de seus hospedeiros originais, a lagarta parda do eucalipto, *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), proveniente de Myrtáceas nativas como a goiaba (*Psidium guajava* L.), se destaca por ser o principal inseto desfolhador de *Eucalyptus* spp. no país (PAIVA, 2013). Nesse sentido, diversas táticas de manejo devem ser empregadas isoladamente ou em consonância para mitigar os efeitos deletérios ocasionados por *T. arnobia*, incluindo a seleção de espécies e identificação de genótipos/clones resistentes (FILHO,2017).

Segundo Boiça Júnior et al. (2013) a resistência de plantas é uma característica que varia em função de fatores ambientais e genéticos, dessa maneira, diferentes materiais genéticos, como espécies, híbridos e/ou clones de *Eucalyptus* spp. podem apresentar variações de susceptibilidade a agentes biológicos, sendo eles patógenos ou herbívoros, incluindo insetos desfolhadores como *T. arnobia*.

Pesquisas relacionadas à interação de materiais genéticos/híbridos/clones/espécies e a preferência alimentar de *T. arnobia*, na busca pela caracterização da resistência do tipo antixenose ou não-preferência em seus hospedeiros, ainda são escassas. Ademais, em campo, *T. arnobia* mimetiza morfologicamente galhos dos hospedeiros nativos e exóticos, confundindo e dificultando a ação de inimigos naturais (HOWARDS & BLOMQUIST, 2005). Porém, até o presente momento, nenhum estudo indica o mimetismo químico de *T. arnobia* em seus hospedeiros nativos e/ou exótico, através da modificação de hidrocarbonetos cuticulares.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar o perfil cuticular e o consumo alimentar de *T. arnobia*, em goiaba e em diferentes clones de *E. urograndis* visando contribuir para o desenvolvimento de programas de Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Floresta).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local de realização da pesquisa**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal (LEAF) do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA-UFAL); no Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPqRN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), onde foram realizadas as análises do perfil cuticular; na Embrapa Tabuleiros Costeiros/UEP, para realização das análises de consumo foliar.

### **2.2 Coleta de *T. arnobia* em campo**

Indivíduos de *T. arnobia* foram obtidos por meio de coletas manuais em plantios de *E. urograndis*, variedade 1407 e 224, na Agropecuária Albuquerque, no município de Atalaia, Alagoas, com latitude de 9° 30' 27" S e longitude de 36° 1' 24" W. As formas biológicas, ovos, lagartas, pupas e/ou adultos foram coletadas manualmente e com o uso de rede entomológica e transportadas para o Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal (LEAF).

### **2.3 Manutenção de *T. arnobia* em laboratório**

Os ovos de *T. arnobia* eram imersos em solução de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) por 10 segundos, em seguida lavados em água destilada, a fim de evitar contaminações e acondicionados em placas de Petri, contendo papel de filtro umedecido até a eclosão das lagartas. Após a eclosão, as lagartas eram acondicionadas em baldes plásticos com capacidade volumétrica de 20 litros com duas aberturas laterais e tampa com orifícios recoberto por tecido do tipo voile. Para alimentação, eram oferecidas folhas de *E. urograndis* ou goiaba, em galhos, colocados em garrafas de vidro de 500 ml com água, até a perda de turgescência, quando eram substituídos por galhos novos. As pupas eram sexadas e formados casais em gaiolas de tubos de PVC de 10 x 20 cm, revestida internamente com papel sulfite, para emergência dos adultos e oviposição. Os adultos

foram alimentados diariamente com solução de mel a 10%. Os ovos eram coletados diariamente do papel sulfite com o auxílio de tesoura e pincel.

#### **2.4 Consumo alimentar de *T. arnobia* em diferentes clones de *E. urograndis* e *P. guajava* em testes sem chance de escolha.**

Para o teste de consumo alimentar de *T. arnobia* em diferentes clones de *E. urograndis* (TP 361, VCC 865, I1 44 e VE 41) e goiaba, sem chance de escolha, lagartas de *T. arnobia* com aproximadamente 2cm (4º instar) (HOLTZ et al., 2003), foram utilizadas, alimentadas com *E. urograndis* variedade 1407 e 224.

Folhas de goiaba foram coletadas de árvores pertencentes ao Campus e as folhas dos diferentes clones de *E. urograndis* (TP 361, VCC 865, I1 44 e VE 41) foram coletadas no povoamento florestal clonal experimental do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA). Em seguida, o material devidamente etiquetado e separado foi levado ao Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal (LEAF), lavado em água corrente e cortado em discos de 4 cm de diâmetro ( $\approx 1378\text{mm}^2$ ).

Os discos de folhas dos clones de *E. urograndis* (VE 41, I 144, TP 361, VCC 865) e de goiaba foram individualizados em arenas de potes plásticos de 6,0 x 5,0 cm, forrados com papel filtro e umedecidos com água destilada. Posteriormente, uma lagarta de *T. arnobia* foi liberada em cada arena e a área foliar consumida avaliada após 24 horas e 48 horas.

Para determinação da área consumida, em milímetros quadrados, as folhas dos hospedeiros foram previamente desenhadas em papel sulfite e a cada avaliação, a área foliar consumida era demarcada no seu respectivo contorno, com cores diferentes a cada período. Posteriormente, o consumo alimentar de *T. arnobia* foi determinado através do uso do medidor de área foliar da ADC-AM-3000 da Bioscientific Lad.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 10 repetições e 05 tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), utilizando o pacote estatístico do programa SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2011). Os gráficos foram elaborados no Software SigmaPlot versão 11.0 (SYSTAT SOFTWARE INC., 2006).

#### **2.5 Consumo alimentar de *T. arnobia* em testes com chance de escolha.**

Para os bioensaios de consumo alimentar de *T. arnobia* em testes pareados com



chance de escolha utilizando clones de *E. urograndis* e goiaba (item 2.5.1); testes com chance de escolha utilizando diferentes clones de *E. urograndis* (item 2.5.2); e testes pareados com chance de escolha utilizando clones de *E. urograndis* (item 2.5.3), lagartas de *T. arnobia* com aproximadamente 2cm (4º instar) (HOLTZ et al., 2003), foram utilizadas, alimentadas com *E. urograndis* variedade 1407 e 224.

Folhas de goiaba foram coletadas de árvores pertencentes ao Campus e as folhas dos diferentes clones de *E. urograndis* (TP 361, VCC 865, I1 44 e VE 41) foram coletadas no povoamento florestal clonal experimental do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA). Em seguida, o material devidamente etiquetado e separado foi levado ao Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal (LEAF), lavado em água corrente e cortado em discos de 4 cm de diâmetro ( $\approx 1378\text{mm}^2$ ).

Potes plásticos (26 x 16 x 4 cm) com orifício na tampa recoberto por tecido voile e forrados com espuma de polietileno umedecida com água destilada e coberta com papel de filtro foram utilizados como arenas.

Com o objetivo de determinar a área consumida, em milímetros quadrados, as folhas dos hospedeiros foram previamente desenhadas em papel sulfite e a cada avaliação, a área foliar consumida foi demarcada no seu respectivo contorno, com cores diferentes em cada período. Posteriormente, o consumo alimentar de *T. arnobia* foi determinado através do uso do medidor de área foliar da ADC-AM-3000 da Bioscientific Lad.

### **2.5.1 Consumo alimentar de *T. arnobia* em testes pareados com chance de escolha utilizando clones de *E. urograndis* e *P. guajava*.**

Para a avaliação do consumo alimentar de *T. arnobia* em clones de *E. urograndis* (TP 361, VCC 865, I1 44 e VE 41) e goiaba, com chance de escolha, em cada arena foram colocadas as folhas dos diferentes hospedeiros em pareamento (clone de *E. urograndis* x goiaba), afastadas do centro e equidistantes entre si, sendo liberada uma lagarta de *T. arnobia* por repetição no centro da arena. Após 24 e 48 horas, avaliou-se a área foliar consumida de cada disco.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (VE41×Goiaba; I144×Goiaba; TP361×Goiaba; e VCC865×Goiaba) e cinco repetições para cada tratamento. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste t de Student ( $P \leq 0,05$ ), utilizando o pacote estatístico do

programa SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2011). Os gráficos foram elaborados no Software SigmaPlot versão 11.0 (SYSTAT SOFTWARE INC., 2006).

### **2.5.2 Consumo alimentar de *T. arnobia* em testes com chance de escolha utilizando diferentes clones de *E. urograndis*.**

Para os testes com chance de escolha entre os diferentes clones de *E. urograndis*, em cada arena os quatro clones (TP 361, VCC 865, I1 44 e VE 41) foram dispostos concomitantemente, em círculo, afastados do centro e equidistantes entre si, sendo liberada uma lagarta de *T. arnobia* por repetição no centro da arena. Após 30 min, 2, 4, 6, 24 e 48 horas o consumo foliar foi avaliado.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos (VE 41, I 144, TP 361 e VCC 865) e 10 repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), utilizando o pacote estatístico do programa SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2011). Os gráficos foram elaborados no Software SigmaPlot versão 11.0 (SYSTAT SOFTWARE INC., 2006).

### **2.5.3 Consumo alimentar de *T. arnobia* em testes pareados com chance de escolha utilizando clones de *E. urograndis*.**

Para a avaliação com chance de escolha do consumo de *T. arnobia* entre os clones de *E. urograndis* (TP 361, VCC 865, I1 44 e VE 41), em cada arena, foram colocadas as folhas dos diferentes clones em pareamento, afastadas do centro e equidistantes entre si, sendo liberada uma lagarta de *T. arnobia* por repetição no centro da arena. Após 24 e 48 horas, avaliou-se o consumo foliar.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e seis tratamentos, resultante dos seguintes pareamentos: TP 361×VE 41; TP 361×I 144; TP 361×VCC 865; VE 41×I 144; VE 41× VCC 865; e VCC 865× I 144. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste t de Student ( $P \leq 0,05$ ), utilizando o pacote estatístico do programa SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2011). Os gráficos foram elaborados no Software SigmaPlot versão 11.0 (SYSTAT SOFTWARE INC., 2006).

### **3. Análise do perfil cuticular de *T. arnobia* em *E. urograndis* e *P. guajava*.**

Para a extração dos hidrocarbonetos cuticulares de *T. arnobia*, seis lagartas de 4<sup>o</sup> instar provenientes dos diferentes hospedeiros (*E. urograndis* variedade 1407 e *P. guajava*) foram imersas, individualmente, em 1ml de hexano por 10 segundos. Para a extração dos perfis químicos dos hospedeiros (*E. urograndis* variedade 1407 e goiaba), 16 pedaços de galhos com aproximadamente 15cm, nos quais as lagartas repousavam, foram imersos, individualmente, em 1 ml de hexano por 10 minutos. Após esse período, os extratos foram filtrados com lã de vidro e acondicionados em freezer -20°C até posterior utilização.

Em seguida, para a caracterização prévia e comparação do perfil químico dos galhos e da epicutícula de *T. arnobia*, as amostras foram submetidas a análises em cromatógrafo gasoso acoplado a Detecção por Ionização de Chama (CG-FID). O volume de injeção dos extratos foi de 1µl. O gás hélio foi empregado como gás de arraste, sendo esse responsável pelo transporte das amostras por meio da coluna de cromatografia gasosa em coluna NST-05. O método empregado no equipamento para análise dos extratos iniciou com aquecimento a 50°C por 5 min do forno, sendo aquecido a 8°C/min até atingir 280°C e mantido a esta temperatura por 15 minutos.

## **4. RESULTADOS**

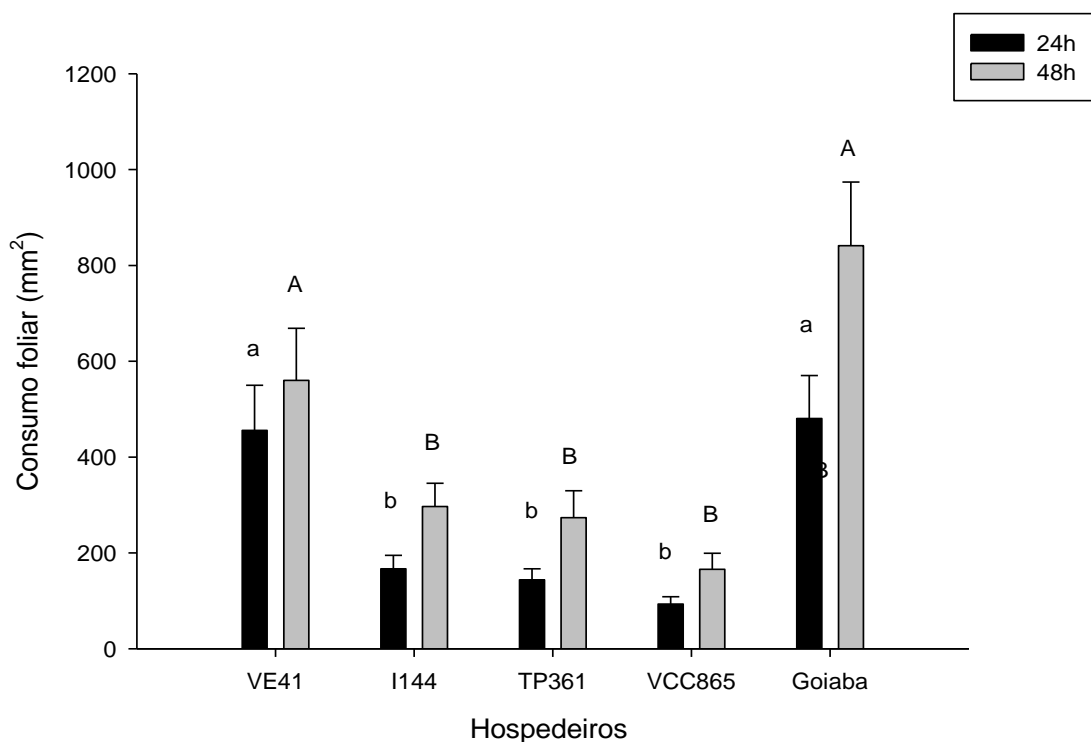
### **4.1 Consumo alimentar de *T. arnobia* em diferentes clones de *E. urograndis* e *P. guajava* em testes sem chance de escolha.**

Os dados referentes ao consumo alimentar de *T. arnobia* em diferentes clones de *E. urograndis* e goiaba, em testes sem chance de escolha, revelaram haver diferenças significativas entre os tratamentos avaliados após 24h (F=9,25; P<0,0001) e 48h (F=10,33; P<0,0001), seguindo mesmo padrão de consumo entre os períodos avaliados.

Constatou-se que todos os tratamentos foram consumidos, todavia, foi observada maior preferência ao hospedeiro nativo goiaba, com uma área de consumo foliar média de  $480,6 \pm 89,52 \text{ mm}^2$  (34,87%) e  $841,1 \pm 132,7 \text{ mm}^2$  (61,03%), seguido pelo clone VE 41 com  $455,6 \pm 94,2 \text{ mm}^2$  (33,06%) e  $560,1 \pm 108,5 \text{ mm}^2$  (40,64%) de área foliar

consumida, após 24 e 48 horas de avaliação, respectivamente, diferindo significativamente dos demais tratamentos em ambos os períodos (Figura 2).

Os clones TP 361, I 144, VCC 865 apresentaram consumo foliar de  $143,8 \pm 23,17 \text{ mm}^2$  (10,43%) e  $273,5 \pm 56,3 \text{ mm}^2$  (19,84%);  $166,8 \pm 28,03 \text{ mm}^2$  (12,10%) e  $296,8 \pm 48,5 \text{ mm}^2$  (21,53%); e  $93,3 \pm 15,33 \text{ mm}^2$  (6,77%) e  $165,8 \pm 33,5 \text{ mm}^2$  (12,03%), após 24 e 48 horas de avaliação, respectivamente, não diferindo significativamente entre si.

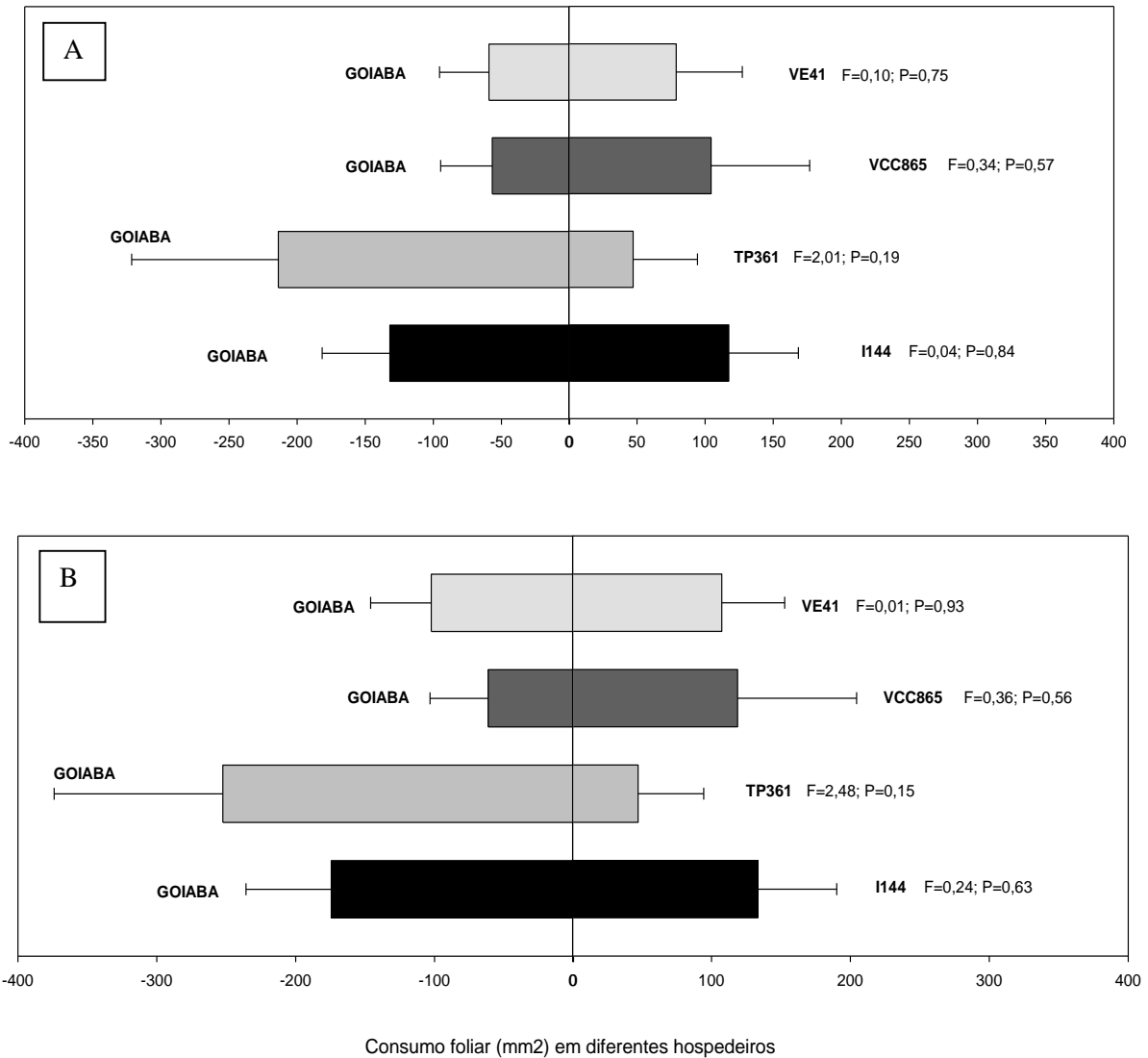


**Figura 1.** Consumo foliar ( $\text{mm}^2$ ) de *Thyrintea arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) sem chance de escolha em diferentes clones de *Eucalyptus urograndis* (VE41, I144, TP361 e VCC865) e goiaba (*Psidium guajava* L.) após 24 e 48 horas.  
Fonte: Autora, 2020.

#### 4.2 Consumo alimentar de *T. arnobia* em testes pareados com chance de escolha utilizando clones de *E. urograndis* e *P. guajava*.

Os resultados obtidos a partir da avaliação do consumo alimentar, com chance de escolha, de *T. arnobia* utilizando clones de *E. urograndis* e goiaba em pareamento (TP361 x Goiaba; VE 41 x Goiaba; VCC 865 x Goiaba; I1 44 x Goiaba), mostrou consumo foliar em todos os hospedeiros testados após 24h e 48h, porém, não apresentou diferenças significativas em nenhum dos períodos avaliados para nenhum dos pareamentos (Figura 3A-B).

Apesar da ausência de significância estatística, no entanto, percebe-se uma tendência de maior consumo do hospedeiro nativo goiaba ( $213,1 \pm 107 \text{ mm}^2$  e  $252,4 \pm 121 \text{ mm}^2$ ), quando pareado ao clone TP361 ( $47,2 \pm 47 \text{ mm}^2$  e  $47,2 \pm 47 \text{ mm}^2$ ) nas avaliações de 24 e 48h, respectivamente.



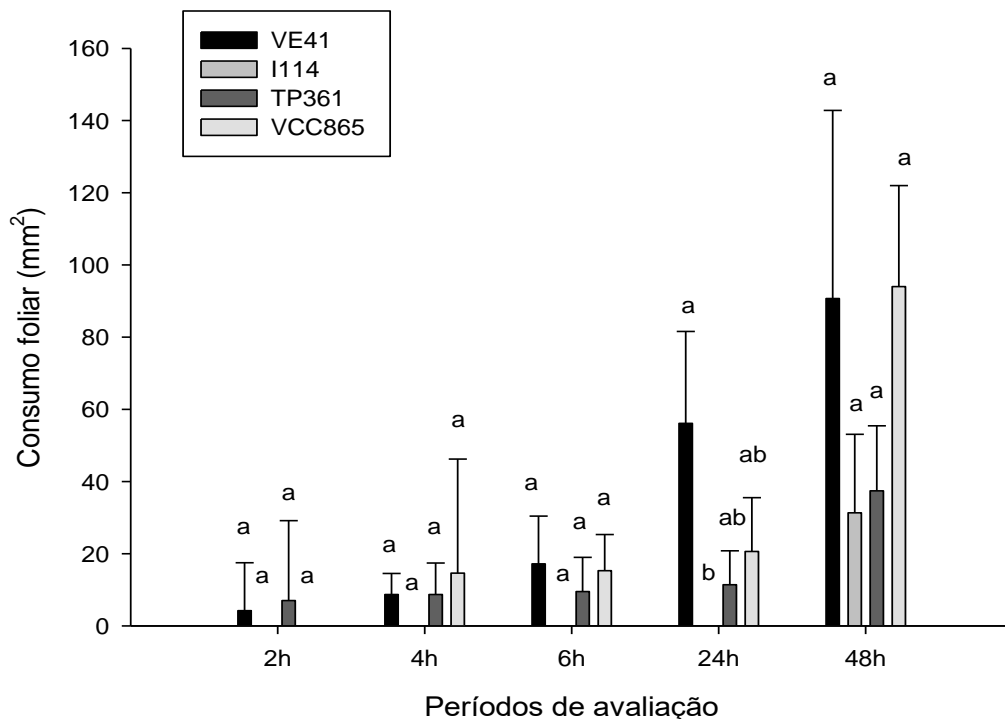
**Figura 2.** Consumo foliar (mm<sup>2</sup>) de *Thyrinteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) com chance de escolha em diferentes clones de *Eucalyptus urograndis* (VE41, VCC865, TP361 e I144) e goiaba (*Psidium guajava* L.) após 24h (3-A) e 48h (3-B) de avaliação.

Fonte: Autora, 2020.

#### 4.3 Consumo alimentar de *T. arnobia* em testes com chance de escolha utilizando diferentes clones de *E. urograndis*.

Em relação ao consumo alimentar, com chance de escolha, de *T. arnobia* entre os quatro clones de *E. urograndis* em conjunto (VE 41, I 144, TP 361, VCC 865), podemos observar que inicialmente, apenas os clones VE 41 ( $4,2\pm 4,2\text{mm}^2$ ) e TP 361 ( $7,0\pm 7,0\text{mm}^2$ ) foram consumidos durante o período de 2h de avaliação, não diferindo, porém, dos demais clones não consumidos ( $F=1,0$ ;  $P=0,40$ ). Após 4h ( $F=0,94$ ;  $P=0,42$ ), 6h ( $F=0,64$ ;  $P=0,59$ ) e 24h ( $F=2,43$ ;  $P=0,08$ ), os clones VE 41, TP 361 e VCC 865 foram consumidos por *T. arnobia*, não diferindo entre si. Entretanto, diferenças estatísticas foram determinadas após 24h, quando o consumo do clone VE41 ( $56,1\pm 25,5\text{mm}^2$ ) diferiu do clone não consumido I144 ( $0,0\pm 0,0\text{mm}^2$ ).

De forma geral, o clone I 144 mostrou possuir uma menor preferência alimentar por *T. arnobia*, sendo consumido somente após 48h de avaliação. Apesar disso, diferenças estatísticas não foram identificadas para esse período de avaliação entre nenhum dos clones avaliados, com valores médio de área consumida de  $31,3\pm 21,8\text{mm}^2$  para I 144;  $37,4\pm 18,02\text{mm}^2$  para TP 361;  $90,7\pm 52,1\text{mm}^2$  para VE 41; e  $94,0\pm 28,0\text{mm}^2$  para VCC 865 ( $F=1,05$ ;  $P=0,38$ ) (Figura 4).



**Figura 3.** Consumo foliar ( $\text{mm}^2$ ) de *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) em diferentes clones de *Eucalyptus urograndis* (VE41, I114, TP361, VCC865) após 2,4,6,24 e 48 horas de avaliação.

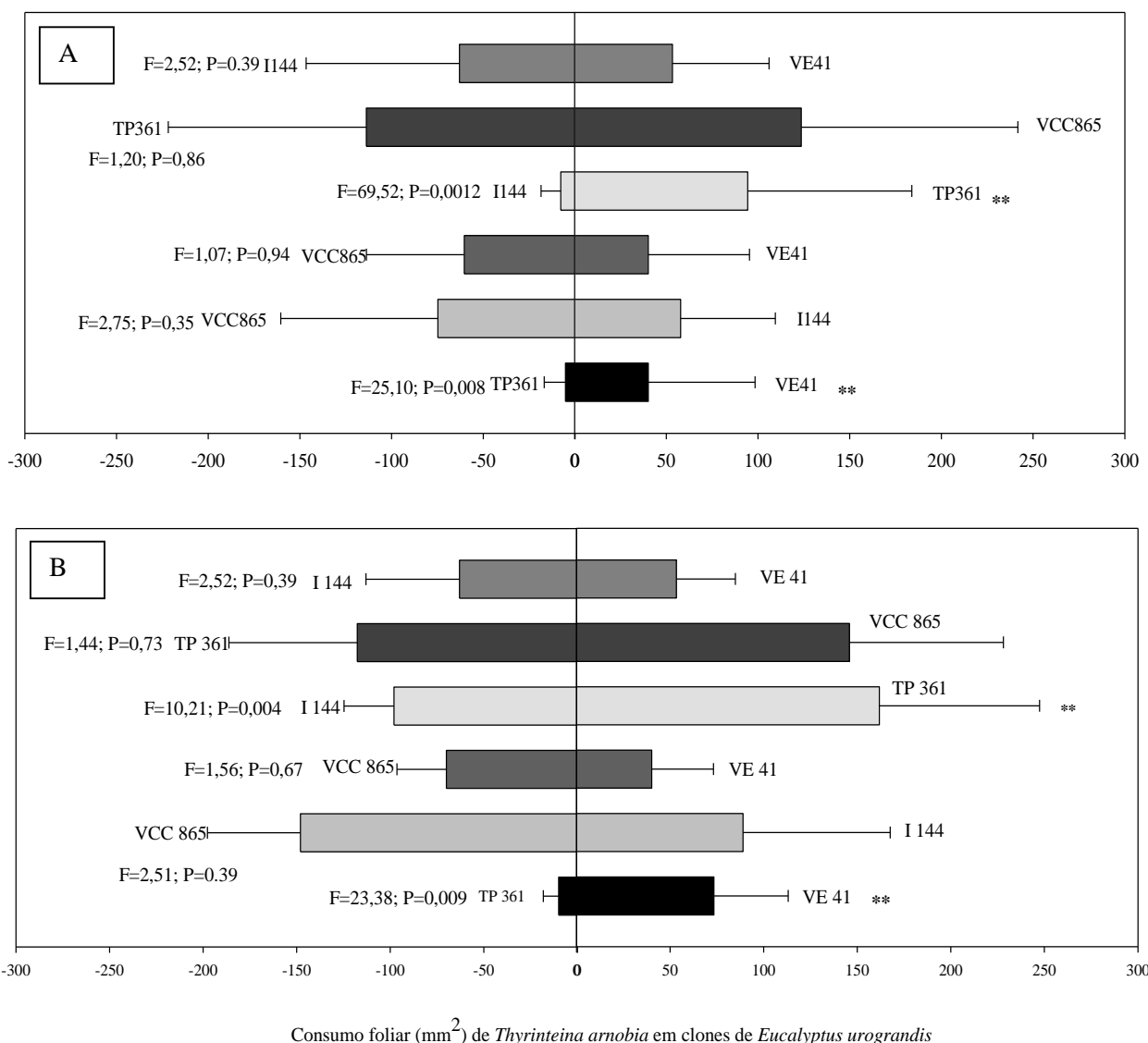
Fonte: Autora, 2020.

#### **4.4 Consumo alimentar de *T. arnobia* em testes pareados com chance de escolha utilizando clones de *E. urograndis*.**

Quando avaliado o consumo alimentar com chance de escolha de *T. arnobia* utilizando clones de *E. urograndis* pareados, foi observada diferença significativa em ambos os períodos de avaliação, para o pareamento entre os clones I 144 × TP 361, com valores médios de área foliar consumida de  $7,8 \pm 10,7 \text{mm}^2$  para I 144 e  $94,4 \pm 89,4 \text{mm}^2$  para TP 361, após 24h ( $F=69,52$ ;  $P=0,00012$ ); e  $98 \pm 44,7 \text{mm}^2$  para I 144 e  $161,8 \pm 85,6 \text{mm}^2$  para TP 361 após 48h ( $F=10,21$ ;  $P=0,004$ ).

Do mesmo modo, diferenças significativas foram observadas no pareamento TP 361 × VE 41, com valores médios de área foliar consumida de  $5,2 \pm 6,9 \text{mm}^2$  para TP 361 e  $40,2 \pm 34,9 \text{mm}^2$  para VE 41, após 24h ( $F=25,10$ ;  $P=0,008$ ); e  $10,0 \pm 13,4 \text{mm}^2$  para TP 361 e  $73,4 \pm 66,3 \text{mm}^2$  para VE 41 após 48h ( $F=23,28$ ;  $P=0,009$ ) (Figura 5).

Para os demais pareamentos, não foi observada diferenças significativas em nenhum dos períodos avaliados.



**Figura 4.** Consumo foliar (mm<sup>2</sup>) de *Thyrinteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) com chance de escolha em diferentes clones de *Eucalyptus urograndis* (VE41, I114, TP361, VCC865) em pareamento após 24 e 48 horas de avaliação. Fonte: Autora, 2020.

#### 4.5 Análise do perfil cuticular de *T. arnobia* em *E. urograndis* e *P. guajava*.

Em relação às análises dos perfis químicos de lagartas de *T. arnobia* e galhos de seus respectivos hospedeiros (*E. urograndis* e goiaba), ao comparar os Índice de Kovats (IK), foi detectado apenas um composto em comum para galhos e perfis cuticulares de lagarta com o hospedeiro exótico (*E. urograndis*), o (E)-2-Pentadecene (IK=1507) e nove



compostos em comuns foram observados quando comparados ao hospedeiro nativo goiaba, sendo eles beta-Gurjunene (IK= 1423); 7-epi-alpha-Eudesmol (IK=1658); (E)-11-Hexadecenal (IK=1810); Ethyl pentadecanoate (IK=1991); 1,3,4,9-tetrabromodibenzofuran (IK=2802); e quatro compostos não identificados de IK=2968; 2989; 2991 e 2999 (Tabela 1). Além disso, foi possível observar diferenças significativas nos perfis químicos de hidrocarbonetos cuticulares entre as lagartas de *T. arnobia* criadas nos diferentes hospedeiros, não apresentando nenhum composto em comum.

**Tabela 1.** Índices de Kovats calculados em Galhos e Lagartas de *Thyrintaina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) em hospedeiro nativo e exótico.

IK* Cal.	TR**	Eucalipto		Goiaba	
		Lagarta	Galho	Lagarta	Galho
825	3.487	+	-	-	-
829	3.618	+	-	-	-
830	3.634	-	-	+	+
835	3.778	-	-	-	+
842	3.966	+	-	-	-
854	4.281	-	+	-	-
856	4.324	+	-	-	-
866	4.594	-	-	-	+
874	4.817	-	-	-	+
1028	9.639	+	-	-	-
1032	9.759	-	-	-	+
1042	10.055	-	-	-	+
1053	10.354	-	-	-	+
1131	12.463	-	-	-	+
1176	13.593	+	-	-	-
1189	13.895	-	-	-	+
1190	13.917	+	-	-	-
1334	17.105	+	-	-	-
1379	18.017	-	-	-	+
1423	18.892	+	-	-	-
1423	18.892	-	-	+	+
1423	18.883	-	-	+	+
1457	19.544	-	-	-	+
1479	19.957	-	-	-	+
1490	20.173	-	-	-	+
1494	20.254	-	-	-	+
1507	20.482	+	+	-	-
1507	20.468	+	+	-	-
1587	21.924	-	-	-	+
1592	22.026	-	-	+	-
1601	22.185	-	-	+	-
1617	22.456	-	-	-	+
1640	22.845	-	-	-	+
1649	22.997	-	-	-	+
1658	23.160	-	-	+	+
1658	23.162	-	-	+	+
1674	23.428	-	-	-	+

1677	23.477	+	-	-	-
1686	23.628	-	-	+	-
1810	25.650	-	-	+	+
1810	25.652	-	-	+	+
1814	25.710	-	-	+	-
1825	25.884	-	-	+	-
1845	26.187	-	-	-	+
1864	26.487	-	-	+	-
1879	26.713	-	-	-	+
1982	29.414	-	-	+	-
1991	29.677	-	-	+	+
1991	29.681	-	-	+	+
2013	30.111	-	-	-	+
2414	33.995	-	-	+	-
2432	34.211	-	-	+	-
2499	35.012	-	-	+	-
2744	36.672	-	-	+	-
2802	37.314	-	-	+	+
2802	37.314	-	-	+	+
2836	37.686	-	-	+	-
2846	37.802	-	-	-	+
2863	37.987	-	-	+	-
2887	38.243	-	-	-	+
2903	38.416	-	-	+	-
2947	38.769	-	-	-	+
2951	38.796	-	+	-	-
2967	52.073	-	-	-	+
2968	51.809	-	-	+	+
2968	51.812	-	-	+	+
2974	49.520	-	+	-	-
2974	49.225	-	-	+	-
2976	48.417	-	-	+	-
2978	47.927	-	-	-	+
2979	47.564	-	-	+	-
2983	45.989	-	-	-	+
2985	44.970	-	-	+	-
2985	45.194	-	-	+	-
2988	44.022	-	-	+	-
2989	43.531	-	-	+	+
2989	43.657	-	-	+	+
2989	43.456	-	-	+	+
2991	42.856	-	-	+	+
2991	42.860	-	-	+	+
2992	42.173	-	-	+	-
2993	41.746	-	-	-	+
2994	41.723	-	-	+	-
2995	41.122	-	+	-	-
2995	41.103	-	-	+	-
2998	39.176	-	-	+	-
2998	40.088	-	-	+	-
2999	39.653	-	-	+	+
2999	39.658	-	-	+	+

---

\*Índices de Kovats (IK) para coluna NST-05; \*\* Tempo de Retenção (TR)

## 5. DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que existem diferenças no consumo alimentar de *T. arnobia* entre os hospedeiros nativos e exóticos e entre os materiais genéticos (clones) utilizados.

O clone VE 41 e o hospedeiro nativo goiaba foram mais consumidos do que os demais materiais genéticos testados em consumo alimentar sem chance de escolha. Tal fato sugere que os clones menos consumidos (I 144, VCC 865 e TP 361), possivelmente apresentam estímulos de ordem química, física ou morfológica que reduzem a alimentação de *T. arnobia*, podendo indicar presença de resistência do tipo antixenose ou não-preferência. Filho (2017), aborda que essa busca por caracterização de resistência é bastante almejada, pois diferentes clones podem ser desestimulantes ou estimulantes a alimentação do inseto, quando comparados a materiais genéticos susceptíveis. O autor ainda ressalta, que a presença de estímulos negativos de natureza morfológica ou química, interferem negativamente na fitofagia, após a mordida de prova.

Rodrigues (2014) em testes sem chance de escolha com *T. arnobia*, utilizando diferentes espécies e genótipos de *Eucalyptus* spp., observou que o clone FP3 (*E. urophylla* X *E. urophylla*) apresentou maior consumo (2,05 cm<sup>2</sup>), diferindo do genótipo *E. camaldulensis* (0,69 cm<sup>2</sup>), após 12h de avaliação, corroborando nossos resultados de que *T. arnobia* exibe distinção entre os materiais genéticos e hospedeiros oferecidos.

No presente estudo, em testes com chance de escolha entre os clones de *E. urograndis* e goiaba em pareamento, por sua vez, não foi observada diferença significativa para nenhuma das combinações. É importante ressaltar que apesar da goiaba ter sido mais consumida do que os clones I 144, VCC 865 e TP 361, quando oferecidas sem chance de escolha, o hospedeiro nativo não foi o mais preferido, quando *T. arnobia* teve chance de escolher. Esses resultados sugerem que *T. arnobia* apresenta atração semelhante aos estímulos emitidos tanto pelo hospedeiro nativo, quanto pelos diferentes genótipos do hospedeiro exótico. Esses resultados são notáveis, pois o gênero *Eucalyptus* foi introduzido no Brasil como cultura florestal a pouco mais de 100 anos, sendo o híbrido *E. urograndis* desenvolvido no Brasil em meados da década de 70, revelando que em relativamente pouco tempo *T. arnobia* já não faz distinção entre os hospedeiros. Porém, apesar de não apresentar resistência antixenose entre os hospedeiros nativo e exóticos, existem evidências na literatura que sugerem resistência do tipo antibiose.

Holtz et al. (2003) relatou que *T. arnobia* apresentou uma maior taxa intrínseca de crescimento populacional ( $r_m$ ) em *E. cloesiana* do que em goiaba. Entretanto, Santos et al., (2000) analisando o desenvolvimento de *T. arnobia* em *E. urophylla* e goiaba, demonstrou melhor performance no hospedeiro nativo quando observada principalmente a mortalidade larval, com 5% de mortalidade em goiaba e 46,5% em *E. urophylla*. De forma geral, mesmo não havendo um consenso entre os autores, esses fatos apontam para uma adaptação de *T. arnobia* ao hospedeiro exótico.

Segundo, West e Cunnengham (2002), os surtos de populações de *T. arnobia* em povoamentos florestais de *Eucalyptus* spp. são consideradas maiores do que em plantações de goiaba, indicando que este fato se deve ao modo de produção e não apenas de características nutricionais das culturas em questão, sendo as implantações florestais de *Eucalyptus* spp. comumente em monocultura clonal extensa e contígua, favorecendo a incidência de pragas, demonstrando que a preferência por um hospedeiro pode depender de variações tanto na qualidade quanto na quantidade de alimento disponível.

Ainda dentre as possíveis causas para a sucessão de surtos populacionais de *T. arnobia* em *Eucalyptus* spp., Zanuncio et al. (2003) consideram que o hospedeiro exótico, possivelmente, ainda não desenvolveu mecanismos de defesa, o que já teria acontecido com o hospedeiro nativo, em processos de co-evolução.

Futuyama (2000) aborda que adaptações a materiais genéticos exóticos introduzidos vem ocorrendo de forma gradativa em diversas espécies de insetos, aumentando a gama hospedeira e facilitando a mudança e manutenção do nível populacional entre hospedeiros nativos e exóticos, garantindo assim a sobrevivência desses indivíduos no campo.

Em relação a adaptação ao hospedeiro exótico, no presente estudo, quando os diferentes clones de *E. urograndis* foram oferecidos em conjunto, com a ausência do hospedeiro nativo, foi observada uma provável resistência do tipo antixenose para o clone I 144, cujo consumo iniciou somente após 48 horas, apesar da área foliar consumida nesse período não diferir estatisticamente dos demais materiais genéticos.

Em testes com chance de escolha, Rodrigues (2014) verificou diferença significativa já no primeiro minuto após a liberação de *T. arnobia*, quando os clones de *E. urophylla* x *E. urophylla* FP<sub>8</sub> e FP<sub>9</sub> foram mais atrativos, diferindo dos clones de *E. urograndis* FP<sub>2</sub>, FP<sub>5</sub> e FP<sub>10</sub>, que apresentaram menores médias de consumo. Após 12h, porém, essa mesma autora não constatou diferenças significativas em relação a área foliar

consumida para nenhum dos genótipos testados, porém, verificou maior consumo para determinados clones.

A resistência do tipo antixenose observada para o clone I 144 no presente estudo, encontra fundamento no fato de que no estado de Alagoas, esse clone tem apresentado melhores características de produtividade quando comparado aos demais, sendo o mais utilizado para implantações florestais na região (Informações pessoais, 2019). Essa maior produtividade pode estar relacionada ao menor ataque de insetos praga, incluindo *T. arnobia*, que ao desfolhar *Eucalyptus* spp., afeta o crescimento através da diminuição da área fotossintetizante, o que implica na redução da produtividade primária, podendo em caso de ataques contínuos paralisar o seu crescimento e causar a morte do seu hospedeiro (PEREIRA, 2007; PAIVA, 2013).

Apesar disso, quando os clones de *E. urograndis* foram oferecidos em pares, o clone I 144 só foi significativamente menos preferido e o clone VE 41 mais preferido quando comparados ao clone TP 361, indicando que, quando há pouca opção de escolha, *T. arnobia* tende a fazer pouca distinção entre os materiais oferecidos.

Filho (2017) investigando, resistência antixenose de espécies e clones de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp. a *T. arnobia* relataram que os clones C<sub>3</sub> (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*) e C<sub>8</sub> (*E. urophylla* x (*E. camaldulensis* x *E. grandis*)) foram significativamente mais preferidos do que os demais materiais genéticos utilizados.

Lara (1991), aborda que se tratando de preferência alimentar, as respostas dos insetos podem variar de acordo aos estímulos provenientes da planta hospedeira, sendo eles de natureza química (aleloquímicos), física (cor) e/ou morfológica (pilosidade, textura, dureza, dimensão de estrutura, entre outros). Para *Eucalyptus* spp., características físico-químicas, além de compostos secundários, como taninos, fenóis, gorduras e óleos essenciais, podem propiciar propriedades fagoestimulantes ou deterrentes, influenciando o processo de herbivoria, tendo influência direta sobre a preferência hospedeira (OHMART et al., 1985; OHMART & EDWARDS, 1991).

Além de afetar a alimentação, compostos químicos sequestrados dos hospedeiros pelos insetos herbívoros podem atuar como mecanismos de defesa contra a ação de inimigos naturais. Na avaliação dos compostos químicos cuticulares investigando o mimetismo químico de *T. arnobia*, poucos compostos foram observados em comum entre galhos e lagartas, entretanto, foi observada maior similaridade entre lagartas e o hospedeiro nativo goiaba do que entre lagartas e o hospedeiro exótico *E. urograndis*.

Além disso, observa-se distinção completa entre os perfis químicos de hidrocarbonetos cuticulares das lagartas em *E. urograndis* quando comparadas com as lagartas em goiaba. Logo, podemos inferir através dos resultados que *T. arnobia* modificou seus perfis químicos quando criada nos diferentes hospedeiros, porém, os resultados não indentificaram mimetismo químico expressivo dos respectivos hidrocarbonetos cuticulares, sendo, contudo, mais aparente no hospedeiro nativo, possivelmente apontando maior adaptação.

A capacidade de mimetismo químico de hospedeiros já foi detectada em outras espécies da família Geometridae, Akino et. al. (2004) observando o comportamento de mimetismo da lagarta de *B. robustum* notou que, formigas predadoras do gênero *Lasius* e *Formica* (Hymenoptera:Formicidae) rondavam os corpos das lagartas livremente nos galhos hospedeiros, mesmo após o contato antenal, e após análise em cromatografia gasosa, os autores constataram que os compostos químicos cuticulares de *B. robustum* se assemelham aos de seus hospedeiros correspondentes (*Prunus yedoensis* Matsum (Rosaceae), *Castanopsis cuspidata* Schottky var (Fagaceae) e *Camellia japonica* L. Both (Theaceae) indicando uma adaptação induzida pela dieta.

Diante do exposto, apesar de não ser possível afirmar a existência de resistência do tipo antixenose entre os diferentes clones de *E. urograndis* (VE 41, I1 44, TP 361, VCC 865) e goiaba (*P. guajava*) para *T. arnobia* ou do mimetismo químico dos hospedeiros, os resultados do presente estudo sugerem um maior consumo para o clone VE 41 e goiaba, uma menor preferência pelo clone I1 44, além de indicar maior similaridade entre os hidrocarbonetos de *T. arnobia* e seu hospedeiro nativo goiaba.

De forma geral, a investigação das interações de hospedeiros nativos e exóticos e *T. arnobia*, é de fundamental importância para o melhor entendimento e compreensão das relações ecológicas, auxiliando no desenvolvimento, planejamento e utilização de métodos adequados para o programa de Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Floresta).

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O clone VE 41 e o hospedeiro nativo goiaba foram mais consumidos por *T. arnobia* do que os clones TP 361, VCC 865 e I 144 em testes sem chance de escolha;

Não houve diferença significativa na preferência alimentar de *T. arnobia* entre os clones de *E. urograndis* e goiaba, em testes com chance de escolha;

Entre os diferentes clones de *E. urograndis* o clone I 144 mostrou uma tendência de menor preferência alimentar, sendo consumido inicialmente somente após 48h, quando oferecidos os materiais genéticos em conjunto;

O clone I 144 foi menos preferido, enquanto o clone VE 41 foi mais preferido por *T. arnobia* quando comparados ao clone TP 361, em pareamento;

Em perfil químico cuticular, foi observado maior similaridade entre os hidrocarbonetos de *T. arnobia* e seu hospedeiro nativo goiaba.

De forma geral, essa pesquisa fornece informações básicas para a indicação de clones e o entendimento da interação das relações ecológicas entre *T. arnobia* e seus hospedeiros no estado de Alagoas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINO, T.; NAKAMURA, K.; WAKAMURA, S. **Diet-induced chemical phytomimesis by twig-like caterpillars of *Biston robustum* Butler (Lepidoptera: Geometridae).** Chemoecology 14: 165–174, 2004.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. **Atualidades em resistência de plantas a insetos.** 2013. In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia agrícola – VI.** Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel. p. 207-224

EUZÉBIO, D. E. **Gerações sucessivas de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) em Mirtáceas nativas e exótica.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa- MG, 2007.

FILHO, M. A. A. **Resistência de genótipos de Eucalipto a *Thyriniteina arnobia* e *Thaumastocoris peregrinus*.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha. Diamantina- MG, 2017.

FUTUYAMA, D.J. **Some current approaches to the evolution of plant-herbivore interactions.** Plant Species Biology, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2000.

HOLTZ, A.M.; OLIVEIRA, H.G.; PALLINI, A.; MARINHO, J.S.; ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, C.L. **Adaptação de *Thyriniteina arnobia* em novo hospedeiro e defesa induzida por herbívoros em eucalipto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.38: p.453-458, 2003.

HOLTZ, A.M.; OLIVEIRA, H.G.; PALLINI, A.; VENZON, M.; ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, C.L.; MARINHO, J.S.; ROSADO, M.C. **Desempenho de *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em Eucalipto e Goiaba: o Hospedeiro Nativo Não é um Bom Hospedeiro?** Neotropical Entomology, 2003.

HOWARD, R.W.; BLOMQUIST, G. J. **Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons.** Annual Review of Entomology 50: 371–393, 2005.

**IBÁ.** Relatório 2019: Ano base 2018. São Paulo: Ibá, 2019.

JESUS, F.G.; NOGUEIRA, L.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; RIBEIRO; Z.A.; ARAÚJO, M.S.; ZANUNCIO, J.C. Resistance of *Eucalyptus spp.* **Genotypes to eucalyptus brown looper *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae).** Australian Journal of Crop Science. v.9: 574 p.1016-1021. 2015.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos.** 2.ed. São Paulo, Ícone, 336p. 1991.

MENDES, J. P. E. **Efeito do ataque do *Costalimaita ferruginea* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae) sobre o crescimento e produção de *Eucalyptus grandis*.** Tese (Doutorado em Entomologia) - UFV, Viçosa, MG, 2004.

OHMART, C. P. et al. **Effects of food quality, particularly nitrogen concentrations, of *Eucalyptus blakelyi* foliage on the growth of *Paropsis atomaria* larvae (Coleoptera: Chrysomelidae).** Oecologia, v. 65, n. 4, p. 543-549, 1985.

OHMART, C. P.; EDWARDS, P. B. **Insect herbivory on eucalyptus.** Annual Review of Entomology, v. 36, p. 637-657, 1991.

OLIVEIRA, A. C. **Avaliação do crescimento de clones de *Eucalyptus spp.* em duas regiões do estado de Mato Grosso.** Monografia – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2016.

PAIVA, M. M. **Síntese assimétrica dos componentes do feromônio sexual da lagarta-parda, *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae).** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2013.

PISKORSKI, R.; TREMATERRA, P; DORN, S. **Cuticular hydrocarbon profiles of codling moth larvae, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), reflect those of their host plant species.** Biological Journal of the Linnean Society. 101, 376–384, 2010.

RODRIGUES, N. E. L. **Efeitos associados de genótipos de eucalipto sobre *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) e no predador *Podisus nigrispinus* (dallas) (heteroptera: pentatomidae).** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2014.

SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, T.V; ZANUNCIO, J.C; **Desenvolvimento de *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus urophylla* e *Psidium guajava*.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 29, n. 1, p. 13-22, 2000.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's guide, version 9.0, TS level 2MO.** SAS Institute Inc., Cary, NC. 2011.

WEST S.A.; J.P. CUNNINGHAM. **A general model for host plant selection in phytophagous insects.** Journal of Theoretical Biology, v. 214, n. 3 p. 499-513, 2002.

SANTOS, L. C.; CARVALHO, A.M.L; PEREIRA, B.L.; OLIVEIRA, A.C.; CARNEIRO, C.O.; TRUGILHO, P.F. **Propriedades da madeira e estimativas de massa, carbono e energia de clones de *Eucalyptus* plantados em diferentes locais.** Rev. Árvore vol.36 no.5 Viçosa, 2012.



## **CAPITULO II – PROSPECÇÃO DE SUBSTÂNCIAS FEROMONAIIS DE *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) EM EUCALIPTO NO ESTADO DE ALAGOAS.**

### **RESUMO**

Dentre as espécies florestais exóticas, de fácil adaptação, o gênero *Eucalyptus* é o que mais se destaca. A monocultura clonal *Eucalyptus* spp., entretanto, amplia a possibilidade de introdução, desenvolvimento e reprodução de insetos fitófagos, causando prejuízos econômicos de grande relevância, sendo a lagarta parda do eucalipto, *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae), o principal desfolhador dessa cultura no país. Na busca por alternativas econômicas e promissoras para controle e/ou monitoramento de *T. arnobia*, a ecologia química pode ser utilizada para o desenvolvimento de estratégias no Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Floresta). Sendo assim, o objetivo deste capítulo foi realizar uma prospecção de substâncias feromonais em diferentes partes do corpo de *T. arnobia*, com o intuito de auxiliar no desenvolvimento de novas ferramentas e produtos. Para isso, foram feitas extrações de compostos cuticulares das partes do corpo de 10 fêmeas e 30 machos virgens de *T. arnobia* com 24-48h de idade. Em seguida, esses extratos foram analisados em cromatografia gasosa acoplada a detector por ionização de chama (CG-FID). Para análise dos extratos de glândulas abdominais de *T. arnobia*, foi feito um estudo eletroantegráfico (CG-EAG) seguido de análise em cromatografia gasosa acoplada a Espectometria de massas (CG-EM). Os compostos mais comuns entre asas foram 1-Octene, 3-Mercaptopropan-1-ol, 5-Methylheptan-2-ol, 2,3,7-Tribromo-8-chlorodibenzodioxin, 3,8- Dimethylundecane, (Z)-4-Dodecenal e 2-Methyl-1-benzothiophene. Em pernas anteriores, posteriores e medianas foi encontrado o composto 1,2,4,6,9-Pentaclorodibenzofurano. Em pernas medianas, sete compostos semelhantes foram encontrados e em pernas posterior apenas o 3-penteno-2-ol foi semelhante entre machos e fêmeas. Em glândulas de *T. arnobia* foi verificado doze compostos químicos em cromatografia gasosa acoplada a Espectometria de massas (CG-EM), sendo 9,12-octadecadienol chlorido e ácido hexadecanoico (ácido palmítico) os componentes majoritários, obtendo resposta quando colocados frente a antenas de machos via método “puff”. Os resultados obtidos referente ao estudo feromonal, servem como estudo-base para o desenvolvimento de estratégias de controle comportamental no Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Florestas) no estado de Alagoas.

**Palavras-chave:** Controle comportamental, Pragas Florestais, Cromatografia.

PROSPECTION OF FEROMONAL SUBSTANCES OF *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) ON EUCALYPTUS IN THE ALAGOAS STATE

**ABSTRACT**

Among the exotic forest species, easy to adapt, the genre *Eucalyptus* stands out. The clonal monoculture of *Eucalyptus* spp., however, increases the possibility of introduction, development and reproduction of phytophagous insects, causing economic losses of great relevance, being the eucalyptus brown caterpillar, *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae), the main defoliator of this crop in the country. In the search for economic and promising alternatives for the control and / or monitoring of *T. arnobia*, chemical ecology can be used to develop strategies in Forest Integrated Management Pests (Forest IPM). Therefore, the objective of this study was to prospect pheromone substances in different parts of the body of *T. arnobia*, in order to assist in the development of new tools and products. For that, cuticular compounds were extracted from the body parts of 10 females and 30 virgin males of *T. arnobia* aged 24-48h. Then, these extracts were analyzed in gas chromatography coupled to a flame ionization detector (CG-FID). For *T. arnobia* abdominal gland extract analysis, an electroanthenographic study (CG-EAG) was performed, followed by a gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS) analysis. The most common compounds between wings were 1-Octene, 3-Mercaptopropan-1-ol, 5-Methylheptan-2-ol, 2,3,7-Tribromo-8-chlorodibenzodioxin, 3,8- Dimethylundecane, (Z) -4 -Dodecenal and 2-Methyl-1-benzothiophene. 1,2,4,6,9-Pentachlorodibenzofuran was found in the anterior, posterior and median legs. In median legs, seven similar compounds were found and in posterior legs only 3-pentene-2-ol was similar among males and females. Twelve chemical compounds were found in *T. arnobia* glands in gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS), with 9,12-octadecadienol chloride and hexadecanoic acid (palmitic acid) being the major components, obtaining a response when placed in front of male antennas via the "puff" method. The results obtained regarding the pheromone study, serve as a base study for the development of behavioral control strategies in the Forest Integrated Pest Management (Forests IPM) in the state of Alagoas.

**Keywords:** Behavioral control, Forest Pests, Chromatography.

## 1. INTRODUÇÃO

A introdução de espécies florestais exóticas, de fácil adaptação, diminui a pressão da exploração sobre matas nativas, aumentando a produtividade para atender a demanda por produtos de origem florestal (EUZÉBIO, 2007). Dentre as espécies exóticas, o *Eucalyptus* spp. foi introduzido no Brasil em 1903, constituindo atualmente um manejo de produção de referência para diversos países, incluindo a Austrália, seu centro de origem (SANTOS et. al 2012).

Em Alagoas, o Cetene (Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), lançou em 2015 uma iniciativa de implantação de unidades experimentais clonais de *Eucalyptus* spp. em diferentes regiões, a fim de ampliar e proporcionar a diversificação produtiva no estado (APIMEC, 2015).

A implantação de povoamentos florestais de *Eucalyptus* spp. em monocultura clonal, com áreas extensas e contíguas, amplia porém, a possibilidade de introdução, desenvolvimento e reprodução de insetos fitófagos, causando prejuízos econômicos de grande relevância, sendo a lagarta parda do eucalipto, *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae), o principal desfolhador dessa cultura no país (PAIVA, 2013).

O controle de *T. arnobia* em povoamentos florestais de *Eucalyptus* spp. é realizado na maioria das vezes, através da aplicação aérea e de alto custo de inseticidas químicos e/ou biológicos (OLIVEIRA et al., 2011). Dentre esses produtos estão os inseticidas a base de deltametrina (piretróide), lufenurom (benzoiluréia), tebufenozida (diacilhidrazina) e os biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner (AGROFIT, 2019).

Assim, na busca por alternativas econômicas e promissoras para controle e/ou monitoramento de *T. arnobia*, a ecologia química pode ser utilizada como ferramenta para o desenvolvimento de estratégias no Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Floresta), envolvendo aspectos biológicos, fisiológicos, comportamentais, bioquímicos e genéticos, principalmente através da síntese e aplicação de feromônios sexuais, facilitando a determinação da dinâmica populacional e proporcionando controle efetivo, seguro e ambientalmente sustentável (VILELA & DELLA LUCIA, 2001).

Em estudos anteriores envolvendo o estudo feromonal de *T. arnobia*, Moreira et al. (2013) descreveram o componente majoritário do feromônio sexual, extraído das glândulas abdominais de fêmeas virgens, como o um dos estereoisômeros do 3,4-epoxi-

6,9-eneicosadieno, obtendo a síntese racêmica desse composto em 10 etapas com rendimento global de 28%.

Apesar disso, não existe um composto feromonal disponível comercialmente para aplicação no manejo de *T. arnobia* em campo, além de não haver estudo base sobre as possíveis substâncias feromonais das populações de *T. arnobia* provenientes do estado de Alagoas. Diante do exposto, o objetivo deste capítulo foi realizar uma prospecção de substâncias feromonais em diferentes partes do corpo de *T. arnobia*, com o intuito de auxiliar no desenvolvimento de novas ferramentas e produtos, permitindo o estabelecimento de estratégias para o Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Floresta).

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Local de realização da pesquisa**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal (LEAF) do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA) e Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPqRN) do Instituto de Química e Biotecnologia (IQB), na Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

### **2.2 Coleta de *T. arnobia* em campo**

Indivíduos de *T. arnobia* foram obtidos por meio de coletas manuais em plantios de *E. urograndis*, variedade 1407 e 224, na Agropecuária Albuquerque, no município de Atalaia, Alagoas, com latitude de 9° 30' 27" S e longitude de 36° 1' 24" W. As formas biológicas, ovos, lagartas, pupas e/ou adultos foram coletadas manualmente e com o uso de rede entomológica e transportadas para o Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal (LEAF).

### **2.3 Manutenção de *T. arnobia* em laboratório**

Os ovos de *T. arnobia* eram imersos em solução de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) por 10 segundos, em seguida lavados em água destilada, afim de evitar contaminações e acondicionados em placas de Petri, contendo papel de filtro umedecido até a eclosão das lagartas. Após a eclosão, as lagartas eram acondicionadas em baldes plásticos com capacidade volumétrica de 20 litros com duas aberturas laterais e tampa com orifícios recoberto por tecido do tipo voile. Para alimentação, eram oferecidas folhas de *E.*

*urograndis*, em galhos, colocados em garrafas de vidro de 500 ml com água, até a perda de turgescência, quando eram substituídos por galhos novos. As pupas eram sexadas e acondicionadas e formados casais em gaiolas de tubos de PVC de 10 x 20 cm, revestida internamente com papel sulfite, para emergência dos adultos e oviposição. Os adultos foram alimentados diariamente com solução de mel a 10%. Os ovos eram coletados diariamente do papel sulfite com o auxílio de tesoura e pincel.

## **2.4 Análise de compostos orgânicos voláteis (COV's) em asas, pernas e glândulas abdominais de *T. arnobia*.**

### **2.4.1 Preparo de extratos hexânicos de asas, pernas e glândulas abdominais de *T. arnobia*.**

Para o estudo químico de substâncias feromonais de *T. arnobia*, foi feita a extração de compostos cuticulares das partes do corpo de 10 fêmeas e 30 machos virgens com 24-48h de idade. A extração foi realizada em uma sala com fotoperíodo invertido, priorizando as primeiras horas da escotofase, conforme comportamento de chamamento de *T. arnobia*, (BATISTA-PEREIRA et al.,2004). As asas anteriores e posteriores de machos e fêmeas; pernas anteriores, medianas e posteriores de machos e fêmeas; e as glândulas abdominais de fêmeas foram retiradas com o auxílio de tesoura de dissecação e totalmente imersas em 1 ml de solvente hexano por 20min. Após esse período, os extratos foram filtrados com lã de vidro, em uma pipeta de pasteur de vidro, colocados em um vial e acondicionados em freezer (-20° C) até posterior utilização.

### **2.4.2 Análise dos extratos de asas, pernas e glândulas abdominais de *T. arnobia* em cromatógrafo gasoso acoplado a detector por ionização de chama (CG-FID).**

Para a identificação prévia dos possíveis compostos feromonais de *T. arnobia*, os extratos obtidos foram analisados por cromatografia gasosa com detector de ionização de chamas (GC-FID), utilizando coluna capilar NST-05. O método empregado no equipamento para análise dos extratos iniciou com aquecimento a 50°C por 5 min, a 8°C/min, até atingir 280°C e foi mantido nessa temperatura por 10 minutos. O volume de injeção dos extratos foi de 3 µl. O gás hélio foi empregado como gás de arraste, sendo esse responsável pelo transporte das amostras por meio da coluna de cromatografia gasosa.

Após injeção, os picos observados foram comparados com padrões de alcanos C13 e C7-C30, e os respectivos Índices de Kovats (IKs) foram calculados, através do banco de dados do Pherobase, para identificação prévia dos possíveis compostos que compõe as partes do corpo de mariposas machos e fêmeas de *T. arnobia*.

#### **2.4.3 Estudo eletroantenográfico (CG-EAG) em testes de espectro de ação de extratos de asas e pernas de *T. arnobia***

Para uma análise inicial, foi realizado um espectro de ação através da eletroantenografia dos extratos de asas (anteriores e posteriores) e pernas (anteriores, medianas e posteriores) de fêmeas virgens sobre a antena de machos de *T. arnobia*. Para isso, adultos machos virgens de *T. arnobia* foram selecionados, e com uso de pinça entomológica, a antena foi removida cuidadosamente e fixada no eletrodo. Um gel condutor de eletricidade foi usado para cobrir as extremidades (Signa gel, Parker Labs, EUA). Como forma de controle, as antenas dos machos, receberam estímulos contendo apenas ar e também hexano. Para cada amostra do extrato, foi adicionado 10 $\mu$ L em um papel de filtro (2,0 cm x 1,0 cm) inserido em uma pipeta de pasteur de vidro e conectado ao sistema gerador de pulsos (“Puff”) (StimulusController, Type CS-55, Syntech). Foram testadas duas antenas no total, recebendo estímulos dos tratamentos ar, hexano e extratos de asas e pernas, sequencialmente. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e médias foram comparadas pelo teste t- Student a 5 % de probabilidade.

#### **2.4.4 Estudo eletroantenográfico (CG-EAG) de extratos de glândulas abdominais de fêmeas de *T. arnobia***

A análise dos extratos de glândulas abdominais de fêmeas virgens sobre a antena de machos de *T. arnobia*, ocorreu através da técnica de eletroantenografia. Indivíduos machos de *T. arnobia* foram selecionados, em seguida, com uso de pinça entomológica, a antena foi removida cuidadosamente e fixada no eletrodo. Um gel condutor de eletricidade foi usado para cobrir as extremidades, a fim de permitir a passagem da corrente elétrica (Signa gel, Parker Labs, EUA).

Como forma de controle, as antenas dos machos, receberam pulsos de ar contendo hexano. Foi adicionado 10 $\mu$ L da amostra de glândulas abdominais de *T. arnobia* testadas sobre um papel de filtro (2,0 cm x 1,0 cm) inserido em uma pipeta de pasteur de vidro e

conectado ao sistema gerador de pulsos (“Puff”) (StimulusController, Type CS-55, Syntech). Um total de 12 antenas foram testadas, recebendo estímulos dos tratamentos hexano e extrato, sequencialmente. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e médias foram comparadas pelo teste t a 5 % de probabilidade.

#### **2.4.5 Análise dos extratos de glândulas abdominais de *T. arnobia* em cromatógrafo gasoso acoplado a Espectrometria de massas (CG-EM)**

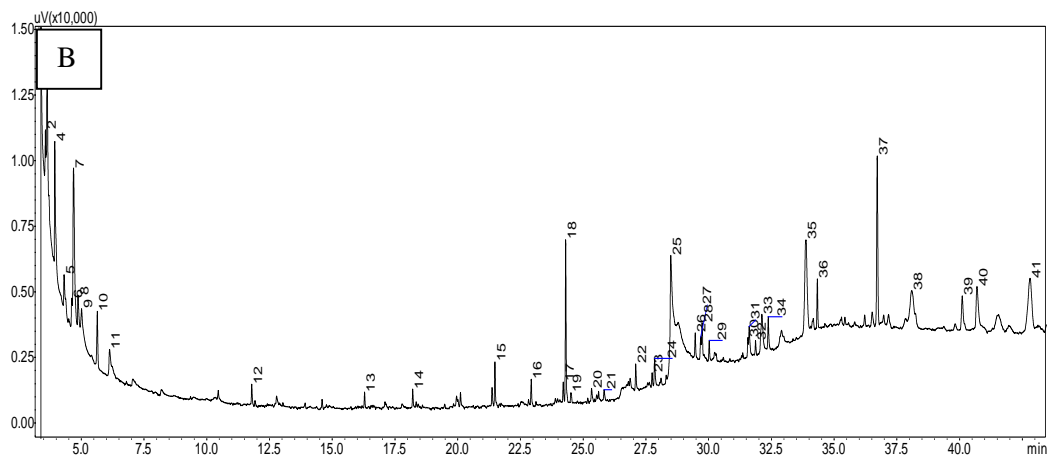
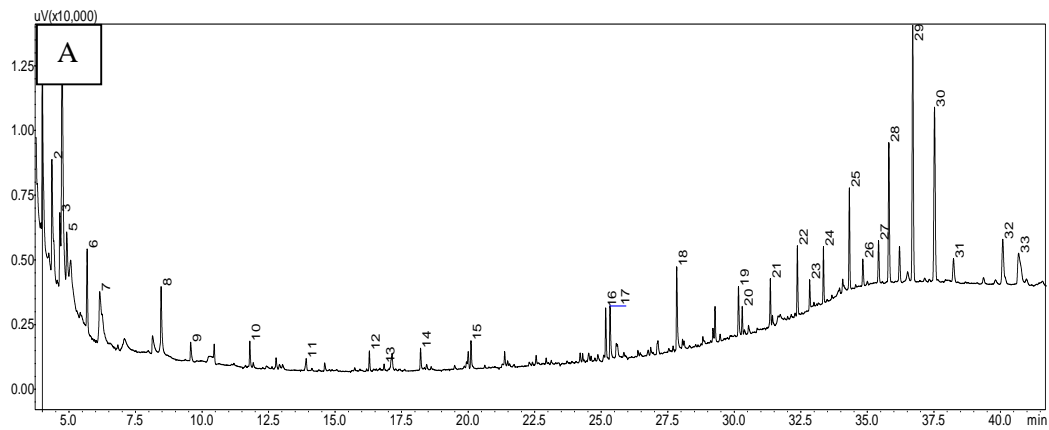
Para auxílio na identificação dos compostos de glândulas abdominais de *T. arnobia*, foi utilizado um espectrometro de massas (SHIMADZU, QB 2010 Ultra) acoplado à cromatógrafo gasoso (CG-MS), equipado com coluna capilar DB-5 de 30m (0.25um di, 0.25mm Restek®), quadrupolo com impacto de eletrons a 70eV, com fase estacionária (5% - fenil) – metilpolisiloxane. O volume de injeção do extrato de glândula foi de 1 µl no modo “splitless”. Foi utilizado o gás hélio para arraste, no mesmo método empregado para o CG/FID.

### **3. RESULTADOS**

As análises dos dados obtidos por GC-FID dos extratos de *T. arnobia* coletadas em povoamentos florestais no estado de Alagoas, permitiu identificar uma quantidade significativa de possíveis compostos específicos em partes do corpo de machos e fêmeas.

Os extratos são, basicamente, constituídos de substâncias pertencentes a classe dos alcanos, álcoois, aldeídos, ésteres, ácidos carboxílicos e esteroides.

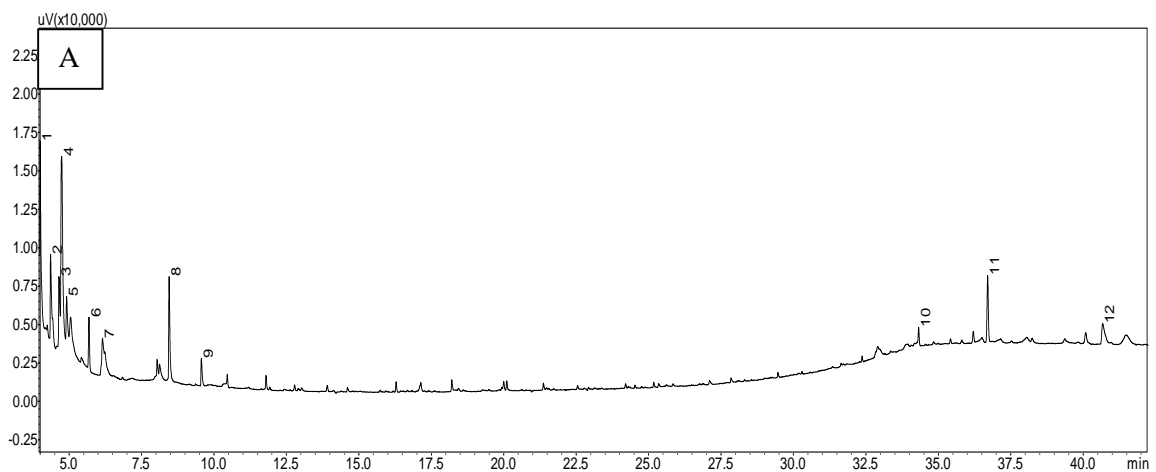
Em perfil cromatográfico de asa anterior de fêmeas de *T. arnobia* foi possível detectar um total de 33 picos, sendo que 8 compostos não foram identificados (Figura 1A). Para o perfil do extrato de asa anterior de machos de *T. arnobia*, o número de picos foi de 41, contudo, 6 destes não foram identificados (Figura 1B).



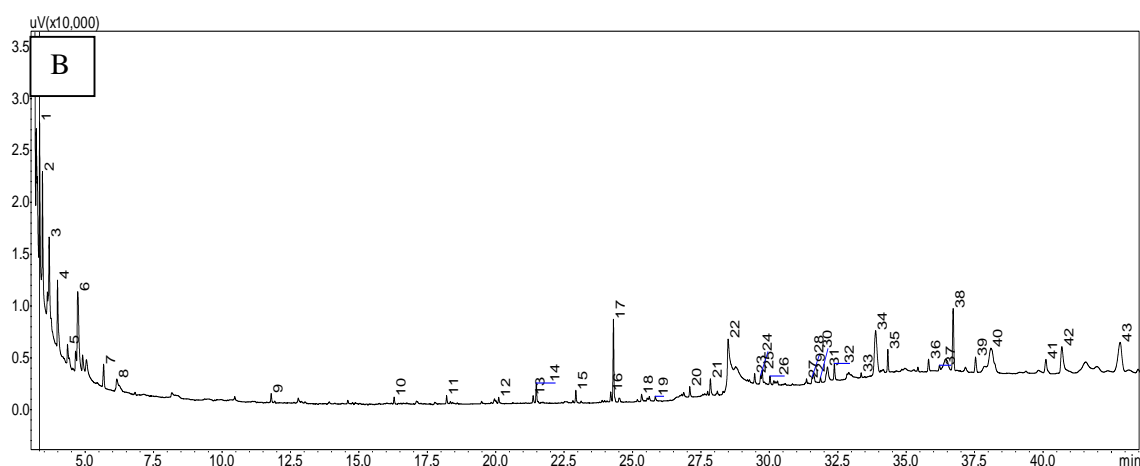
**Figura 1.** Cromatograma de asas anteriores de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyrinteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae).

Fonte: Autora, 2020.

Em relação as asas posteriores, o perfil de extrato de fêmeas apresentou apenas 12 picos (Figura 2A). Diferentemente dos valores estabelecidos no cromatograma de asa posterior de fêmeas, o perfil do extrato de asa posterior de machos apresentou um total de 43 picos, sendo que 18 compostos destes não foram identificados (Figura 2B).







**Figura 2.** Cromatograma de asas posteriores de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyrinteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae).  
Fonte: Autora, 2020.

Comparando os compostos mais comuns entre asas anteriores e posteriores, os compostos 1-Octene, 3-Mercaptopropan-1-ol, 5-Methylheptan-2-ol, 2,3,7-Tribromo-8-chlorodibenzodioxin se destacam por se encontrar nas asas anteriores de fêmeas e asas posteriores de machos e fêmeas; já os compostos 3,8- Dimethylundecane, (Z)-4-Dodecenal e 2-Methyl-1-benzothiophene se destacam por estarem ausentes apenas nas asas posteriores de fêmeas de *T. arnobia* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Possíveis compostos identificados em asas anteriores e posteriores de machos e fêmeas de *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) em povoamento florestal de eucalipto no estado de Alagoas.

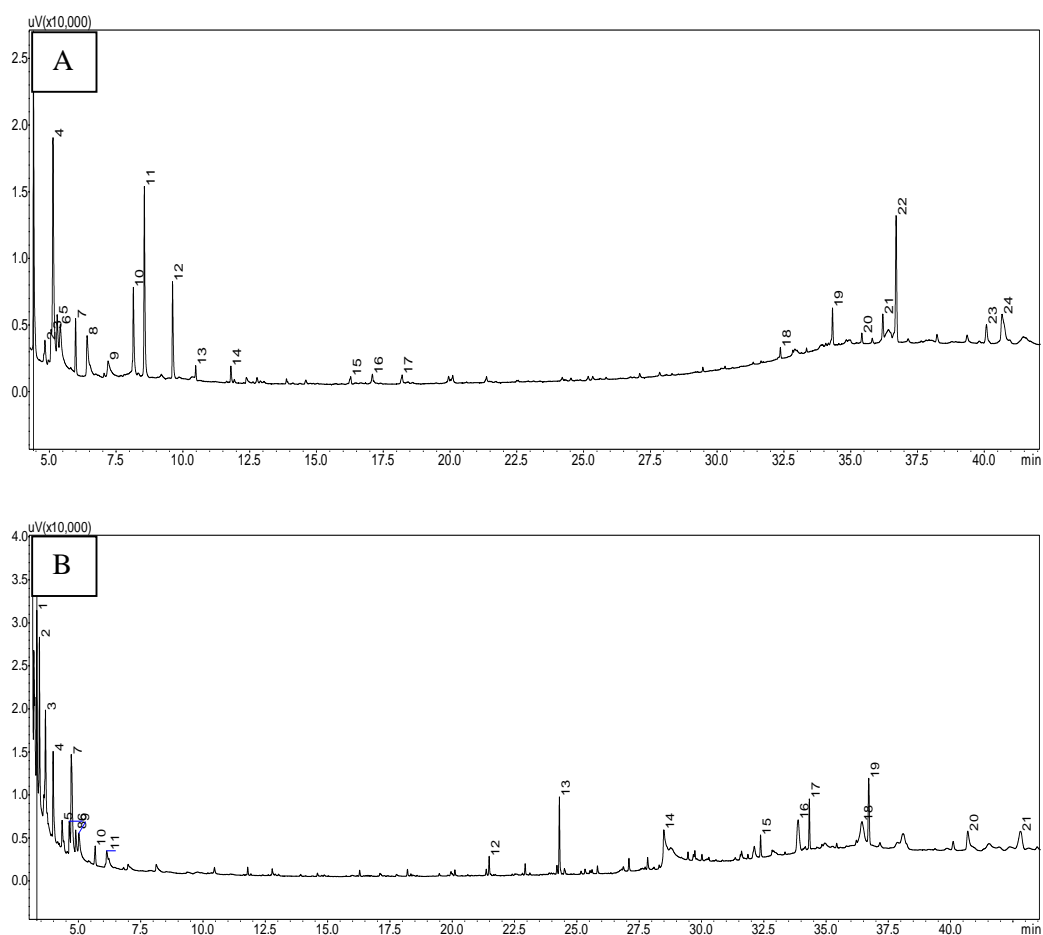
IK* Cal.	Compostos orgânicos voláteis (COV's)	Asas anteriores		Asas posteriores	
		M(♂) <sup>1</sup>	F(♀) <sup>2</sup>	M(♂) <sup>1</sup>	F(♀) <sup>2</sup>
775	1-Hexen-3-one	-	-	+	-
777	1,2,4-Trimethylcyclopentane	+	-	-	-
778	3-Methyl-2-buten-1-ol	-	-	+	-
781	Methyl 3-methylbutanoate	+	-	-	-
782	2-Pentalen	+	-	-	-
783	2-Methyl-1-heptene	-	-	+	-
789	3-Methyl-2-buten-1-ol	+	-	-	-
790	1-Octene	-	+	+	+
797	Hexan-3-ol	+	-	-	-
798	3-Mercaptopropan-1-ol	-	+	+	+
806	1,4-Dimethylcyclohexane	+	-	-	-
807	Ethyl acetate	-	+	-	+
808	ND**	+	-	-	-
810	ND**	-	+	+	+
814	(E)-3-Octene	+	-	-	-
816	Butyl acetate	-	+	-	+
819	Hexanal	+	-	-	-

839	Cyclohexylethene	+	-	-	-
840	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-one	-	-	+	-
841	(E,Z)-2,4-Hexadienal	-	+	-	+
855	2-Hydroperoxypentane	+	-	-	-
856	5-Methylheptan-2-ol	-	+	+	+
934	Methyl hexanoate	-	+	-	+
974	2-Methylbutyl propionate	-	+	-	+
1063	3,8-Dimethylundecane	+	+	+	-
1160	3-Phenylpropanal	-	+	-	-
1283	2-Methyl-1-benzothiophene	+	+	+	-
1314	2,6-Dimethyl-2,6-dodecadiene	-	+	-	-
1393	(Z)-4-Dodecenal	+	+	+	-
1510	4-Methoxybenzyl propionate	-	+	-	-
1511	ND**	-	-	+	-
1593	4-Isopropenyl-5-methyl-2-(1-methylethylidene)-5-vinylcyclohexanone	-	-	+	-
1601	(E)-3-Tetradecenal	+	-	+	-
1701	3-Phenylpropyl hexanoate	+	-	+	-
1794	1-Octadecene	+	-	+	-
1801	(Z)-9-Tetradecenyl acetate	+	-	+	-
1817	(E)-12-Tetradecenyl acetate	+	-	-	-
1867	(Z)-5-Hexadecen-1-ol	-	+	-	-
1880	2-Bromo-dibenzodioxin	+	+	+	-
1919	(E,Z)-10,12-Hexadecadien-1-ol	+	-	+	-
2021	Octadecanal	+	-	+	-
2075	(E,Z)-2,13-Octadecadien-1-ol	+	-	-	-
2083	Pentanal 2,4,6-trichlorophenylhydrazone	-	+	-	-
2084	4,6-Dinitro-o-cresol	+	-	+	-
2140	ND**	+	-	+	-
2226	ND**	+	-	+	-
2245	ND**	+	-	+	-
2251	ND**	+	-	+	-
2277	1,3,7,9-Tetrachlorodibenzofuran	+	-	+	-
2289	(Z,Z)-1,3,6-cis-9,10-Epoxyheneicosatriene	-	+	-	-
2302	2,3,6,8-Tetrachlorodibenzofuran	-	+	-	-
2402	Integerrimine	-	+	+	-
2422	ND**	-	-	+	-
2423	1,2,4,6,8-Pentachlorodibenzofuran	+	-	-	-
2427	ND**	+	-	+	-
2452	2,4,7-Tribromodibenzofuran	+	-	+	-
2477	3-Methyl-1,2-benzanthracene	+	-	+	-
2502	1,2,4,6,9-Pentachlorodibenzofuran	-	+	+	-
2549	ND**	-	+	-	-
2602	ND**	-	+	-	-
2603	ND**	-	-	+	-
2657	ND**	-	-	+	-
2702	2,3,7-Tribromo-8-chlorodibenzodioxin	-	+	+	+
2749	ND**	-	+	-	-
2803	1,3,4,9-Tetrabromodibenzofuran	-	+	-	-
2833	ND**	-	+	-	-

2834	ND**	-	-	+	-
2865	ND**	-	-	+	-
2903	Silafluofen	-	+	+	+
2957	ND**	-	+	-	-
2958	ND**	-	-	+	-
2988	ND**	-	-	+	-
2993	ND**	-	+	+	+
2994	ND**	-	-	+	-
2995	ND**	-	+	+	-
3000	3,7-Dibromo-1,2,8,9-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	-	+	-	-

\*Índices de Kovats (IK) para coluna NST-05. \*\*ND – Compostos não identificados. <sup>1</sup>Machos. <sup>2</sup>Fêmeas

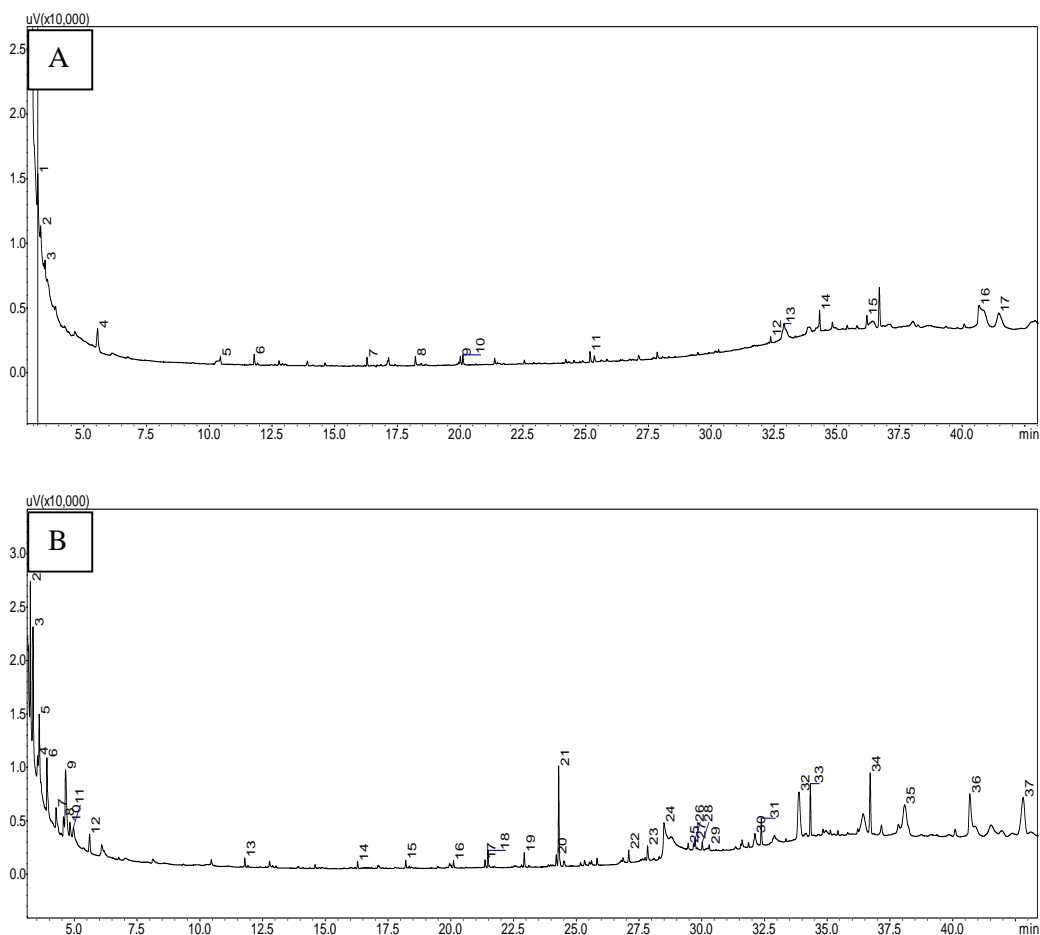
Analisando o perfil cromatográfico no CG-FID de pernas anteriores de fêmeas e machos de *T. arnobia*, foram detectados 24 e 21 picos presentes respectivamente (Figura 3A e 3B).



**Figura 3.** Cromatograma de pernas anteriores de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyrinteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae).

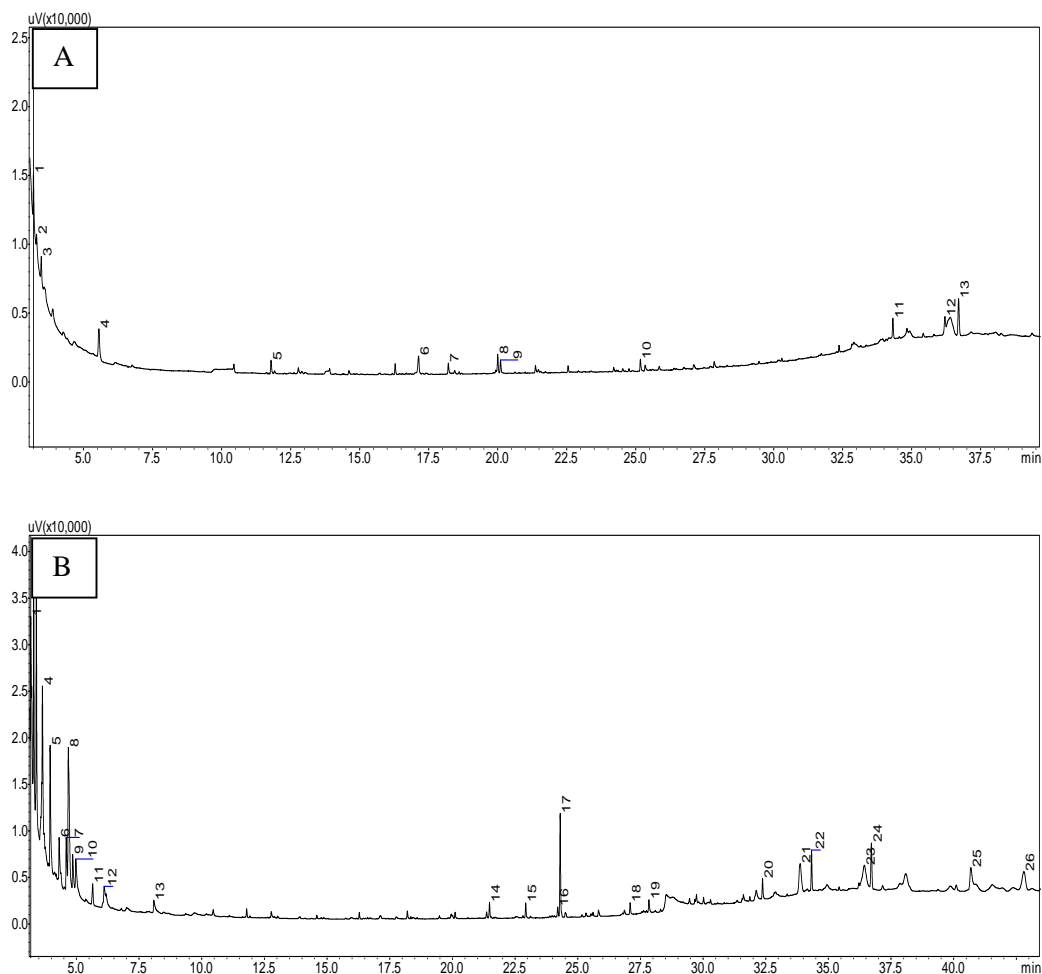
Fonte: Autora, 2020.

Nas pernas medianas de fêmeas e machos, foram detectados 17 e 37 picos respectivamente, porém, 4 compostos químicos não foram identificados para fêmeas e 8 compostos não foram identificados para machos (Figura 4A e 4B).



**Figura 4.** Cromatograma de pernas medianas de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyrinteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae).  
Fonte: Autora, 2020.

Nas pernas posteriores de fêmeas de *T. arnobia*, foram detectados 13 picos, sendo 3 compostos não identificados, já em perna posterior de machos de *Thyrinteina arnobia*, foram detectados 26 picos presentes, contudo 5 compostos químicos não foram identificados (Figura 5A e 5B).



**Figura 5.** Cromatograma de pernas posteriores de fêmeas (A) e machos (B) de *Thyrinteina arnobia* Stoll, 1897 (Lepidoptera: Geometridae).  
Fonte: Autora, 2020.

Em relação aos compostos químicos semelhante entre pernas de fêmeas e machos de *T. arnobia*, para pernas anteriores apenas o composto 1,2,4,6,9-Pentaclorodibenzofurano foi encontrado em comum com os demais extratos, com exceção da perna posterior de fêmea. Já entre os cromatogramas dos extratos de pernas medianas de fêmeas e machos de *T. arnobia* foram detectados 7 compostos semelhantes. Entre os cromatogramas dos extratos de pernas posteriores de fêmeas e machos de *T. arnobia* foi detectado apenas o 3-penteno-2-ol como composto semelhante (Tabela 2).

**Tabela 2.** Possíveis compostos químicos identificados em pernas anteriores, medianas e posteriores de fêmeas e machos de *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) em povoamento florestal de eucalipto no estado de Alagoas.

IK* Cal.	Compostos orgânicos voláteis (COV's)	Pernas anteriores		Pernas medianas		Pernas posteriores	
		M(♂) <sup>1</sup>	F(♀) <sup>2</sup>	M(♂) <sup>1</sup>	F(♀) <sup>2</sup>	M(♂) <sup>1</sup>	F(♀) <sup>2</sup>

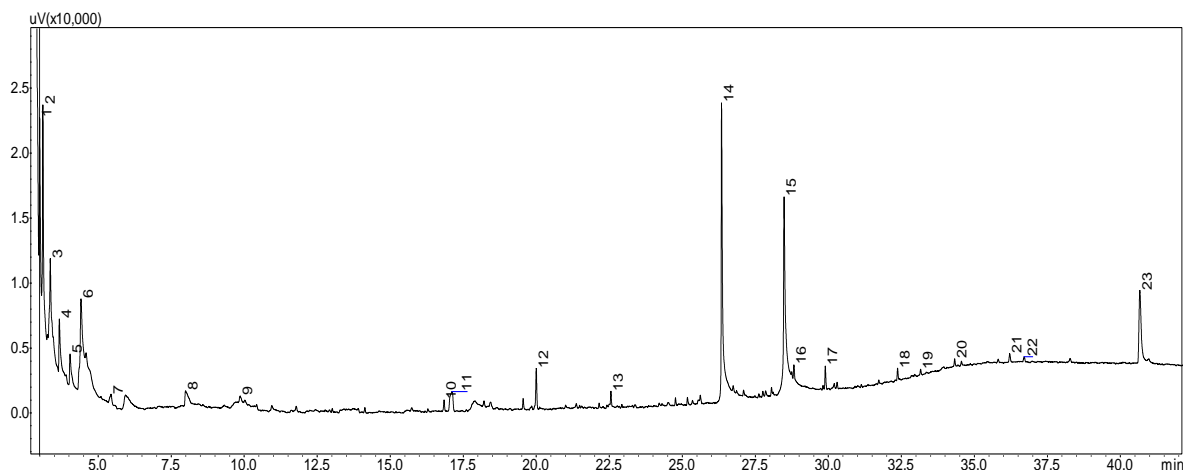
771	Ethyl butyrate	-	-	+	+	-	-
772	ND	-	-	-	-	+	+
774	3-penteno-2-ol	-	-	-	+	+	+
776	Methyl 2-methylbutanoate	-	-	+	-	-	-
777	Trimethylcyclopentane	-	-	-	-	+	-
778	3-metil-2-buten-1-ol	+	-	-	+	-	+
780	2-Methylthiophene	-	-	+	-	-	-
781	Methyl 3-methylbutanoate	-	-	+	-	-	-
782	2-Pental	-	-	-	-	+	-
783	(Z)-2-Penten-1-ol	+	-	-	-	-	-
788	2-Methyl-1-heptene	-	-	+	-	-	-
789	3-Methyl-2-buten-1-ol	-	-	-	-	+	-
790	ND	+	-	-	-	-	-
796	1-Bromo-3-methylbutane	-	-	+	-	-	-
797	Hexan-3-ol	-	-	-	-	+	-
798	3-Mercaptopropan-1-ol	+	-	-	-	-	-
800	Éster dimetílico	-	+	-	-	-	-
804	ND	-	-	+	-	-	-
805	Ethyl butyrate	-	-	-	-	+	-
807	Ethyl acetate	+	-	+	-	-	-
808	ND	-	-	-	-	+	-
809	(Z)-2-Octene	+	-	-	-	-	-
813	Hexan-2-ol	-	+	+	-	-	-
814	(E)-3-Octene	-	-	-	-	+	-
815	Butyl acetate	+	-	-	-	-	-
817	ND	-	-	+	-	-	-
818	3-Methyl-2-butene-1-thiol	-	-	-	-	+	-
819	Hexanal	+	-	-	-	-	-
821	Ácido butírico	-	+	-	-	-	-
823	(E) -2-Metil-2-buteno-1-tiol	-	+	-	-	-	-
828	ND	-	+	-	-	-	-
832	ND	-	+	-	-	-	-
836	ND	-	-	-	+	-	+
838	4-Methyl-3-penten-2-one	-	-	+	-	-	-
840	2-Methoxyethanol acetate	+	-	-	-	+	-
850	Dialisulfano	-	+	-	-	-	-
854	3-Methylpentan-1-ol	-	-	-	-	+	-
855	2-Hydroperoxypentane	+	-	-	-	-	-
864	Alil éter vinílico	-	+	-	-	-	-
890	1,3,5-ciclooctatrieno	-	+	-	-	-	-
	(R)-5,7-Dimethyl-1,6-	-	-	-	-	+	-
921	octadiene						
	5-Isopropil-2-metilbiciclo	-	+	-	-	-	-
923	[3.1.0] hex-2-eno						
938	Pentanotioato de S-etilo	-	+	-	-	-	-
975	3-etenil piridina	-	+	-	-	-	-
	Acetato de 3-metil-4-	-	-	-	+	-	-
1006	pentenilo						
1008	Acetato de hexila	-	+	-	-	-	-
1063	2-Metildecano	-	+	-	-	-	-
1063	2-Metildecano	-	-	+	+	-	+
	1-Isopropenil-4-metil-1,3-	-	+	+	+	-	-
1283	ciclohexadieno						
1328	(2,2-dietoxietil) -benzeno	-	+	-	-	-	-

1331	Hexil (E) -2-metil-2-butenato	-	-	-	-	-	+
1393	(Z) -4-dodecenal	-	+	+	+	-	+
1504	4-Metil-9H-fluoreno	-	-	-	+	-	+
1510	2-Oxo-1,1-dipentilhidrazina	-	-	+	+	-	+
1593	Ethyl dodecanoate	-	-	+	-	-	-
1600	beta-Oplopenone	-	-	-	-	+	-
1601	(E)-3-Tetradecenal	+	-	+	-	-	-
1701	2,5-Dimethyl-4-nitrophenol	-	-	+	-	+	-
1794	1-Octadecene	-	-	+	-	+	-
1801	(Z)-9-Tetradecenyl acetate	+	-	+	-	+	-
2021	Octadecanal	-	-	+	-	-	-
2021	Heptadecan-2-yl acetate	-	-	-	-	+	-
2083	7-Heneicosene	-	-	-	-	+	-
2084	4,6-Dinitro-o-cresol	-	-	+	-	-	-
2140	ND	+	-	+	-	-	-
2225	ND	-	-	+	-	-	-
2250	(Z)-11-Eicosen-1-ol	-	-	+	-	-	-
2276	13-Isopropylpodocarpa-6,13-diene	-	-	+	-	-	-
2302	1,2-Benzo-9-thiafluorene	-	-	+	-	-	-
2477	3-Methyl-1,2-benzanthracene	-	-	+	-	-	-
2502	1,2,4,6,9-Pentaclorodibenzofurano	+	+	+	+	+	-
2656	1,2,3,4,6,8-Hexachlorodibenzofuran	-	-	+	-	+	-
2657	1,2,4,6,9-Pentachlorodibenzofuran	+	-	-	-	-	-
2702	2,3,7-Tribromo-8-clorodibenzodioxina	-	+	+	+	-	+
2703	Oxymesterone	+	-	-	-	+	-
2802	1,2,3,7,8,9-Hexaclorodibenzo-p-dioxina	-	+	-	+	-	+
2864	1,2,9-Tribromo-3,7-diclorodibenzo-p-dioxina	-	+	-	+	-	+
2882	ND	-	-	-	-	+	-
2883	ND	+	-	-	-	-	-
2902	ND	-	+	-	-	-	+
2903	Silafluofen	+	-	+	-	+	-
2988	ND	+	-	+	-	+	-
2991	ND	-	-	-	+	-	-
2993	ND	+	+	+	+	+	-
2994	ND	-	-	+	-	-	-
2995	ND	-	+	-	-	-	-

\*Índices de Kovats (IK) para coluna NST-05. \*\*ND – Compostos não identificados. <sup>1</sup>Machos. <sup>2</sup>Fêmeas

Para os extratos de asas e pernas, em testes de espectro de ação via eletroantenografia do tipo “puff”, não houve diferença significativa nas respostas das antenas de machos virgens de *T. arnobia* a nenhum dos estímulos de fêmeas oferecidos (extratos de asa anterior e posterior, extratos de pernas anteriores, medianas e posteriores, ar e hexano) (F= 0,93; P=0,4869).

Em relação aos extratos de glândulas abdominais de fêmeas de *T. arnobia*, analisando a cromatografia gasosa acoplada a detector por ionização de chama (CG-FID) foram detectados 23 picos (Figura 6).



**Figura 6.** Cromatograma de extrato de glândulas abdominais de fêmeas de *Thyrintaina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae).

Fonte: Autora, 2020.

Para se obter uma identificação mais acurada dos possíveis compostos identificados em CG-FID, o extrato de glândulas abdominais de fêmeas de *T. arnobia* foi analisado em cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM), onde foi possível identificar 12 compostos orgânicos voláteis, sendo os compostos 9,12-octadecadienol clorido, (Z,Z) (TR=27,355) e ácido hexadecanoico (ácido palmítico) (TR=29,518), os componentes majoritários (Tabela 3).

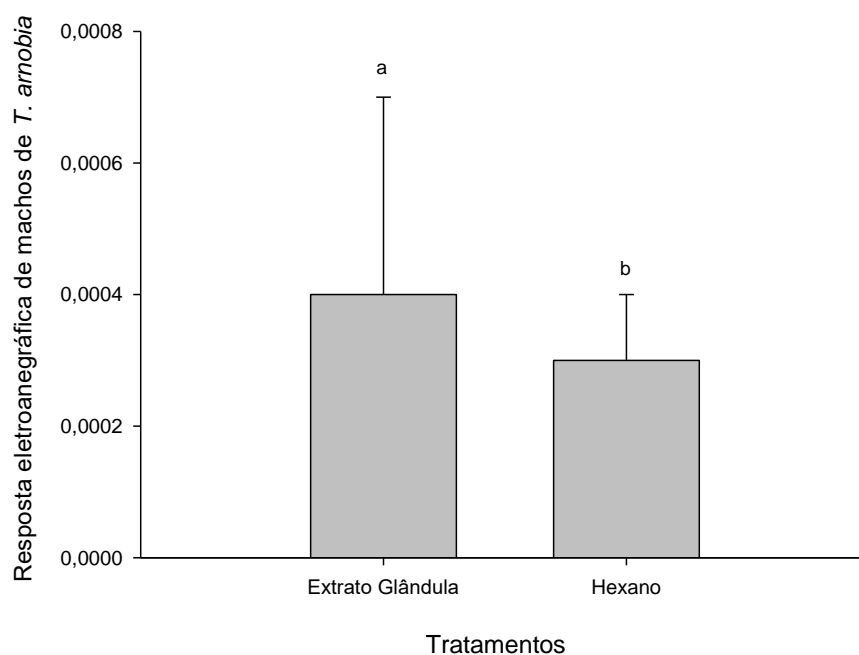
**Tabela 3.** Compostos químicos identificados em cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM) de extratos de glândulas abdominais de *Thyrintaina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae).

	<b>Compostos orgânicos voláteis</b>	<b>TR* (min)</b>
1	Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid	27.355
2	Octadecanal (CAS) Stearaldehyde	28.102
3	9,12-Octadecadienoyl chloride, (Z,Z)-	29.039
4	9,12-Octadecadienoyl chloride, (Z,Z)-	29.518
5	cis,cis,cis-7,10,13-Hexadecatrienal	29.815
6	2-Butenedioic acid (E)-, bis(2-ethylhexyl) ester	30.470
7	Z-5,17-Octadecadien-1-ol acetate	30.901
8	Tetracosane (CAS) n-Tetracosane	33.358
9	Nonacosane (CAS) n-Nonacosane	35.490
10	Tetratetracontane (CAS) n-Tetratetracontane	37.772
11	Nonacosane (CAS) n-Nonacosane	38.391
12	17-(1,5-Dimethylhexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-	43.373



\*TR – tempo de retenção.

O estudo eletroantenográfico do tipo “puff” realizado com os extratos de glândulas abdominais de fêmeas frente as antenas de mariposas machos de *T. arnobia*, demonstraram que as antenas dos machos apresentaram respostas significativas ao extrato de glândulas abdominais de fêmea, quando comparado ao estímulo hexano ( $F=5,11$ ;  $P=0,0118$ ) (Figura 8).



**Figura 7.** Resposta eletroantenográfica de machos de *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae), via método “puff”, submetidas a extrato de glândula abdominal de fêmeas e a hexano (tratamentos).

Fonte: Autora, 2020.

#### 4. DISCUSSÃO

A partir das análises dos extratos foi possível realizar a identificação de alguns possíveis compostos químicos específicos existentes nas diferentes partes do corpo de fêmeas e machos de *T. arnobia*.

Os compostos cuticulares em asas e pernas estão, na maioria das vezes, envolvidos no reconhecimento do parceiro, funcionando como feromônio sexual de curta distância em muitas espécies (PARRA-PEDRAZZOLI and LEAL 2006). No presente estudo, contudo, em testes de espectro de ação, utilizando eletroantenografia do tipo “puff”, não

foi possível identificar respostas significativas para nenhum dos extratos de asas e pernas de fêmea, frente a antena do macho.

A partir disso, é possível inferir que o macho de *T. arnobia* não faz uso desses compostos para reconhecimento a curta distância da parceira, porém, estudos complementares de comportamento sexual, incluindo observação de corte e cópula são necessários para elucidar com maior clareza a ecologia química dessa espécie.

Observando alguns possíveis compostos identificados, como o alceno 1-Octene, verifica-se que não há relatos na literatura desse composto sendo produzido por insetos da ordem Lepidoptera, entretanto, Gonçalves (2005) identificou 1-Octene nos extratos de aeração dos machos de mosca-das-frutas, *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae), em chamamento, indicando a participação dessa substância como composto feromonal.

Os compostos 2-Metil-1-benzotiofeno e (E, E) -1,3,5-Heptatrieno estão inseridos na classe dos hidrocarbonetos (HCs), que evoluíram para permitir a prevenção da desidratação, além de servir como barreira contra microrganismos e inúmeras outras funções bioquímicas, fisiológicas e semioquímicas (HOWARD & BLOMQUIST, 2005). Embora não haja um perfil informativo na literatura sobre a funcionalidade de 2-Metil-1-benzotiofeno e (E, E) -1,3,5-Heptatrieno em *T. arnobia*, sabe-se que a classe dos hidrocarbonetos desempenha um papel importante na sobrevivência de outros insetos.

Para o composto identificado como 2-bromo-dibenzodioxina, a literatura ressalta apenas os derivados de dibenzodioxinas policlorados (PCDDs), que são considerados compostos organoclorados tóxicos e persistentes. Esses compostos são hidrofóbicos, resistem ao metabolismo, persistem no meio ambiente e são propensos a bioacumular em tecidos adiposos de animais (USEPA, 2000).

Nas análises dos extratos de glândulas abdominais de fêmeas de *T. arnobia*, não foi possível a detecção do estereoisômero do 3,4-epoxi-6,9-eneicosadieno, descrito na literatura por Moreira et al. (2013) como componente majoritário do feromônio sexual dessa espécie, porém, no presente estudo, a partir de análises em eletroantenografia, foram obtidas respostas significativas das antenas do macho, indicando a bioatividade dos extratos obtidos.

De modo geral, feromônios sexuais em mariposas são constituídos de uma mistura ou blend de compostos químicos diferenciados, sendo essas misturas fundamentais e únicas para cada espécie, na própria combinação dos diferentes componentes, como também na variação da razão entre eles (ANDO et al., 2004).

Algumas hipóteses para a diferente composição dos extratos de glândulas abdominais de fêmeas de *T. arnobia* entre o presente estudo e os resultados de Moreira et al. (2013), seriam a diferença de população (Atalaia, AL x São Carlos, SP), especiação (evolução de diferentes populações para diferentes espécies), espécies crípticas (espécies diferentes, porém morfologicamente idênticas), ou diferença de método e coluna utilizada, permitindo uma detecção de acurácia superior ou inferior, influenciando a identificação dos compostos.

De acordo com Boo e Park (2005), a identificação e estudo prévio de semioquímicos e composição de ferômonios sexuais para insetos em regiões específicas é bastante importante, pois mesmo em regiões onde o feromônio sexual já foi identificado, podem existir variações geográficas e/ou edafoclimáticas, não sendo incomum essas diferenças interpopulacionais na composição feromonal.

Em espécies da família Geometridae, foi verificado que os precursores hidrocarbonetos que são derivados de ácidos graxos poli- insaturados são produzidos no oenócitos, transportados para as glândulas abdominais e então epoxidados para serem transferidos para o meio ambiente (WEI et al.,2003). Além disso, Ando et.al (1993) aborda que em 16 espécies da família Geometridae, hidrocarbonetos com um sistema de trieno ou dieno e seus derivados monoepóxidos foram identificados como feromônio sexual.

Contudo, para maior relevância e entendimento do estudo feromonal de *T.arnobia* em Alagoas, faz-se necessário a realização de estudos adicionais, afim de entender mais profundamente a função de cada composto identificado. Assim, análises em eletroantenografia acoplada a espectrometria de massas (CG-EAG) seriam necessárias para detectar qual, ou quais, dentre os 12 compostos identificados no presente estudo seriam estimulantes aos machos de *T. arnobia*.

De forma geral, os resultados obtidos apresentam-se como informações iniciais e fundamentais para o melhor entendimento da ecologia química e desenvolvimento de novas ferramentas e produtos para o controle comportamental de *T. arnobia* em povoamentos de *Eucalyptus* spp. contribuindo para a consolidação do Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Floresta).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir dos extratos foi possível realizar a prospecção de possíveis compostos químicos existentes nas diferentes partes do corpo de fêmeas e machos de *T. arnobia*.

Os compostos mais comuns entre asas anteriores e posteriores foram 1-Octene, 3-Mercaptopropan-1-ol, 5-Methylheptan-2-ol, 2,3,7-Tribromo-8-chlorodibenzodioxin, 3,8-Dimethylundecane, (Z)-4-Dodecenal e 2-Methyl-1-benzothiophene.

Em pernas anteriores, posteriores e medianas foi encontrado o composto 1,2,4,6,9-Pentaclorodibenzofurano, exceto em perna posterior de fêmea. Em pernas medianas, 7 compostos semelhantes foram encontrados e em pernas posteriores de fêmeas e machos de *T. arnobia* foi detectado apenas o 3-penteno-2-ol como composto semelhante.

Porém, em espectro de ação, via método “puff”, não foi possível identificar resposta dos extratos de asas e pernas de fêmeas frente a antena do macho de *T. arnobia*.

Em estudo de glândulas de *T. arnobia* foram verificado 12 compostos químicos, sendo os compostos 9,12-octadecadienol clorido e ácido hexadecanoico (ácido palmítico) os componentes majoritários obtendo resposta significativa frente a antenas de machos.

Esses resultados servem como estudo-base para o desenvolvimento de estratégias de controle comportamental no Manejo Integrado de Pragas Florestais (MIP Florestas).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários.** Disponível: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), 2019.

ANDO, T. et.al. **Hydrocarbons with a homoconjugated polyene system and their monoepoxy derivatives: sex attractants of geometrid and noctuid moths distributed in Japan.** J. Chem Ecol., v. 19, n.4, p.787, 1993.

ANDO, T., INOMATA, S., YAMAMOTO, M. **Lepidopteran Sex Pheromones.** Topics in Current Chemistry 239, 51-96, 2004.

APIMEC. 2015. **Alagoas terá projeto de eucalipto para biomassa energética.** Disponível em: [http://www.apimec.com.br/apimecNE/show.aspx?id\\_canal=2457&id\\_materia=3445](http://www.apimec.com.br/apimecNE/show.aspx?id_canal=2457&id_materia=3445).

BATISTA-PEREIRA, L. G.; WILCKEN, C. F.; PEREIRA NETO, S. D.; MARQUES, E. N. **Comportamento de chamamento de *Thyrinteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) em *Psidium guajava*, *Eucalyptus grandis* e em dieta artificial.** Neotropical Entomology, Brasil, v. 33, n.1, p. 21-28, 2004.

BOO, K. S; PARK, K. C. **Insect semiochemical research in Korea: Overview and prospects.** Appl. Entomol. Zool., v. 40, n.1, p.13, 2005.

EUZÉBIO, D. E. **Gerações sucessivas de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) em Mirtáceas nativas e exótica.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa- MG, 2007.

GONÇALVES, G.B. **Identificação de constituintes voláteis das glândulas salivares de machos de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) e de seu hospedeiro *Averrhoa carambola* L.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2005.

HOWARD, R.W.; BLOMQUIST, G.J. **Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons.** Annual Review of Entomology, 50:371-393, 2005.  
MAFRA-NETO, A., CARDÉ, R.T. **Influence of plume structure and pheromone concentration on upwind flight of *Cadra cautella* males.** Physiological Entomology 20, 117-133, 1995.

MOREIRA, J.A.; NEPPE, T.; PAIVA, M.M.; DEOBALD, A.M., BATISTA-PEREIRA, L.G.; PAIXÃO, M.W. & CORRÊA, A.G. **Studies towards the Identification of the Sex Pheromone of *Thyriniteina arnobia*.** J. Braz. Chem. Soc., v.: 24, n.: 12, p. 1933-1941, 2013.

ODINOKOV, V. N. **Synthesis of lepidóptera pheromones using acetylenes.** Chem. Nat. Compd., v.36, n.1, p.11, 2000.

OLIVEIRA, H. N.; ESPINDULA, M. C.; DUARTE, M. M.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C. **Development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed with *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) reared on guava leaves.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 54, n. 3, p. 429-434, 2011.

PAIVA, M. M. **Síntese assimétrica dos componentes do feromônio sexual da lagarta-parda, *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae).** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2013.

PARRA-PEDRAZZOLI, A. L.; LEAL, W. S. **Sexual Behavior of the Navel Orangeworm, *Amyelois transitella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae).** Neotropical Entomology v.35, n.6, p.769-774, 2006.

SANTOS, L. C.; CARVALHO, A.M.L; PEREIRA, B.L.; OLIVEIRA, A.C.; CARNEIRO, C.O.; TRUGILHO, P.F. **Propriedades da madeira e estimativas de massa, carbono e energia de clones de *Eucalyptus* plantados em diferentes locais.** Rev. Árvore vol.36 no.5 Viçosa, 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Draft exposure and human health reassessment of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds.** EPA/600/P-00/001. Washington. D.C.: National Center for Environmental Assessment, 2000.

VILELA, E.F. & DELLA LUCIA, T.M.C. **Feromônios de insetos: biologia, química e aplicação.** Editora Holos, Ribeirão Preto. 206 p, 2001.

WEI, W.; MIAYMOTO, T.; ENDO, M.; MURAKAUA, T.; PU, G-Q.; ANDO, T. **Polyunsaturated hydrocarbons in the hemolymph: biosynthetic precursors of epoxy pheromones of geometrid and arctiid moths.** *Insect Biochem. Molec*, v.33, n.4, p. 397, 2003.