

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

Leandra Pedron

**SUBSÍDIOS PARA O MANEJO INTEGRADO DE *Oncideres impluviata*
(GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EM *Acacia*
mearnsii DE WILD**

Santa Maria, RS
2022

Leandra Pedron

SUBSÍDIOS PARA O MANEJO INTEGRADO DE *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EM *Acacia mearnsii* DE WILD

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ervandil Corrêa Costa

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Pedron, Leandra
SUBSÍDIOS PARA O MANEJO INTEGRADO DE *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EM *Acacia mearnsii* DE WILD / Leandra Pedron.- 2022.
57 p.; 30 cm

Orientador: Ervandil Corrêa Costa
Coorientadora: Maristela Machado Araújo
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2022

1. Acácia-negra 2. Anelador-da-acácia-negra 3. MIP I.
Corrêa Costa, Ervandil II. Machado Araújo, Maristela
III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, LEANDRA PEDRON, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Leandra Pedron

SUBSÍDIOS PARA O MANEJO INTEGRADO DE *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EM *Acacia mearnsii* DE WILD

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Engenharia Florestal.

Aprovada em 30 de junho de 2022:



Ervandil Corrêa Costa, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Documento assinado digitalmente

gov.br

DAYANNA DO NASCIMENTO MACHADO
Data: 23/08/2022 21:29:02-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>


Documento assinado digitalmente

gov.br

JACKSON FREITAS BRILHANTE DE SAO JOSÉ
Data: 22/08/2022 16:08:26-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dayanna do Nascimento Machado, Dra. (SEMA/MT)

Jackson Freitas Brilhante de São José, Dr. (DDPA/SEAPDR)


Jardel Boscardin, Dr. (UFU)
Leonardo Mortari Machado, Dr. (UDESC)

Santa Maria, RS
2022

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Leandro Pedron e Adriana da Silva Pedron, ao meu irmão Vitor Pedron e ao meu namorado Sávio Leal de Souza.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) que possibilitaram a realização deste trabalho, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Ao meu orientador, professor Dr. Ervandil Corrêa Costa, pela orientação, amizade e ensinamentos durante a realização deste trabalho.

Às empresas Seta e Tanac pela disponibilização de suas áreas para coletas de insetos.

Ao Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal – CEFLOP pela disponibilização de área e ajuda para a realização do plantio de acácia-negra.

Aos meus pais Leandro e Adriana, ao meu irmão Vitor e ao meu namorado Sávio pelo amor, apoio e incentivo.

Aos colegas do Laboratório de Entomologia Florestal pela amizade e suas contribuições e ajuda em trabalhos à campo e laboratório.

Aos também colegas do Laboratório de Fitopatologia Florestal por suas contribuições para a realização deste trabalho.

Aos membros do comitê de orientação e da banca de defesa, por aceitarem contribuir com meu trabalho.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

SUBSÍDIOS PARA O MANEJO INTEGRADO DE *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EM *Acacia mearnsii* DE WILD

AUTOR: Leandra Pedron

ORIENTADOR: Ervandil Corrêa Costa

Este estudo foi desenvolvido tendo como objetivo qualificar e quantificar os danos causados por *Oncideres impluviata* em *Acacia mearnsii*, bem como verificar o potencial de uso de fungos entomopatogênicos no controle biológico do inseto. Foram apresentados dois artigos, sendo o primeiro referente a influência do ataque de *Oncideres impluviata* no volume de árvores de *Acacia mearnsii* e o segundo avaliar a patogenicidade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle de *Oncideres impluviata* com diferentes isolados fúngicos. Os resultados deste estudo podem auxiliar com o Manejo Integrado de *Oncideres impluviata* em plantações de *Acacia mearnsii*.

Palavras-chave: Acácia-negra; Anelador-da-acácia-negra; MIP.

ABSTRACT

SUBSIDIES FOR THE INTEGRATED MANAGEMENT OF *Oncideres impluviata* (GERMAR, 1824) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) IN *Acacia mearnsii* DE WILD

AUTHOR: Leandra Pedron

ADVISOR: Ervandil Corrêa Costa

This study was developed with the objective of qualifying and quantifying the damage caused by *Oncideres impluviata* in *Acacia mearnsii*, as well as verifying the potential use of entomopathogenic fungi in the biological control of the insect. Two articles were presented, the first referring to the influence of the attack of *Oncideres impluviata* on the volume of *Acacia mearnsii* trees and the second evaluating the pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in the control of *Oncideres impluviata* with different fungal isolates. The results of this study can help with the Integrated Management of *Oncideres impluviata* in *Acacia mearnsii* plantations.

Key words: Black wattle; Black wattle ringer; IPM

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1- Características morfológicas da *Acacia mearnsii*.....16
- Figura 2 – Anelamento de galhos por *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae). A: Inseto realizando o anelamento. B: Detalhe da realização do anelamento. C: Árvore anelada. C: Galho após o anelamento.....20
- Figura 3- Ciclo biológico de *Oncideres impluviata*.....21
- Figura 4- Número total de galhos anelados por *Oncideres impluviata* em três municípios no Rio Grande do Sul durante oito anos.....24
- Influência da ocorrência de *Oncideres impluviata* no volume de árvores de *Acacia mearnsii***
- Figura 1 – Simulação do anelamento por *Oncideres impluviata* em árvores de *Acacia mearnsii* com um ano de idade no município de Santa Maria, RS. A: Serra manual utilizada. B: Corte sendo realizado. C: Plantação após o anelamento simulado.....33
- Figura 2 - Árvores bifurcadas de *Acacia mearnsii* devido ao corte simulando o anelamento por *Oncideres impluviata* em plantação com dois anos de idade no município de Santa Maria, RS.....35
- Potencialidade de isolados de fungos entomopatogênicos no controle biológico de *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae)**
- Figura 1 - Adultos de *Oncideres impluviata* mantidos em laboratório após coleta em campo. A: Gaiolas de madeira envoltas por “voil” contendo ramos de acácia-negra e insetos adultos. B: Interior da gaiola. C: Detalhe dos insetos nos ramos de acácia-negra.....43
- Figura 2 - Materiais utilizados para realização do bioensaio. A: Frascos contendo as suspensões de esporos para pulverização e recipientes plásticos de 250 mL. B: Ramos de *Acacia mearnsii* esterilizados em lixívia a 1%. C: Ramos esterilizados sobre papel filtro para secagem.....45
- Figura 3- Preparo da arena de testes e pulverização de fungos entomopatogênicos sobre *Oncideres impluviata*. A: Recipientes contendo ramos de *Acacia mearnsii* e insetos adultos de *Oncideres impluviata* a serem pulverizados; B: Pulverização dos isolados sobre os insetos...46
- Figura 4 - Processo de desinfestação de *Oncideres impluviata* mortos e câmara úmida para confirmação da morte por fungo. A: imersão em álcool 70%; B: imersão em água destilada; C: *Oncideres impluviata* em câmara úmida.....46
- Figura 5 - Extrusão de fungos entomopatogênicos em cadáveres de *Oncideres impluviata*. (A) *Beauveria bassiana*. (B) *Metharizium anisopliae*.....47

LISTA DE TABELAS

Influência da ocorrência de *Oncideres impluviata* no volume de árvores de *Acacia mearnsii*

Tabela 1- Volume médio de árvores de *Acacia mearnsii* não aneladas e aneladas por *Oncideres impluviata*36

Potencialidade de isolados de fungos entomopatogênicos no controle biológico de *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae)

Tabela 1 - Mortalidade de *Oncideres impluviata* submetidos a diferentes fungos entomopatogênicos em laboratório durante 15 dias de avaliação.....48

Tabela 2 - Identificação dos fungos observados nos cadáveres de *Oncideres impluviata* após aplicação de fungos entomopatogênicos.....50

Tabela 3 - Mortalidade de *Oncideres impluviata* por diferentes isolados de fungos entomopatogênicos.....51

Tabela 4 - Mortalidade de *Oncideres impluviata* pelos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metharizium anisopliae* em diferentes concentrações de esporos.....51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 Objetivo Geral	14
1.1.1 Objetivos específicos	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 <i>Acacia mearnsii</i> de Wild	15
2.1.1 Características da espécie	15
2.1.2 Histórico e importância socioambiental	17
2.2 Problemas fitossanitários relacionados à acacicultura	18
2.2.1 <i>Oncideres impluviata</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae)	19
2.3 Manejo Integrado de Pragas (MIP)	22
2.4 Controle de <i>Oncideres impluviata</i>	22
REFERÊNCIAS	26
3 DESENVOLVIMENTO	31
ARTIGO 1	31
3.1 Influência da ocorrência de <i>Oncideres impluviata</i> no volume de árvores de <i>Acacia mearnsii</i>	31
RESUMO	31
ABSTRACT	31
3.1.1 INTRODUÇÃO	32
3.1.2 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1.4 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	38
ARTIGO 2	40
3.2 Potencialidade de isolados de fungos entomopatogênicos no controle biológico de <i>Oncideres impluviata</i> (Coleoptera: Cerambycidae)	40
RESUMO	40
ABSTRACT	40
3.2.1 INTRODUÇÃO	41
3.2.2 MATERIAL E MÉTODOS	42
3.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.2.4 CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS	53
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
APÊNDICE A – Distribuição das árvores sorteadas dentro da plantação de <i>Acacia mearnsii</i>	57

1 INTRODUÇÃO GERAL

Acacia mearnsii De Wild, conhecida popularmente como acácia-negra, é uma espécie botânica da família Fabaceae (Leguminosae) nativa da Austrália. Devido a sua alta produtividade e rápida adaptação a diferentes condições ambientais, foi introduzida em todo o mundo (DUKE, 1981), sendo a única espécie do gênero *Acacia* cultivada comercialmente em escala internacional significativa (GRIFFIN et al., 2011). As principais plantações comerciais estão localizadas no leste e sul da África, Índia e sul do Brasil (DUKE, 1981; DUNLOP, 2005).

A *A. mearnsii* foi inicialmente cultivada para produção de tanino que é o extrato da casca de acácia-negra empregado em curtumes, indústrias químicas e farmacêuticas e em usos que continuam sendo investigados, como aplicações na preservação de madeira (TASCIOGLU et al., 2013), aditivos alimentares em ruminantes (KOZLOSKI et al. 2012; GRIFFITHS et al., 2013), medicina (OLAJUYIGBE; AFOLAYAN, 2012), entre outros. Apesar da indústria desse extrativo estar consolidada com o comércio de exportação estável nos últimos 20 anos (GRIFFIN et al., 2011), persistindo na competição com minerais e taninos sintéticos (SEARLE, 1991), a *A. mearnsii* tem vários usos, pois a casca é responsável por apenas 15% da produção total de biomassa (GRIFFIN et al., 2011). De acordo com o relatório AGEFLOR (2016), o mercado da acácia-negra está focado também na produção de cavacos para as indústrias de celulose, painéis reconstituídos e para a geração de energia e de lenha utilizada no agronegócio para a secagem de grãos, cerâmicas e fumo.

Além da importância econômica, a *A. mearnsii* tem uma característica multifuncional, devido a ação recuperadora dos solos de baixa fertilidade pela fixação de nitrogênio e por permitir o consórcio com culturas agrícolas e a criação de gado no seu interior (WREGE et al., 2017). Ainda, em 1980, foram desenvolvidos produtos para tratamento de água e purificação de efluentes industriais derivados do extrato de acácia por empresas brasileiras que continuaram se expandindo para diversas aplicações utilizadas pela indústria (CHAN et al., 2015), como um polímero de acácia-negra com ação coagulante utilizado no processo de purificação da água, pois acelera em até 40 segundos o processo de decantação da lama, dos rios atingidos pelos rejeitos de mineração das barragens de Fundão e Santarém, no município de Governador Valadares, Estado de Minas Gerais (ZERO HORA, 2015).

Devido a sua ampla aplicabilidade, as plantações homogêneas de acácia-negra aumentaram nos últimos anos no Brasil, somando 161.907 ha (IBÁ, 2019) distribuídas apenas no Estado do Rio Grande do Sul, onde grande parte dessas florestas pertencem a pequenos e médios agricultores independentes, que tem na madeira e na casca a sua principal fonte de

renda. O cultivo de *A. mearnsii* só possui área total inferior aos plantios de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. (AGEFLOR, 2016). O aumento de áreas ocupadas com extensas plantações homogêneas, segundo Oliveira e Costa (2009), torna essas áreas extremamente suscetíveis ao ataque de insetos-praga relacionado a disponibilidade de alimento e ao desequilíbrio biótico entre presa, predadores e parasitoides, desencadeando um aumento considerável de problemas fitossanitários.

Entre os insetos-praga que acometem a acacicultura, *Oncideres impluviata* (Germar, 1842) (Coleoptera: Cerambycidae), conhecido popularmente como anelador-da-acácia-negra, é considerado o mais importante em decorrência de sua frequência de ocorrência e dos danos causados, como bifurcações nas árvores resultando em perda de produtividade de madeira e casca e de qualidade da matéria-prima, além de possuir ampla diversidade de espécies de plantas hospedeiras, tanto nativas como exóticas (OLIVEIRA; COSTA, 2009). As espécies do gênero *Oncideres* ocorrem somente no continente americano, sendo que *O. impluviata* é uma das espécies que ocorre no Brasil (OLIVEIRA; COSTA, 2009).

Nos últimos anos, conforme observado por Ono (2015), as áreas de plantio vêm sendo severamente atacadas por *O. impluviata*, mesmo sendo utilizado o método de controle legislativo para a redução dessa praga através da aplicação de medidas fitossanitárias legais que tornam obrigatória a queima de galhos anelados e restos culturais derivado do abate das árvores (LEI 9.482, 1991; PORTARIA n. 154, 2011). Segundo COSTA et al. (2022), quando se fala em controle de insetos-praga, o mais adequado para plantios florestais é a realização de um controle preventivo desde a implantação, através de práticas silviculturais e manejo adequados, juntamente com diferentes tipos de controle, ou seja, realizar o Manejo Integrado de Pragas (MIP).

O MIP é um sistema de apoio para selecionar táticas de controle de pragas, usadas individual ou isoladamente sistematizadas em estratégias de manejo, analisando custo e benefício e levando em conta os interesses dos produtores e os impactos na sociedade e no meio ambiente (KOGAN; SHENK, 2002). O desenvolvimento de programas de Manejo Integrado de Pragas depende de estudos básicos de dinâmica populacional (CALORE, 2011) e de informações sobre táticas de controle, como por exemplo, as mais utilizadas em plantios florestais, segundo Costa et al. (2022), táticas silviculturais, controle biológico, controle comportamental e o uso de espécies resistentes, que sejam suficientes para suprir a necessidade de controle de tal inseto-praga.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é qualificar e quantificar os danos causados por *Oncideres impluviata* em *Acacia mearnsii*, bem como verificar o potencial de uso de fungos entomopatogênicos no controle biológico do inseto.

1.1.1 Objetivos específicos

- Avaliar o rendimento volumétrico de árvores de *Acacia mearnsii* após a simulação do anelamento de galhos por *O. impluviata*.
- Verificar a potencialidade de isolados de fungos entomopatogênicos no controle biológico do anelador da acácia-negra em condições de laboratório;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Acacia mearnsii* de Wild

2.1.1 Características da espécie

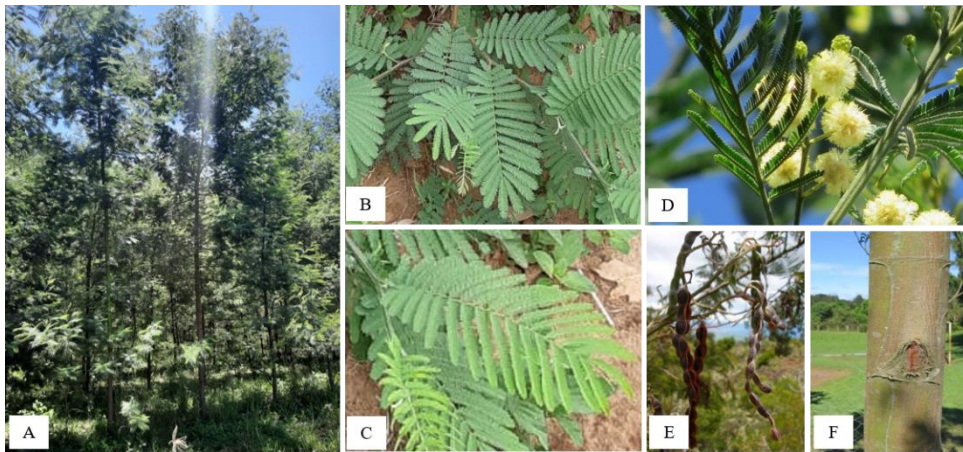
O gênero *Acacia* compreende 1.350 espécies (MASLIN; MILLER; SEIGLER, 2003) distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, tendo a maior diversidade de espécies na Austrália (COSMO; GALERIANI; NOVAKOSKI, 2020). Entre essas muitas espécies de *Acacia*, algumas são utilizadas para proteção de solos, em sistemas agrossilviculturais ou possuem uso comercial, sendo que, no Brasil, as de maior interesse são a *A. mearnsii* e a *A. mangium* (FOELKEL, 2008). Ainda de acordo com Foelkel (2008), essas duas espécies possuem boa adaptação em algumas regiões latino-americanas, além de suas madeiras serem indicadas para diversos usos, como lenha, carvão, celulose, papel, painéis de madeira, entre outros, e também serem alternativas para a agricultura e silvicultura permitindo a obtenção de outras rendas, como por exemplo a venda da casca de *A. mearnsii* para a extração de taninos e compostos tanantes.

A *Acacia mearnsii* de Wild (Figura 1A) é conhecida popularmente como acácia-negra, pertence à família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Mimosoideae, subgênero *Heterophyllum* (LAMPRECHT, 1990; MARCHIORI, 1997) e ocorre naturalmente no sudeste da Austrália e na Tasmânia (HIGA et al., 2009). Caracteriza-se pelo porte de 5 a 18 m de altura, apresenta folhas compostas alternas e bipinadas (Figuras 1B e 1C), com folíolos pequenos. As inflorescências são panículas terminais hermafroditas densas amarelo-claras (Figura 1D) e os frutos são vagens espiraladas castanhas-escuras, pendentes (Figura 1E), com pequenas sementes escuras (COSMO; GALERIANI; NOVAKOSKI, 2020; FOELKEL, 2008). A casca (Figura 1F) é, geralmente, de coloração preto-amarronzada, dura e fissurada nas árvores adultas e, mais fina, lisa e de coloração mais clara em árvores jovens (HIGA et al., 2009).

O florescimento ocorre após a fase juvenil, se repetindo todos os anos, a partir desse momento, como na maioria das espécies deste gênero (KODELA; HARDEN 2002; CHARÃO, 2005), ocorrendo de forma intensa no início da primavera, entre agosto e novembro. A polinização é realizada por abelhas e a multiplicação desta planta é realizada pelas sementes que, em sua área de distribuição nativa, são produzidas em grandes quantidades entre outubro e fevereiro (LORENZI et al., 2003). As vagens são deiscentes e caem por ação da gravidade dando início ao processo de dispersão. As sementes podem ser coletadas por formigas e outros

invertebrados e muitas vezes são estocadas em formigueiros, podendo permanecer viáveis por aproximadamente 40 anos (CHARÃO, 2005).

Figura 1- Características morfológicas da *Acacia mearnsii*. A) Plantação com árvores adultas; B) Folhas compostas; C) Folíolos; D) Inflorescências; E) Frutos; F) Casca em árvore adulta.



Fonte: A) Autora (2021); B e C) Autora (2019); D e F) Lopez (2016); E) Google imagens.

Essa espécie é adaptável, se distribuindo em diferentes tipos e condições de solo e crescendo em solos ácidos a neutro (pH 4,5 a 7,0) de baixa fertilidade (COSMO; GALERIANI; NOVAKOSKI, 2020; SEARLE, 1997). Seu desenvolvimento está ligado a intensidade luminosa e, embora seu crescimento inicial seja lento, é considerada uma espécie pioneira (COSMO; GALERIANI; NOVAKOSKI, 2020). As condições climáticas necessárias para o seu crescimento são diversas, podendo se desenvolver em ambientes úmidos, subúmidos, frios e moderadamente quentes, com médias de temperaturas máximas do mês mais quente entre 21 e 30 °C e média mínima entre -3 e 10 °C no mês mais frio, sendo raramente encontrada em locais de temperaturas acima de 38 °C (SEARLE, 1997).

O plantio de mudas, no Rio Grande do Sul, vai de maio a outubro, porém, é realizado nos meses de agosto e setembro para evitar geadas. O espaçamento varia entre 2 x 2 m tendo uma densidade de 2.500 plantas por hectare, e 3 x 1,5 ou 2 m com densidades de 2.222 a 1.667 plantas/ha, respectivamente. A definição do espaçamento a ser utilizado vai depender da finalidade da plantação porque, normalmente, quanto menor o espaçamento maior é a produção de madeira e casca, entretanto menor é a concentração de taninos. Durante a condução do povoamento é fundamental realizar o manejo da área, deixando-a livre de plantas daninhas na fase inicial. Ao longo do ciclo não são necessárias desramas ou podas (COSMOS; GALERIANI; NOVAKOSKI, 2020). A colheita desta cultura, pode ocorrer entre cinco a 10

anos de acordo com o clima, considerando-se sete anos a idade na qual os teores de tanino da casca apresentam a melhor qualidade, com colheitas em torno do sétimo ano de idade (COSMO; GALERIANI; NOVAKOSKI, 2020; HIGA et al., 2009).

2.1.2 Histórico e importância socioambiental

Acacia mearnsii é uma espécie exótica de rápido crescimento e de múltiplos usos com ocorrência natural no sudeste da Austrália Continental e na Tasmânia (SHERRY, 1971), onde foi reconhecida pela primeira vez como uma excelente fonte de tanino natural no início do século XIX (SEARLE, 1991). Possui uma ampla capacidade de adaptação a diferentes solos e climas, é uma excelente fixadora de nitrogênio atmosférico no solo (FLEIG, 1993) e tem quantidade significativa de folhas e ramos finos que, depositados sobre o solo, ajudam a recompor sua fertilidade devido ao alto teor de nitrogênio (CARPANEZZI, 1998).

A *A. mearnsii* foi introduzida em vários países do mundo na segunda metade do século XIX, principalmente como uma árvore de lenha e outras utilidades, mas a partir das primeiras exportações de tanino das plantações na África do Sul, começou o interesse internacional pela espécie (SHERRY, 1971). No Brasil, a acácia-negra é cultivada apenas no Estado do Rio Grande do Sul, onde foi introduzida pela primeira vez em 1928 com sementes importadas da África do Sul (STEIN; TONIETTO, 1997; FOELKEL, 2008).

O mercado da acácia-negra está focado na produção de cavacos para painéis reconstituídos, indústrias de celulose (consumo interno e exportação) e geração de energia; na produção de lenha que é largamente empregada no agronegócio para a secagem de diversos produtos (grãos, cerâmicas, fumo); e na casca utilizada para a extração do tanino que é empregado em curtumes e nas indústrias químicas e farmacêuticas, bem como na produção de cosméticos (AGEFLOR, 2016). A produtividade média está entre 10 a 25 m³/ha/ano de madeira e de 15 t/ha de casca (COSMO; GALERIANI; NOVAKOSKI, 2020).

A espécie é plantada principalmente na África do Sul e no Brasil para produção de taninos e exportação de cavacos de madeira (GRIFFIN et al., 2011). Segundo Chan et al. (2015), a demanda mundial por taninos vegetais estagnou nas últimas duas décadas devido à intensa competição de taninos sintéticos, mesmo assim, o Brasil produz de 30.000 a 40.000 toneladas, sendo o valor anual do extrato de *A. mearnsii* é de cerca de US\$ 100 milhões (CHAN et al., 2015). Além de que, a pesquisa continua com novos componentes de colagem fabricados a partir de casca de acácia (BABA et al., 2003) e fenol-formaldeído adesivos taninos fortificados já são utilizados na fabricação de compensados.

Ademais, *A. mearnsii* apresenta importantes vantagens econômicas para a produção de celulose, pois possui maior densidade de madeira e rendimento de celulose que se traduz em maior produtividade industrial, assim aos cavacos de madeira produzidos no Brasil e na África do Sul são exportados predominantemente para o Japão. Em 2013, o total de exportações de cavacos no Brasil foi de 570.000 toneladas (CHAN et al., 2015). Chan et al. (2015) afirmam que esses fatores, maior densidade de madeira e rendimento de celulose, são apropriados para a fabricação de celulose kraft branqueada de fibra curta (RISI, 2014), fazendo da *A. mearnsii* uma espécie procurada e assegurando uma demanda sustentada por cavacos no mercado japonês, e ainda, ultimamente, atraindo novos clientes nos mercados emergentes, como China e Índia. Desde que a demanda internacional por cavacos, tanino vegetal e produtos não-couro obtidos do extrato de acácia-negra permaneça estável, a *A. mearnsii* continuará tendo uma safra lucrativa nos próximos anos (CHAN et al., 2015).

No Brasil, plantios de acácia-negra possuem multifuncionalidade, pois tem uma ação recuperadora dos solos de baixa fertilidade, através da fixação de nitrogênio; permite o plantio consorciado de culturas agrícolas com criação de gado no seu interior (WREGGE et al., 2017) e, ainda, de acordo com Sanquetta et al. (2014), atua na fixação do carbono atmosférico, tendo capacidade de armazenar mais de 60,0 t ha⁻¹ na biomassa das árvores aos sete anos de idade. Foelkel (2008) observou que *A. mearnsii* apresenta algumas vantagens importantes por apresentar menor umidade no corte, secar mais rapidamente e possuir maior densidade básica de madeira do que muitas espécies de eucalipto de crescimento rápido.

Os desafios enfrentados pela indústria brasileira de acácia-negra estão na silvicultura, especialmente no melhoramento das árvores e na incidência de pragas e doenças, fatores que exigem mais pesquisas e colaboração entre os envolvidos (CHAN et al., 2015). Atualmente, a acacicultura apresenta grande importância socioambiental no Rio Grande do Sul, uma vez que, grande parte das florestas se encontra em posse de pequenos e médios produtores que buscam na madeira e na casca da acácia-negra a sua principal fonte de renda (AGEFLOR, 2016). Historicamente, as áreas plantadas com acácia-negra estão no Estado do Rio Grande do Sul, distribuídas principalmente na metade Sul do Estado, nas regiões da Depressão Central, Serra do Sudeste e Escudo Sul Riograndense, onde além da extração de tanino, a lenha é altamente preferida em padarias, pizzarias, olarias, secagem de grãos e tabaco, fins domésticos e geração de eletricidade (STEIN; TONIETTO 1997; FOELKEL 2008).

2.2 Problemas fitossanitários relacionados à acacicultura

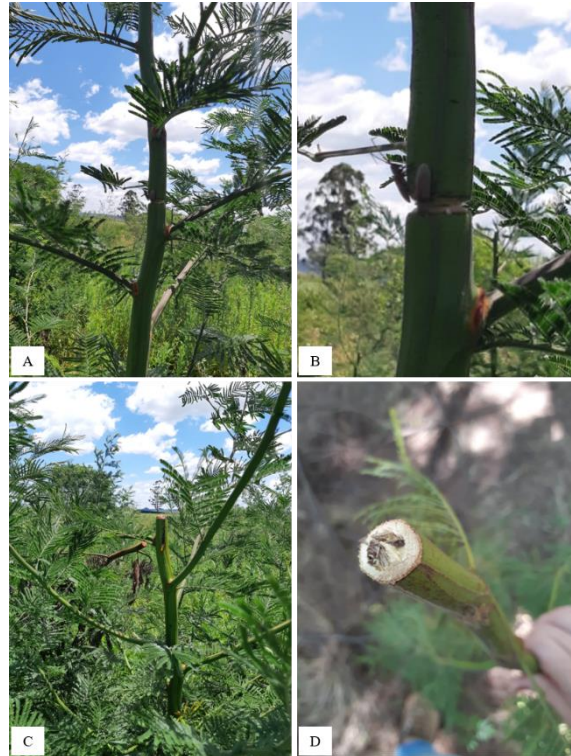
Áreas ocupadas com extensos plantios homogêneos dispõem de alta quantidade de alimento tornando-se suscetíveis a doenças e ao ataque de insetos-praga devido ao desequilíbrio biótico entre presa, predadores e parasitoides (OLIVEIRA; COSTA, 2009), acarretando injúrias que atingem os tecidos foliares, casca, madeira, sementes e até as raízes (SEARLE, 1991). Conseqüentemente, os problemas fitossanitários são comuns, não sendo diferentes em acaciais, considerando que a acácia-negra é uma espécie sensível a injúrias, onde ocorrem insetos reconhecidos como pragas importantes ou com alto potencial para ameaçar a acacicultura brasileira, como os pertencentes às ordens Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (ONO; FERREIRA; GODOY, 2014) e patógenos como *Phytophthora* sp., causador de uma doença conhecida como gomose, que gera lesões necróticas na casca, formando exsudação de goma através dos órgãos da planta, e *Ceratocystis* sp. que é responsável por outra doença de menor relevância, a murcha de *Ceratocystis* (COSMO; GALERIANI; NOVAKOSKI, 2020).

As formigas devem ser monitoradas desde a implantação da cultura, e a lagarta-da-acácia-negra, *Adeloneivaia subangulata* (Herrich - Schaeffer, 1855) Travassos, 1940 (Lepidoptera: Attacidae), é outra praga de relevância. Entretanto, de acordo com Amante et al. (1976), os maiores danos e perdas econômicas estão diretamente associados ao coleóptero *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae).

2.2.1 *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae)

A família Cerambycidae abrange os coleópteros pertencentes ao gênero *Oncideres*, conhecidos como besouros serradores, aneladores ou roletadores. Essas diversas denominações ocorrem devido ao seu comportamento nas árvores hospedeiras, ou seja, serram, anelam ou roletam os galhos das árvores em pleno vigor (Figura 2) (LIMA, 1955; GALILEO; MARTINS, 2006; CORDEIRO, 2008; COSTA et al., 2008).

Figura 2 – Anelamento de galhos por *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae). A: Inseto realizando o anelamento. B: Detalhe da realização do anelamento. C: Árvore anelada. D: Galho após o anelamento.



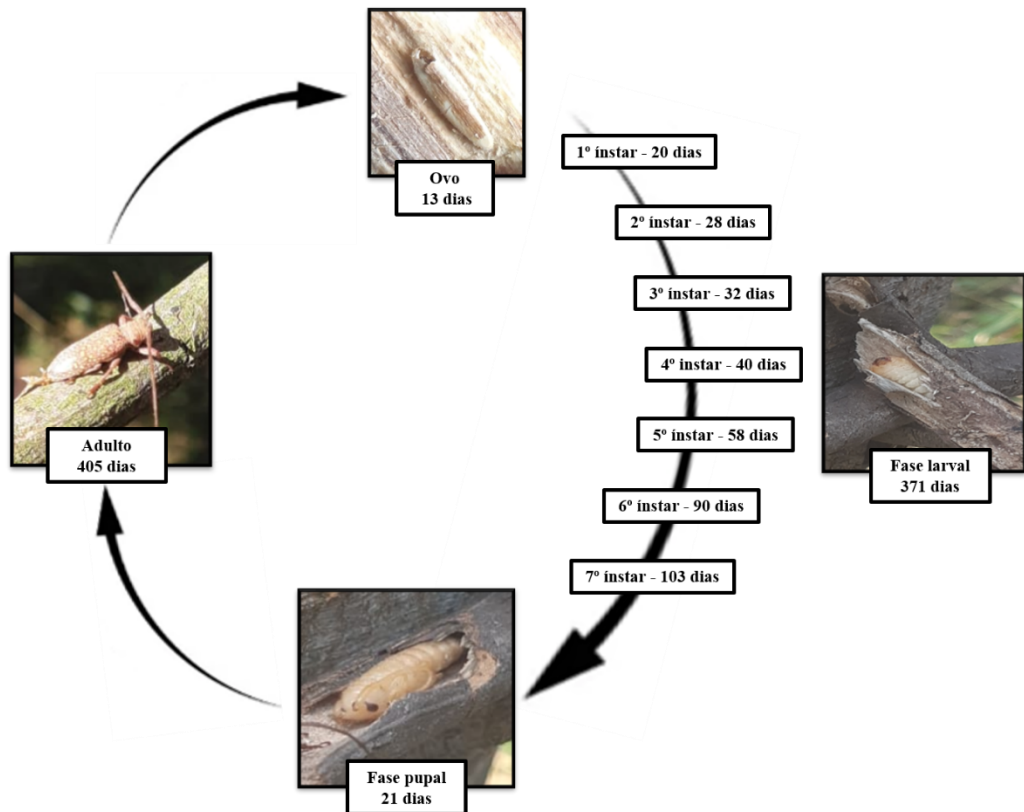
Fotos: A, B e C) Autora (2019); D: Autora (2018).

Entre as espécies pertencentes ao gênero *Oncideres*, o principal inseto-praga associado à acacicultura é o *Oncideres impluviata*, conhecido popularmente como anelador da acácia-negra ou “cascudo” serrador da acácia-negra (OLIVEIRA; COSTA, 2014; ONO, 2015), pertencente à subfamília Lamiinae, tribo Onciderini. A espécie ocorre na Região Neotropical: América do Sul (Argentina, Brasil e Paraguai) (DUFFY, 1960), no Brasil está presente nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (AMANTE et al., 1976; MAONNÉ; HOVORE, 2002). Galileo e Martins (2006) afirmam que essa espécie tem, aproximadamente, 12 plantas como hospedeiras pertencentes às subfamílias Mimosaceae; Caesalpinaceae e Aquifoliaceae, incluindo a espécie *A. mearnsii*.

Os insetos adultos apresentam coloração pardo-amarelada, com pubescência acinzentada e manchas amareladas em toda superfície dos élitros e pontos pretos lustrosos e salientes nas proximidades do pronoto. Geralmente atingem 13 a 20 mm de comprimento e 4 a 6 mm de largura (AMANTE et al., 1976). O ciclo biológico de *O. impluvata* compreende um período total de aproximadamente 405 dias (Figura 3), no qual só o período larval tem cerca de

um ano (371 dias em média), segundo Pedrozo (1980), o que representa 92,29% de todo o ciclo biológico da espécie-praga.

Figura 3- Ciclo biológico de *Oncideres impluviata*.



Fonte: Adaptado de Pedrozo (1980). Fotos: Autora (2018).

O comportamento de *O. impluviata* foi observado em mudas de *A. mearnsii* por Ono et al. (2014) que constataram que a cópula ocorre com o macho cavalcando a fêmea, normalmente por volta das 18h, com cópulas sucessivas, seguidas de pausas. Depois da cópula a fêmea caminha pelo caule da muda iniciando o anelamento, seccionando a casca e o lenho até atingir 360°. A oviposição ocorre quando a fêmea se distancia do corte, iniciando incisões secundárias com a mandíbula e, cada fêmea, realiza cerca de dez pontos de incisões no caule cortado da muda (ONO et al., 2014).

Então, o dano causado por esse inseto é realizado pelas fêmeas após a cópula, ou seja, elas anelam os galhos para efetuar as posturas sob a casca, a partir da base dos ramos tenros (OLIVEIRA, 2007) para a parte distal do galho, visando estabelecer um ambiente propício para o desenvolvimento da larva que necessita de madeira em processo de secagem progressiva. A

escolha dos galhos para oviposição por cerambicídeos é baseada no diâmetro de galho e número de galhos secundários (PAULINO-NETO; ROMERO; VASCONCELLOS-NETO, 2005; PAULINO-NETO, 2004).

Devido ao anelamento, ocorre o enfraquecimento do galho pela interrupção do fluxo de seiva e, conseqüentemente, a sua queda (BAUCKE, 1962; AMANTE et al., 1976; PEDROZO, 1980). Nesse sentido, uma decomposição lenta do galho acrescida de um teor de umidade em condições ideais determinadas pelo contato com o solo, favorece o crescimento e desenvolvimento da larva, que se alimenta de madeira seca em decomposição, criando galerias longitudinais no interior dos galhos (PEDROSA-MACEDO et al., 1993). Nos estados da região Sul do Brasil, a emergência dos adultos ocorre normalmente de agosto a janeiro, com picos populacionais em novembro e dezembro (OLIVEIRA; COSTA, 2014).

A ocorrência de *O. impluviata* em plantações mais velhas de acácia-negra acarretam danos de menor importância, dependendo, naturalmente, da intensidade do ataque (OLIVEIRA; COSTA, 2014), ou seja, em plantações com mais de quatro anos de idade os danos não são tão significativos e as árvores conseguem se recuperar, podendo ocorrer, em alguns casos, o forquilhamento do fuste (PEDROSA-MACEDO, 1993), levando a redução na produção de casca e madeira (GALLO et al., 2002). Em contrapartida, as plantas com menos de quatro anos que sofrem anelamento no fuste, geralmente não se recuperam dos danos e morrem (BAUCKE, 1958).

2.3 Manejo Integrado de Pragas (MIP)

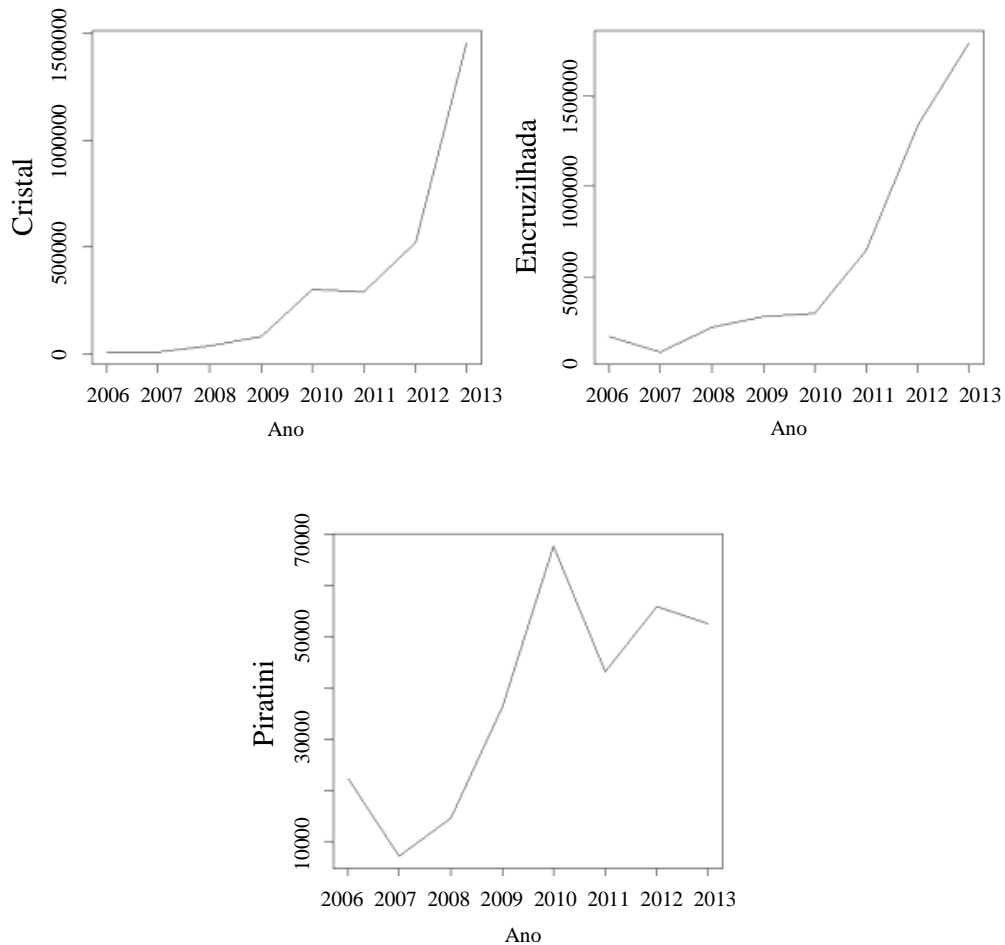
O manejo integrado de pragas (MIP) foi definido por Kogan (1998) como o uso de técnicas de controle, associadas ou isoladas, visando o melhor custo-benefício e interesse e/ou redução de impactos para os produtores, sociedade e ambiente. Algumas características básicas do MIP, como ter o conhecimento dos organismos, são necessárias para se obter o controle de pragas, procurando alcançar o equilíbrio populacional desses organismos e não necessariamente a erradicação (BRECHELT, 2014), ou seja, segundo Costa et al. (2022), a implantação de um MIP é baseada em dados obtidos através de monitoramento populacional de adultos e de fatores que influenciam as populações, podendo ajudar na escolha das técnicas de manejo adequadas, as quais seguem princípios ecológicos, econômicos e sociais.

2.4 Controle de *Oncideres impluviata*

O controle de *O. impluviata* nas plantações de acácia-negra no Rio Grande do Sul é realizado pela coleta manual dos galhos caídos e infestados seguido da sua queima durante os meses de abril a junho, como relatado por Amante et al. (1976). Atualmente, o controle deste inseto-praga está amparado pela Lei Estadual n. 9.482 de 24 de dezembro de 1991 que torna obrigatório o controle do “cascudo” serrador da acácia-negra e pela Resolução n. 005/2005 que determina a coleta e a queima de galhos caídos ao solo até dia 24 de junho de cada ano. Em setembro de 2011, através da Portaria n. 154 foi autorizado a queima dos restos culturais derivados do abate de árvores, ou seja, ficou autorizado e recomendado o uso do fogo em plantios comerciais, enquanto inexisterem alternativas técnicas viáveis, como medida sanitária visando controlar os prejuízos causados por *O. impluviata*.

No entanto, como apresentado por Ono (2015), ocorreu um aumento de galhos anelados em acaciais estimado em 24% durante oito anos de avaliação em plantações nos municípios de Cristal, Encruzilhada do Sul e Piratini, RS (Figura 4), evidenciando que a legislação vigente não apresenta eficiência ou eficácia, pois não houve redução dos anelamentos por *O. impluviata*, mas sim um aumento gradativo ao longo dos anos, demonstrando que a queima não proporciona os efeitos determinados por Lei.

Figura 4- Número total de galhos anelados por *Oncideres impluviata* em três municípios no Rio Grande do Sul durante oito anos.



Fonte: Ono (2015).

Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) declarou, fundamentado na Portaria n. 228 de 2016, estado de emergência fitossanitária para combater o *O. impluviata* durante um ano, que foi estendido por mais um ano pela Portaria n. 2.426 de 2017 e, ainda, normatizado o uso de agrotóxicos que tenham como ingrediente ativo a Bifentrina através da Portaria 2.427 de 2017, também pelo período de um ano. Porém, não existem estudos científicos comprovando a eficiência do uso de agrotóxico para o controle desse inseto-praga e nem dados sobre a dose de ingrediente ativo por hectare, o volume de calda a ser aplicado, o período residual, o efeito sobre inimigos naturais e espécies melíferas, a deriva no entorno, considerando que uma série de produtos agrícolas são cultivados, como: “melancia, cana, pastagens, cultivos de subsistência e até mesmo residências rurais” (PAULUS, 2014, p.14). O uso de produtos químicos é a última etapa do Manejo Integrado de Pragas, de acordo com Loch

e Matsuki (2010), só devem ser utilizados em casos emergenciais, uma vez que a aplicação de inseticidas sem estudos prévios pode até controlar 100% da população de insetos-praga, porém pode causar a mortalidade de seus inimigos naturais.

Por ser uma medida de caráter temporário, válida até 01 de dezembro de 2018, no momento o controle de *O. impluviata* deve ocorrer apenas pela queima de galhos e restos culturais (PORTARIA n. 154, 2011). Entende-se também que o uso da queima pode não se mostrar eficaz por dificilmente cobrir 100% da área e por eliminar os inimigos naturais do cerambicídeo (KIRCH, 1983). Kirch (1983) afirma que há registros de potenciais inimigos naturais, ainda que não se tenham estudos direcionados ao controle biológico. Alguns estudos mostram que himenópteros das famílias Braconidae (BAUCKE, 1958) e Formicidae (Costa, 1986), bem como larvas de *Cregya fifformis* (Coleoptera: Cleridae) e insetos da ordem Dermaptera atuando sobre *O. impluviata*, sendo potenciais inimigos naturais.

Além de predadores e parasitoides, o controle biológico conta também com fungos entomopatogênicos, que são microrganismos que se instalam no corpo de insetos que, em condições favoráveis de temperatura e umidade, dão início ao processo germinativo, possibilitando a penetração no corpo do inseto, normalmente em regiões axilares, bem como através do aparelho bucal e ânus, após a penetração, as hifas colonizam internamente todo o inseto, causando a sua morte (ALVES, 1998). A reprodução desses fungos entomopatogênicos é caracterizada pela exposição dos propágulos reprodutivos na parte externa do corpo do hospedeiro (ALVES, 1998).

Os fungos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hyphomycetes) e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok (Clavicipitacea) são espécies importantes no controle de pragas em sistemas agrícolas e florestais. Soares, Iede e Santos (1995) mencionaram a ocorrência natural de *B. bassiana* (Bals.) Vuill. e *M. anisopliae* (Metsch.) Sorok em adultos de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae, Lamiinae), conhecido como a broca da erva-mate. Ainda segundo os autores, esses fungos se veiculados e aplicados de maneira congruente, podem apresentar potencial de controle, baixo impacto ambiental e podem permanecer ativos por longos períodos no ambiente cultivado.

REFERÊNCIAS

- AGEFLOR – A Indústria de Base Florestal no Rio Grande do Sul. **Consuflor**, Curitiba, Paraná, Brasil, 2016. 96p.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: Fealq, cap. 11, p. 289-370, 1998.
- AMANTE, E. et al. Bioecologia do serrador da acácia-negra, *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) no Rio Grande do Sul: I - Etologia. **Agronomia Sulriograndense**, v. 12, p. 3-56, 1976.
- BABA, K. et al. International symposium on sustainable utilisation of *A. mangium*. **Wood Research Institute**, Kyoto University, Kyoto, 2003.
- BAUCKE, O. **Biologia e controle do serrador da acácia-negra**. Porto Alegre: Secção de Informações e Publicidade Agrícola, 1958. 59 p.
- BAUCKE, O. **A inseto-fauna da acácia-negra no Rio Grande do Sul, biologia e controle às pragas mais importantes**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Secção de Informações e Publicidade Agrícola, 1962. 34 p.
- BORGES, L. R. **Eficiência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycota) para o controle de *Hedypathes betulinus* (Klug) (Coleoptera: Cerambycidae) em erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae)**. 102p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Entomologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- BRECHELT, A. **Manejo Ecológico de Pragas e Doenças**. Fundação Agricultura e Meio Ambiente (FAMA) República Dominicana, 2014.
- CALORE, R. A. Entomofauna associada à goiabeira *Psidium guajava* L. em pomares experimentais comerciais em Vista Alegre do Alto – SP e semi-orgânicos em Pindorama – SP. 115 p. 2011. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.
- CARPANEZZI, A. A. **Espécies para recuperação ambiental**. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Espécies não tradicionais para plantio com finalidades produtivas e ambientais. Curitiba: EMBRAPA/CNPF, 1998. p.43-53.
- CHAN, J. M. et al. *Acacia mearnsii* industry overview: current status, key research and development issues. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v.77, n.1, p.19-30, 2015. doi:10.2989/20702620.2015.1006907
- CHARÃO, L. S. Polinização em *Acacia mearnsii* De Wild. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.3, p. 92-109, 2005.
- CORDEIRO, G. **Aspectos biológicos de *Oncideres saga* (Dalman) (Coleoptera: Cerambycidae) e efeitos de seus danos em *Acacia mangium* Willd.** 2008. 82 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

COSMO, B. M.; GALERIANI, T. M.; NOVAKOSKI, F. P. Cultivo de acácias: acácia australiana e acácia negra. **Revista Agronomia Brasileira**, 2020. v.4 p.5 doi: 10.29372/rab202002

COSTA, E. C. et al. **Entomologia Florestal**. Santa Maria: Editora UFSM, 2008. 239p.

COSTA, E. C. et al. **Entomologia Florestal**. 4ª Edição Revista e Ampliada. Santa Maria: Editora UFSM, 2022. 296p.

COSTA, E. C. **Artrópodes associados à bracatinga (*Mimosa scrabella* BENTH.)**1986. 271 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

DUFFY, E.A.J. **A monograph of the immature stages of Neotropical timber beetles (Cerambycidae)**. British Museum (Natural History), London, 1960. 327 p.

DUKE, J. A. **Handbook of legumes of world economic importance**, Plenum Press, New York, 1981, p. 345.

DUNLOP, R. W. *Acacia mearnsii* De Wild, ed. JANSEN. P. C. M.; CARDON, D. 3: Dyes and tannins/Colorant, [CD-Rom], PROTA, Wageningen, Netherlands, 2005, p. 216.

FANTI, A. L. P.; ALVES, L. F. A. Isolados de fungos entomopatogênicos visando ao controle da broca da erva-mate (*Hedypathes betulinus*) Klug (Coleoptera; Cerambycidae) Semina: **Ciências Agrárias**, vol. 34, n. 4, p. 1467-1478, 2013.

FLEIG, F. D. **Análise econômica dos sistemas de produção com Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul**. 1993. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 1993.

FOELKEL, C. **The *Eucalyptus* and the Leguminosae**. Part 1. *A. mearnsii*. Eucalyptus Online Book and Newsletter, 2008. Disponível em: <<http://www.eucalyptus.com.br>> Acesso em: 20 Ago. 2019.

GALILEO, M. H. M.; MARTINS, U. R. Cerambycidae (Coleoptera) – Parque Copesul de Proteção Ambiental, Triunfo, Rio grande do Sul. **Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 1, p. 1-316, 2006.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GOMM, P. C. et al. Eficácia de diferentes dosagens do formulado fúngico à base de *Beauveria bassiana* (Vuill, 1912) no controle de adultos de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1985) (Coleoptera: Cerambycidae). **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**. Curitiba, v.8, n.1, p.55 -60, 2010.

GRIFFIN, A. R. et al. Global uses of Australian acacias – recent trends and future prospects. **Diversity and Distributions**, v.17, p.837–847, 2011.

GRIFFITHS et al. Supplementing lactating dairy cows fed high-quality pasture with black wattle (*Acacia mearnsii*) tannin. **Animal**, p.1789–1795, 2013.

HIGA, R. C. V. et al. **Acácia-negra: Parte III - cultivos permanentes**. Colombo: Embrapa, 2009 p. 313-319.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2019. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 11 Jan. de 2020.

KIRCH, E. **Estudo dos inimigos naturais de *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) em *Mimosa scabrella* Benth.** 1983. 65p. Tese (Doutorado na Área de Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

KODELA, P. G.; HARDEN, G. J. Acácia, In : HARDEN, G. J. (ed) **Flora de Nova Gales do Sul**. Editora Jardins Botânicos Reais e Domínio, 2 ed., v. 2, p. 381-476, 2002.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 243-270, 1998.

KOGAN, M.; SHENK, M. Conceptualización del manejo integrado de plagas em escalas espaciales y niveles de integración más amplios. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, 65: 34-42, 2002.

KOZLOSKI, G. V. et al. Intake, digestibility and nutrients supply to wethers fed ryegrass and intraruminally infused with levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. **Small Ruminant Research**, v.106, p.125–130, 2012.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Instituto de Silvicultura da Universidade de Göttingen, 1990. 343p.

LIMA, A. Insetos do Brasil v.9: (Coleópteros). **Escola Nacional de Agronomia Série Didática**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 11, p. 121-124, 1955.

LOCH, D.; MATSUKI, M. Effects of defoliation by Eucalyptus weevil, *Goniapterus scutellatus*, and chrysomelid beetles on growth of Eucalyptus globulus in southwestern Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 260, n. 8, p. 1324–1332, 2010.

LORENZI, H. et al. **Árvores Exóticas no Brasil: Madeireiras, ornamentais e aromáticas**, Instituto Plantarum, 2003. 352p

MAONNÉ, M. A.; HOVORE, F. T. **Checklist of the Cerambycidae and Disteniidae (Coleoptera) of the Western Hemisphere**. Part Two: Lamiinae through Disteniinae, Subfamily Lamiinae - Eletronic Version, 2002. Disponível: <http://hovore.com/pdf/ec2002_2.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2019.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 200p.

MASLIN, B. R.; MILLER, J. T.; SEIGLER, D. S. Overview of the generic status of *Acacia* (Leguminosae:Mimosoideae). **Australian Systematic Botany** 16: 1-18, 2003.

OLAJUYIGBE, O. O.; AFOLAYAN, A. J. Synergistic interactions of methanolic extract of *Acacia mearnsii* De Wild. with antibiotics against bacteria of clinical relevance.

International Journal of Molecular Sciences, v.13, p.8915–8932, 2012.

OLIVEIRA, L. da S. **Aspectos entomológicos em povoamentos homogêneos de *Acacia mearnsii* De Wild.** 2007. 122 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2007.

OLIVEIRA, L. da S.; COSTA, E. C. Predação de sementes de *Acacia mearnsii* De Wild (Fabaceae; Mimosoideae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, p. 39-44, 2009.

OLIVEIRA, L. da S.; COSTA, E. C. Insetos aneladores em povoamentos florestais. In: CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. **Entomologia Florestal Aplicada**. 1. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2014. p. 57-70.

ONO, M. A. Dinâmica de infestação em *Acacia mearnsii* e ecologia de *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae). 67 p. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.

ONO, M. A.; FERREIRA, E. N. L.; GODOY, W. A. C. Black wattle insect pests currently in Brazil. **Global Advanced Research Journal of Agricultural Science**, Abuja, v. 3, n. 12, p. 409-414, 2014.

PAULINO-NETO, H. F. Lumberjacks of nature. **Science Today**, n.35, p.67-69, 2004.

PAULINO-NETO, H. F., ROMERO, G. Q., VASCONCELLOS-NETO, J. Interactions between *Oncideres humeralis* Homson (Coleoptera: Cerambycidae) and Melastomataceae: Host-plant selection and patterns of host use in South-East Brazil. **Neotrop Entomol**, v.34, p.7-14, 2005.

PAULUS, G. Folha de informações. p. 35- 37, 2014.

PEDROSA-MACEDO, J. H. et al. **Pragas florestais do sul do Brasil**. Piracicaba: IPEF/SIF, 1993. 112 p.

PEDROZO, D. J. **Contribuição ao estudo de *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) e seus danos em bracatinga (*Mimosa scabrella* BENTH).** Curitiba: UFPR, Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1980.

RIO GRANDE DO SUL. Lei ESTADUAL nº 9.482, de 24 de dezembro de 1991, que torna obrigatório o controle do "serrador" da acácia-negra e dá outras providências. Regulamentada pelo Decreto nº 34.334, de 21 de maio de 1992.

RIO GRANDE DO SUL. Portaria n. 154, de 22 de dezembro de 2011. Institui normas e medidas fitossanitárias para o controle do cascudo serrador da acácia-negra.

RIO GRANDE DO SUL. Portaria n. 228, de 1º de novembro de 2016, declara estado de emergência fitossanitária para combater a praga denominada cascudo serrador da acácia-negra (*Oncideres impluviata*) nas mesorregiões geográficas Metropolitana de Porto Alegre,

Sudeste Rio-Grandense, Centro Oriental Rio-Grandense e Nordeste Rio-Grandense, do Estado do Rio Grande do Sul, pelo prazo de um ano, a contar da data de publicação desta Portaria.

RIO GRANDE DO SUL. Portaria n. 2.426, de 1º de dezembro de 2017, declara estado de emergência fitossanitária para combater a praga denominada cascudo serrador da acácia-negra (*Oncideres impluviata*) nas mesorregiões geográficas Metropolitana de Porto Alegre, Sudeste Rio-Grandense, Centro Oriental Rio-Grandense e Nordeste Rio-Grandense, do Estado do Rio Grande do Sul, pelo prazo de um ano, a contar da data de publicação desta Portaria.

RIO GRANDE DO SUL. Portaria n. 2.427, de 1º de dezembro de 2017, Art. 1º Ficam definidos o manejo da praga *Oncideres impluviata* e as medidas emergenciais de defesa sanitária vegetal que deverão ser adotadas para a emergência fitossanitária. **Diário Oficial da União**, 7 dez. 2017. Seção 1, p. 833.

RISI. **International pulpwood trade review 2014**. Bedford, MA: RISI, 2014.

SANQUETTA, C.R. et al. Estoques de biomassa e carbono em povoamentos de acácia negra em diferentes idades no Rio Grande do Sul. **Scientia Forestalis**, v.42, n.103, p.361-370, 2014.

SEARLE, S. D. **The rise and demise of the black wattle bark industry in Australia**. Technical Paper, n. 1. Canberra: CSIRO Division of Forestry, 1991.

SEARLE, S. D. *Acacia mearnsii* De Wild. (Black Wattle) in Australia. In: BROWN, A.G.; KO, H.C. (Eds.). **Black Wattle and its utilization**. Barton: ACT, Australia, RIRDC Publication, n.35, p. 1- 10, 1997.

SHERRY, S. P. **The Black Wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Pietermoritzburg: University of Natal Press, 1971, 402 p.

SOARES, C. M. S.; IEDE, E. T.; SANTOS, H. R. Ocorrência natural dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre *Hedypathes betulinus* (Coleoptera: Cerambycidae). **Anais...** V Simpósio de Controle Biológico, p.81, 1995.

STEIN, P. P., TONIETTO, L. **Black wattle silviculture in Brazil**. In: Brown AG, Ho CK (eds), *Black wattle and its utilisation*. RIRDC Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, p 81–85, 1997.

TASCIOGLU, C. et al. Antifungal properties of some plant extracts used as wood preservatives. **International Biodeterioration and Biodegradation**, n.85, p.23–28, 2013.

WREGGE, M. S. et al. **Zoneamento edafoclimático da acácia-negra para o extremo sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado ALICE, 2017.

ZERO HORA. **Produto desenvolvido no RS acelera limpeza da água do Rio Doce**. 2015. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2015/11/produto-desenvolvido-no-rs-acelera-limpeza-da-agua-do-rio-doce-4905728.html>>. Acesso em: 20 Jul. 2019.

3 DESENVOLVIMENTO

ARTIGO 1

3.1 Influência da ocorrência de *Oncideres impluviata* no volume de árvores de *Acacia mearnsii*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da ocorrência de *Oncideres impluviata* no volume de árvores de *Acacia mearnsii*. Em uma plantação de *A. mearnsii* com um ano de idade foram sorteadas 200 árvores para serem avaliadas, onde 100 foram consideradas testemunhas e outras foram cortadas simulando o anelamento causado pelo inseto-praga. Após um ano do corte, as 200 árvores foram mensuradas em diâmetro e altura com auxílio de paquímetro e hipsômetro, respectivamente. Com esses dados foram calculados os volumes das árvores utilizando o modelo de Spur não linearizado e foram comparados por teste de hipóteses através o teste *t* de Student a 5% de probabilidade de erro. Observou-se que apenas 5% das 100 árvores cortadas simulando o anelamento vieram a óbito e que não houve diferença significativa entre a média dos volumes das testemunhas e aneladas. Assim, o ataque de *O. impluviata* em povoamentos jovens de *A. mearnsii* não causa redução de volume em árvores atacadas e a maioria das árvores atacadas por *Oncideres impluviata* conseguem se recuperar, havendo alteração em sua forma pela bifurcação ocasionada pelo ataque.

Palavras-chave: Acácia-negra; Anelador-da-acácia-negra; Entomologia Florestal.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the influence of *Oncideres impluviata* attack on the volume of *Acacia mearnsii* trees. In a one-year-old plantation of *A. mearnsii*, 200 trees were randomly selected to be evaluated, where 100 were considered controls and others were cut simulating girdling by the insect pest. After one year of cutting, the 200 trees were measured in diameter and height with the aid of a caliper and a hypsometer, respectively. With these data, the volumes of the trees were calculated using the non-linearized Spur model and were compared by hypothesis testing using Student's *t* test at 5% error probability. It was observed that only 5% of the 100 trees cut simulating girdling died and that there was no significant difference between the average of the control and girdled volumes. Thus, the attack of *O. impluviata* in young stands of *A. mearnsii* does not cause a reduction in the volume of attacked trees and most trees attacked by *Oncideres impluviata* are able to recover, but with alteration in their shape due to the bifurcation caused by the attack.

Key words: Black wattle; Black wattle ringer; Forest Entomology.

3.1.1 INTRODUÇÃO

A *Acacia mearnsii* (De Wild.) (Fabaceae: Mimosoidae), conhecida popularmente como acácia-negra, é uma das principais espécies florestais plantadas no Brasil, tendo seus plantios concentrados no Estado do Rio Grande do Sul (FOELKEL, 2008). É cultivada por ser a principal fonte de tanino extraído da casca, empregado em curtumes e indústrias químicas e farmacêuticas, e também porque fornece lenha para geração de energia e cavacos de madeira que atende a indústria de celulose (AGEFLOR, 2016; GRIFFIN et al., 2011).

A indústria brasileira de acácia-negra enfrenta alguns desafios como na silvicultura, melhoramento de árvores e, principalmente, nos problemas fitossanitários ocasionados por pragas (CHAN et al., 2015). Oliveira e Costa (2009) afirmam que áreas ocupadas com extensos plantios homogêneos ficam suscetíveis ao ataque de insetos-praga pela grande disponibilidade de alimento e pelo desequilíbrio biótico entre presa, predadores e parasitoides, ocasionando injúrias que atingem os tecidos foliares, casca, madeira, sementes e até as raízes (OLIVEIRA; COSTA, 2009; SEARLE, 1991). Assim, os problemas fitossanitários nessas áreas são comuns, e, considerando que a acácia-negra é uma espécie sensível a injúrias onde ocorrem insetos reconhecidos como pragas importantes, existe ameaça ao cenário da acacicultura brasileira (ONO; FERREIRA; GODOY, 2014). Os maiores danos e perdas econômicas nessas áreas estão diretamente associados ao coleóptero *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) (AMANTE et al., 1976).

As pragas causam prejuízos devido à perda de produtividade e gastos em operações de controle fitossanitário, por isso a importância do manejo integrado de pragas que deve ser realizado sempre que o prejuízo causado for maior que o custo de controle (NAKANO; SILVEIRA NETO; ZUCCHI, 1981). Acredita-se que nem todos os insetos precisam ser controlados, pois há níveis em que a planta pode suportar sem reduzir a produção, e controlar uma praga é uma decisão que deve ser tomada somente quando o ataque for considerável, ultrapassando a capacidade da planta de tolerar os danos causados (RODRIGUES et al., 2017).

Assim, o objetivo deste trabalho foi mensurar o volume das árvores após a simulação de anelamento causado por *Oncideres impluviata* em uma plantação de *A. mearnsii*.

3.1.2 MATERIAL E MÉTODOS

No Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal – CEFLO, localizado no município de Santa Maria, RS, em 22 de outubro de 2019, foram plantadas 595 mudas de

Acacia mearnsii com espaçamento de 3,0 x 1,5 metros, distribuídas em 14 linhas de plantio para a realização do experimento. Após o plantio, foi realizada adubação com 50g de NPK organomineral por planta, coroamento das mudas e controle de formigas-cortadeiras.

A fim de verificar a produtividade de árvores de *A. mearnsii* após a simulação do ataque de *Oncideres impluviata*, quando o plantio completou um ano, foram sorteadas 200 árvores, sendo 100 testemunhas e 100 cortadas simulando o anelamento causado por *O.*, chamadas nesse estudo como aneladas (Apêndice A). Para a simulação do anelamento, com auxílio de paquímetro era encontrado o diâmetro de 1,5 cm que corresponde à média de diâmetros de galhos anelados por *O. impluviata* encontrados por Silva et al. (2015) e Ono (2015) em plantios de *A. mearnsii* de diferentes idades. O corte foi realizado com auxílio de uma serra manual (Figura 1). Após o período de um ano do corte simulado foram mensurados diâmetro a altura do peito (1,30m) e altura das 200 árvores avaliadas, com auxílio de paquímetro digital e hipsômetro, respectivamente.

Figura 1 – Simulação do anelamento por *Oncideres impluviata* em árvores de *Acacia mearnsii* com um ano de idade no município de Santa Maria, RS. A: Serra manual utilizada. B: Corte sendo realizado. C: Plantação após o anelamento simulado.



Fonte: Autora (2020).

Os dados obtidos em campo foram utilizados para o cálculo de volume das árvores através do modelo de Spurr não linearizado (Equação 1) que foi sugerido por Martins et al. (2020) para modelagem volumétrica de florestas jovens de *A. mearnsii* (um a três anos).

Equação 1 – Modelo de Spurr não linearizado

$$v = \beta_0 \cdot (d^2 \cdot h)^{\beta_1}$$

Onde: v é o volume (m^3); d é o diâmetro à altura do peito (cm); h é a altura total (m); β_0 e β_1 são parâmetros, definidos por Martins et al. (2020) como $\beta_0 = 0,00008$ e $\beta_1 = 0,8903$.

A partir dos volumes calculados, foi realizado teste t de Student (teste de hipóteses), no Excel, a fim de verificar se há diferença significativa entre os volumes das árvores testemunhas e das aneladas, tendo duas hipóteses: H_0 : não existe diferença entre os volumes e H_1 : existe diferença entre os volumes.

3.1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na mensuração dos dados, observou-se a morte de cinco (5) árvores pertencentes apenas às árvores aneladas, demonstrando uma mortalidade de 5% das 100 árvores que passaram pelo corte simulado. Baucke (1958) assegura que as plantas atacadas por *O. impluviata* com menos de quatro anos de idade que sofrem o anelamento no fuste geralmente não se recuperam dos danos e morrem. Pedrosa-Macedo (1993) também afirma que plantas com até quatro anos podem morrer após o anelamento pela praga e, ainda, que em plantas mais velhas, ocasiona a bifurcação. O que não foi observado nesse estudo devido à baixa mortalidade das árvores aneladas e a ocorrência de bifurcação em árvores atacadas com um ano de idade (Figura 2), ou seja, os danos não são significativos e essas árvores jovens conseguem se recuperar da mesma forma como em plantações com mais de quatro anos de idade citadas por Pedrosa-Macedo (1993).

Figura 2 - Árvores bifurcadas de *Acacia mearnsii* devido ao corte simulando o anelamento por *Oncideres impluviata* em plantação com dois anos de idade no município de Santa Maria, RS. A e C: Árvores bifurcadas devido ao corte. B e D: Detalhe dos cortes e bifurcações.



Fonte: Autora (2021).

As árvores testemunhas apresentaram um diâmetro médio de 6,98 cm e altura média de 6,83 m, enquanto as árvores cortadas simulando o anelamento apresentaram 6,39 cm e 5,84 m de diâmetro e altura médios, respectivamente. Observa-se que as árvores testemunhas obtiveram um crescimento maior, tanto em diâmetro quanto altura, quando comparadas às árvores aneladas. Em relação ao diâmetro houve uma diferença de apenas 0,59 cm, já para altura a diferença foi de 0,99 m.

Em relação aos volumes das árvores amostradas, verificou-se que não houve diferença estatística significativa entre as médias de volume das árvores testemunhas e as aneladas (Tabela 1), aceitando a hipótese H_0 , a qual afirma que não existe diferença entre os volumes.

Tabela 1- Volume médio de árvores de *Acacia mearnsii* não aneladas e aneladas simulando o ataque por *Oncideres impluviata*.

	Volume médio (m ³)
Testemunhas	0,015 a*
Aneladas	0,018 a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste *t* de Student ao nível de 5% de significância.

O anelamento realizado simulando o corte por *O. impluviata* acarreta no enfraquecimento do galho e, conseqüentemente, a sua queda (AMANTE et al., 1976; BAUCKE, 1962; PEDROZO, 1980), diminuindo a área foliar, implicando em reduções na taxa fotossintética (SHEPERD, 1994). Segundo Ceulemans e Saugier (1991) qualquer fator que altere a extensão da área foliar nas árvores pode afetar a produção do material lenhoso, pois a produção de madeira depende da fotossíntese ocorrente nas folhas. Além disso, pode gerar alterações na forma do fuste (ELEK; BASHFORD; CANDY, 2000) e alterar a tendência normal de crescimento das árvores (MENDES, 1999; ANJOS; MAJER; LOCH, 2002). Mesmo com a perda de área foliar, diminuição da taxa fotossintética e estresse ocasionado às árvores pelo ataque, com os resultados obtidos nesse estudo, pode-se afirmar que as árvores não sofreram redução de volume e que a maioria delas se recuperou após o anelamento. Assim, como dito por Rodrigues et al. (2017), a decisão de controlar uma praga deve ser tomada somente quando o ataque for considerável, ou seja, quando ultrapassar a capacidade da planta de tolerar os danos causados.

Entretanto, quando árvores jovens, como as utilizadas no estudo, são atacadas por *O. impluviata*, ocorre o anelamento da gema apical, o que ativa as gemas laterais, causando uma bifurcação trazendo, conseqüentemente, dificuldades para a colheita. Malinovski et al. (2006) afirmam que fustes bifurcados estão relacionados diretamente às máquinas de colheita que precisam fazer com que o fuste passe por dentro do implemento para realizar operações como desgalhamento, seccionamento em toras e descasque. De acordo com o resumo público da empresa SETA (2021), a colheita em suas áreas é realizada de forma mecanizada, onde é feito o corte raso das áreas, em sistema de toras curtas utilizando o *Harvester*, que secciona as árvores em toretes de 2,20 m de comprimento, aproveitando totalmente a madeira e a casca em uma única intervenção e o descasque é feito através de descascadeiras ou do cabeçote *Harvester*. Então, árvores bifurcadas devido ao ataque de *O. impluviata* dificultam a colheita quando realizada de modo mecanizado.

3.1.4 CONCLUSÕES

A simulação do anelamento de galhos por *O. impluviata* em povoamentos jovens de *A. mearnsii* não causa redução significativa de volume em árvores atacadas no primeiro ano após o anelamento.

A maioria das árvores, com um ano de idade, aneladas simulando a injúria causada por *Oncideres impluviata* conseguem se recuperar, entretanto, são observadas alterações na forma do fuste pela ocorrência de bifurcação.

REFERÊNCIAS

AGEFLOR – A Indústria de Base Florestal no Rio Grande do Sul. **Consuflor**, Curitiba, Paraná, Brasil, 2016. 96p.

AMANTE, E.; BERLATO, M. A.; GESSINGER, G. I. Biologia e etologia do serrador da acácia-negra, *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) no Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, v. 12, p. 3-56, 1976

ANJOS, N. dos; MAJER, J. D. LOCH, A. D. Spatial distribution of a chrysomelid leaf beetle (*Cadmus excrementarius* Suffrian) and potential damage in a *Eucalyptus globulus* subsp. *Globulus* plantation. **Australian Forestry**, v. 65, n. 4, p. 227-231, 2002.

BAUCKE, O. **Biologia e controle do serrador da acácia-negra**. Porto Alegre: Secção de Informações e Publicidade Agrícola, 1958. 59 p.

BAUCKE, O. **A inseto-fauna da acácia-negra no Rio Grande do Sul, biologia e controle às pragas mais importantes**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Secção de Informações e Publicidade Agrícola, 1962. 34 p.

CEULEMANS, R. J.; SAUGIER, B. Photosynthesis. In.: **Raghavendra, A. S. Physiology of Trees**. Hyderabad: John Wiley & Sons, p. 21-50, 1991.

CHAN, J. M. et al. *Acacia mearnsii* industry overview: current status, key research and development issues. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v.77, n.1, p.19-30, 2015. doi:10.2989/20702620.2015.1006907

ELEK, J. BASHFORD, R.; CANDY, S. **Manual for managing leaf beetle defoliation in eucalypt plantations**. Forest Tasmania, 2000. 53p.

FOELKEL, C. **The Eucalyptus and the Leguminosae**. Part 1. *A. mearnsii*. Eucalyptus Online Book and Newsletter, 2008. Disponível em: <<http://www.eucalyptus.com.br>> Acesso em: 20 Ago. 2019.

GRIFFIN, A. R. et al. Global uses of Australian acacias – recent trends and future prospects. **Diversity and Distributions**, v.17, p.837–847, 2011.

MALINOVSKI, R. A. et al. Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 36, n. 2, 2006.

MARTINS, J. F. C. et al. Modelagem volumétrica de árvores de acácia-negra em povoamentos de regiões do Rio Grande do Sul. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5 n. 2 p. 195-202, 2020. DOI: [dx.doi.org/10.5380/biofix.v5i2.70066](https://doi.org/10.5380/biofix.v5i2.70066)

MENDES, J. E. P. Nível de dano e impacto do desfolhamento por *Costalimaita ferruginea* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. 99f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. **Entomologia econômica**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1981. 314p.
- OLIVEIRA, L. da S.; COSTA, E. C. Predação de sementes de *Acacia mearnsii* De Wild (Fabaceae; Mimosoideae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, p. 39-44, 2009.
- ONO, M. A. Dinâmica de infestação em *Acacia mearnsii* e ecologia de *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae). 67 p. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.
- ONO, M. A.; FERREIRA, E. N. L.; GODOY, W. A. C. Black wattle insect pests currently in Brazil. **Global Advanced Research Journal of Agricultural Science**, Abuja, v. 3, n. 12, p. 409-414, 2014.
- PEDROSA-MACEDO, J. H. et al. **Pragas florestais do sul do Brasil**. Piracicaba: IPEF/SIF, 1993. 112 p.
- PEDROZO, D. J. **Contribuição ao estudo de *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) e seus danos em bracatinga (*Mimosa scabrella* BENTH)**. Curitiba: UFPR, Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1980.
- RODRIGUES, C. R. A. et al. Manejo integrado de pragas: Uma alternativa eficaz contra os impactos causados pelos agentes patógenos a diversas culturas. **Anais.. XVI Encontro Regional de Agroecologia do Nordeste**, Rio Largo, 2017. 5p.
- SEARLE, S. D. **The rise and demise of the black wattle bark industry in Australia**. Technical Paper, n. 1. Canberra: CSIRO Division of Forestry, 1991.
- SETA. **Resumo Público**. Plano de Manejo Florestal. 2021.
- SHEPERD, R. F. Management strategies for forest defoliators in British Columbia. **Forest Ecology and Management**, v. 68, p. 303-304, 1994.
- SILVA, J. M. et al. Tamanho de galhos de acácia-negra anelador por *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) em diferentes períodos no sul do Brasil. In: V Jornadas y II Congreso Argentino de Ecología de Paisajes. **Anais...** Azul, p. 264-266, 2015.

ARTIGO 2

3.2 Potencialidade de isolados de fungos entomopatogênicos no controle biológico de *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a patogenicidade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle biológico de *Oncideres impluviata*. Para isso, foram testados três isolados fúngicos e um produto comercial em diferentes concentrações. A inoculação dos fungos foi realizada através de pulverização com frascos *spray* e as avaliações ocorreram diariamente durante 15 dias. Os fungos testados, independentemente das diferentes concentrações utilizadas, causaram a mortalidade de insetos adultos de *Oncideres impluviata*. Não foi constatada diferença significativa entre os isolados IBCB 170, IBCB383 e a testemunha, mas esses diferiram dos demais, IBCB 66 e comercial. Nenhum dos isolados obteve diferença quando avaliadas as diferentes concentrações utilizadas. Assim, pode-se concluir que *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* são patogênicos a insetos adultos da praga com controle de 44,4% e 55,6%, respectivamente, quando testados em laboratório e que isolados IBCB 170 (*B. bassiana*) e IBCB 383 (*M. anisopliae*) apresentam maior virulência a *O. impluviata*, independentemente das diferentes concentrações testadas nesse estudo.

Palavra-chave: *Beauveria bassiana*; Controle biológico; *Metarhizium anisopliae*.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in the biological control of *Oncideres impluviata*. For this, three fungal isolates and a commercial product were tested at different concentrations. The inoculation of the fungi was carried out by spraying by spray bottles and the evaluations took place daily for 15 days. The fungi tested, regardless of the different concentrations used, caused the mortality of adult insects of *Oncideres impluviata*. There was no significant difference between the isolates IBCB 170, IBCB383 and the control, but they differed from the others, IBCB 66 and commercial. None of the isolates showed any difference when the different concentrations used were evaluated. Thus, it can be concluded that *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* are pathogenic to adult insects of the pest with control of 44.4% and 55.6%, respectively, when tested in the laboratory and that isolates IBCB 170 (*B. bassiana*) and IBCB 383 (*M. anisopliae*) show greater virulence to *O. impluviata*, regardless of the different concentrations tested in this study.

Key words: *Beauveria bassiana*; Biological control; *Metarhizium anisopliae*.

3.2.1 INTRODUÇÃO

Oncideres impluviata (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae), conhecido popularmente como anelador-da-acácia-negra, é considerado um inseto-praga de grande importância à cultura de *Acacia mearnsii* De Willd no Rio Grande do Sul (AMANTE et al., 1976). Os ataques de *O. impluviata* restringem a produtividade desta essência florestal que tem vários usos, como produção de cavacos, lenha e tanino que é extraído da casca (AMANTE et al., 1976; AGEFLOR, 2016).

O método de controle legislativo é utilizado atualmente para este inseto-praga, através de coleta e queima de galhos caídos e restos culturais derivados do abate de árvores, amparado pela Lei Estadual n. 9.482 de 24 de dezembro de 1991 que torna obrigatório o controle do “cascudo” serrador da acácia-negra e, pela Resolução n. 005/2005 e Portaria n. 154/2011, enquanto inexistirem alternativas técnicas viáveis, como medida sanitária visando controlar os prejuízos causados por *O. impluviata*. Ainda assim, Ono (2015) observou um aumento de galhos anelados por *O. impluviata* em oito anos de avaliação evidenciando que a legislação vigente não apresenta eficiência se, de fato, os acacicultores não seguirem o que está determinado pela legislação.

Quando não se tem resultados satisfatórios para controle de pragas, o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que visa uso de técnicas de controle associadas ou isoladas (KOGAN, 1998) pode ser uma alternativa. Em florestas, as técnicas de controle mais utilizadas no MIP são as silviculturais, o controle biológico, o controle comportamental e o uso de espécies resistentes (COSTA et al., 2022).

Gomm et al. (2010) destacam a importância do controle biológico, pois não elimina totalmente a população da praga, apenas causa redução da população de modo que não gere danos econômicos e permite a ocorrência de inimigos naturais como predadores e parasitoides, fungos, bactérias e vírus entomopatogênicos. Segundo Delgado e Murcia-Ordoñez (2011), os fungos foram os primeiros agentes biológicos a serem utilizados no controle de pragas e são capazes de regular naturalmente as populações de insetos (DÍAZ et al., 2006). Entre os principais gêneros de fungos entomopatogênicos que atuam no controle das populações de insetos nos ecossistemas estão os gêneros *Beauveria* e *Metarhizium* (MONZÓN, 2001; CASTILLO et al., 2012). São os mais estudados e que têm apresentado maior potencial como agentes de controle microbiano, sendo amplamente utilizadas no controle de pragas em diversas culturas como café, cana-de-açúcar, banana, erva-mate, etc. (FANTI; ALVES, 2013; MOINO JR. et al., 2002; POTRICH et al., 2009).

Dessa forma, sabendo-se da eficiência desses fungos entomopatogênicos sobre uma determinada espécie e que, segundo Alves (1998), a utilização desses no controle de insetos-praga apresenta diversas vantagens, como a seletividade sobre o inseto alvo, redução da interferência sobre predadores e parasitoides, durabilidade em campo, associação com outros métodos de controle, resistência dificultada, considerando que já existe a convivência natural entre os microorganismos e os insetos, o objetivo deste trabalho foi avaliar a patogenicidade de fungos entomopatogênicos em indivíduos de *Oncideres impluviata*.

3.2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os insetos adultos de *O. impluviata* foram coletados no mês de dezembro de 2019 em uma plantação de *A. mearnsii* com um ano de idade, localizada no município de Encruzilhada do Sul, RS, sob as coordenadas 30°53'6.36"S e 52°29'47.95"O. Os espécimes foram alocados em potes plásticos tampados com “voil” contendo ramos de acácia-negra e levados ao laboratório de Entomologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Em laboratório, foram identificados morfológicamente de acordo com Amante et al. (1976), colocados em gaiolas (Figura 1) e alimentados com ramos de acácia-negra trocados a cada dois dias até a realização do ensaio.

Figura 1 - Adultos de *Oncideres impluviata* mantidos em laboratório após coleta em campo. A: Gaiolas de madeira envoltas por “voil” contendo ramos de acácia-negra e insetos adultos. B: Interior da gaiola. C: Detalhe dos insetos nos ramos de acácia-negra.



Fonte: Autora (2019).

Os isolados de fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* foram obtidos junto ao Instituto Biológico de São Paulo, sendo eles: IBCB 170, IBCB 66 (ambos *B. bassiana*) e IBCB 383 (*M. anisopliae*). Para os testes foram utilizados os três isolados, citados anteriormente, e um produto comercial à base de *Beauveria bassiana* (ESALQ PL63) com registro no MAPA 4902.

As suspensões de esporos dos isolados de *B. bassiana* (IBCB 170 e IBCB 66) e *M. anisopliae* (IBCB 383) foram preparadas a partir de colônias repicadas em placas de Petri e cultivadas em meio completo (MC) (ALVES; FARIA, 2010) a 25 ± 2 °C e em regime de luz alternado com fotoperíodo de 12 horas em estufa incubadora B.O.D durante seis dias para crescimento e esporulação dos fungos. Os esporos de cada isolado foram raspados com auxílio

de uma alça de Drigalski, suspensos em água destilada e Tween 80, filtrados em dupla camada de gaze para béqueres e agitados em agitador magnético. Posteriormente, realizou-se a contagem dos esporos em câmara de Neubauer e a concentração da suspensão de cada isolado foi ajustada para 3×10^7 esporos mL^{-1} . A partir dessa concentração foram ajustadas outras duas concentrações, 3×10^5 e 3×10^3 esporos mL^{-1} , através da adição de água destilada utilizando a fórmula: $C1.V1 = C2.V2$, em que $C1$ = concentração inicial de esporos obtidos a partir da contagem em câmara de Neubauer; $V1$ = volume inicial da suspensão de esporos; $C2$ = concentração desejada de esporos; $V2$ = volume final a ser adicionado para ajustar a concentração desejada (CAROLLO; SANTOS FILHO, 2016).

A suspensão de esporos do produto comercial à base de *Beauveria bassiana* (ESALQ PL63) foi preparada pela da mistura de 1g de pó em 10 mL de água destilada e esterilizada, pois de acordo com a bula do produto cada 1g possui 1×10^8 esporos viáveis. Da mesma forma em que foram ajustadas as concentrações dos isolados do Instituto Biológico de São Paulo, pela adição de água destilada utilizando a fórmula $C1.V1 = C2.V2$, foram ajustadas três concentrações, sendo elas: 1×10^7 , 1×10^5 e 1×10^3 esporos mL^{-1} . As concentrações ajustadas do produto comercial foram diferentes das concentrações dos outros isolados de fungos utilizados no experimento devido à dificuldade de esporulação do fungo quando realizada a repicagem e a presença de fungos contaminantes, assim, optou-se por utilizar o produto em pó e ter como base a concentração de acordo com a bula do produto.

O bioensaio foi realizado em laboratório no dia 10 de dezembro de 2019, utilizando o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 13 tratamentos com três repetições cada, onde cada repetição era correspondente a um inseto adulto de *O. impluviata*, totalizando 39 insetos. Os tratamentos foram constituídos por: T1: *B. bassiana* IBCB 170 - 3×10^7 esporos mL^{-1} ; T2: *B. bassiana* IBCB 170 - 3×10^5 esporos mL^{-1} ; T3: *B. bassiana* IBCB 170 - 3×10^3 esporos mL^{-1} ; T4: *B. bassiana* IBCB 66 - 3×10^7 esporos mL^{-1} ; T5: *B. bassiana* IBCB 66 - 3×10^5 esporos mL^{-1} ; T6: *B. bassiana* IBCB 66 - 3×10^3 esporos mL^{-1} ; T7: *B. bassiana* Produto comercial - 1×10^7 esporos mL^{-1} ; T8: *B. bassiana* Produto comercial - 1×10^5 esporos mL^{-1} ; T9: *B. bassiana* Produto comercial - 1×10^3 esporos mL^{-1} ; T10: *M. anisopliae* IBCB 383 - 3×10^7 esporos mL^{-1} ; T11: *M. anisopliae* IBCB 383 - 3×10^5 esporos mL^{-1} ; T12: *M. anisopliae* IBCB 383 - 3×10^3 esporos mL^{-1} ; T13: Água destilada e esterilizada (Testemunha).

A inoculação dos fungos foi realizada a partir de pulverização utilizando frascos plásticos *spray* de 60 mL, potes plásticos de 250 mL, com tampa esterilizados com álcool 70%, papel filtro esterilizados em estufa a temperatura de 100°C e ramos novos de *A. mearnsii*, lavados em solução de lixívia a 1% (Figura 2).

Figura 2 – Materiais utilizados para realização do bioensaio. A: Frascos contendo as suspensões de esporos para pulverização e recipientes plásticos de 250 mL. B: Ramos de *Acacia mearnsii* esterilizados em lixívia a 1%. C: Ramos esterilizados sobre papel filtro para secagem.



Fonte: Autora (2019).

Para cada tratamento foram preparados dois recipientes plásticos contendo papel filtro e ramos de *A. mearnsii*, e as repetições foram distribuídas da seguinte forma: dois insetos (duas repetições) colocados num pote e o terceiro (terceira repetição) no outro pote. Após essa preparação ocorreu a pulverização, que em cada pote a válvula do frasco *spray* era pressionada apenas uma vez (Figura 3). Os potes identificados foram mantidos em estufa incubadora B.O.D com temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas.

Figura 3- Preparo da arena de testes e pulverização de fungos entomopatogênicos sobre *Oncideres impluviata*. A: Recipientes contendo ramos de *Acacia mearnsii* e insetos adultos de *Oncideres impluviata* a serem pulverizados; B: Pulverização dos isolados sobre os insetos.



Fonte: Autora (2019).

As avaliações foram realizadas diariamente durante 15 dias e os insetos mortos eram retirados, desinfestados por imersão em solução alcoólica 70% e, posteriormente, em água destilada e mantidos em câmara úmida para confirmação da mortalidade por fungo (Figura 4). Após a esporulação dos fungos, realizou-se a visualização em microscópio estereoscópico para confirmação da espécie.

Figura 4- Processo de desinfestação de *Oncideres impluviata* mortos e câmara úmida para confirmação da morte por fungo. A: imersão em álcool 70%; B: imersão em água destilada; C: *Oncideres impluviata* em câmara úmida.



Fonte: Autora (2019).

Os diferentes isolados, o produto comercial e a testemunha também foram analisados estatisticamente independente das concentrações utilizadas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), transformados para atender as condições de normalidade pela fórmula $x = \sqrt{x + 1}$ e as médias submetidas ao teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$), utilizando o software SISVAR versão 5.8 (FERREIRA, 2014).

3.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fungos entomopatogênicos testados, *Beauveria bassiana* e *Metharizium anisopliae*, causaram mortalidade de insetos adultos de *Oncideres impluviata*, independentemente das diferentes concentrações testadas, sendo confirmada por sinais de infecção observados pelo crescimento externo de micélios fúngicos através da cutícula do hospedeiro (Figura 5), ou seja, o patógeno se desenvolve dentro do corpo do inseto após o contato entre a cepa virulenta e cutícula do inseto que é suscetível à germinação de conídios do fungo e à penetração do tubo germinativo, resultando na infecção (HAFEZ et al., 1994).

Figura 5 - Extrusão de fungos entomopatogênicos em cadáveres de *Oncideres impluviata*. (A) *Beauveria bassiana*. (B) *Metharizium anisopliae*.



Fonte: Autora (2019).

Dos tratamentos analisados, os tratamentos 1 e 2, ambos com *Beauveria bassiana* isolado IBCB 170 nas concentrações 3×10^7 e 3×10^5 , respectivamente, foram os que apresentaram mortalidade total dos insetos em 15 dias (Tabela 1). Os fungos do gênero *Beauveria* tem a capacidade de produzir muitas proteínas e metabólitos secundários envolvidos

na patogênese e na virulência, além de possuir um grande número de genes que expressam toxinas semelhantes às de bactérias, assumindo maior toxicidade, bem como maior quantidade de enzimas que realizam a quebra ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas, ou seja, mais enzimas na ativação ou inativação de mecanismo envolvido principalmente na digestão (XIAO et al., 2012), podendo esse fato estar associado aos melhores resultados obtidos com *Beauveria bassiana*.

Ao contrário do que ocorreu com os tratamentos 1 e 2, o tratamento 9 composto por produto comercial também à base de *B. bassiana* com a menor concentração de esporos, foi o único em que os insetos permaneceram vivos durante a avaliação, demonstrando que não foi eficiente. Os tratamentos 7, 8 e 9 foram à base de produto comercial e foram testados utilizando o produto em pó diluído em água e a partir da concentração de esporos já determinada pelo fabricante, foram determinadas as diferentes concentrações de esporos utilizadas nesse estudo, não sendo possível chegar à concentração utilizada nos outros tratamentos. Assim, não houve mortalidade do inseto-praga durante o período de avaliação, provavelmente, pela baixa concentração de esporos utilizada e ainda a do tratamento 9 ser a menor de todas.

Tabela 1 - Mortalidade de *Oncideres impluviata* submetidos a diferentes fungos entomopatogênicos em laboratório durante 15 dias de avaliação.

Tratamentos	Dias após aplicação															Insetos mortos
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
T1: IBCB 170 - 3×10^7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	3
T2: IBCB 170 - 3×10^5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	3
T3: IBCB 170 - 3×10^3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T4: IBCB 66 - 3×10^7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T5: IBCB 66 - 3×10^5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T6: IBCB 66 - 3×10^3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T7: Comercial - 1×10^7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
T8: Comercial - 1×10^5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
T9: Comercial - 1×10^3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T10: IBCB 383 - 3×10^7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
T11: IBCB 383 - 3×10^5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
T12: IBCB 383 - 3×10^3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T13: Testemunha	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

A mortalidade dos insetos começou a ser observada após o segundo dia da aplicação, sendo que até o quarto dia 11 insetos morreram e partir do 5º até o 9º dia não foram constatados

insetos mortos. Desse período em diante até o 15º dia de avaliação, apenas no 14º nenhum dos insetos veio a óbito (Tabela 1).

Dos 39 insetos utilizados para o bioensaio, 27 foram submetidos ao fungo *B. bassiana*, sendo constatada a morte de 12 insetos, correspondendo a uma mortalidade de 44,4% por esse fungo entomopatogênico, diferentemente do que foi encontrado por Schapovaloff e seus colaboradores (2014) em insetos adultos de *H. betulinus* quando isolados de *B. bassiana* causaram uma taxa de mortalidade que variou de 51,1 a 86,3%. A maioria desses vieram a óbito nos primeiros dias, ou seja, oito insetos morreram até o quarto dia (Tabela 1).

O fungo *M. anisopliae* foi testado apenas em nove insetos, sendo que cinco vieram a óbito, causando a mortalidade de 55,6%. Observou-se ainda que apenas um morreu logo no início da avaliação, ou seja, no segundo dia, os outros morreram a partir do 9º após a aplicação (Tabela 1). Schapovaloff et al. (2014) avaliaram também a patogenicidade de *M. anisopliae* em *H. betulinus* e constataram a morte de 69,6 a 81,8% dos insetos e, ainda, observaram que a infecção e morte de *H. betulinus* ocorreu somente após sete dias.

Em alguns insetos mortos após o processo de desinfestação dos cadáveres, foi constatada a presença de fungos contaminantes, como *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp., além de alguns fungos não identificados (Tabela 2). Alguns indivíduos testados com *B. bassiana* apresentaram apenas a presença de fungos contaminantes após a desinfestação (Tabela 2), o que pode ser justificado pelo fato de que o fungo provoca uma abertura ao penetrar no tegumento do inseto que pode facilitar a entrada de outros microorganismos, que devido ao desenvolvimento mais rápido colonizam o hospedeiro e impedem a esporulação do fungo (NEVES; ALVES, 2000; PADULLA; ALVES, 2009). Ainda, Shimazu (1994) afirma que é comum ocorrer a falta de conidiogênese sobre os cadáveres, apesar da infecção e morte do inseto ser decorrente do fungo quando estudou sobre a infecção de *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) por *B. bassiana*. O fungo pode causar a morte do hospedeiro de forma direta pela ação de micotoxinas, ou indiretamente por esgotamento de nutrientes, quebras fisiológicas e/ou bioquímicas, além do bloqueio mecânico do aparelho digestório, devido ao crescimento fúngico, entre outros danos físicos (HAJEK; LEGER, 1994; ALVES, 1998). Então, mesmo que não tenha sido observada a extrusão do fungo testado, esses são aspectos que devem ser considerados na interpretação dos resultados, uma vez que os insetos podem morrer antes da colonização total do cadáver.

Um dos indivíduos mortos dos tratamentos 10, 11 e 12 (ambos de *M. anisopliae*) e dois do tratamento 13 (testemunha), apresentaram a presença de *Beauveria* sp., trazendo a hipótese de que esses insetos possam ter sido contaminados em campo. Soares, Iede e Santos (1995)

detectaram a ocorrência natural dos fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, em adultos de *Hedypates betulinus*. Os demais fungos observados nos insetos mortos estavam de acordo com cada tratamento (Tabela 2).

Tabela 2 - Identificação dos fungos observados nos cadáveres de *Oncideres impluviata* após aplicação de fungos entomopatogênicos.

Tratamentos	Repetições		
	R1	R2	R3
T1: IBCB 170 - 3×10^7	Não identificado	<i>Penicilium</i> sp.	<i>B. bassiana</i>
T2: IBCB 170 - 3×10^5	Não identificado	<i>B. bassiana</i>	<i>B. bassiana</i>
T3: IBCB 170 - 3×10^3	-	-	<i>Fusarium</i> sp.
T4: IBCB 66 - 3×10^7	-	-	<i>B. bassiana</i> + não identificado
T5: IBCB 66 - 3×10^5	-	<i>B. bassiana</i> + <i>Fusarium</i> sp.	-
T6: IBCB 66 - 3×10^3	-	<i>B. bassiana</i> + não identificado	-
T7: Comercial - 1×10^7	-	<i>B. bassiana</i>	-
T8: Comercial - 1×10^5	-	<i>B. bassiana</i> + <i>Aspergillus</i> sp.	-
T9: Comercial - 1×10^3	-	-	-
T10: IBCB 383 - 1×10^7	-	<i>Beauveria</i> sp.	<i>Metarhizium anisopliae</i>
T11: IBCB 383 - 1×10^5	-	<i>Beauveria</i> sp.	<i>M. anisopliae</i>
T12: IBCB 383 - 1×10^3	-	<i>B. bassiana</i> + <i>Fusarium</i> sp.	-
T13: Testemunha	-	<i>Beauveria</i> sp.	<i>Beauveria</i> sp.

Os dados obtidos (Tabela 3) para os diferentes fungos testados, independente das concentrações, demonstram que os isolados IBCB 170, IBCB 383 e a testemunha não apresentaram diferença estatística significativa entre si, mas diferiram dos demais, IBCB 66 e comercial (Tabela 3). Podemos observar que os isolados IBCB 170 e IBCB 383 demonstraram maior virulência a *O. impluviata* quando comparados aos demais e que os dois fungos entomopatogênicos testados nesse estudo, ou seja, tanto *B. bassiana* quanto *M. anisopliae* apresentaram patogenicidade ao *O. impluviata*. Não diferindo dos resultados encontrados por Fanti e Alves (2013), Leite et al. (2006) e Schapovaloff et al. (2014) quando testaram a patogenicidades desses mesmos fungos em *H. betulinus*, coleóptero considerado inseto-praga também pertencente à família Cerambycidae.

Tabela 3 - Mortalidade de *Oncideres impluviata* por diferentes isolados de fungos entomopatogênicos.

Isolados	Mortalidade
IBCB 170	1,84 a*
IBCB 66	1,44 b
COMERCIAL	1,44 b
IBCB 383	1,63 a
Testemunha	1,73 a
CV (%)	10,77

*Médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. CV= Coeficiente de variação.

Quanto as concentrações testadas, pode-se observar, levando em consideração as colunas da Tabela 4, que não houve diferença significativa entre as quantidades de esporos de fungo utilizadas, ou seja, estatisticamente, as diferentes concentrações testadas de cada isolado não demonstraram resultados significativos à mortalidade do inseto-praga.

Tabela 4 - Mortalidade de *Oncideres impluviata* pelos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metharizium anisopliae* em diferentes concentrações de esporos.

Concentrações (esporos.mL ⁻¹)	Mortalidade			
	IBCB 170	IBCB 66	Comercial	IBCB 383
3 x 10 ⁷ / 1x10 ⁷	1,41 a*	1,14 a	1,14 a	1,28 a
3 x 10 ⁵ / 1x10 ⁵	1,41 a	1,14 a	1,14 a	1,28 a
3 x 10 ³ / 1x10 ³	1,14 a	1,14 a	1,00 a	1,14 a
Testemunha	1,28 a	1,28 a	1,28 a	1,28 a
C.V.(%)	12,90	20,39	18,20	19,26

*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. CV= Coeficiente de variação.

De acordo com Ramírez-Sánchez et al. (2019), a progressão da doença depende da quantidade de esporos viáveis que conseguem se posicionar na cutícula do inseto e, posteriormente, germinar, apresentando maior oportunidade de infectar a praga, ou seja, as diferentes concentrações utilizadas nesse estudo não diferiram entre si pela possibilidade de haver esporos inviáveis nas concentrações.

Então, independentemente das concentrações testadas, pode-se perceber que *B. bassiana* e *M. anisopliae* foram patogênicos ao *O. impluviata* e que há possibilidade de controle dessa praga através desses fungos. Ainda, fungos entomopatogênicos tem sido testados no

controle de diversos cerambicídeos como *B. bassiana* em adultos de *Plectrodera scalator*, praga de *Populus deltoides*, em Kentucky, Estados Unidos, alcançando porcentagens de mortalidade superiores a 60% (FORSCHLER; NORDIN, 1988); *B. bassiana* e *M. anisopliae* em adultos de *H. betulinus* praga de *I. paraguariensis*, como demonstrado por Pagliosa, Santos e Diodato (1994) e Leite (2006), onde isolados de *B. bassiana* variaram de 8 a 93% e os isolados de *M. anisopliae* variaram de 43 a 93%. Feng, Poprawski e Khachatourians (1994), afirmaram que, na China, *B. bassiana* já era produzida em larga escala e utilizada no controle de mais de 30 espécies de pragas florestais e agrícolas.

3.2.4 CONCLUSÕES

Os fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* são patogênicos a insetos adultos de *Oncideres impluviata* com controle de 44,4% e 55,6%, respectivamente, quando testados em laboratório.

Os isolados IBCB 170 (*B. bassiana*) e IBCB 383 (*M. anisopliae*) apresentam maior patogenicidade a *O. impluviata*, independentemente das diferentes concentrações testadas nesse estudo.

REFERÊNCIAS

- AGEFLOR – A Indústria de Base Florestal no Rio Grande do Sul. Consuflor, Curitiba, Paraná, Brasil, 2016. 96p.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: _____. Controle microbiano de insetos. Piracicaba: Fealq, cap. 11, p. 289-370, 1998.
- ALVES, R. T.; FARIA, M. **Pequeno manual sobre Fungos Entomopatogênicos**. Documentos 286, Embrapa, 2010.
- AMANTE, E. et al. Bioecologia do serrador da acácia-negra, *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) no Rio Grande do Sul: I - Etologia. **Agronomia Sulriograndense**, v. 12, p. 3-56, 1976.
- CAROLLO, E. M.; SANTOS FILHO, H. P. **Manual básico de técnicas fitopatológicas**: Laboratório de Fitopatologia Embrapa Mandioca e Fruticultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Folderes/Folhetos/Cartilhas (INFOTECA-E). 2016.
- COSTA, E. C. et al. **Entomologia Florestal**. 4ª Edição Revista e Ampliada. Santa Maria: Editora UFSM, 2022. 296p.
- DELGADO, P. A. M.; MURCIA-ORDOÑEZ, B. Hongos entomopatogênicos como alternativa para el control biológico de plagas. **Ambi-Agua**, v. 6, n. 2, p. 77-90, 2011.
- DÍAZ, M. P. et al. Mecanismo de acción de los hongos entomopatogênicos. **Interciencia**, v. 31, n. 12, p. 856-860, 2006.
- FANTI, A. L. P.; ALVES, L. F. A. Isolados de fungos entomopatogênicos visando ao controle da broca da erva-mate (*Hedypathes betulinus*) Klug (Coleoptera; Cerambycidae) **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, 2013, p. 1467-1478.
- FENG, M. G.; POPRAWSKI, T. J.; KHACHATOURIANS, G. G. Production, formulation and application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: current status. **Biocontrol Science and Technology**, v. 4, p. 3 - 34, 1994.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Doi: doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001.
- FORSCHLER, B. T.; NORDIN, G. L. Comparative pathogenicity of selected entomogenous nematodes to the hardwood borers, *Prionoxystus robiniae* (Lepidoptera: Cossidae) and *Megacyllene robiniae* (Coleoptera: Cerambycidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 52, n. 2, p. 343 - 347, 1988.
- GOMM, P. C. et al. Eficácia de diferentes dosagens do formulado fúngico à base de *Beauveria bassiana* (Vuill, 1912) no controle de adultos de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1985) (Coleoptera: Cerambycidae). **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**. Curitiba, v.8, n.1, p.55 -60, 2010

- HAFEZ, M. et al. Biological effects of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on the Potato tuber moth *Pthorimaea operculella* (Seller). **Anzeiger für Schädlingskunde**, Pflanzenschutz, Umweltschutz, v.70, n. 8, p. 158-159, 1994.
- HAJEK, A. E.; LEGER, R. J. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 39, n. 1, p. 293-322, 1994.
- KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 243-270, 1998.
- LEITE, M. S. P. et al. Eficiência de fungos entomopatogênicos no controle de *Hedypathes betulinus* (Klug) (Coleoptera: Cerambycidae), em laboratório. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 21., 2006, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Entomológica do Brasil, 2006. Resumo 1165-1.
- MOINO JR., A. et al. External development of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in the subterranean termite *Heterotermes tenuis*. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 267- 273, 2002.
- MONZÓN, A. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatogénos en Nicaragua. **Manejo Integrado de Plagas**, n. 63, p. 95-103, 2001.
- NEVES, P. J.; ALVES, S. B. Selection of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. strains for control of *Cornitermes cumulans* (Kollar). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 43, n. 4, p. 373-378, 2000.
- ONO, M. A. Dinâmica de infestação em *Acacia mearnsii* e ecologia de *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae). 67 p. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.
- PADULLA, L. F. L.; ALVES, S. B. Suscetibilidade de ninfas de *Diaphorina citri* a fungos entomopatogênicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 297-302, 2009.
- PAGLIOSA, M. M. R.; SANTOS, H. R. dos; DIODATO, M. A. Patogenicidade do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., em *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825), praga da erva-mate, *Ilex paraguariensis* St.-Hil. **Agrárias**, Curitiba, n. 13, v. 1/2, p. 229 - 231, 1994.
- POTRICH, M. et al. Seletividade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 6, p. 822-826, 2009.
- RAMÍREZ-SÁNCHEZ, C. J. et al. Effectiveness of entomopathogenic fungi on the mortality of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) under laboratory conditions. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, n. 22, 2019.
- SCHAPOVALOFF, M. E. et al. Suscetibilidade de adultos do besouro cerambycidae *Hedypathes betulinus* aos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium*

anisopliae e *Purpureocillium lilacinum*, **Journal of Insect Science**, v. 14, n.1, 2014. Doi: doi.org/10.1093/jis/14.1.127

SHIMAZU, M. Potential of the cerambycid-parasitic type of *Beauveria brongniartii* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for microbial control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). **Applied Entomology and Zoology**, Inashiki, v. 29, n. 1, p. 127-130, 1994.

SOARES, C. M. S.; IEDE, E. T.; SANTOS, H. R. Ocorrência natural dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre *Hedypathes betulinus* (Coleoptera: Cerambycidae). In: SICONBIOL - SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO. 5, 1995, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, Embrapa. 1995. p. 81.

XIAO, G. et al. Genomic perspectives on the evolution of fungal entomopathogenicity in *Beauveria bassiana*. **Scientific Reports**, Londres, v. 2, n. 483, p. 1-10, 2012.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

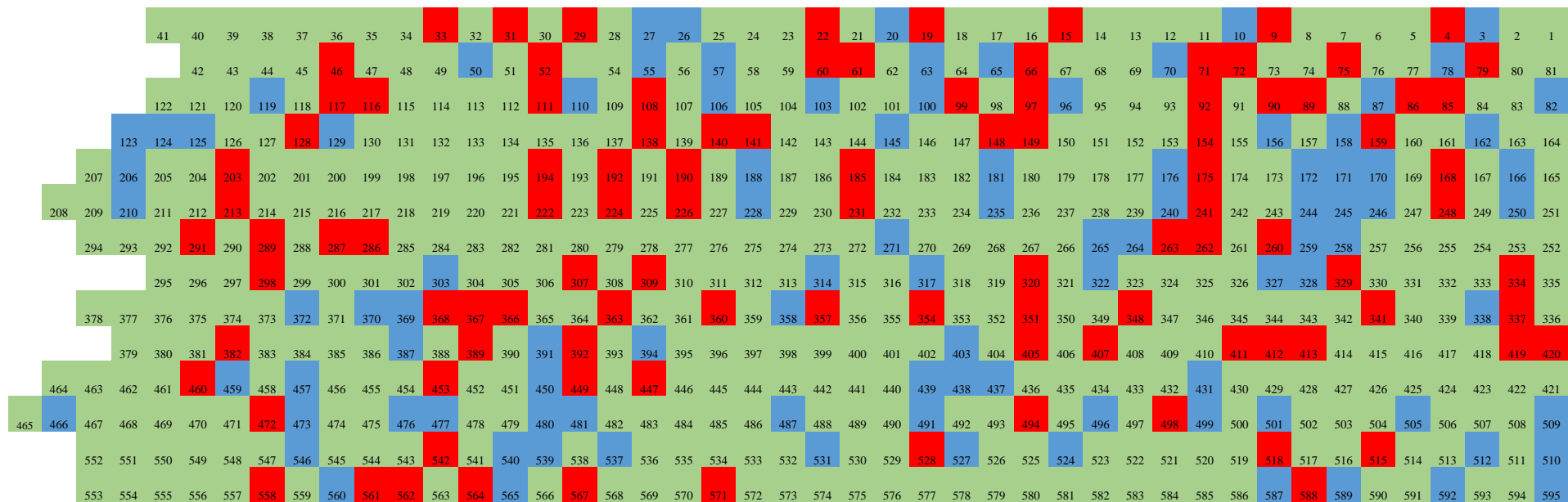
A simulação do anelamento causado por *O. impluviata* em povoamento com um ano de idade de *A. mearnsii* verificou-se que não há redução no volume das árvores, porém aquelas atacadas sofrem bifurcação, o que provavelmente dificultará a colheita quando realizada de forma mecanizada.

Os fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* são agentes promissores para o manejo integrado de *Oncideres impluviata*, pois foram patogênicos a insetos adultos em condições de laboratório.

Sugere-se que novos estudos visando o controle biológico dessa praga com fungos entomopatogênicos sejam realizados, uma vez que, mesmo com poucos insetos testados, os resultados demonstraram êxito no controle com a infecção e mortalidade dos insetos pelos fungos.

Fica evidenciada ainda, a necessidade de estudos para verificar a eficiência desses fungos em campo e também sua seletividade sobre espécies não-alvo.

APÊNDICE A – Distribuição das árvores sorteadas dentro da plantação de *Acacia mearnsii*



■ Árvores testemunhas

■ Árvores aneladas