

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

CEZÁRIO FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR

**RESGATE, PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*
E ESTUDOS DE BIOECOLOGIA DA BROCA-DO-CEDRO (*Hypsipyla grandella*)**

Lages - SC

2021

CEZÁRIO FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR

**RESGATE, PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata*
E ESTUDOS DE BIOECOLOGIA DA BROCA-DO-CEDRO (*Hypsipyla grandella*)**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutorado em Produção Vegetal

Orientadora: Mari Inês Carissimi Boff
Coorientador: Pedro Boff

**Lages - SC
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Santos Junior, Cezário Ferreira dos
Resgate, propagação vegetativa de *Cedrela fissilis* e
Cedrela odorata e estudos de bioecologia da broca-do-cedro
(*Hypsipyla grandella*) / Cezário Ferreira dos Santos Junior. --
2021.

110 p.

Orientadora: Mari Inês Carissimi Boff
Coorientador: Pedro Boff
Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2021.

1. Meliaceae. 2. Micropropagação. 3. Estaquia. 4.
Entomologia florestal. 5. Flutuação de pragas. I. Boff, Mari
Inês Carissimi . II. Boff, Pedro. III. Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV.
Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por oferecer fé e esperança, sem ele nada seria possível, força além da racionalidade e remédio para as inquietudes da alma, o qual tem guiado minha caminhada.

Aos meus orientadores Dra. Mari Inês Carissimi Boff e Dr. Pedro Boff pela oportunidade, conselhos e importantes ensinamentos pessoais, exemplos de profissional e seres humanos, inspiração e admiração que vou levar para a vida.

Um agradecimento especial ao Dr. Tássio Dresch Rech por oferecer sua sabedoria, paciência e confiança durante essa trajetória.

Ao Dr. Murilo Dalla Costa pela disponibilidade e os ensinamentos que foram fundamentais para desenvolvimento da pesquisa, Dra. Simone Werner pelo auxílio nas análises estatísticas e ao Professor Dr. Marcio Carlos Navroski pelos ensinamentos especializados em suas áreas de conhecimento que me auxiliaram sobre o objeto de estudo.

À Isca Tecnologias por fornecer informação e material na coleta de Lepidoptera, em especial Dr. Rafael Borges.

À Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e ao Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) pela possibilidade de realização do curso, além de todo seu corpo de professores e funcionários que sempre foram bastante solícitos durante minha permanência como discente.

Ao programa PROMOP-UDESC pela bolsa de doutorado que possibilitou minha permanência em Lages para a complementação da formação intelectual e o desenvolvimento da pesquisa.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri e seus colaboradores pelo apoio e auxílio no desenvolvimento da pesquisa. Em particular Elisângela, Cida, Fran, Teles, Claudio, João, Rover, Ezequiel, Junior e Sandra.

Aos colegas do Laboratório de Homeopatia e Saúde Vegetal da Epagri pela convivência, momentos de descontração e troca de conhecimentos.

A minha mãe pela força e carinho.

A minha companheira Marlúcia pela compreensão, afago e incentivo que sempre me dedicou.

Obrigado!

RESUMO

As espécies *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* são típicas de florestas da América do Sul, apresentam alto potencial econômico devido à qualidade da madeira. No Brasil, em virtude da exploração extrativa, essas espécies estão ameaçadas de extinção, restando poucos exemplares de plantas adultas em ecossistemas naturais. Por serem hermafroditas e de reprodução alógama, as plantas adultas mostram variação genética, tornando necessária seleção de matrizes superiores para plantios comerciais. Assim, o resgate, a propagação e a conservação são realizadas de forma vegetativa, a fim de preservar o potencial genético. Mesmo que a multiplicação via semente possa ser utilizada na produção de mudas, há limitações pela baixa disponibilidade e sazonalidade de produção, somado à dificuldade de coleta. Além disso, os frutos e semente sofrem o ataque do inseto-praga *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). Portanto, uma das estratégias de implantação de plantios está relacionada à viabilidade de enraizamento de estacas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar técnicas de resgate e propagação vegetativa de matrizes de *Cedrela* spp., bem como estudar a bioecologia de *H. grandella* nas condições de campo e laboratório. No estudo, avaliou-se a fenologia de *C. fissilis* no Planalto Sul Catarinense e conduziu-se experimentos de resgate de matrizes por propagação vegetativa através de estacas de brotações de copa e epicórmicas. O resgate por micropropagação de *C. odorata* e a avaliação do efeito de luzes de LED sobre desenvolvimento *in vitro*. A flutuação populacional de *H. grandella* foi avaliada a campo utilizando armadilhas contendo feromônio. Em laboratório foram realizados experimentos para avaliar o efeito de dietas alimentares sobre o desenvolvimento da broca-do-cedro e no campo foram coletos ramos com pupas para avaliação de ocorrência de parasitóides. Os resultados demonstraram alta correlação entre os estágios fenológicos de *C. fissilis* com a temperatura e ocasionando baixa sincronia do florescimento e frutificação, o que dificulta a disponibilidade de sementes. O anelamento a 20 e 40 cm acima do solo foi o mais eficiente para indução de brotações epicórmicas, do que semianelamento (20 e 40 cm). A propagação via estacas de brotações epicórmicas de *C. fissilis*, plantadas verticalmente em solo, apresentou 44% de enraizamento comparados a estacas de copa (2%). O resgate por micropropagação, utilizando explantes de matrizes de *C. odorata*, apresentou multiplicação de 4,16 brotos utilizando-se 0,28 μM de ácido

giberélico (GA3) e 8,8 μM de 6-benzilaminopurina (BAP), gerando 60% plântulas enraizadas com 4,9 μM de ácido indolbutírico (AIB). A luz de LED branca é mais eficiente para enraizamento e multiplicação de *C. odorata* do que as luzes LED azul, vermelho e rosa. A flutuação da população de *H. grandella* mostrou relação com a elevação da temperatura, pois entre os meses setembro a março foi possível verificar ocorrência através das capturas, além de mostrar que o feromônio utilizado não apresentou seletividade, coletando outros lepidópteros. Em coletas de campo foi constatada a presença do parasitóide *Podogaster* sp. emergidos de pupas de *H. grandella*. Os testes de dietas mostraram que folhas frescas de *C. fissilis* favoreceram o desenvolvimento da broca-do-cedro, ao passo que a adição de óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) em dieta artificial não possibilitou o desenvolvimento inicial de *H. grandella*. Os resultados desta pesquisa corroboram com métodos de resgate e a propagação de material genético de matrizes superiores de *C. fissilis* e *C. odorata* existentes entre remanescentes florestais, proporcionando sua conservação e produção de mudas. Além de Informações sobre comportamento da broca-do-cedro e eventos fenológicos de *Cedrela* spp. sob as condições climáticas do Planalto Sul Catarinense, a existência de parasitóides nativos que podem ser usados como controle biológico e testes sobre dieta artificial para uma criação massal de *H. grandella*.

Palavra-chave: *Meliaceae*. Micropropagação. Estaquia. Entomologia florestal. Flutuação de pragas.

ABSTRACT

The species *Cedrela fissilis* and *Cedrela odorata* are common in the South American forests, have high economic potential due to the quality of the wood. In Brazil, due to extractive exploitation, these species are threatened of extinction, with few specimens of adult plants remaining in natural ecosystems. Because they are hermaphroditic and allogamous reproduction, adult plants show genetic variation, making it necessary to select superior matrices for commercial plantations. Rescue, propagation and conservation studies to preserve the genetic potential are needed. Even though seed multiplication can be used in the production of seedlings, there are limitations due to the low availability and seasonality of seed production, added to the difficulty of harvest them. In addition, the fruits and seeds are damaged by the insect pest *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). Therefore, one of the multiplication strategies is related to the viability of rooting cuttings. The objective of the present work was to evaluate techniques of rescue and vegetative propagation of matrices of *Cedrela* spp., and to study the bioecology of *H. grandella* in the field and under laboratory conditions. The phenology of *C. fissilis* in the Planalto Sul Catarinense was studied and experiments to rescue matrices by vegetative propagation using cuttings from epicormic and canopy sprouts were carried out under controlled conditions. The rescue by micropropagation of *C. odorata* and the evaluation of the effect of LED lights in vitro development were also studied. The population fluctuation of *H. grandella* was evaluated in the field using traps containing pheromone. In the laboratory, experiments were carried out to evaluate the effect of diets on the development of *H. grandella* and in the field sprouts were collected with pupae to assess the occurrence of parasitoids. The results showed a high correlation between the phenological stages of *C. fissilis* and the temperature, causing a low synchrony of flowering and fruiting, hindering the availability of seeds. Girdling at 20 and 40 cm from ground level was more efficient for inducing epicormic sprouts than semi-girdling (20 and 40 cm). The propagation via cuttings of epicormic sprouts of *C. fissilis*, introduced vertically in soil, showed 44% of rooting compared to cuttings of canopy (2%). The rescue through micropropagation, using explants from *C. odorata* matrices, showed a multiplication of 4.16 sprouts using 0.28 μM gibberellic acid (GA3) and 8.8 μM 6-benzylaminopurine (BAP), generating 60% plants rooted with 4.9 μM of indolbutyric acid (IBA). The white LED light was more efficient for rooting

and multiplication of *C. odorata* than the blue, red and pink LED lights. The fluctuation of the population of *H. grandella* was related to the rise in temperature. Between September and March it was possible to verify the occurrence through the catches, in addition to showing that the pheromone used did not show selectivity, thus could collect other lepidoptera. In field plantation, the presence of the parasitoid *Podogaster* sp. emerged from pupae of *H. grandella*. The diet tests showed that fresh leaves of *C. fissilis* favoured the development of *H. grandella*, while the addition of andiroba oil (*Carapa guianensis* Aubl.), when added into artificial diet did not allow the initial development of *H. grandella*. The results of this research corroborate with methods of rescue and the propagation of genetic material of superior matrices of *C. fissilis* and *C. odorata* that are threatened of existing among forest remnants. The report of native parasitoids of *Cedrelela* spp. can indicate its potential biological control agents and tests on artificial diet for a mass creation of *H. grandella* is a required research.

Keywords: Meliaceae. Micropropagation. Cuttings. Forest entomology. Pest fluctuation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 — Planta de *Cedrela fissilis* em área de remanescente florestal, devidamente identificada com plaqueta de alumínio. São José do Cerrito- SC. 2018.25
- Figura 2 — Precipitação mensal acumulada e médias mensais de umidade relativa entre os meses de outubro de 2018 a outubro de 2019. São José do Cerrito-SC.27
- Figura 3 — Médias mensais de temperatura e eventos fenológicos de *Cedrela fissilis* entre os meses de outubro de 2018 a outubro de 2019 na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, São José do Cerrito-SC.28
- Figura 4 — Eventos fenológicos observados em *Cedrela fissilis*, na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, São José do Cerrito-SC. Folhas novas (A), folhas velhas (B), floração (C) desfolha completa (D).....29
- Figura 5 — Estacas de *Cedrela fissilis* obtidas a partir de brotação de copa (A), mantidas em casa de vegetação em bandejas plásticas (B), mantidas cobertas com filme plástico transparente para formação de uma câmara úmida (C). Lages-SC.....37
- Figura 6 — Indução de brotações epicórmicas em árvores matrizes de *Cedrela fissilis*, após 52 dias, oriundas de anelamento realizado a 20 cm de altura acima do solo durante a primavera 2018 (A), verão 2018 (B) e outono 2019 (C); e anelamento realizado a 40 cm acima do solo durante a primavera 2018 (D), verão 2018 (E) e outono 2019 (F).40
- Figura 7 — Enraizamento de estacas de árvores matrizes de *Cedrela fissilis*, após 60 dias, oriundas de brotações da copa: estacas apicais e estacas intermediárias (A), estacas apicais enraizadas (B) e de brotações epicórmicas: estacas plantadas verticalmente em covas (C-D) e horizontalmente em sulcos (E-F).....43
- Figura 8 — Tamanhos de explante de *Cedrela odorata*: gemas axilares (A) e segmentos nodais (B) utilizados no estabelecimento *in vitro*.50
- Figura 9 — Brotações de ramos de copa coletadas de árvores adultas de *Cedrela odorata* aos 35 dias de plantio (A-B).53
- Figura 10 — Brotações de explantes de *Cedrela odorata* cultivados *in vitro* e suplementados com diferentes concentrações de reguladores de

crescimento. Explantes mantidos em câmara de crescimento (A), brotação de explante de segmento nodal após 20 dias de cultivo *in vitro* (B-C), explante de gema axial após 16 dias de cultivo *in vitro* (D) e explante contaminado por fungos após 17 dias de cultivo *in vitro* (E).
54

- Figura 11 — Brotação de *Cedrela odorata* cultivados *in vitro* e suplementados com diferentes concentrações de reguladores de crescimento. Culturas mantidas em câmara de crescimento em frascos de vidro de 350 mL por 20 dias (A), culturas mantidas em câmara de crescimento em frascos de vidro de 350 mL por 30 dias (B) e culturas suplementadas com 0,28 µM GA3 e 8,8 µM BAP (C-D).56
- Figura 12 — Culturas de *Cedrela odorata* enraizadas *in vitro* suplementados com diferentes concentrações de auxinas. Culturas mantidas em câmara de crescimento em frascos de vidro submetidas as auxinas AIB, AIA e ANA (A), culturas enraizadas com AIB mantidos por 30 dias (B-C) e culturas enraizadas com ANA mantidos por 30 dias (D).58
- Figura 13 — Número de brotos (A), taxa de brotação (B), comprimento de broto (C) e oxidação (D) de *Cedrela odorata* em cultivo *in vitro* sob o efeito do tipo de luzes de LEDs (azul, branco, rosa e vermelho).65
- Figura 14 — Multiplicação de *Cedrela odorata in vitro* sob o efeito de diferentes fontes de luz. Sala de crescimento contendo diferentes fontes de luz LEDs (A), culturas utilizadas na multiplicação (B), culturas multiplicadas sob luz branco (C) e cultura multiplicada com clorose e oxidada sob luz vermelha (D).67
- Figura 15 — Culturas de *Cedrela odorata* enraizadas *in vitro* em meio com concentrações de AIB e sob o efeito de diferentes tipos de luz. Enraizamento com 4,9 µM de AIB em luz branco (A-B), enraizamento com 9,8 µM de AIB em luz branco (C) e plantas aclimatizadas após 30 dias (D).69
- Figura 16 — Brotos de *Cedrela fissilis* danificados por *Hypsipyla grandella* (A) e pupas mantidas em caixas de plástico (B).75
- Figura 17 — Flutuação populacional de mariposas de *Hypsipyla grandella*, *Tolyte* sp.; *Titya nr. proxima* e *Ennominae* sp. no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015, Fraiburgo-SC.77

Figura 18 — Dados de umidade e precipitação mensal acumulada durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015 em Fraiburgo-SC.	78
Figura 19 — Flutuação populacional de mariposas de <i>Hypsipyla grandella</i> , <i>Tolype</i> sp., <i>Titya</i> nr. <i>proxima</i> e <i>Ennominae</i> sp. no período de janeiro a dezembro de 2019. São José do Cerrito-SC.	79
Figura 20 — Dados de umidade e precipitação mensal acumulada durante o período de janeiro a dezembro de 2019 em São José do Cerrito-SC.....	80
Figura 21 — Fotografias de exemplar de <i>Podogaster</i> sp. vista lateral (A); mesoscutum (B); asa anterior (C); Metasoma (vista lateral) (D). Barra= 1000 μ M.....	82
Figura 22 — Criação de <i>Hypsipyla grandella</i> . Gaiolas de Criação (A) e placa de Petri com algodão embebido com solução contendo 10% de mel e água destilada (B).....	86

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 — Valores da análise de correlação de Spearman (rs) entre os fatores climáticos e eventos fenológicos de *Cedrela fissilis*, na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, São José do Cerrito-SC.....30
- Tabela 2 — Índice de sincronia de eventos fenológicos entre populações de *Cedrela fissilis*, na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, São José do Cerrito-SC.32
- Tabela 3 — Percentagem de sobrevivência das árvores aneladas (SBA), árvores com brotos (AB), número médio de brotos (NB), comprimento médio dos brotos (CB) e diâmetro médio dos brotos (DB) de árvores matrizes de *Cedrela fissilis*, submetidas aos tratamentos de anelamento e semianelamento a 20 e 40 cm altura acima do solo durante a primavera 2018, verão 2018 e outono 2019.39
- Tabela 4 — Porcentagem de sobrevivência (SB), enraizamento (ER), número de raízes por estaca (NR), comprimento das raízes (CR) e presença de calos (C) de estacas de brotações de copa e epicórmicas de *Cedrela fissilis*, após 60 dias mantidos em casa de vegetação. Lages-SC.42
- Tabela 5 — Sobrevivência (%), regeneração (%), contaminação fúngica (%) e oxidação (%) de gema axilar (0,5 cm) e segmento nodal (1,0 cm) de *Cedrela odorata* em meio de cultura com adição ou não de PPM®...54
- Tabela 6 — Taxa de multiplicação (%), número de brotos, comprimento de brotos (mm) e oxidação (%) de *Cedrela odorata* multiplicados *in vitro* sob diferentes concentrações de 6-benzilaminopurina (BAP) adicionados a doses de ácido giberélico (GA3), após 30 dias de cultivo. Lages-SC. .55
- Tabela 7 — Enraizamento (%), número de raízes e comprimento de raízes (cm) de *Cedrela odorata* sob diferentes concentrações de auxinas.....59
- Tabela 8 — Sobrevivência (%) de plântulas aclimatizadas com e sem raiz de *Cedrela odorata*.59
- Tabela 9 — Enraizamento, número de raiz, comprimento de raiz (mm) e oxidação (%) de *Cedrela odorata* enraizadas *in vitro* sob o efeito do tipo de luzes de LEDs (azul, branco, rosa e vermelho) e diferentes concentrações de ácido indolbutírico - AIB (4,9 e 9,8 μ M), durante cinco semanas. Lages-SC.68

Tabela 10 — Análise faunística de espécies de Lepidópteros capturados em armadilhas do tipo Delta nos municípios de Fraiburgo e São José do Cerrito, Santa Catarina, Brasil.	76
Tabela 11 — Ingredientes utilizados no preparo de dieta artificial para a criação, em laboratório de <i>Hypsipyla grandella</i> . Lages-SC. 2019.	87
Tabela 12 — Sobrevivência (%), ciclo (dias), peso (mg) e comprimento (mm) de lagartas de <i>Hypsipyla grandella</i> em testes de dietas alimentares. Lages-SC.	88
Tabela 13 — Sobrevivência (%), ciclo (dias), peso (mg) e comprimento (mm) de pupas de <i>Hypsipyla grandella</i> em testes de dietas alimentares. Lages-SC.	90
Tabela 14 — Sobrevivência (%), ciclo (dias), peso (mg) e comprimento (mm) de adultos de <i>Hypsipyla grandella</i> em testes de dietas alimentares. Lages-SC.	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	18
2	FENOLOGIA DE <i>Cedrela fissilis</i> Vell. NA MESORREGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA	23
2.1	RESUMO.....	23
2.2	INTRODUÇÃO	23
2.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
2.5	CONCLUSÕES	32
3	RESGATE VEGETATIVO DE <i>Cedrela fissilis</i> Vell. VIA ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE BROTO EPICÓRMICOS E DE COPA.....	33
3.1	RESUMO.....	33
3.2	INTRODUÇÃO	34
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.3.1	Indução de brotos epicórmicos	35
3.3.2	Enraizamento de estacas de brotos epicórmicos	36
3.3.3	Enraizamento de estacas de brotos de copa.....	37
3.3.4	Análise estatística	38
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.4.1	Indução de brotos epicórmicos	38
3.4.2	Enraizamento de estacas de brotos epicórmicos e de copa.....	42
3.5	CONCLUSÃO.....	45
4	MICROPROPAGAÇÃO NO RESGATE VEGETATIVO DE ÁRVORES ADULTAS DE <i>Cedrela odorata</i> L.....	47
4.1	RESUMO.....	47
4.2	INTRODUÇÃO	48
4.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4.3.1	Produção de explantes	49
4.3.2	Assepsia e estabelecimento <i>in vitro</i>.....	50
4.3.3	Multiplicação <i>in vitro</i>.....	51
4.3.4	Enraizamento e aclimatização.....	51
4.3.5	Análise estatística	52
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52

4.4.1	Estabelecimento e regeneração de brotos <i>in vitro</i>	52
4.4.2	Multiplicação <i>in vitro</i>	55
4.4.3	Indução de raiz e aclimatizaçã o	57
4.5	CONCLUSÕES	60
5	EFEITO DA QUALIDADE DE LUZ NA MULTIPLICAÇÃO E ENRAIZAMENTO <i>IN VITRO</i> DE <i>Cedrela odorata</i> L.....	61
5.1	RESUMO.....	61
5.2	INTRODUÇÃO	61
5.3	MATERIAL E MÉTODOS	63
5.3.1	Origem do material e multiplicação <i>in vitro</i>.....	63
5.3.2	Enraizamento <i>in vitro</i> e aclimatização.....	64
5.3.3	Análise Estatística.....	64
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
5.5	CONCLUSÃO.....	70
6	<i>Hypsipyla grandella</i> (ZELLER, 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EM CEDRO: FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E INIMIGOS NATURAIS	71
6.1	RESUMO.....	71
6.2	INTRODUÇÃO	71
6.3	MATERIAL E MÉTODOS	73
6.3.1	Flutuação populacional de <i>Hypsipyla grandella</i>.....	73
6.3.2	Inimigos naturais de <i>Hypsipyla grandella</i>.....	74
6.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
6.4.1	Resultado da flutuação populacional de <i>Hypsipyla grandella</i>	75
6.4.2	Resultado de inimigos naturais de <i>Hypsipyla grandella</i>	81
6.5	CONCLUSÃO.....	83
7	EFEITO DE ÓLEO DE ANDIROBA (<i>Carapa guianensis</i> Aubl.) NA CRIAÇÃO DE <i>Hypsipyla grandella</i> (ZELLER, 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)	84
7.1	RESUMO.....	84
7.2	INTRODUÇÃO	84
7.3	MATERIAL E MÉTODOS	86
7.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
7.5	CONCLUSÃO.....	91

8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
	REFERÊNCIAS.....	96

1 INTRODUÇÃO GERAL

As espécies de cedro têm sido altamente valorizadas pelas características peculiares de leveza, resistência moderada a xilófagos da madeira e de ser fonte de óleo essencial utilizado na indústria cosmética e de preparos medicinais (CARVALHO, 2003, PEÑA-RAMÍREZ *et al.*, 2010; ROSALES-CASTRO *et al.*, 2016). As espécies de cedros pertencem a família botânica *Meliaceae* que compreende, mundialmente, cerca de 50 gêneros e 550 espécies. No Brasil predominam 84 espécies distribuídas em sete gêneros: *Cabralea*, *Carapa*, *Cedrela*, *Guarea*, *Melia*, *Swietenia* e *Trichilia* (FLORES; SOUZA; COELHO, 2017).

O gênero *Cedrela* apresenta oito espécies distribuídas pela América tropical e subtropical, com três espécies presentes no Brasil: *Cedrela fissilis* (Vellozo), *Cedrela lilloi* (C. DC.) e *Cedrela odorata* (Linnaeus) (CERVI *et al.*, 2008). No sul do Brasil, a espécie *Cedrela fissilis* encontra em Floresta Estacional Decidual das bacias do Paraná, Alto Uruguai e Jacuí, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista. Por outro lado, a espécie *Cedrela odorata* pode ser encontrado no Paraná e Santa Catarina, nas mesmas formações florestais, assim como a *Cedrela lilloi* ocorre no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (GRINGS; BRACK, 2011; CNCFlora, 2020). Devido a intensa exploração, *C. fissilis* e *C. odorata* passaram a fazer parte da lista de espécies ameaçadas de extinção pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2014), e da lista Vermelha de espécies ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza (MARK; RIVERS, 2017, BARSTOW, 2018).

No bioma Mata Atlântica, em que abrigam espécies de cedro, restaram apenas 11% da vegetação original (STEHMANN *et al.*, 2009). Em particular, no Estado de Santa Catarina estima-se que exista somente 27.555 Km² da vegetação florestal nativa, aproximadamente 28,9% do original, alterada devido a intensa exploração madeireira, expansão agropecuária e o crescimento das cidades (VIBRANS *et al.*, 2012). A ocorrência esparsa de indivíduos das espécies de cedro nas matas, associada à redução dos remanescentes florestais deixa essas espécies vulneráveis, restrita a variabilidade genética e com baixa multiplicação continuada nas matas nativas e por conseguinte, ficam ameaçadas de extinção (BRASIL, 2014; GASPER *et al.*, 2017). Por outro lado, o gênero *Cedrela* por se tratar de espécies hermafroditas, com reprodução predominantemente alogâmica possui grande

variação genética, com possibilidades de seleção de genótipos de matrizes com características superiores desejadas (CARVALHO, 2003).

A produção de mudas de cedro através de semente torna-se difícil devido a obtenção de sementes seja pela sazonalidade de dispersão, inviabilidade por contaminação, a distância das matrizes progenitoras e à dificuldade de escalar as árvores (SANTOS; TAKAKI, 2005; ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2017). A propagação vegetativa é considerada uma estratégia ao resgate de espécies florestais nativas, proporcionando multiplicação de material clonal com potencial fenotípico (CUSATINS, 2014; BADILLA; XAVIER; MURILLO, 2016). Entretanto, a propagação vegetativa por estaquia em espécies florestais, de modo geral, pode apresentar dificuldade no enraizamento (PEÑA-RAMÍREZ *et al.*, 2010). A dificuldade de enraizamento de algumas espécies florestais deve-se em partes, à idade ontogenética do tecido vegetal (ALMEIDA; XAVIER; DIAS, 2007). As raízes de estaquia são adventícias, originadas de tecido não radicular (DRUEGE *et al.*, 2019). Em *Cedrela fissilis*, os resultados mostram baixa taxa de enraizamento e alta taxa de brotação proveniente de material lenhoso (WALTRICK *et al.*, 2016). O mesmo comportamento ocorre para *Cedrela odorata* (ROBERT *et al.*, 2020)

A capacidade de formação de raízes adventícias e de multiplicação de material pode ser alterada pelo rejuvenescimento dos tecidos (STUEPP *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2015). A idade ontogenética pode ser alterada pela reprogramação celular utilizando métodos como micropropagação, indução de brotos epicórmicos, brotos juvenis de plantas adultas, uso de miniestacas de *seedlings* e propagação por enxertia (STUEPP *et al.*, 2018; ZHANG; SUN; LI, 2020). Diante deste fato, é necessária a criação de estratégias que promovam a conservação da espécie, conseqüentemente, conduzindo para o aumento de estudos sobre métodos de propagação adequados.

A utilização de estacas proveniente de indução de brotos epicórmicos por anelamento completo, semianelamento e a decepa dos caules das árvores têm mostrado excelentes resultados na capacidade de enraizamento de espécies florestais (DIAS *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.* 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2018). Contudo, ainda existem poucos trabalhos relacionados a algumas espécies nativas brasileiras (STUEPP *et al.*, 2018). Além disso, é incerto a reação das diferentes espécies de cedro à época de realização da indução (FERRIANI *et al.*, 2011; SÁ *et*

al., 2018), à própria técnica adequada a indução de brotações (PEREIRA *et al.*, 2017b) e à influência do genótipo (PIMENTEL *et al.*, 2019).

Estudos sobre propagação de miniestacas de *C. fissilis* na multiplicação de material rejuvenescidos têm mostrado resultados satisfatórios, mas se restringem a utilização de *seedlings* (XAVIER; SANTOS; OLIVEIRA, 2003, XAVIER *et al.*, 2003). Outros trabalhos, envolvendo pesquisas sobre micropropagação desta espécie, carecem da utilização de explantes fornecidos de matrizes florestais existentes (NUNES *et al.*, 2002; AMARAL, 2006). Também, outras pesquisas utilizando explantes de matrizes *Cedrela odorata* são iniciais (GARCÍA-GONZÁLES *et al.*, 2011), restringindo o sucesso de multiplicação de material seminal, com maior capacidade de regeneração na fase de introdução de explantes (PÉREZ *et al.*, 2002; VALVERDE-CERDAS; ROJAS-VARGAS; HINE-GÓMEZ, 2008).

O crescimento e desenvolvimento de explantes mantidos *in vitro* em meio de cultura são dependentes de reguladores de crescimento vegetal como os tipos citocinina (6-Benzilaminopurina - BAP), auxina (ácido indolbutírico - AIB) e giberelina (ácido giberélico - GA3) (ALMEIDA *et al.*, 2020). Além disso, o controle das condições de umidade, temperatura e luz podem favorecer a cultura (AZMI; AHMAD; IBRAHIM, 2016). A fonte de luz tem mostrado um importante componente físico que atua sobre as fases *in vitro* (CIOĆ *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2018).

Uma segunda dificuldade de cultivo dos cedros é a ramificação do fuste provocada pela broca *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). A ocorrência dessa praga tem alterado a qualidade da madeira, pois o dano pode ocorrer ainda em mudas jovens plantadas a campo (LUNZ *et al.*, 2009). O dano de *H. grandella* altera o desenvolvimento das plantas, podendo levar à morte ou a bifurcação do fuste, reduzindo rendimento na indústria moveleira (CASTRO; MONTALVÃO; MONNERAT, 2018).

No controle de *H. grandella* vem sendo utilizado os métodos físico, químico, biológico, cultural e silvicultural (COSTA, 2013; EMBRAPA, 2011; DIONISIO *et al.*, 2016). O uso de agrotóxicos pode provocar graves problemas ambientais como a contaminação dos solos e águas, sem garantias de sua eficiência, pelo longo ciclo da planta até seu uso (PERES *et al.*, 2005). Também, quando usados por período prolongado induzem a resistência de pragas e mortalidade de inimigos naturais (MORSE, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2005). Além disso, encarecem o custo de controle da praga em plantios. Medidas alternativas no controle de pragas permitem diminuir

o uso dos agrotóxicos (HOLTZ *et al.*, 2016). Estas medidas de controle devem considerar a bioecologia da praga na região de ocorrência, permitindo que a população dos insetos não alcance o nível de dano econômico.

Segundo Gómez-Piñerez (2014), estudos da bioecologia dos insetos-praga são fundamentais para uma efetiva aplicação no manejo eficiente de pragas. A substituição dos agrotóxicos pode ser através da utilização de repelentes como metabólicos secundários e uso de armadilhas atrativas (BORGES, 2017). Atualmente, vem se adotando medidas preventivas como o controle biológico com uso de predadores e parasitoides na diminuição de populações de insetos a campo (BERTI-FILHO; MACEDO, 2010). O desenvolvimento de medidas de controle requer manutenção de espécimes que possa ser estudada em condições controladas. Para tanto é necessário o estabelecimento de técnicas que permitam a criação de insetos sobre condições artificiais (BARRADAS-JUANZ *et al.*, 2016).

Diante do acima exposto, objetivou-se realizar o resgate de estruturas vegetais e realizar testes de propagação de *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* presentes em remanescentes florestais no Planalto Sul Catarinense., além de realizar estudos de bioecologia da broca-do-cedro, *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). Sendo assim, o trabalho encontra-se organizado em cinco capítulos.

No primeiro capítulo é relatado o estudo a campo dos eventos fenológicas de *Cedrela fissilis* e sua interação em relação aos dados climáticos na obtenção de informações do comportamento como florescimento e frutificação na região do Planalto Sul Catarinense.

No segundo capítulo são apresentados os resultados obtidos de métodos de resgate de *Cedrela fissilis* por meio da indução de brotações epicórmicas e enraizamento de estacas de brotações de copa e de brotações epicórmicas de plantas matrizes.

O terceiro capítulo trata do resgate e multiplicação *in vitro* de *C. odorata* utilizando-se como explantes de brotações de ramos de copa e avaliação do efeito de concentrações de ácido giberélico (GA3) e 6-benzilaminopurina (BAP), na fase de multiplicação, e o efeito do tipo de auxinas - ácido indolbutírico (AIB), ácido indol-3-acético (AIA), ácido naftalenoacético (ANA) e sem regulador (controle) - na fase de enraizamento e aclimatização.

No quarto capítulo são apresentados experimentos de avaliação do efeito de luzes LED (azul, vermelho, branco e rosa) na fase de multiplicação *in vitro* de culturas de *C. odorata* e a interação de luzes LED e concentração de AIB no enraizamento *in vitro*.

O quinto capítulo relaciona-se a estudos da flutuação de *H. grandella* e a captura de insetos associados, através do uso de feromônio experimental, bem como avaliação de parasitoides relacionados a praga.

O sexto capítulo relaciona a criação artificial de *H. grandella* utilizando diferentes dietas e a utilização de óleo de andiroba como ingrediente.

2 FENOLOGIA DE *Cedrela fissilis* Vell. NA MESORREGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA

2.1 RESUMO

Cedrela fissilis é uma espécie florestal com alto valor comercial e de ocorrência natural em diferentes altitudes da Mata Atlântica. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a fenologia de cedro-rosa sob as condições climáticas da região serrana de Santa Catarina, no sul do Brasil. O estudo foi realizado em remanescente florestal da Mata Ombrófila Mista do município de São José do Cerrito, SC. Avaliaram-se, mensalmente, durante outubro de 2018 a outubro de 2019, os eventos fenológicos: (I) queda foliar, (II) brotação (III), floração (IV) e frutificação (IV) em 17 indivíduos adultos. Foram analisadas a frequência dos eventos fenológicos e a correlação simples de Spearman (r_s) com as variáveis climáticas temperatura, umidade relativa e precipitação. Os dados demonstraram que indivíduos são sincrônicos para brotação e queda foliar. Já a floração e frutificação apresentam baixa sincronia. A temperatura é fator climático mais correlacionado à dormência da espécie. O estágio de queda foliar ocorreu de abril a setembro. A floração ocorreu no período de novembro a janeiro com frutificação de fevereiro a junho. A presença de frutos no inverno mostra florescimento tardio, influenciado pela temperatura e indicação de que a espécie é de dias longos para floração. Portanto, a época mais apropriada para coleta de sementes nas condições climáticas da região serrana de Santa Catarina é de janeiro a junho.

Palavras-chave: *Meliaceae*. Cedro-rosa. Frutificação. Espécie caducifolia.

2.2 INTRODUÇÃO

O cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) é uma das espécies florestais mais cobiçadas pela indústria moveleira e, portanto, tem sido intensamente explorada na condição de ocorrência natural. Encontra-se distribuído pelo bioma da Mata Atlântica, sendo a madeira recomendado para a fabricação de móveis, recipientes

para fermentados e confecção de instrumentos musicais (LORENZI, 1992; RIOESPA, 2008). Contudo, a Mata Atlântica apresenta alta degradação da biodiversidade com grandes perdas das áreas naturais, cujas estimativas apontam remanescente de apenas 11% da vegetação original (STEHMANN *et al.*, 2009).

O processo de alteração da vegetação natural, segundo Vibrans *et al.* (2012), foi devido a intensa exploração florestal, dificultando a capacidade de regeneração das espécies, em decorrência da diminuição de matrizes que atualmente encontram-se isoladas em remanescentes florestais fragmentados (CARVALHO, 2003). Por ser uma espécie predominante alógama com dispersão anemocórica por sementes, o isolamento com a fragmentação florestal tem dificultado o fluxo gênico (RIOESPA, 2008).

A compressão da fenologia de espécies florestais pode contribuir no manejo de árvores matrizes e possibilitar a intervenção no processo de exploração de recursos florestais com coleta adequada de sementes (ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2017). Sementes são a principal forma de propagação da espécie o que propicia a conservação *ex situ* e a manutenção de material genético, além de contribuir habitat para fauna local (ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2017). Além disso, tem-se relatado que o crescimento de *C. fissilis* é influenciado pelo ataque de *Hypsipyla grandella*. Segundo Borges (2017), estudos sobre desenvolvimento de plantas de cedro podem colaborar com a compreensão do comportamento da praga na região, possibilitando medidas de controle.

Variações climáticas influenciam a fisiologia de plantas (BRITO NETO *et al.*, 2018) e os eventos fenológicos de *C. fissilis* são reguladas por fatores climáticos, condições locais e biologia da espécie (PINHEIRO; MARAGON; PAIVA, 1990). Nas condições de clima subtropical no Brasil, a temperatura pode alterar o comportamento das plantas de *C. fissilis*, mostrando ser decidual no período de inverno, levando à perda de todas as folhas, retomando as brotações na primavera (SANTOS; TAKAKI, 2005).

Esta pesquisa teve o objetivo de avaliar a fenologia de árvores matrizes de *Cedrela fissilis* Vell. em condições ambientais da Floresta Ombrófila Mista, na mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina e correlacionar os eventos fenológicos com os fatores climáticos.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de outubro de 2018 a outubro de 2019, em área de remanescente florestal do bioma Mata Atlântica, fitofisionomia Floresta Ombrófila mista, na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, município de São José do Cerrito-SC. A localização tem como coordenadas 27°42'55.52"S e 50°30'24.29"O. O clima predominante é Cfb de Köppen, com temperatura média anual de 16,5 °C e precipitação média anual de 1.600 mm (PANDOLFO *et al.*, 2002). Plantas adultas de *C. fissilis*, no total de 17 indivíduos, foram localizadas ao acaso, na área amostrada e marcadas com plaquetas de alumínio, registrando-se a alturas e o diâmetro à altura do peito (DAP 1,30 m) de todas as árvores (Figura 1).

Figura 1 — Planta de *Cedrela fissilis* em área de remanescente florestal, devidamente identificada com plaqueta de alumínio. São José do Cerrito- SC. 2018.



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As avaliações foram mensais com registro dos seguintes eventos fenológicos: (I) queda foliar, iniciada pelo amadurecimento e culminando com a queda de folhas maduras; (II) brotação, pelo aparecimento de folhas novas até a queda das folhas do

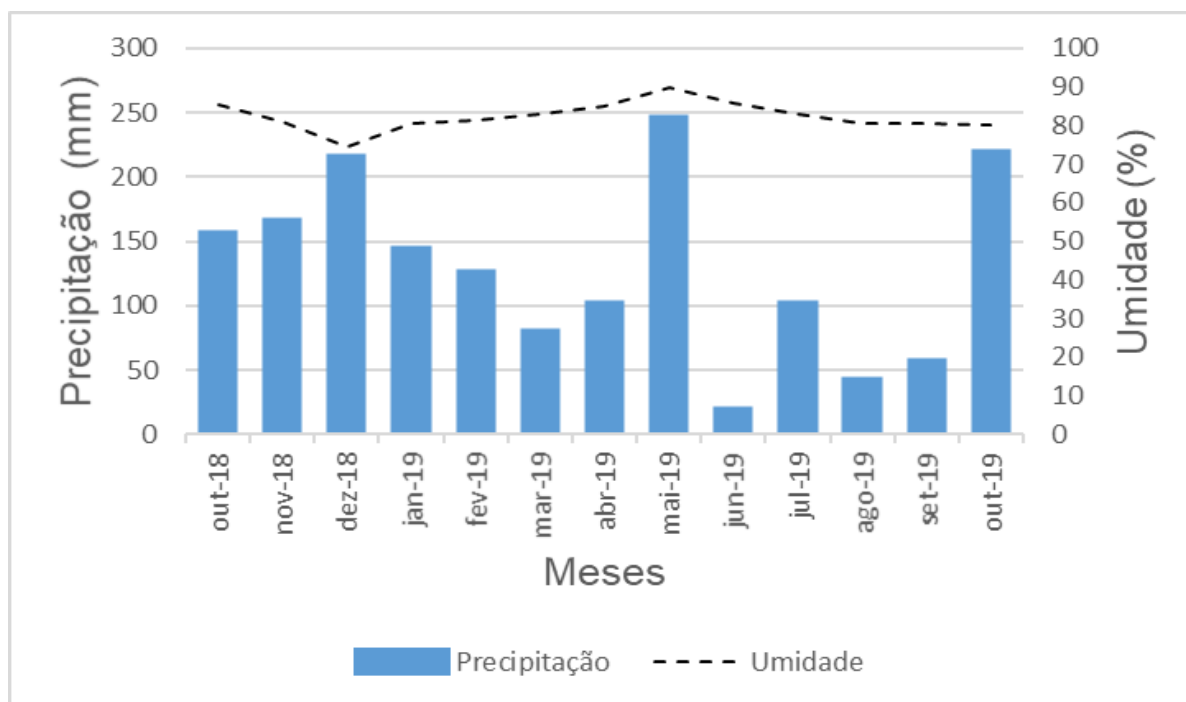
ciclo anterior; (III) floração, com emissão do botão floral e finalização pela antese; (IV) frutificação, período que se inicia com frutos imaturos, passando pelo amadurecimento, abertura do fruto e dispersão de sementes. Estimou-se a frequência do evento fenológico, utilizando-se o índice de intensidade (BENCKE; MORELLATO, 2002), onde: (a) assincrono, quando <20% de indivíduos na fenofase; (b) baixa sincronia, tem 20-60% de indivíduos na fenofase e (c) alta sincronia em que >60% dos indivíduos na fenofase.

Os fatores climáticos considerados para correlação simples de Spearman (r_s) foram: (a) umidade relativa instantânea (%) - média mensal; (b) temperatura média do ar diária ($^{\circ}\text{C}$) - média mensal e (c) precipitação (mm) - soma mensal. O nível de correlação de Spearman (r_s) foi categorizado, segundo Brito Neto *et al.* (2018), nas seguintes escalas: (a) $r_s < 0,20$ = a correlação é negligenciável; (b) $0,20 < r_s < 0,40$ = a correlação é fraca; (c) $0,40 < r_s < 0,60$ = a correlação é moderada; (d) $0,60 < r_s < 0,80$ = a correlação é forte; (e) $r_s > 0,80$ = a correlação é muito forte. As informações climáticas foram fornecidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina EPAGRI, estação meteorológica de Lages-SC, dista 40 km da área de estudo.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Árvores adultas de *C. fissilis*, amostradas apresentaram altura de 11 a 26 metros e diâmetro acima do peito (DAP) de 16 a 73 cm. Segundo Pereira e Tonini (2012), os dados da observação da fenologia em áreas nativas são indicativos do comportamento predominante de uma espécie na região de ocorrência. A umidade relativa mínima, média mensal foi de 74,66% e a máxima de 89,86 %, demonstrando baixa variação (Figura 2). Por outro lado, a precipitação mensal acumulada apresentou mínima de 13,6 mm e a máxima de 214 mm.

Figura 2 — Precipitação mensal acumulada e médias mensais de umidade relativa entre os meses de outubro de 2018 a outubro de 2019. São José do Cerrito-SC.

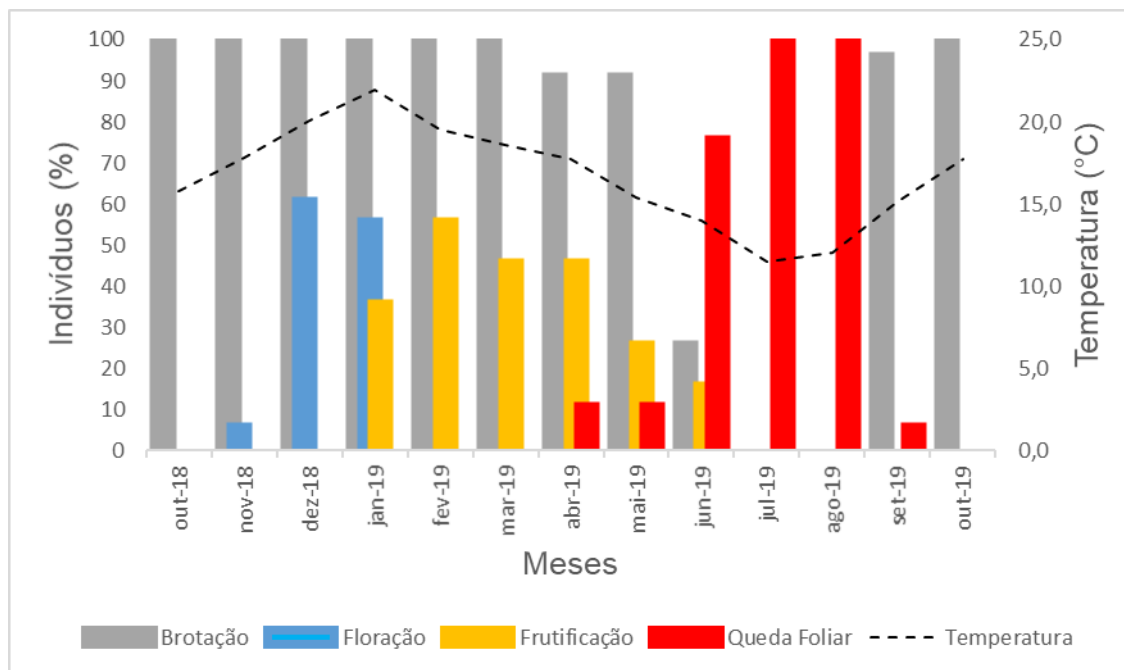


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Na avaliação as maiores precipitações ocorreram de outubro a dezembro entre os períodos de início da floração para frutificação, sob temperaturas mais altas (Figura 2). Contudo, este comportamento da floração e frutificação parece diferente para regiões de clima tropical, em que temperaturas são constantes, como apresentado por Medeiros *et al.* (2016) que observaram o maior percentual de floração e frutificação de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae) ocorria nos meses de agosto a outubro com os menores valores de precipitação pluviométrica, nas condições de Belém, Pará.

O evento fenológico de brotação e desenvolvimento das folhas de *C. fissilis* iniciou-se no mês de setembro e estendeu-se até final de março (Figura 3). Esses valores são similares aos encontrados no Paraná (ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2017). Os indivíduos observados demonstraram hábito anual decíduo. A queda de folhas, sendo de clima subtropical a temperado, iniciou-se em abril, com menor intensidade e estendeu-se até o final de setembro. Foi mais evidente a queda foliar entre os meses de maio, junho e julho em 100% das árvores (Figura 3).

Figura 3 — Médias mensais de temperatura e eventos fenológicos de *Cedrela fissilis* entre os meses de outubro de 2018 a outubro de 2019 na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, São José do Cerrito-SC.



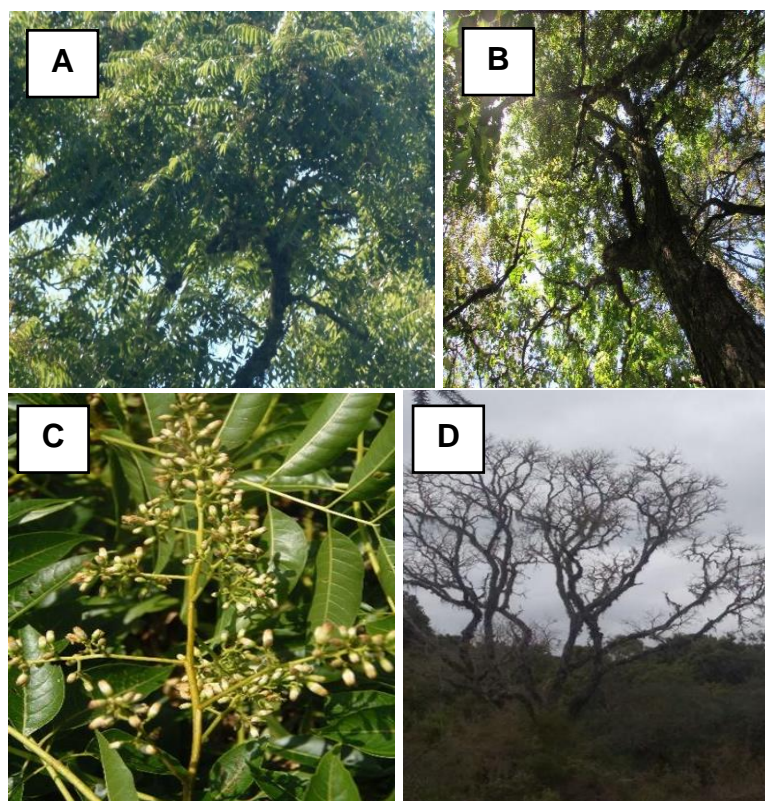
Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Santos e Takaki (2005) observaram no município de Itirapina, estado de São Paulo, que a queda foliar de *C. fissilis* apresentou relação com a diminuição da precipitação e da temperatura, e pico de queda no mês de julho, como observado na pesquisa. Pinheiro, Maragon e Paiva (1990) observaram os mesmos resultados da queda de folhas de *C. fissilis* em julho onde a temperatura apresentou seu valor mais baixo em Viçosa, MG. O período de repouso (dormência) em plantas é uma estratégia para sincronizar com os polinizadores ou evitar estações desfavoráveis às plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Este comportamento de queda foliar parece acontecer em *C. fissilis* em períodos mais frios.

De acordo com Van Schaik, Terborgh e Wright (1993), as plantas são influenciadas por fatores abióticos, como o caso de florestas tropicas, em que estresse hídrico atmosférico é fator determinante, em que estações chuvosas concentram os eventos de brotações, floração e frutificação como estratégia de sobrevivência das mudas. Na pesquisa, para a região subtropical os eventos brotações, floração e frutificação concentraram nas estações com maior temperatura

e precipitação. Não ocorrendo os mesmos eventos na estação mais fria, em que são mais secos, exceto pelo mês de maio (Figura 2, Figura 3 e Figura 4).

Figura 4 — Eventos fenológicos observados em *Cedrela fissilis*, na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, São José do Cerrito-SC. Folhas novas (A), folhas velhas (B), floração (C) desfolha completa (D).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Estudos fisiológicos demonstram que a dormência em *C. fissilis* está associada a evento de estresses como diminuição da temperatura e precipitação. Para Santos e Takaki (2005) a perda total de folhas está relacionada com a economia de água em plantas em período mais seco e frio, levando a uma diminuição nas trocas gasosas e conseqüentemente uma redução na atividade fotossintética.

Constatou-se que o evento fenológico de floração de *C. fissilis* ocorreu entre os meses de novembro a janeiro, enquanto a frutificação iniciou com enchimento de frutos de fevereiro a março, seguindo-se a maturação nos meses de março a junho

(Figura 3). Foi verificado grande aborto de frutos, ao longo do amadurecimento, e frutos mortos, provavelmente devido à frutificação tardia.

Segundo Bassaco e Nogueira (2019), a presença de fruto de *Sebastiania brasiliensis* (Euphorbiaceae) são influenciados por fatores climáticos como temperaturas, comprimento do dia e a presença de polinizadores. A frutificação tardia e aborto de alguns frutos no estudo pode indicar que os mesmos fatores interferem, contudo, os meses de frio inviabilizam a maturação dos frutos. Em Viçosa/MG, a maior presença de floração de *Cedrela fissilis* foi observada no mês de outubro, apresentando altas temperaturas e baixas precipitações (PINHEIRO; MARAGON; PAIVA, 1990).

A análise de correlação de Spearman entre os eventos fenológicos de *C. fissilis* e as variáveis climáticas mostrou correlação positiva da temperatura com a brotação ($r_s=0,70$) e com a floração ($r_s=0,65$) e negativa com a queda foliar ($r_s=-0,89$) (Tabela 1). As correlações envolvendo os eventos fenológicos com as variáveis climáticas umidade relativa e precipitação foram baixas.

Tabela 1 — Valores da análise de correlação de Spearman (r_s) entre os fatores climáticos e eventos fenológicos de *Cedrela fissilis*, na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, São José do Cerrito-SC.

Fatores climáticos	Fase Fenológica	Spearman (r_s)
Temperatura	Brotação	0,70 *
	Queda foliar	-0,89 *
	Floração	0,65 *
	Frutificação	0,45 ^{ns}
Umidade relativa	Folha	-0,31 ^{ns}
	Queda foliar	0,12 ^{ns}
	Flor	-0,52 *
	Fruto	0,42 *
Precipitação	Folha	0,44 ^{ns}
	Queda foliar	-0,49 *
	Flor	0,39 ^{ns}
	Fruto	-0,11 ^{ns}

^{ns}: Não significativo. * Significativo a 5% de probabilidade. Correlação é negligenciável ($r_s < 0,20$); correlação é fraca ($0,20 < r_s < 0,40$); correlação é moderada ($0,40 < r_s < 0,60$); correlação é forte ($0,60 < r_s < 0,80$); a correlação é muito forte ($r_s > 0,80$).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Avaliando os eventos fenológicos de *Sebastiania brasiliensis* no município de Araucária (PR), Bassaco e Nogueira (2019), obtiveram resultados semelhantes com nossa pesquisa, apresentando correlação positiva entre temperatura e brotações de folhas ($r_s = 0,73$; $P > 0,05$) e muito forte entre botão floral e temperatura ($r_s = 0,89$; $P > 0,05$). A queda foliar teve alta correlação negativa com a temperatura ($r_s = -0,81$; $P > 0,05$). Müller e Schmitt (2018) mostraram que além da temperatura, o fotoperíodo são estímulos no comportamento fenológico para o início reprodutivo de *Guarea macrophylla* Vahl no município de Campo Bom (RS).

Em regiões tropicais, Pereira e Tonini (2012) observaram comportamento diferente do estudo, em que as brotações e queda foliar na *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) não apresentaram sazonalidade distinta, acontecem simultaneamente. Já a floração correlacionou-se negativamente com a precipitação ($r_s = -0,467$; $n = 20$; $P \leq 0,05$). Já a dispersão dos frutos correlacionou-se mais fortemente com a precipitação ($r_s = 0,763$, $p = 0,01$), no município de São João da Baliza, sul do estado de Roraima. O mesmo resultado, Medeiros *et al.* (2016) observaram em *Quassia amara* L. (Simaroubaceae), em que a maior frutificação e floração ocorriam no período seco. Este comportamento em relação a fatores climáticos mostra como as plantas procuram sincronizar a dispersão de sementes com os períodos mais favoráveis ao desenvolvimento das mudas. Na pesquisa, a presença de frutos e dispersão de sementes no inverno sob o solo, seria uma estratégia na espera do período mais favorável do desenvolvimento das sementes (primavera).

Nenhum dos eventos fenológicos foram assincrônica entre os indivíduos de *C. fissilis* nas condições do Planalto Serrano Catarinense. Os eventos fenológicos de queda de folhas e brotação mostraram alta sincronia (100%). Por outro lado, os eventos fenológicos de floração (60%) e frutificação (55%) foram de baixa sincronia (Tabela 2). Santos e Takaki (2005) também encontraram alta sincronia para o evento fenológico da queda das folhas e a brotação de *C. fissilis* em Itirapina, SP. Andreacci, Botosso e Galvão (2017) observaram que populações de *C. fissilis*, no município de Antonina, Paraná, apresentaram comportamento altamente sincrônico para brotamento, folhas maduras, dormência e desfolha total utilizando o índice de sincronia (Z) entre os indivíduos de uma mesma área. Na região subtropical, a fenologia seria mais influenciada pelo fotoperíodo e temperatura do que a precipitação.

Tabela 2 — Índice de sincronia de eventos fenológicos entre populações de *Cedrela fissilis*, na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, São José do Cerrito-SC.

Fase Fenológica	Assincrônico	Baixa Sincronia	Sincronia Alta
Queda de folhas			100%
Brotação			100%
Floração		60%	
Frutificação		55%	

Assincrônico (<20% de indivíduos na fenofase), baixa sincronia (20-60%) e alta sincronia (>60%).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Segundo Andreacci, Botosso e Galvão (2017) observaram que os eventos fenológicos de *Cedrela fissilis* em área de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Ombrófila Mista Montana do estado do Paraná são influenciados mais pelo fotoperíodo e temperatura. Ainda verificaram que o início da desfolha é regulado pelo fotoperíodo, com entrada no período sob redução de horas diárias de luz, enquanto a brotação e adiantamento da senescência foliar é influenciada pela temperatura. A heterogeneidade do padrão fenológico entre os indivíduos pode estar relacionada a diferenças estruturais entre formações florestais amostradas, tais como a altura do dossel, umidade do solo e idade da planta (MORELLATO *et al.*, 1989). Além disso, a espécie de *C. fissilis*, por ser alógama demonstra alta variabilidade fenológica, determinada pela diferença genética entre os ecótipos (WHITE; ADAMS; NEALE, 2007; ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2017).

2.5 CONCLUSÕES

Os eventos fenológicos de *C. fissilis* na Mesorregião Serrana do Estado de Santa Catarina, indicam que as brotações ocorrem de setembro a março e a floração de novembro a janeiro.

A queda foliar tem correlação negativa muito alta com a temperatura do ar.

A frutificação ocorre de fevereiro a junho com baixa sincronia entre os indivíduos e a presença de frutos tardios em período de início do frio, indicando melhor época para coleta de sementes nas condições climáticas da região serrana de Santa Catarina.

3 RESGATE VEGETATIVO DE *Cedrela fissilis* Vell. VIA ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE BROTOS EPICÓRMICOS E DE COPA

3.1 RESUMO

Cedrela fissilis Vell. é uma espécie de grande diversidade genética, com baixa densidade populacional florestal, de propagação seminal e que apresenta dificuldade de ser propagada vegetativamente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o resgate e propagação vegetativa a partir do enraizamento de estacas de origem epicórmicas e da copa de *C. fissilis*. Para isso, a brotação epicórmica foi avaliada 52 dias após o anelamento completo e semianelamento nas alturas de 20 e 40 cm e tratamento sem anelamento (controle), durante primavera (2018), verão (2018) e outono (2019). Foram avaliados: sobrevivência das árvores (%), brotação (%), número, comprimento (cm) e diâmetro (mm) de brotos. A estaquia utilizou brotos epicórmicos de primavera, divididos em duas categorias: estacas com 10 cm colocadas verticalmente em covas e estacas de 5 cm colocadas horizontalmente em sulcos. Brotos de copa foram coletados na primavera, verão e outono, cortados em estacas apicais e intermediárias (15 cm). Após 60 dias avaliaram-se: sobrevivência (%), enraizamento (%), formação de calos (%), número e comprimento de raízes (cm) das estacas. Os resultados mostram que apenas o anelamento completo formou brotos (acima de 67%), sem diferença entre a altura 20 e 40 cm, com maior número de brotos durante a primavera. As estacas de brotos epicórmicos, plantadas verticalmente em covas, apresentaram a maior porcentagem de enraizamento (44%) que estacas plantadas horizontalmente em sulcos (17%). Estacas da copa de árvores coletadas na primavera e outono não obtiveram enraizamento e as estacas de verão valor desprezível (apicais - 2%; intermediárias - 0%). As épocas de anelamento influenciam no número de brotos epicórmicos e o uso como estacas foi mais eficiente no enraizamento que brotações de copa.

Palavras-chave: Cedro-rosa. Propagação. Época do ano. Tipos de estaca. Rejuvenescimento.

3.2 INTRODUÇÃO

O cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) é uma espécie florestal da família botânica *Meliaceae*, de grande importância para a indústria madeireira nacional e internacional (GRINGS; BRACK, 2011). O extrativismo tem reduzido a ocorrência natural e o cedro-rosa passou a fazer parte das espécies ameaçadas de extinção no Brasil (BRASIL, 2014). A espécie é hermafrodita, possui reprodução predominantemente alogâmica e grande diversidade genética com possibilidade de seleção de genótipos arbóreos superiores (CARVALHO, 2003).

A vulnerabilidade desta espécie é agravada pelo padrão natural de multiplicação-distribuição que tem mostrado ocorrência em indivíduos isolados, além da baixa densidade populacional nos remanescentes florestais e da extração ilegal de espécimes (GASPER *et al.*, 2017). A multiplicação *ex situ* de sementes pode compensar a ameaça de extinção (PEREIRA *et al.*, 2017a). No entanto, esse método de propagação apresenta o risco de origem genética indefinida, dada a polinização cruzada, restringindo-se a um pequeno número de espécimes parentais e sazonalidade das sementes (GANDARA *et al.*, 2014).

A propagação vegetativa pode acelerar o processo de resgate das espécies florestais vulneráveis às mudanças naturais do habitat, uma vez que o mapeamento parental pode ocorrer junto com o melhoramento genético e permitir o material de propagação ao longo do ano (DIAS *et al.*, 2015; SÁ *et al.*, 2018; GUIMARÃES *et al.*, 2019). Portanto, a propagação vegetativa se apresenta como uma alternativa às fragilidades da propagação seminal, possibilitando o resgate e multiplicação de genótipos superiores de árvores (NAVROSKI *et al.*, 2015).

Estacas de tecido lenhoso de *C. fissilis* apresentam baixa taxa de enraizamento, o que dificulta o resgate de material genético de árvores por propagação vegetativa (WALTRICK *et al.*, 2016). Alternativamente, estacas de plantas jovens têm sido indicadas devido ao vigor superior e capacidade de diferenciação celular (XAVIER; SANTOS; OLIVEIRA, 2003; XAVIER *et al.*, 2003). No entanto, esse método depende de material proveniente de plantas oriundas de sementes, tornando muito difícil resgatar e manter árvores matrizes geneticamente superiores.

O resgate e propagação vegetativa de espécies florestais com a indução de brotações epicórmicas apresentaram resultados promissores em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) (NASCIMENTO *et al.*, 2018), *Sequoia sempervirens* D. Don (PEREIRA *et al.*, 2017b) e *Tectona grandis* L. f. (BADILLA; XAVIER; MURILLO, 2016). A dificuldade de enraizamento de estacas lenhosas de algumas espécies florestais está relacionada à idade ontogenética do material utilizado e pode ser alterada por meio do uso de estacas de brotos rejuvenescidos que apresentam maior capacidade de enraizamento (STUEPP *et al.*, 2015). A mudança da idade ontogenética no material vegetal e reprogramação celular é possível por meio do rejuvenescimento que inclui métodos como cultura de tecidos vegetais, indução de brotos epicórmicos, brotos juvenis de plantas adultas, uso de miniestacas de *seedlings* e propagação de enxertos (STUEPP *et al.*, 2018; ZHANG; SUN; LI, 2020). Dentre as técnicas de indução de brotos epicórmicos, utilizam-se o anelamento completo, semianelamento e a decepa dos caules das árvores (DIAS *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.* 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2018). No entanto, ainda são poucos os trabalhos de resgate vegetativo de algumas espécies nativas brasileiras utilizando essas técnicas (STUEPP *et al.*, 2018).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a indução de brotações epicórmicas de árvores adultas pelas técnicas de anelamento completo e semianelamento, bem como a possibilidade de enraizamento de estacas de brotações epicórmicas e de copa no resgate vegetativo e propagação de *Cedrela fissilis*.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Biotecnologia da Estação Experimental de Lages da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Lages, Santa Catarina, Brasil.

3.3.1 Indução de brotos epicórmicos

A indução de brotações epicórmicas foi realizada em três estações distintas: primavera (2018), verão (2018) e outono (2019). Os tratamentos de campo consistiram em: ausência de anelamento (controle); anelamento completo a 20 cm

do nível do solo; anelamento completo a 40 cm do nível do solo; semianelamento a 20 cm do nível do solo e semianelamento a 40 cm do nível do solo. O anelamento completo consistiu na retirada total de um anel de casca e o semianelamento, na retirada de 50% do anel de casca com um canivete simples. Aproximadamente, 1 cm de espessura da casca foi removido sem danificar a madeira interna.

Durante a primavera (outubro de 2018), foram selecionadas árvores de *C. fissilis* no sistema agroflorestal da EPAGRI, com idades entre três e cinco anos, com 1,10 a 2,50 m de altura e $60 \pm 15,5$ mm de diâmetro do colo. Durante o verão (dezembro de 2018) e outono (março de 2019), as árvores foram selecionadas no plantio de cinco anos de idade no campo Fazenda Experimental da UDESC - CAV (FECAV) ($27^{\circ}45'33.5''S$ e $50^{\circ}04'55.1''O$), com 1,30 a 2,70 m de altura e $67,5 \pm 2,1$ mm de diâmetro do colo.

Os dados de avaliação das plantas matrizes fornecedoras de brotações epicórmicas de primavera, verão e outono foi analisado em delineamento de blocos ao acaso com seis repetições. Cada árvore com material coletado representa uma repetição. Aos 52 dias após a instalação, foram avaliados a sobrevivência das árvores aneladas (%), árvores com brotos (%), número médio de brotos, comprimento médio dos brotos (cm) e diâmetro médio dos brotos (mm) formados acima e abaixo da linha do corte. Foram considerando apenas brotos epicórmicos acima de 1 cm.

3.3.2 Enraizamento de estacas de brotos epicórmicos

O experimento de enraizamento utilizou brotações epicórmicas de primavera (2018). Essas brotações foram separadas em duas condições: estacas de 10 cm de comprimento e diâmetro médio de $5,91 \pm 1,03$ mm, colocadas verticalmente em covas, mantendo-se duas folhas; e estacas de 5 cm de comprimento e diâmetro médio de $8,15 \pm 2,03$ mm, colocadas horizontalmente em sulcos, com uma folha acima do solo.

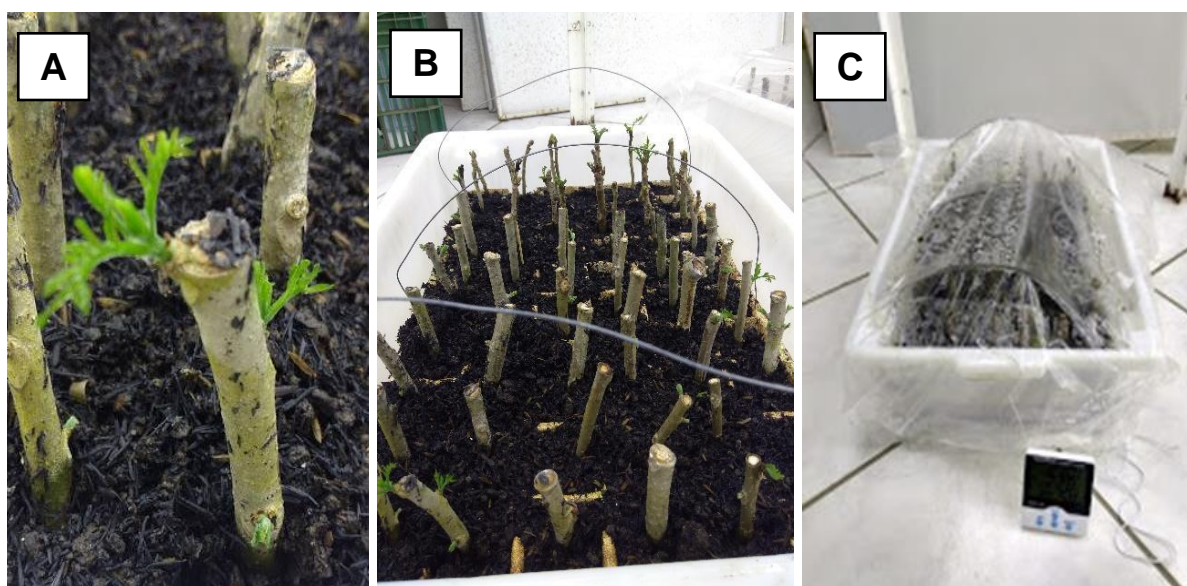
Todas as estacas foram acondicionadas em bandejas plásticas de 25 L, preenchidas com 12 L da vermiculita expandida e casca de arroz carbonizada na proporção de 1:1 (v/v). As bandejas foram mantidas em casa de vegetação sob temperatura controlada de 25 ± 3 °C e umidade acima de 80%. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo

12 estacas por repetição. As estacas foram avaliadas após 60 dias quanto a sobrevivência (%), enraizamento (%), número de raízes por estaca, comprimento das raízes (cm) e presença de calos (%).

3.3.3 Enraizamento de estacas de brotos de copa

Os brotos da copa foram coletados de árvores com mais de 16 anos em uma área de floresta secundária durante primavera (2018), verão (2018) e outono (2019) e levados ao laboratório onde foram produzidas estacas apicais e intermediárias. As estacas das brotações da copa apresentaram aproximadamente 15 cm de comprimento e $6,71 \pm 3,07$ mm de diâmetro. As bases das estacas foram cortadas em bisel, mantendo duas folhas próximas à extremidade superior. O número de folhas foi reduzido visando evitar a perda excessiva de água pelo material vegetativo. As estacas foram estabelecidas no mesmo delineamento experimental e nas condições ambientais do ensaio anterior (Figura 5).

Figura 5 — Estacas de *Cedrela fissilis* obtidas a partir de brotação de copa (A), mantidas em casa de vegetação em bandejas plásticas (B), mantidas cobertas com filme plástico transparente para formação de uma câmara úmida (C). Lages-SC.



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

3.3.4 Análise estatística

Para atingir a normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett) os dados foram transformados pela função $\sqrt{x+1}$ e submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p \leq 0,05$) com auxílio do programa estatístico InfoStat, versão 2016 (DI RIENZO *et al.*, 2016).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Indução de brotos epicórmicos

Todas as árvores apresentaram sobrevivência e após um curto período de tempo apresentaram cicatrização da área lesada em todos os tratamentos com anelamento. Os tratamentos de ausência de anelamento (controle) e semianelamento não apresentaram formação de brotos em nenhum dos três períodos avaliados, independentemente dos ambientes naturais das árvores. Todas as árvores aneladas que passaram pela técnica de resgate de anelamento (20 e 40 cm) apresentaram mais de 67% de formação de brotos epicórmicos (Tabela 3 e Figura 6). A produção de brotos epicórmicos a partir do anelamento completo é atribuída ao corte total do floema que afeta o balanço de auxinas e citocininas, fotoassimilados e metabólicos na área lesada (DIAS *et al.*, 2015).

Nascimento *et al.* (2018) observaram em *Ilex paraguariensis* que o semianelamento produziu menos brotos, porém mais longos em relação ao anelamento completo. Pereira *et al.* (2015), com a técnica de semianelamento, obtiveram apenas 55% de plantas com novas brotações, inferior em relação às técnicas de anelamento completo e de cepa de *Toona ciliata* var. *australis*. Dias *et al.* (2015), com de cepa e semianelamento, alcançaram 90% de indução de novos brotos em plantas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

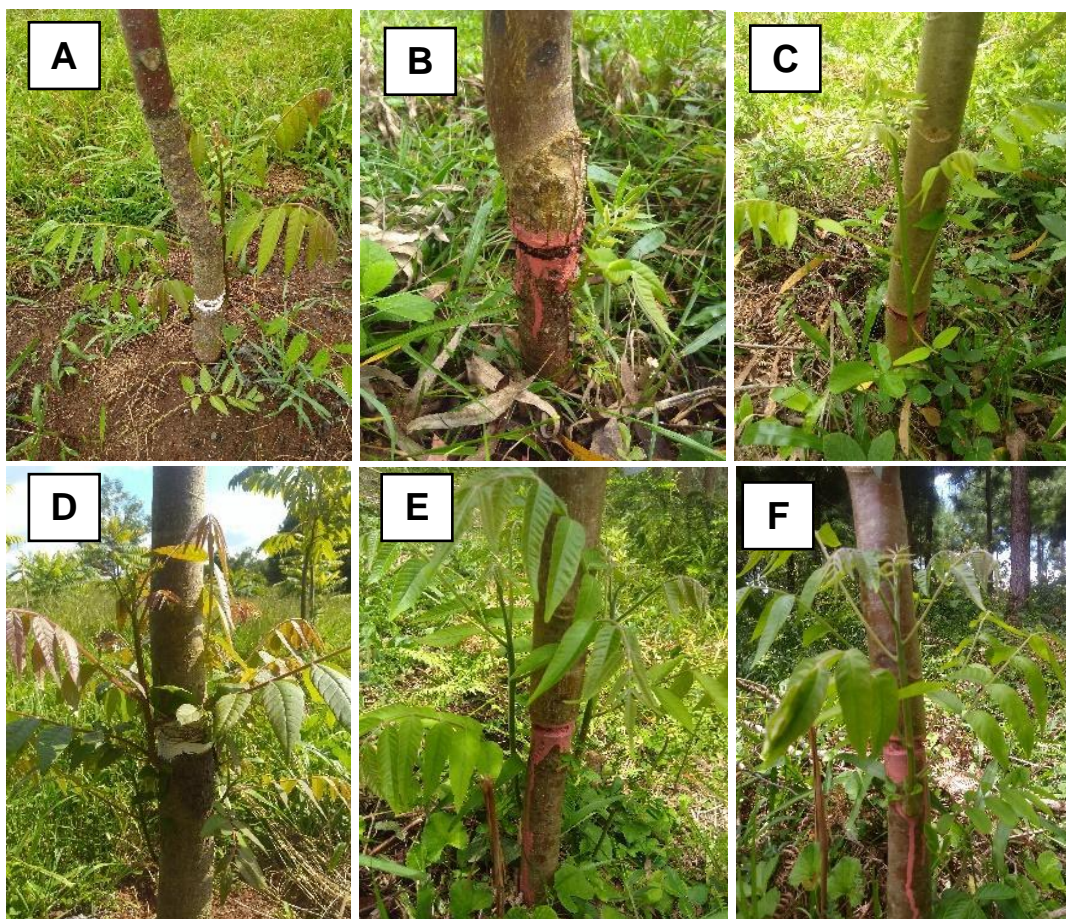
Tabela 3 — Percentagem de sobrevivência das árvores aneladas (SBA), árvores com brotos (AB), número médio de brotos (NB), comprimento médio dos brotos (CB) e diâmetro médio dos brotos (DB) de árvores matrizes de *Cedrela fissilis*, submetidas aos tratamentos de anelamento e semianelamento a 20 e 40 cm altura acima do solo durante a primavera 2018, verão 2018 e outono 2019.

Tratamentos	SBA (%)	AB (%)	NB (cm)	CB (cm)	DB (mm)
Primavera					
Controle	100 ^{ns}	00*	00*	00*	00*
Semianelamento 20 cm	100	00*	00*	00*	00*
Semianelamento 40 cm	100	00*	00*	00*	00*
Anelamento 20 cm	100	100 a	6,00 a	12,26 a	4,90 a
Anelamento 40 cm	100	100 a	8,83 a	15,47 a	5,40 a
CV (%)	0,00	0,00	24,25	10,13	14,36
Verão					
Controle	100 ^{ns}	00*	00*	00*	00*
Semianelamento 20 cm	100	00*	00*	00*	00*
Semianelamento 40 cm	100	00*	00*	00*	00*
Anelamento 20 cm	100	67 a	0,83 a	23,67 a	5,89 a
Anelamento 40 cm	100	83 a	1,50 a	25,42 a	5,81 a
CV (%)	0,00	10,85	17,90	7,92	39,36
Outono					
Controle	100 ^{ns}	00*	00*	00*	00*
Semianelamento 20 cm	100	00*	00*	00*	00*
Semianelamento 40 cm	100	00*	00*	00*	00*
Anelamento 20 cm	100	67 a	1,17 a	14,08 a	4,78 b
Anelamento 40 cm	100	100 a	2,00 a	25,33 a	9,54 a
CV (%)	0,00	8,41	20,62	45,49	29,62

* Dados não submetidos à análise de variância devido à ausência de brotações. CV: Coeficiente de variação. ^{ns} = não significativo. As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Figura 6 — Indução de brotações epicórmicas em árvores matrizes de *Cedrela fissilis*, após 52 dias, oriundas de anelamento realizado a 20 cm de altura acima do solo durante a primavera 2018 (A), verão 2018 (B) e outono 2019 (C); e anelamento realizado a 40 cm acima do solo durante a primavera 2018 (D), verão 2018 (E) e outono 2019 (F).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Dessa forma, o anelamento possibilitou a obtenção de material de propagação de *C. fissilis* sem causar a morte das árvores matrizes, isso é importante, por se tratar de uma espécie nativa ameaçada de extinção (BRASIL, 2014). Nascimento *et al.* (2018) também destacam o resgate por meio de técnicas de anelamento como o menos nocivo para as matrizes de *Ilex paraguariensis* presentes em áreas nativas. Pereira *et al.* (2015), utilizando as técnicas de anelamento, semianelamento e decepa em *Toona ciliata* var. *australis* (F. Muell.) Bahadur para promover brotos epicórmicos, enfatiza a importância da técnica de anelamento ao invés do corte devido à perda da árvore matriz.

Na tabela 3, o maior número de brotos nos tratamentos de anelamento (20 e 40 cm) durante a primavera pode ser atribuído à maior taxa de fotoassimilados produzidos e armazenados durante o inverno, os quais, segundo Taiz e Zeiger (2009), são usados na retomada do crescimento vegetativo. Cusin *et al.* (2017) observaram que entre o verão e o outono as macieiras deslocam os açúcares solúveis para brotos das copas das árvores que permanecem na fase dormente, podendo ser aproveitados na retomada da primavera. Ferriani *et al.* (2011) observaram que plantas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme apresentaram um maior número de emissão de brotos na primavera. A diferença de valores entre as variáveis para a induções de brotos epicórmicos realizada entre diferentes estações do ano sugere que esse comportamento também pode ser observado em *C. fissilis*.

O número e o comprimento médio de brotos de *C. fissilis* nos tratamentos de anelamento do tronco a 20 e 40 cm do solo não diferiram durante os três períodos de avaliação (primavera, verão e outono). O diâmetro médio das brotações (mm) obtidas dos anelamentos a 20 e 40 cm de altura não variou significativamente entre a primavera e o verão. No entanto, quando o anelamento (20 e 40 cm do solo) foi realizado no outono, o diâmetro médio das brotações diferiu significativamente. Brotações originadas do anelamento a 40 cm do solo apresentaram diâmetro médio de 9,54 cm ao passo que as brotações do anelamento a 20 cm do solo apresentaram diâmetro médio de 4,78 cm (Tabela 3). A diferença no diâmetro médio das brotações aos 20 e 40 cm observada no período de outono pode estar relacionada ao sombreamento, causado pelas árvores de grande porte como *Eucalyptus benthamii*, presentes na área do reflorestamento, onde foi realizado o experimento. Conforme discutido por Dias *et al.* (2015), condições fisiológicas, nutricionais e ambientais podem interferir na indução de brotações.

Estudos mostram que outros fatores podem interferir na indução de brotações epicórmicas; a técnica de resgate e a idade da árvore afetam o número de brotos, como mostrado por Badilla, Xavier e Murillo (2016) em *Tectona grandis* Linn F. O método de resgate e a fertilidade do solo também podem influenciar a brotação em *Ilex paraguariensis* (NASCIMENTO *et al.*, 2019). Pereira *et al.* (2017b) demonstram que a técnica de resgate e a influência genética de *Sequoia sempervirens* podem influenciar o enraizamento das estacas. A técnica de resgate com indução de brotos

epicórmicos de *Cedrela fissilis* se mostrou viável, sendo importante a avaliação em espécimes mais velhas.

3.4.2 Enraizamento de estacas de brotos epicórmicos e de copa

A porcentagem de enraizamento das estacas apicais e intermediárias das brotações da copa após 60 dias foi extremamente baixa ou nula (Tabela 4). A presença de raízes e calos pode ser atribuída a uma maior maturidade da estaca, que apresenta maior quantidade de lignina e menor capacidade de desdiferenciação do tecido celular (GUIMARÃES *et al.*, 2019).

Tabela 4 — Porcentagem de sobrevivência (SB), enraizamento (ER), número de raízes por estaca (NR), comprimento das raízes (CR) e presença de calos (C) de estacas de brotações de copa e epicórmicas de *Cedrela fissilis*, após 60 dias mantidos em casa de vegetação. Lages-SC.

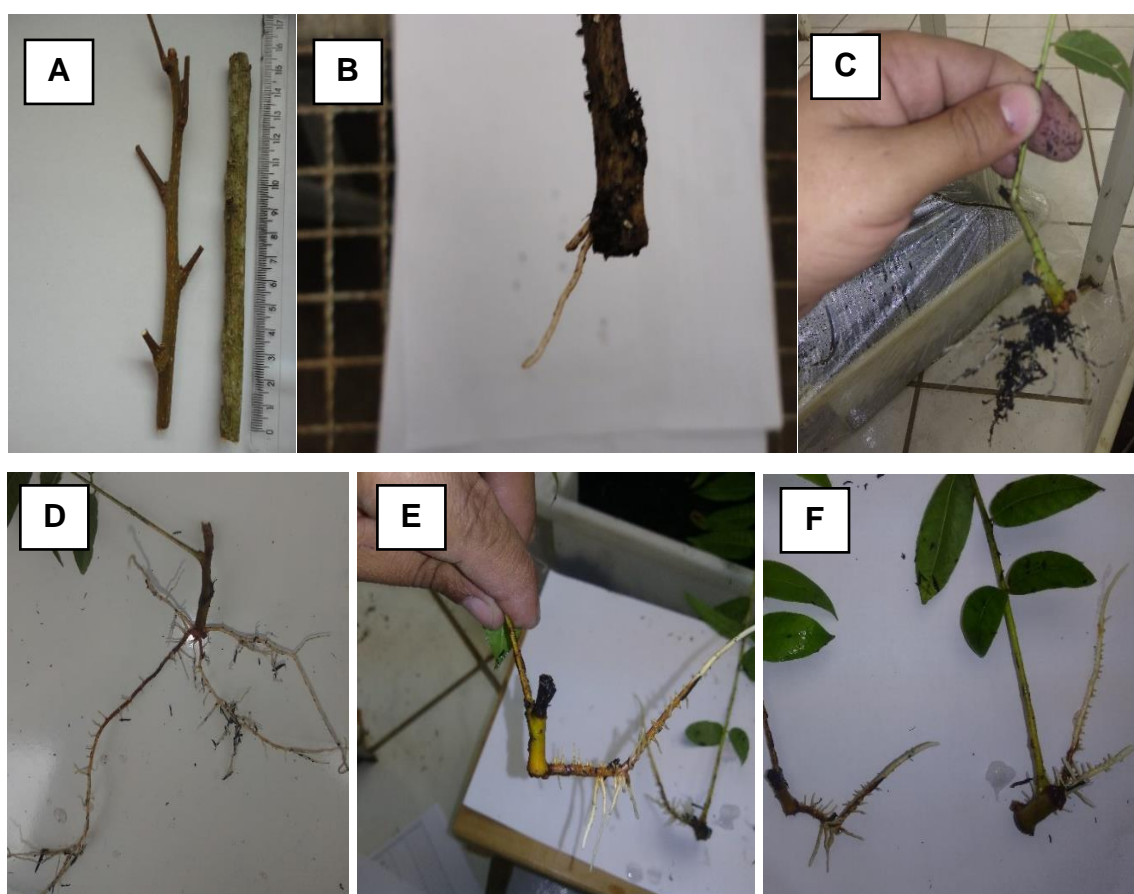
Tipos de estacas	SB (%)	ER (%)	NR	CR	C (%)
Brotos de copa (Primavera)					
Apical	14,00	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Intermediárias	16,00	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Brotos de copa (Verão)					
Apical	15,00	2,00	0,04	2,44	2,00
Intermediárias	17,00	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Brotos de copa (Outono)					
Apical	10,00	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Intermediárias	13,00	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Brotos epicórmicos					
Verticalmente em covas	65,00 a	44,00 a	0,71 a	6,02 a	92,00 a
Horizontalmente em sulcos	65,00 a	17,00 b	0,35 b	7,77 a	83,00 a
CV (%)	15,79	16,32	27,47	66,96	10,08

* Dados não submetidos à análise de variância devido à ausência de enraizamento. CV: Coeficiente de variação. As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A diferença na taxa de enraizamento de estacas colocadas verticalmente em covas (44%) e horizontalmente em sulcos (17%) pode ser atribuída às características de rejuvenescimento que influenciam na capacidade meristemática de desdiferenciação e diferenciação (NASCIMENTO *et al.*, 2019). As estacas de brotos epicórmicos colocadas verticalmente em covas apresentaram 0,71 raízes por estaca e aquelas colocadas horizontalmente em sulcos produziram 0,35 raízes por estaca (Tabela 4 e Figura 7).

Figura 7 — Enraizamento de estacas de árvores matrizes de *Cedrela fissilis*, após 60 dias, oriundas de brotações da copa: estacas apicais e estacas intermediárias (A), estacas apicais enraizadas (B) e de brotações epicórmicas: estacas plantadas verticalmente em covas (C-D) e horizontalmente em sulcos (E-F).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Dias *et al.* (2015) observaram que estacas herbáceas originadas de anelamento de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan., na saída de casa de vegetação, apresentaram 26,7% de enraizamento e a semilenhosa, 10,4%. Para

estes autores o maior percentual de enraizamento de estacas juvenis é devido ao maior teor de hormônios e baixa concentração de lignina.

Na pesquisa, as estacas de brotações de copa apresentaram abscisão foliar, enquanto estacas de brotações epicórmicas mantiveram as folhas. As folhas promovem a manutenção de auxinas, cofatores e fotoassimilados que favorecem a indução de raízes, conforme observado em *Drimys brasiliensis* Miers por Zem *et al.* (2015). A abscisão foliar é causada pelo estresse em estacas que induzem a produção de etileno levando à queda foliar (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Pereira *et al.* (2015) obtiveram o enraizamento de 12% de estacas com folíolos cortados ao meio e 16% de estacas com folíolos inteiros com folhas de *Toona ciliata* var. *australis*, onde estacas sem folhas não enraizaram, mesmo com o uso de AIB. Xavier, Santos e Oliveira (2003) conseguiram o enraizamento de miniestacas obtidas de *seedlings* de *Cedrela fissilis*, mantendo-se as folhas.

A produção de calos nas estacas de brotos epicórmicos colocadas verticalmente em covas e de forma horizontal em sulcos não diferiram entre si. As estacas plantadas verticalmente produziram 92% de calos e estacas plantadas horizontalmente 83% (Tabela 4). Constatou-se que todas as estacas que enraizaram apresentaram calosidade. Em algumas espécies florestais a formação de calos precede a presença de raízes, criando condições favoráveis para a sobrevivência de estacas (MENDONÇA *et al.*, 2018).

Navroski *et al.* (2015) observaram o mesmo fenômeno, em que todas as estacas de *Sequoia sempervirens* enraizadas apresentaram calos na base da estaca. Na propagação vegetativa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) com material de ramos jovens podados, Guimarães *et al.* (2019) observaram que o enraizamento e a calogênese dependem diretamente da manutenção foliar.

A formação de raízes adventícias diminui com a maturidade ontogenética da estrutura usada para clonagem, como mostra nas estacas de brotos de copa no experimento (ZHANG; SUN; LI, 2020). As raízes adventícias são formadas a partir de células cambiais ou meristemáticas de tecidos não radiculares, como caule e folhas. A formação dessas raízes é controlada por hormônios que induzem a desdiferenciação celular, além de epigenética, nutrição vegetal e estímulos ambientais (DRUEGE *et al.*, 2019). Além disso, substâncias reativas do oxigênio regulam a formação de raízes, mantendo o composto fenólico e diminuindo os inibidores (STEFFENS; RASMUSSEN, 2016; DI BATTISTA *et al.*, 2019). ABU-

ABIED *et al.* (2012) demonstraram que estacas juvenis apresentam maior concentração de óxido nítrico do que estacas maduras, devido ao gene expresso para nitrato redutase (NIA).

Outros fatores podem interferir no enraizamento de estacas, como observado por Pimentel *et al.* (2019). Os autores verificaram que o enraizamento de miniestacas de *Ilex paraguariensis* foi influenciado pelo genótipo e época de coleta de minicepas. SÁ *et al.* (2018) demonstraram que miniestacas coletadas na primavera apresentaram maior taxa de enraizamento que no inverno, verão e outono. Stuepp *et al.* (2015) observaram que o enraizamento de estacas de brotos epicórmicos de erva-mate foi influenciado pela idade e período de aplicação da técnica de anelamento e corte das matrizes.

Estacas rejuvenescidas tendem a apresentar maior enraizamento do que o material maduro, conforme demonstrado pela presente pesquisa utilizando material juvenil de brotações epicórmicas. Estudos de Xavier, Santos e Oliveira (2003a) e Xavier *et al.* (2003) comprovam que o enraizamento de miniestacas proveniente de *seedlings* de *Cedrela fissilis* está relacionado ao rejuvenescimento, e que mesmo a utilização de reguladores de crescimento não tem ação no enraizamento de estacas de *C. fissilis*.

O presente estudo demonstrou a possibilidade de resgate de material selecionado de *Cedrela fissilis* por meio do rejuvenescimento de material vegetativo. Isso pode ser possível por meio da indução de brotos epicórmicos, utilizando-se a técnica de anelamento que quando utilizada como estacas promovem uma maior formação de raízes adventícias.

3.5 CONCLUSÃO

O anelamento completo do tronco na altura de 20 cm ou 40 cm do solo de plantas de *C. fissilis* induz a emissão de brotos epicórmicos. Sendo o período da primavera mais favorável na formação de brotos epicórmicos.

O semianelamento e na ausência de anelamento do caule da árvore não há formação de brotos epicórmicos.

O uso de estacas de brotos de copa não é recomendado devido ao baixo percentual de enraizamento.

As estacas plantadas verticalmente em covas originadas de brotos epicórmicos são mais indicadas por apresentarem maior taxa de enraizamento, sendo viáveis para o resgate e a propagação vegetativa de *Cedrela fissilis*.

4 MICROPROPAÇÃO NO RESGATE VEGETATIVO DE ÁRVORES ADULTAS DE *Cedrela odorata* L.

4.1 RESUMO

A micropropagação de explantes de plantas matrizes florestais possibilita o resgate vegetativo de material genético superior presente nos remanescentes florestais. O objetivo deste trabalho foi o resgate vegetativo de árvores adultas de *Cedrela odorata* L. através da micropropagação por indução de brotações de gemas axilares. Utilizaram-se gemas axilares e segmentos nodais de brotações de ramos de copa de 15 cm mantidos por 35 dias em casa de vegetação. Os explantes foram estabelecidos em meio Murashige e Skoog (MS) com 2,22 μM de 6-benzilaminopurina (BAP) + 0,49 μM de ácido indolbutírico (AIB) + 0,28 μM de ácido giberélico (GA3) contendo 0 ou 8,6 μM de PPM[®]. Após 30 dias avaliaram-se a sobrevivência (%), regeneração (%), oxidação (%) e contaminação por fungos (%) e bactérias (%). Na multiplicação avaliou-se a interação do meio MS adicionado de GA3 (0,28 e 1,12 μM) e as concentrações BAP de (2,2; 3,3; 4,4; 6,6 e 8,8 μM). Foram estimados a taxa de multiplicação (%), o número de brotações, comprimento de brotações (mm) e oxidação (%). Para enraizamento *in vitro*, testou-se em meio MS doses de 4,9 μM de ácido indolbutírico (AIB); 5,7 μM ácido indol-3-acético (AIA) e 5,37 μM de ácido naftalenoacético (ANA). Na aclimatização utilizou-se plântulas enraizadas e não enraizadas. Resultados mostraram que segmentos nodais obtiveram maior taxa de regeneração *in vitro*. O uso de MS enriquecido com 0,28 μM GA3 + 8,8 μM de BAP gerou o maior número de brotações (4,16 brotações). O uso de 4,9 μM AIB gerou a maior taxa de enraizamento (60%) e comprimento de raiz (2,63 cm) de explantes. Plântulas enraizadas aclimatados mostraram 97% de sobrevivência em relação a plântulas sem raízes 24% *ex vitro*. A utilização de brotos de ramos de copa como explante é viável no resgate da espécie. A interação de BAP e GA3 favorece a multiplicação *in vitro*. Os melhores resultados de enraizamento foram obtidos utilizando-se AIB, além de demonstrar que plântulas enraizadas têm maior sobrevivência na aclimatização.

Palavras-chave: *Meliaceae*. Reguladores de crescimento. Cultura de tecidos.

4.2 INTRODUÇÃO

A espécie florestal *Cedrela odorata* L., da família *Meliaceae* está distribuída em florestas subtropicais, tropicais e estacionais que se estendem desde o México até a Argentina (CERVI *et al.*, 2008). Devido à importância econômica da madeira de *C. odorata*, a exploração tem sido intensamente extrativista que somado a baixa capacidade de regeneração, levou a espécie a categoria de ameaçada de extinção (BRASIL, 2014).

Em geral a propagação de plantas de cedros é realizada através de sementes (OLIVEIRA; DIAS; BRONDANI, 2013). Entretanto, essa forma de propagação é dependente da viabilidade de sementes que são influenciadas pela sazonalidade da dispersão de frutos e da baixa qualidade de diversidade de matrizes produtivas (LESHER-GORDILLO *et al.*, 2018).

A espécie *C. odorata* apresenta polinização alógama com grande diversidade genética entre as populações remanescentes (MARTINS *et al.*, 2008). A propagação por estacas lenhosas tem sido estudada; porém, apresenta baixa capacidade de enraizamento, o que dificulta a obtenção de plântulas de matrizes (PEÑA-RAMÍREZ *et al.*, 2010). O resgate de algumas espécies florestais por propagação vegetativa é influenciado pela idade ontogenética do tecido, sendo aplicado diversas técnicas de rejuvenescimento e/ou revigoramento de plantas (STUEPP *et al.*, 2018). Segundo Alvim *et al.* (2020), em espécies florestais de baixa taxa propagativa por sementes, a micropropagação possibilita a conservação *in vitro* de material revigorado, multiplicação massal e a seleção de matrizes geneticamente superiores, possibilitando material para programas de melhoramento e conservação genética.

Entre os principais fatores que limita a regeneração *in vitro* de algumas espécies está a fonte de explante, meio de cultura apropriado e reguladores de crescimento (BIDABADI; JAIN, 2020). A micropropagação é realizada por meio das etapas de estabelecimento, seleção de explantes e desinfestação, multiplicação, enraizamento e a aclimatização; cada fase é acompanhado de protocolo específico com concentração adequadas de reguladores de concentrações (CANÇADO *et al.*, 2013). Outras limitações do cultivo *in vitro* de *C. odorata* são a alta taxa de contaminação por microrganismos indesejados e a oxidação de explantes, fatores muito comuns na micropropagação de espécies florestais. Em grande parte,

explantes de campo apresentam grande densidade de contaminantes (SALLES *et al.*, 2017).

Em trabalhos anteriores, (PÉREZ *et al.*, 2002; VALVERDE-CERDAS; ROJAS-VARGAS; HINE-GÓMEZ, 2008) foi observado que a micropropagação de *C. odorata* mostrou resultados satisfatórios utilizando-se explantes obtidos de *seedlings in vitro*, o que possibilita multiplicação de material, mas não viabiliza o resgate e propagação vegetativa de matrizes de campo. Por outro lado, a utilização de brotações de ramos de *C. odorata* tem possibilitado o resgate e o enraizamento da cultura (GARCÍA-GONZÁLES *et al.*, 2011).

O estabelecimento *in vitro* de explantes é uma das principais fases para o sucesso da micropropagação, em que contaminações foram superadas, além de mostrar que subcultivos posteriores possibilita rejuvenescimento de material e, conseqüentemente, aumento da taxa de multiplicação (ALMEIDA *et al.*, 2020). Além disso, a definição de concentrações adequadas de reguladores de crescimento interfere na fase de multiplicação *in vitro* de *C. odorata* (PEÑA-RAMÍREZ *et al.*, 2010).

Esta pesquisa teve o objetivo de avaliar a propagação vegetativo de árvores adultas de *Cedrela odorata* L. por micropropagação usando segmentos nodais e gemas axilares provenientes de brotações coletadas de ramos de copa.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 Produção de explantes

Os experimentos de micropropagação de *C. odorata* foram conduzidos no Laboratório de Biotecnologia da Empresa de Pesquisa e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina - EPAGRI, Lages, Santa Catarina.

O material vegetativo utilizado foi obtido de ramos da copa de três plantas matrizes de *C. odorata* com 15 a 20 anos de idade e DAP de 10 a 17,8 cm, localizadas em área de regeneração natural de Mata Ombrófila Mista (27°42'55.52"S e 50°30'24.29"O), município de São José do Cerrito, estado de Santa Catarina.

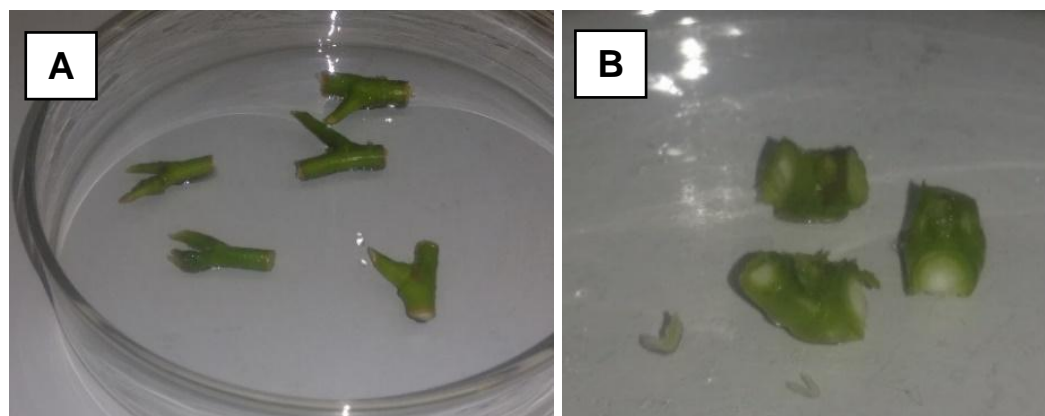
A identificação da espécie foi realizada com auxílio de literatura e confirmada por especialistas botânicos. Exsicatas foram depositadas no Herbário Lages da Universidade do Estado de Santa Catarina (LUSC).

No campo, logo após a coleta o material foi acondicionado e mantido refrigerado em caixas térmicas de isopor. No laboratório foram fracionados em ramos de 15 cm, sendo mantidos em bandejas plásticas contendo casca de arroz carbonizada, em ambiente controlado a 24 ± 2 °C, umidade relativa do ar entre 67-71% e fotoperíodo de 8 h.

4.3.2 Assepsia e estabelecimento *in vitro*

Após 35 dias os ramos geraram brotações que foram retiradas e fracionadas em explantes de gemas axilares (0,5 cm) e segmentos nodais (1,0 cm). Os explantes foram desinfetados com etanol 70% por 30 segundos e NaClO 2%, acrescido de Tween 20, por 30 minutos. Em seguida foram lavados por três vezes com água estéril (Figura 8).

Figura 8 — Tamanhos de explante de *Cedrela odorata*: gemas axilares (A) e segmentos nodais (B) utilizados no estabelecimento *in vitro*.



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Na sequência, os explantes foram estabelecidos em meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) com $2,22 \mu\text{M}$ de 6-benzilaminopurina (BAP); $0,49 \mu\text{M}$ ácido indolbutírico (AIB); $0,28 \mu\text{M}$ ácido giberélico (GA3) e 30 g L^{-1} de sacarose suplementado, ou não com $8,6 \mu\text{M}$ de PPM® (Plant Preservative Mixture) para avaliação da capacidade de prevenção de contaminação. Os meios foram

geleificados com 8 g L⁻¹ de ágar e o pH ajustado a 5,8 antes da autoclavado a 121 °C por 15 minutos. As culturas foram mantidas em câmara de crescimento a 25 ± 1°C e fotoperíodo de 16 h.

Os tratamentos de estabelecimento *in vitro* consistiram na combinação de tamanho do explante (gema axilar de 0,5 cm e segmento nodal de 1,0 cm) e uso de PPM® (0 ou 8,6 µM). Os explantes foram mantidos em delineamento completamente casualizado com 25 repetições por tratamento, com um tubo por parcela, cada tubo contendo um explante. Após 30 dias do estabelecimento *in vitro* foram avaliadas taxas de sobrevivência (%), percentagem de regeneração (brotos com mais de 1 mm e presença de folhas), e taxas de oxidação (%) e contaminações por fungos (%).

4.3.3 Multiplicação *in vitro*

Brotos regenerados *in vitro* foram subcultivados e forneceram material para o experimento de multiplicação *in vitro*. Em meio de cultura contendo sais de MS, foram avaliadas combinações de cinco concentrações de BAP (2,2; 3,3; 4,4; 6,6 e 8,8 µM) e duas concentrações de GA3 (0,28 e 1,12 µM). Os meios de cultura foram suplementados com 30 g L⁻¹ de sacarose e geleificados com 8 g L⁻¹ de ágar, sendo o pH ajustado para 5,8. O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos ao acaso, arranjo fatorial 2x5 (duas doses de GA3 x cinco doses de BAP), com quatro repetições de 16 plantas por tratamento. Após 30 dias de cultivo avaliaram-se a taxa de multiplicação (%), número de brotações, comprimento de brotações (mm) e taxa de oxidação (%).

4.3.4 Enraizamento e aclimatização

As brotações do experimento de multiplicação foram usadas no enraizamento utilizando-se o meio MS, contendo 30 g L⁻¹ de sacarose, 8 g L⁻¹ de ágar e pH 5,8 acrescidos de três reguladores de crescimento do tipo auxina: 4,9 µM de ácido indolbutírico (AIB); 5,7 µM ácido indol-3-acético (AIA); 5,37 µM de ácido naftalenoacético (ANA). Meio Basal sem regulador constituiu o tratamento controle. Os tratamentos foram definidos com base em estudos anteriores (PÉREZ et al., 2002; VALVERDE-CERDAS; ROJAS-VARGAS; HINE-GÓMEZ, 2008; GARCÍA-

GONZÁLES *et al.*, 2011). O experimento foi em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições de 16 plantas. Após 30 dias, avaliaram-se a taxa de enraizamento (%), número de raízes e comprimento das raízes (cm).

Culturas com e sem formação de raízes foram aclimatadas *ex vitro* em bandeja alveolada de polipropileno expandido, contendo substrato comercial Organo Plus®, areia e casca de arroz carbonizada (1:1:1, v/v/v), mantida dentro de bandeja plástica de polietileno de 25 L e coberta com filme plástico transparente para formação de uma câmara úmida. As plântulas receberam irrigação de 250 mL de água a cada 3 dias, realizada com o auxílio de um borrifador. As bandejas foram mantidas em sala de crescimento a 25 ± 3 °C, umidade relativa do ar de 80%, 16h de fotoperíodo. Plântulas com e sem raízes constituíram os tratamentos e foram conduzidos em delineamento completamente casualizado com 40 repetições por tratamento. Após 30 dias avaliou-se a sobrevivência (%).

4.3.5 Análise estatística

Para os experimentos de multiplicação e enraizamento *in vitro*, os dados foram submetidos a análise de variância após verificação da normalidade (Shapiro-Wilk) e a homogeneidade (Bartlett). Nos casos em que as pressuposições do modelo não foram atendidas foi realizada a transformação de Box-Cox (BOX; COX, 1964). Para avaliação dos experimentos de estabelecimento e de aclimatização utilizou-se os modelos lineares generalizados (GLM), uma vez que as variáveis apresentavam distribuição de probabilidade binomial. Diferenças entre as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Todas as análises foram conduzidas no ambiente R (R CORE TEAM, 2015).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4.1 Estabelecimento e regeneração de brotos *in vitro*

O resgate de material propagativo de matrizes de *Cedrela odorata* pode ser realizado utilizando brotações de ramos de copas como explantes. Após 35 dias os ramos geraram brotações de 7 a 10 cm de comprimento (Figura 9).

Figura 9 — Brotações de ramos de copa coletadas de árvores adultas de *Cedrela odorata* aos 35 dias de plantio (A-B).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Foi possível a regeneração de brotos sob as condições *in vitro* utilizando-se material resgatado de matrizes de *Cedrela odorata*. Os tratamentos de tamanho de explante e de concentração de PPM[®] analisados no experimento não apresentaram diferenças entre as variáveis taxas de sobrevivência ($p=0,3508$), contaminação por fungos ($p=0,0404$) e oxidação ($p=0,0446$) (Tabela 5 e Figura 10). O uso de fungicidas na assepsia de explantes pode ser tóxico, aumentando a mortalidade de explantes; García-González *et al.* (2011) obtiveram em *Cedrela odorata* desinfecção de 100% dos explantes e estabelecimento de 60% dos explantes, oriundos de brotações de estacas, utilizando na assepsia Propiconazole CE 25 5% por 3 minutos. A utilização de PPM[®] no meio não mostrou efeito na supressão da contaminação de fungos. Contudo, Silveira *et al.* (2016) mostraram que a utilização de 0,4 e 0,8% de PPM em meio de cultura WPM eliminou contaminação bacteriana e a dose de 0,8% reduziu a 2% a contaminação por fungos em segmentos nodais obtidos de mudas de 1 a 2 anos de idade de *Calophyllum brasiliense*.

Segmentos nodais com o tamanho de 1,0 cm sem adição de PPM[®] ao meio de cultura mostraram valores superiores de regeneração que gemas axilares de 0,5 cm ($p=0,0012$). Segundo Moura *et al.* (2012), segmentos nodais maiores possuem reserva de hormônios e nutrientes relativamente maiores, proporcionando melhor desenvolvimento dos explantes.

Tabela 5 — Sobrevivência (%), regeneração (%), contaminação fúngica (%) e oxidação (%) de gema axilar (0,5 cm) e segmento nodal (1,0 cm) de *Cedrela odorata* em meio de cultura com adição ou não de PPM®.

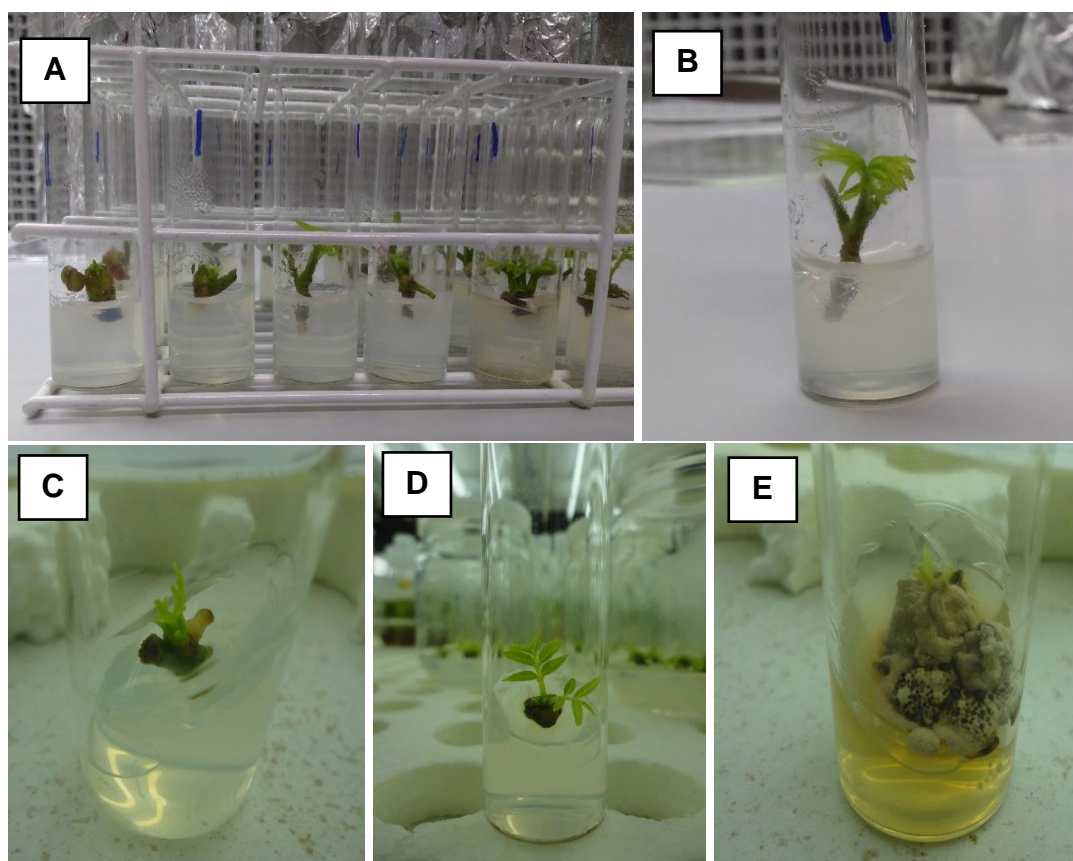
Explante	PPM (µM)	Sobrevivência (%)	Regeneração (%)	Fungo (%)	Oxidação (%)
Segmento nodal	0	80 ^{ns}	65 a	15 ^{ns}	5 ^{ns}
Segmento nodal	8,6	75	55 ab	15	10
Gema axilar	0	65	15 b	20	20
Gema axilar	8,6	60	30 b	00	30
p-valor		0,3508	0,0012	0,0404	0,0446

Letra diferente na coluna é diferente pelo teste de comparação de Tukey ($p \leq 0,05$). ^{ns}: Tratamentos não foram significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). PPM®: Plant Preservative Mixture.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Figura 10 — Brotações de explantes de *Cedrela odorata* cultivados *in vitro* e suplementados com diferentes concentrações de reguladores de crescimento.

Explantes mantidos em câmara de crescimento (A), brotação de explante de segmento nodal após 20 dias de cultivo *in vitro* (B-C), explante de gema axial após 16 dias de cultivo *in vitro* (D) e explante contaminado por fungos após 17 dias de cultivo *in vitro* (E).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

4.4.2 Multiplicação *in vitro*

A taxa de multiplicação ($p=0,0492$), número de brotações ($p<0,001$) e comprimento de brotações ($p=0,0016$) apresentaram interação significativa entre as concentrações de BAP e GA3 no meio de cultura (Tabela 6).

Tabela 6 — Taxa de multiplicação (%), número de brotos, comprimento de brotos (mm) e oxidação (%) de *Cedrela odorata* multiplicados *in vitro* sob diferentes concentrações de 6-benzilaminopurina (BAP) adicionados a doses de ácido giberélico (GA3), após 30 dias de cultivo. Lages-SC.

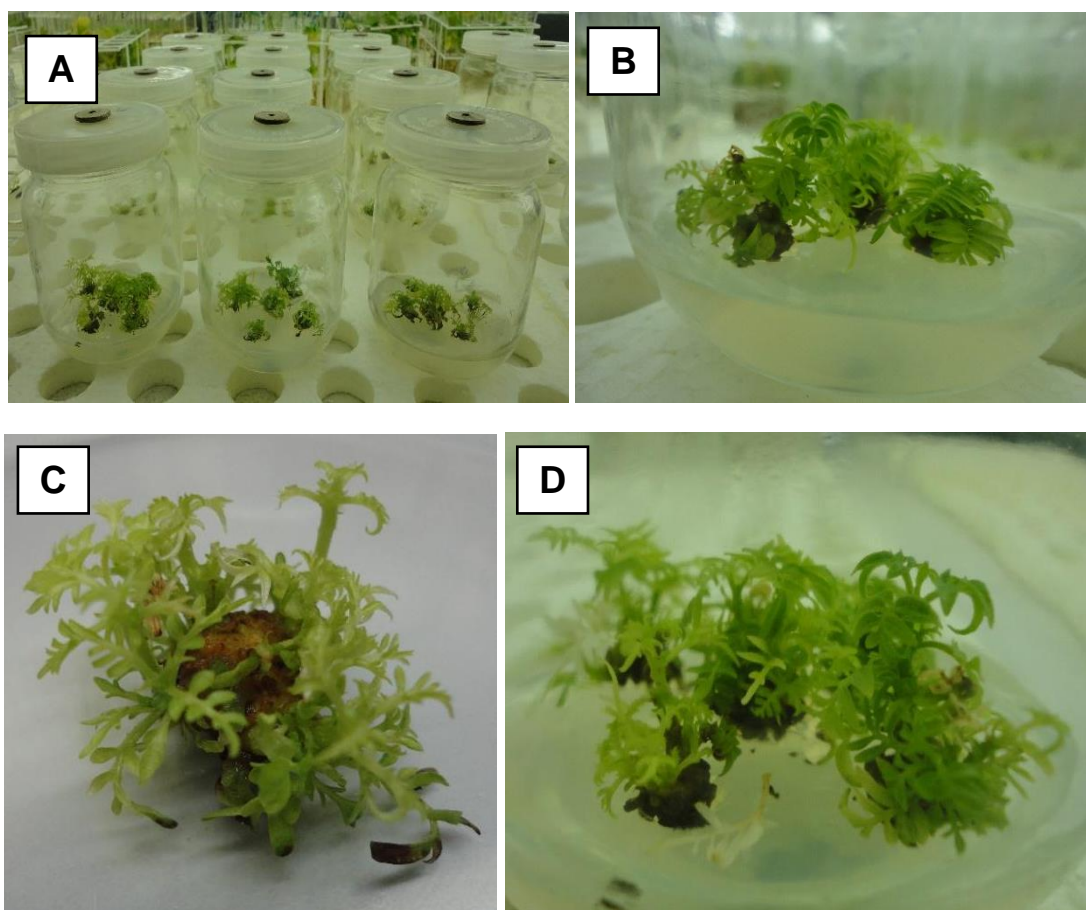
BAP (μM)	Multiplicação (%)			Nº brotos		
	0,28 μM GA3	1,12 μM GA3	Médias	0,28 μM GA3	1,12 μM GA3	Médias
2,2	64 bA	63 cA	63,5 c	2,32 cB	3,00 bA	2,66 c
3,3	76 abA	89 abA	82,5 b	2,82 cB	3,41 abA	3,11 b
4,4	100 aA	100 aA	100 a	3,58 bA	3,68 aA	3,63 a
6,6	63 bA	75 bcA	69 bc	3,49 bA	3,34 abA	3,41 a
8,8	92 aA	70 bcB	81 b	4,16 aA	3,04 bB	3,60 a
Médias	79 A	79,4 A		3,34 A	3,29 A	
Comprimento (mm)			Oxidação (%)			
	0,28 μM GA3	1,12 μM GA3	Médias	0,28 μM GA3	1,12 μM GA3	Médias
2,2	1,88 aB	2,40 aA	2,14 a	0,00 *	0,00 *	0,00
3,3	1,68 abA	1,32 bB	1,50 b	0,00 *	0,00 *	0,00
4,4	1,19 bcA	1,38 bA	1,28 b	0,00 *	13,00 b	6,50
6,6	1,18 cA	0,73 cB	0,95 c	0,00 *	62,00 a	31,00
8,8	0,83 cA	0,83 cA	0,83 c	0,00 *	65,00 a	32,5
Médias	1,35 A	1,33 A		0,00 *	0,00 *	
Fatores	p-valor					
	Multiplicação	Nº Brotos	Comprimento	Oxidação		
BAP	<0,001	<0,001	<0,001	0,0071		
GA3	0,7411	0,5088	0,7614	-		
BAP x GA3	0,0492	<0,001	0,0016	-		
CV (%)	22,50	18,85	27,97	66,28		

* Não avaliado devido à ausência de oxidação. CV: Coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, para a mesma variável na coluna, e letras maiúsculas para a mesma variável na linha não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O aumento da dose de GA3 nas menores doses de BAP promoveram o aumento no número de brotos. Já na dose de 0,28 μM GA3 com o aumento da dose de BAP houve aumento gradativo no número de brotos. Os explantes mantidos em meio MS com 8,8 μM BAP e 0,28 μM GA3 apresentaram 4,16 brotos, diferindo dos demais tratamentos ($p < 0,001$) (Tabela 6 e Figura 11). Nas duas doses de GA3, o aumento na concentração de BAP promoveu a redução no comprimento dos brotos ($p < 0,001$).

Figura 11 — Brotação de *Cedrela odorata* cultivados *in vitro* e suplementados com diferentes concentrações de reguladores de crescimento. Culturas mantidas em câmara de crescimento em frascos de vidro de 350 mL por 20 dias (A), culturas mantidas em câmara de crescimento em frascos de vidro de 350 mL por 30 dias (B) e culturas suplementadas com 0,28 μM GA3 e 8,8 μM BAP (C-D).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

BAP é um regulador de crescimento do tipo citocinina, indutor de divisão celular e amplamente utilizado na fase de multiplicação de *C. odorata* (PÉREZ et al.,

2002; VALVERDE-CERDAS; ROJAS-VARGAS; HINE-GÓMEZ, 2008). Na fase da multiplicação *in vitro*, esse regulador de crescimento promove o desenvolvimento da parte aérea e o número de brotos que captam reserva de nutrientes do meio de cultura, causando a diminuição no tamanho dos brotos em plantas *in vitro* (ALMEIDA *et al.*, 2020). A concentração adequada de GA3 combinada com BAP na fase de multiplicação *in vitro* de *C. odorata* interferiu no número de brotos por explante. Esse regulador de crescimento tem importância no alongamento celular e promoveu o aumento das brotações de *Cordia trichotoma* (MANTOVANI; FRANCO; VESTENA, 2001).

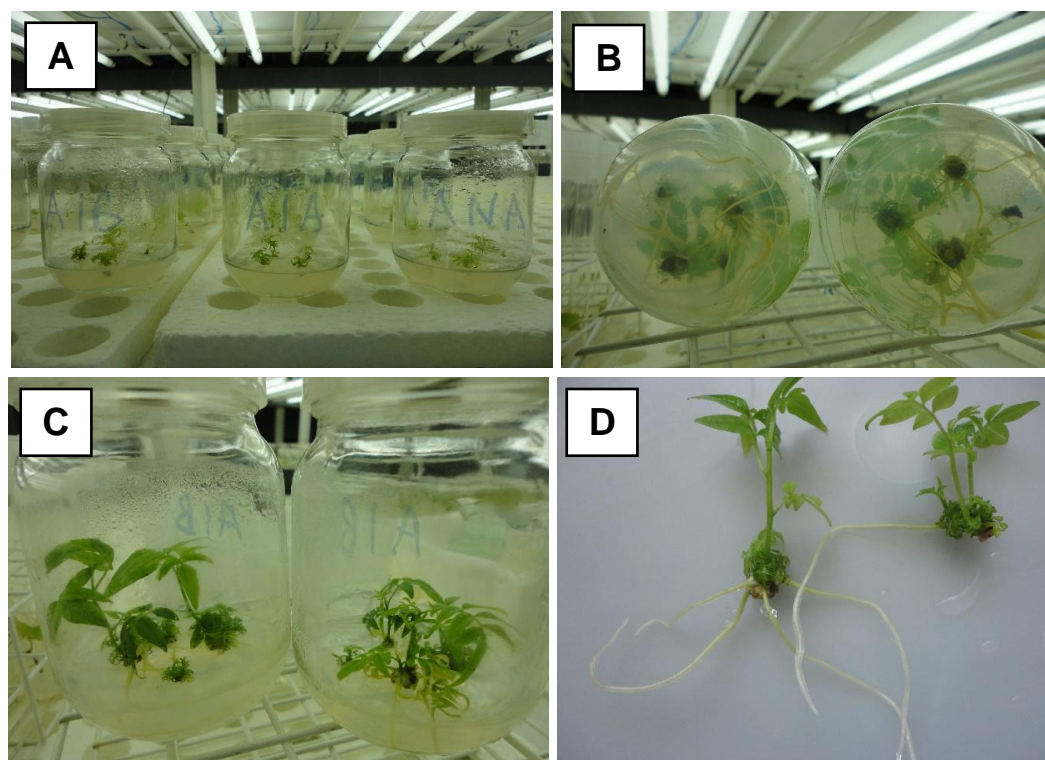
O melhor resultado de número de brotos (4,16) obtido por cultura foi superior ao constatado na multiplicação de *C. odorata* por Pérez *et al.* (2002). Esses autores utilizaram material de mudas e cultivaram a espécie em meio de cultura suplementado com BAP, KIN e 2-iP, sendo obtido melhor resultado (4,06 brotações) com 9,76 μM de BAP. Por outro lado, os resultados de nosso trabalho ficaram próximos aos melhores resultados observados por Peña-Ramírez *et al.* (2010) que conseguiram 4,6 brotos, adicionando 20% de água de coco no meio de cultura TY17 e utilizando hipocótilos. Já Valverde-Cerdas, Rojas-Vargas e Hine-Gómez (2008) obtiveram 2,3 brotações com uso de 3,1 μM de BAP; Rodriguez *et al.* (2003) produziram 2,5 brotos, após 45 dias em meio com 2,2 μM BAP.

Os meios contendo 0,28 μM de GA3 independente das doses de BAP não apresentaram oxidação das culturas. Já os meios com 1,12 μM de GA3 nas concentrações de 4,4 μM , 6,6 μM e 8,8 μM de BAP apresentaram 13, 62 e 65% das plântulas oxidadas, respectivamente (Tabela 6). Almeida *et al.* (2020) enfatizaram que altas concentrações de reguladores de crescimento podem causar intoxicação e oxidação das culturas, sendo indicador de concentrações inadequadas. A oxidação de fenóis forma quinonas, sob o efeito da polifenol oxidase, apresentando escurecimento e morte das culturas (HUH; LEE; NAM, 2017). Lima, Brito e Santana (2020) afirma que altas concentrações de reguladores sintéticos podem induzir, modificar ou inibir o crescimento das culturas.

4.4.3 Indução de raiz e aclimatização

Na fase de indução de enraizamento foi observado calogênese nas plântulas cultivadas em meio com as auxinas AIB e ANA (Figura 12). A calogênese em algumas espécies florestais antecede o enraizamento (NAVROSKI *et al.*, 2015), indicando desdiferiação celular, produto da ação de fitohormônios e que gera uma massa de proliferação celular (FEHÉR, 2019).

Figura 12 — Culturas de *Cedrela odorata* enraizadas *in vitro* suplementados com diferentes concentrações de auxinas. Culturas mantidas em câmara de crescimento em frascos de vidro submetidas as auxinas AIB, AIA e ANA (A), culturas enraizadas com AIB mantidos por 30 dias (B-C) e culturas enraizadas com ANA mantidos por 30 dias (D).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As primeiras raízes adventícias das brotações de *C. odorata* apareceram no meio de cultura contendo AIB após 15 dias do início da indução de enraizamento. O meio de cultura acrescido de $4,90 \mu\text{M}$ de AIB apresentou taxa de enraizamento de 60% e comprimento de raízes com 2,76 cm, sendo diferente do meio contendo $5,37 \mu\text{M}$ de ANA, tratamento que alcançou 26% de enraizamento. Explantes mantidos no meio com $5,70 \mu\text{M}$ de AIA e controle não demonstraram enraizamento no experimento (Tabela 7). A ausência de enraizamento com ácido indol-3-acético (AIA)

pode estar relacionada a sua maior fotossensibilidade em relação as outras auxinas (ROCHA *et al.*, 2019).

Tabela 7 — Enraizamento (%), número de raízes e comprimento de raízes (cm) de *Cedrela odorata* sob diferentes concentrações de auxinas.

Tratamento	Enraizamento (%)	Número de raízes	Comprimento de raízes (cm)
4,90 μ M AIB	60,00 a	2,63 a	2,76 a
5,37 μ M ANA	26,00 b	2,27 a	1,12 b
5,70 μ M AIA	0,00 *	0,00 *	0,00 *
Controle	0,00 *	0,00 *	0,00 *
CV (%)	14,00	31,54	24,70

* Não avaliado devido à falta de enraizamento. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Na aclimatização *ex vitro*, as plântulas que formaram raízes tiveram percentual de sobrevivência de 97%, enquanto nas brotações sem raízes a sobrevivência foi somente 24%, sem aparecimento de raízes; demonstrando a necessidade de fase de enraizamento na formação plântulas e sucesso na obtenção de mudas micropropagadas e aclimatizadas (Tabela 8).

Tabela 8 — Sobrevivência (%) de plântulas aclimatizadas com e sem raiz de *Cedrela odorata*.

Tratamento	Sobrevivência (%)
Explantes com raiz	97 a
Explantes sem raiz	24 b
p-valor	0,00203

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O uso de AIB é indicado no enraizamento *in vitro* de *C. odorata*, como comprovado por Rodríguez *et al.* (2003), que utilizando meio de cultura MS acrescido de 4,4 μ M de AIB, conseguiram 4,18 raízes por explante com 3,9 cm de

comprimento. Valverde-Cerdas, Rojas-Vargas e Hine-Gómez (2008), utilizando 9,8 μM de AIB obteve 6,5 raízes por explante. No trabalho de García-González *et al.* (2011) foi demonstrado que a utilização do meio de cultura MS suplementado com 8,8 μM de BAP e 16,1 μM de NAA induziu a formação de 3,9 raízes por planta após seis semanas.

O baixo número e comprimento de raiz de *C. odorata* obtido no nosso estudo, comparado com demais trabalhos, pode estar relacionado ao tempo de avaliação e ao efeito residual de GA3 e BAP da fase de multiplicação. Utilizando meio de cultura MS, com o carvão ativado e combinações de 2,2 μM de BAP e 2,68 μM de NAA, Huamán *et al.* (2012) obtiveram, após cinco semanas de cultivo de *C. odorata*, 100% de enraizamento, 8,13 raízes por explante e 10,43 cm de comprimento. Carvão ativado pode ser utilizado na composição do meio de enraizamento, por apresentar capacidade de absorver substâncias residuais inibidoras e tóxicas da fase anterior da micropropagação, promovendo melhores taxas de enraizamento (LIMA; BRITO; SANTANA, 2020).

A interação entre as concentrações dos reguladores de crescimento BAP e GA3 pode servir de indicação para a avaliação futura de novos protocolos de micropropagação de *C. odorata*, considerando a diversidade genética e a importância da espécie, podendo assim contribuir para aumentar a taxa de multiplicação e enraizamento de explantes, e o resgate e produção de mudas de matrizes selecionadas.

4.5 CONCLUSÕES

O uso de segmentos nodais e gemas axiais de brotações de ramos de copa é viável no resgate vegetativo de árvores adultas de *Cedrela odorata*.

O uso de segmentos nodais apresenta maior percentual de sobrevivência e regeneração.

A combinação de 8,8 μM de BAP e 0,28 de μM GA3 em meio de cultura com MS promovem uma produção de 4,16 brotos, após 30 dias de cultivo.

As culturas mantidas em meio acrescido de 4,9 μM AIB apresentaram 60% de enraizamento.

Plântulas enraizadas *in vitro* apresentaram sobrevivência de 97% na aclimatização.

5 EFEITO DA QUALIDADE DE LUZ NA MULTIPLICAÇÃO E ENRAIZAMENTO *IN VITRO* DE *Cedrela odorata* L.

5.1 RESUMO

A fonte de iluminação pode regular a morfogênese na micropropagação *in vitro* de espécies florestais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de quatro diferentes fontes de luz do tipo LED, sendo branco, vermelho, azul e rosa (50% azul e 50% de vermelho) sob as fases de multiplicação e enraizamento de culturas *in vitro* de *Cedrela odorata* L. Na fase de multiplicação usou-se o meio de cultura MS adicionado a 8,8 μM de 6-benzilaminopurina (BAP) e 0,28 μM de ácido giberélico (GA3) sob efeito dos tipos de luz. Avaliaram-se a taxa de oxidação, a taxa de brotação (%), o número de brotações e o comprimento dos brotos (mm). Para o enraizamento foi avaliada a interação dos tipos de luz sob duas concentrações de ácido indolbutírico AIB (0,28 e 1,12 μM), sendo avaliada a taxa de enraizamento (%), número de raiz, comprimento de raiz (mm) e taxa de oxidação (%). As culturas mantidas sob as fases de multiplicação e enraizamento foram cultivadas durante cinco semanas. Na multiplicação, sob as luzes LED branco e LED azul foram obtidos 3,94 e 3,84 brotações, respectivamente, com ausência de oxidação na luz branco. Já no enraizamento, as brotações sob luz LED branco foram superiores no número de raízes e na taxa de enraizamento, e menor valor de oxidação. No estudo verificou-se que a luz LED branco foi mais eficiente nas fases de multiplicação e enraizamento de *Cedrela odorata*, sendo indicada para a micropropagação *in vitro* dessa espécie florestal.

Palavras-chave: Cedro-vermelho. Propagação vegetativa. Micropropagação. Qualidade de luz. LED.

5.2 INTRODUÇÃO

A micropropagação *in vitro* utilizando explantes de brotações de árvores adultas é uma estratégia que possibilita o resgate vegetativo e sua conservação *in vitro* de espécies florestais ameaçadas de extinção (FERRARI; GROSSI;

WENDLING, 2004; PEÑA-RAMÍREZ *et al.*, 2010; BRASIL, 2014). Essa técnica de cultura de tecidos é adequada também para propagação de espécies arbóreas com dificuldade de multiplicação via material lenhoso e de baixa capacidade de enraizamento (NUNES *et al.*, 2002; AMARAL, 2006; GARCÍA-GONZÁLES *et al.*, 2011). Uma das vantagens da micropropagação, em relação à propagação seminal, é de que nesse último caso há dependência das épocas de dispersão de sementes e a baixa oferta de genótipos progenitores, bem como no aumento da variedade genética (LESHER-GORDILLO *et al.*, 2018).

Entre as características da micropropagação é a capacidade de rejuvenescimento de culturas que podem expressar melhor a capacidade de formação de raízes adventícias durante a fase de enraizamento *in vitro* (STUEPP *et al.*, 2018; ZHANG; SUN; LI, 2020). Os propágulos vegetativos na micropropagação são mantidos *in vitro* em meio de cultura sob diferentes reguladores sintéticos de crescimento, passando pelas fases de estabelecimento, fase crítica devido a contaminação, seguido das fases de multiplicação, enraizamento e aclimatização (SALLES *et al.*, 2017).

No cultivo *in vitro* as condições de climatização do ambiente como controle da umidade, temperatura e luz são condições que regulam características morfogênicas dos vegetais (AZMI; AHMAD; IBRAHIM, 2016). A fonte de luz pode atuar sobre o meio de cultura, tendo em vista que muitas substâncias são fotossensíveis a diferentes espectros de luz, interferido sobre as trocas hormonais entre planta e meio durante as fases *in vitro* (CIOĆ *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2018), sendo também componente no processo fotossintético e formação de compostos químicos em plantas (SAYED *et al.*, 2020). Contudo, o uso de fontes de luz inadequadas pode ocasionar danos fisiológicos como oxidação de explantes dificultando o desenvolvimento e provocando a morte da cultura *in vitro* (BASSAN *et al.*, 2006).

Os laboratórios mais antigos utilizavam lâmpadas fluorescentes que apresentavam defeitos elétricos e aquecimento. Atualmente, vem sendo utilizadas lâmpadas de diodos emissores de luz (LED) devido ao baixo custo de manutenção, eficiência de consumo elétrico por gerarem baixa produção de calor e possuírem maior durabilidade (AZMI; AHMAD; IBRAHIM, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2019). As fontes de luz, de acordo com a qualidade espectral, fluxo de fótons e o fotoperíodo, regulam o crescimento de vegetais e efeitos fisiológicos nas plantas (HUNG *et al.*, 2015; CIOĆ *et al.*, 2018). Estudos relacionados à qualidade luminosa na

micropropagação *in vitro* permitem a compreensão dos efeitos específicos a determinadas espécies (BELLO-BELLO *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2018).

Os reguladores de crescimento utilizados podem ser do tipo citocinina como 6-benzilaminopurina (BAP), que possui ação de crescimento e alongamento celular, atuando como estimulador na formação de brotos *in vitro* (ALMEIDA *et al.*, 2020). Já as auxinas que agem no crescimento diferencial (fototropismo), expansão celular e alongamento celular, como a utilização do ácido indolbutírico (AIB), que atua no enraizamento da cultura (RODRÍGUEZ *et al.*, 2003). O ácido giberélico (GA3) promove o crescimento de diversos órgãos vegetais, especialmente entrenós promovendo alongamento de brotos *in vitro* (MANTOVANI; FRANCO; VESTENA, 2001).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da fonte de luzes do tipo LEDs nas fases de multiplicação por organogênese indireta e de enraizamento *in vitro* de *Cedrela odorata*.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

5.3.1 Origem do material e multiplicação *in vitro*

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Melhoramento e Biotecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, localizado no Centro de Ciências Agroveterinárias-CAV da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Santa Catarina, Brasil. Na multiplicação utilizaram-se culturas *in vitro* de *Cedrela odorata* padronizadas com o tamanho de 0,5 cm, subcultivados em frascos de vidro de 350 mL, contendo 30 mL de meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) acrescido de 8,8 µM de BAP e 0,28 µM de GA3. O meio de cultura foi suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose e geleificados com 8 g L⁻¹ de ágar, sendo o pH ajustado para 5,8 ± 0,1.

As culturas *C. odorata* foram mantidos iluminados em quatro diferentes fontes de luz: (I) branco - 100% de luz LED branco (420 nm); (II) vermelho - 100% luz de LED vermelho (660 nm); (III) azul - 100% de LED azul (460 nm); e (IV) rosa - 50% luz LED vermelho (660 nm) e 50% LED azul (460 nm). As culturas foram mantidas sob fotoperíodo de 16 h de luz, sendo a fonte luminosa mantida a uma distância de 40 cm acima das bancadas e temperatura ambiente de 25 ± 1 °C. Após cinco

semanas avaliaram-se a taxa de brotação (%), número de broto, comprimento dos brotos (mm) e taxa de oxidação (%). O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado contendo 40 repetições por tratamento.

5.3.2 Enraizamento *in vitro* e aclimatização

Para o enraizamento *in vitro*, as culturas de *C. odorata* foram mantidos sob os mesmos tratamentos de fontes de luz, condições de temperatura e de fotoperíodo do experimento de multiplicação. Utilizou-se o meio de cultura MS suplementado com ácido indolbutírico (AIB) nas concentrações de 4,9 e 9,8 μM , adicionando-se ainda 30 g L⁻¹ de sacarose, 8 g L⁻¹ de ágar e ajustado o pH para 5,7 \pm 0,1. Após cinco semanas avaliaram-se a taxa de enraizamento (%), o número de raízes, o comprimento de raízes (mm) e a taxa de oxidação (%). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x4 (duas doses de AIB e quatro tipos de luz), com 20 repetições por tratamento.

Na fase de aclimatização 50 plântulas de *C. odorata* enraizadas *in vitro* foram transferidas para bandeja alveolada de polipropileno expandido contendo substrato comercial Organo Plus®, areia e casca de arroz carbonizada (1:1:1, v/v/v). Cada bandeja foi mantida dentro de caixa plástica de polietileno de 25 L e coberta com filme plástico transparente para formação de uma câmara úmida, recebendo uma irrigação de 250 mL de água a cada 3 dias com o auxílio de um borrifador. As bandejas foram mantidas em sala de crescimento com temperatura de 25 \pm 3 °C, umidade relativa do ar de 80% e 16h de fotoperíodo. Após 30 dias avaliou-se o percentual de sobrevivência (%).

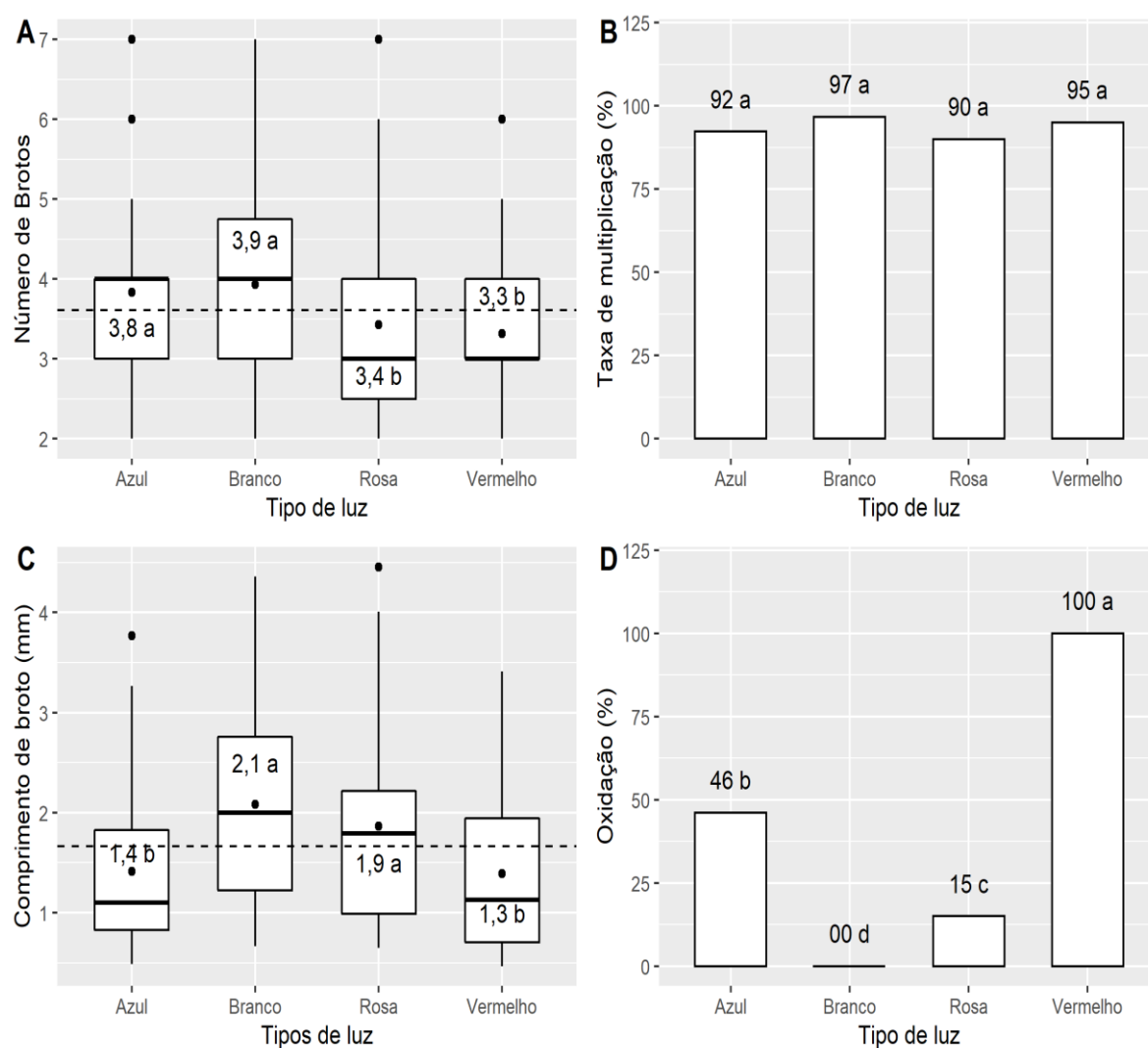
5.3.3 Análise Estatística

Para atender à normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett), os dados foram transformados pela função $\sqrt{x+1}$ e submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott ($p \leq 0,05$), com auxílio da linguagem e ambiente R, pacote Ggplot2 (R CORE TEAM, 2015).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a fonte de luz fornecida às culturas *in vitro* de *Cedrela odorata* é um elemento físico que interfere no desenvolvimento das plantas nas fases de micropropagação por organogênese indireta (Figura 13).

Figura 13 — Número de brotos (A), taxa de brotação (B), comprimento de broto (C) e oxidação (D) de *Cedrela odorata* em cultivo *in vitro* sob o efeito do tipo de luzes de LEDs (azul, branco, rosa e vermelho).



Valores seguidos por letra minúscula na coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Scott & Knott.

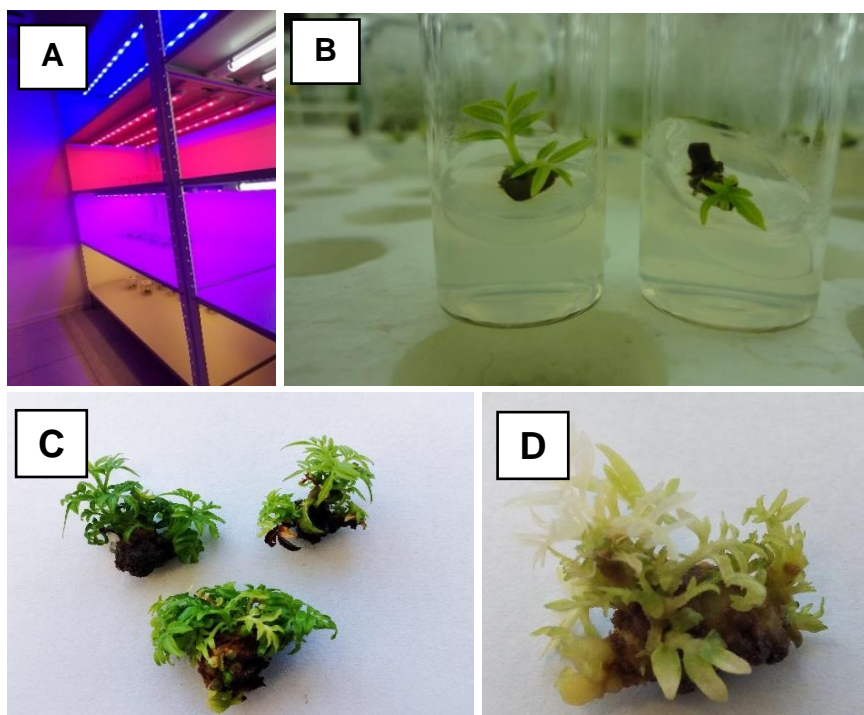
Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Dentre as variáveis na fase de multiplicação, o número de brotações por cultura nos tratamentos com luzes de LED branco e azul foram superiores às luzes de LED rosa e vermelho. Também ficou demonstrado que a taxa de brotação não variou entre os tratamentos (Fig. 13 A, C). Bello-Bello *et al.* (2016) constataram resultados semelhantes para a luz LED branco ao deste trabalho, na multiplicação de explantes de *Vanilla planifolia* Andrews, quando submetidos a luz de lâmpada fluorescente, LED branco e LED rosa apresentaram número de brotos por explante superiores a luz de LED azul e vermelho. Azmi, Ahmad e Ibrahim (2016) obtiveram aumento na multiplicação de brotações de plantas usando LED azul em comparação com a luz de LED vermelho. Em dois cultivares de *Alpinia purpurata* (Red Ginger e Pink Ginger), Pinheiro *et al.* (2019) demonstraram que o número de brotos foi superior sob lâmpadas de LED branco em relação às lâmpadas fluorescentes.

O comprimento de brotações de *C. odorata* foram os maiores sob a luz de LED branco e rosa após cinco semanas de cultivo. As brotações das culturas submetidas a luz de LED azul apresentaram comprimento inferior, com valor médio de 1,4 mm, assim como o tratamento com LED vermelho (1,3 mm) em relação aos outros tratamentos (Figura 13). De acordo Hung *et al.* (2015) o percentual de radiação entre azul e vermelho pode interferir no comprimento das brotações *in vitro*, sendo aumentado com a elevação da concentração de vermelho e reduzido com as proporções mais elevadas dos azuis em cultura de morango encapsulado.

Além da taxa de multiplicação e comprimento de brotações superiores, culturas de *C. odorata* sob luz LED branco não apresentaram oxidação em cultivo *in vitro* (Figura 13 D e Figura 14 C). A luz vermelha, por outro lado, apresentou clorose seguida de oxidação em todas as plantas, sendo a luz que mais interferiu sobre as culturas (100%) (Figura 13 D e Figura 14 D), seguidos das luzes de LED rosa (15,0%) e azul (46,2%). A oxidação é a reação das polifenoxidasas sobre compostos fenólicos (KESSIN *et al.*, 2018), a degradação oxidativa afeta a concentração dos compostos fenólicos que podem estar relacionados aos processos de regulação do crescimento e desenvolvimento de culturas *in vitro* (BASSAN *et al.*, 2006).

Figura 14 — Multiplicação de *Cedrela odorata in vitro* sob o efeito de diferentes fontes de luz. Sala de crescimento contendo diferentes fontes de luz LEDs (A), culturas utilizadas na multiplicação (B), culturas multiplicadas sob luz branco (C) e cultura multiplicada com clorose e oxidada sob luz vermelha (D).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Sayed *et al.* (2020) observaram diferenças no crescimento e em compostos bioquímicos de culturas sob diferentes tipos de luzes *in vitro*, sendo que a luz branca acumulou a maior quantidade de compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonóides) em comparação com luzes verde, azul, vermelha e amarela, as luzes amarela e branca apresentaram a maior capacidade antioxidante (DPPH) em *Ceratonía siliqua* L. Este comportamento pode explicar os melhores resultados da pesquisa quando os explantes foram submetidos a luz de LED branco. Os compostos de polifenóis são antioxidantes que combatem os radicais livres que são promotores do envelhecimento e/ou necrose e/ou morte celular (KOBUS-CISOWSKA *et al.*, 2019).

O trabalho de Cioć *et al.* (2018) demonstraram diferença na interação de doses (1,0; 2,5 e 5,0) de BAP e tipo de luz em *Myrtus communis* L., em que LED vermelho em meio de cultura acrescido com 5 µM BAP resultou na maior taxa de multiplicação e concentrações de polifenol antioxidante comparado a LEDs azul, rosa, vermelho e lâmpadas fluorescente. Além disso, Souza *et al.* (2018) mostraram

que a luz de LED rosa proporcionou o menor percentual de contaminação na fase de estabelecimento *in vitro* e maior comprimento de brotações e número de brotações por explante de clones híbridos de *Corymbia torelliana* x *C. citriodora* e *Corymbia citriodora* x *C. torelliana*.

Os resultados não mostram interação entre tipo de luz e concentração de AIB para todas as variáveis analisadas (Tabela 9). Sob o efeito da luz branca, independente da dose de AIB, as culturas de *C. odorata* apresentaram valores médios superiores no número de raízes ($p=0,00297$) em relação aos demais tratamentos. Os resultados de Bello-Bello *et al.* (2016) mostraram resultados parecidos com a pesquisa, em que as culturas submetidas a LEDs branco apresentaram número de raízes e comprimento de raiz superiores a luzes azul, vermelha e rosa em *Vanilla planifolia* Andrews.

Tabela 9 — Enraizamento, número de raiz, comprimento de raiz (mm) e oxidação (%) de *Cedrela odorata* enraizadas *in vitro* sob o efeito do tipo de luzes de LEDs (azul, branco, rosa e vermelho) e diferentes concentrações de ácido indolbutírico - AIB (4,9 e 9,8 μM), durante cinco semanas. Lages-SC.

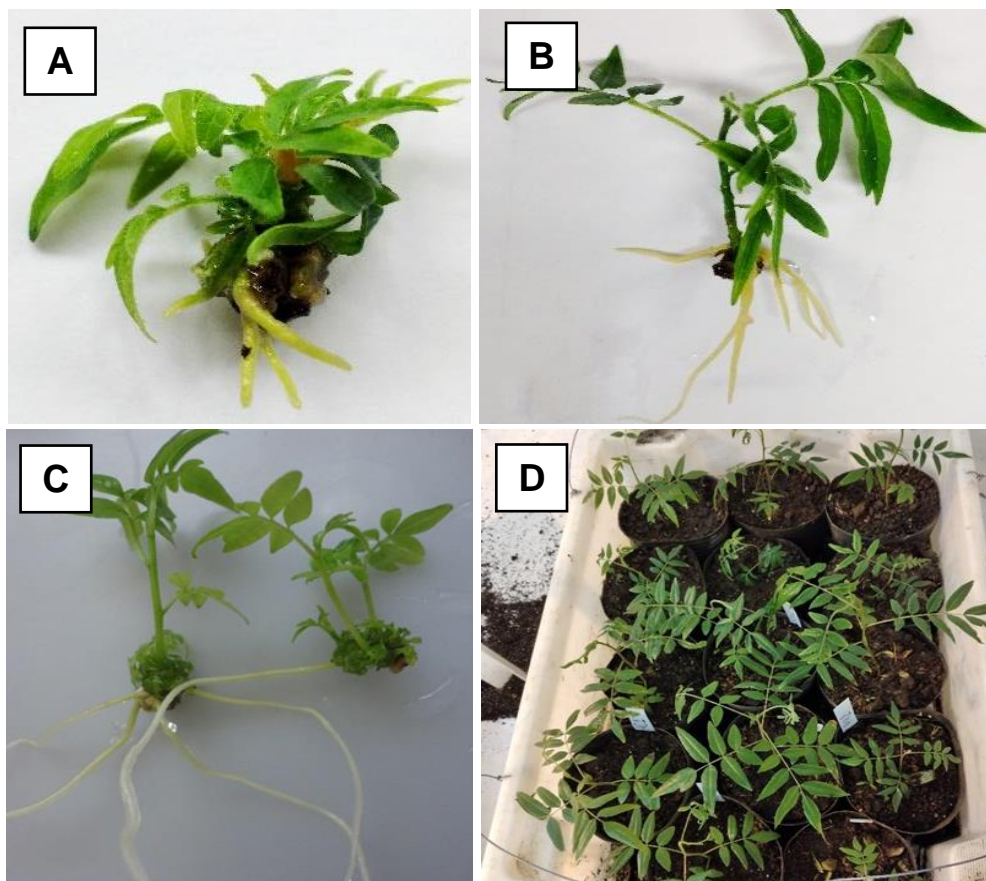
Fatores		Enraizamento (%)	Raízes (Nº)	Comprimento de raízes (mm)	Oxidação (%)
AIB (μM)	Tipo de Luz				
4,9	Azul	40,00	2,75	10,38	90,00
	Vermelho	50,00	3,27	22,07	45,00
	Azul-vermelho	55,00	4,25	21,18	55,00
	Branco	73,00	5,73	12,75	13,00
9,8	Azul	67,00	1,92	5,11	100,0
	Vermelho	65,00	4,50	13,53	75,00
	Azul-vermelho	67,00	4,80	11,16	60,00
	Branco	89,00	5,88	13,02	5,00
	p-valor	0,91849	0,78035	0,210889	0,2274
4,9		54,00 b	4,09	17,14 a	51,00
9,8		72,00 a	4,41	11,01 b	60,00
	p-valor	0,02658	0,78356	0,001998	0,1209
	Azul	52,63 b	2,25 b	7,21 b	94,73 a
	Vermelho	57,50 b	3,96 a	17,28 a	60,00 b
	Azul-vermelho	59,45 b	4,50 a	16,62 a	56,75 b
	Branco	82,35 a	5,82 a	12,91 a	8,82 c
	p-valor	0,04680	0,00297	0,000235	0,00012

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O comprimento de raízes sob as luzes de LEDs vermelha, branco e rosa foi superior em relação ao tratamento azul ($p=0,000235$) (Tabela 9). A luz LED branco apresentou os menores percentuais de oxidação em comparação aos outros tratamentos (Tabela 9 e Figura 15). Após cinco semanas as plântulas enraizadas foram aclimatizadas resultando em 100% de sobrevivência. Os resultados mostram que a baixa taxa de oxidação pode favorecer o desenvolvimento de explantes (ALMEIDA *et al.*, 2020), como observado nos explantes mantido sob luz de LED branco no experimento. Fontes de radiação luminosa danifica a parte aérea das plantas responsáveis pela fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2009; CIOĆ *et al.*, 2018). Segundo Lazzarini *et al.* (2017) a luz de LED branco apresenta outros tipos de luz, como azul e verde, e menor proporção de UV importantes ao desenvolvimento do vegetal; a luz verde influencia abertura de estômatos e afeta a ação da luz azul.

Figura 15 — Culturas de *Cedrela odorata* enraizadas *in vitro* em meio com concentrações de AIB e sob o efeito de diferentes tipos de luz. Enraizamento com $4,9 \mu\text{M}$ de AIB em luz branco (A-B), enraizamento com $9,8 \mu\text{M}$ de AIB em luz branco (C) e plantas aclimatizadas após 30 dias (D).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O aumento da concentração de AIB e a exposição a luz branco favoreceu o enraizamento *in vitro* de *C. odorata*. No entanto, o aumento da dose de AIB não induziu diferenças no número de raízes e taxa de oxidação. O uso de AIB tem sido usado na fase de enraizamento da espécie *Cedrela odorata*. Os resultados de Rodríguez *et al.* (2003), utilizando as concentrações de 2,5; 4,9 e 7,4 μM de AIB no enraizamento dessa espécie, não indicaram diferenças entre tratamentos. Contudo, Valverde-Cerdas, Rojas-Vargas e Hine-Gómez (2008) testaram as doses de 4,9; 9,8 e 14,8 μM AIB no enraizamento de *C. odorata*, observaram que a dose ideal foi de 9,8 μM AIB, obtendo o maior número de raízes (6,5).

A micropropagação possibilita o resgate e conservação *in vitro* de material florestal. As condições artificiais podem contribuir com a melhoria da permanência do material vegetal e otimizar as fases de micropropagação. Nesta pesquisa verificou-se que o tipo de luz influenciou a micropropagação durante as fases de multiplicação e de enraizamento *in vitro* de *C. odorata*.

5.5 CONCLUSÃO

O tipo de luz de LEDs influência sobre as culturas nas fases de multiplicação e enraizamento *in vitro* de *Cedrela odorata*.

A luz LED branco favorece a emissão e comprimento de brotos (mm) e reduz a oxidação das culturas na fase de multiplicação de *Cedrela odorata*.

A concentrações de 9,8 μM AIB aumenta a taxa de enraizamento. Contudo, não influencia o número de raízes e taxa de oxidação.

A luz LED branco promove maior taxa de enraizamento, número de raízes e menor taxa de oxidação na fase de enraizamento.

6 *Hypsipyla grandella* (ZELLER, 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EM CEDRO: FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E INIMIGOS NATURAIS

6.1 RESUMO

A broca-do-cedro (*Hypsipyla grandella*) é a praga principal dos cedros por causar sérios danos ao meristema apical e provocar ramificação, deformação do fuste e redução no desenvolvimento da planta. O objetivo deste trabalho foi estudar a flutuação populacional e a ocorrência de parasitoides de *H. grandella* associados em plantios de cedro. Armadilhas do tipo Delta contendo feromônio e com piso adesivo foram instaladas nos municípios de Fraiburgo-SC (2014 e 2015) e São José do Cerrito-SC (2019). Os insetos coletos foram separados e identificados. A ocorrência de parasitoides foi estudada em coletas realizadas janeiro a março (2019) e de outubro (2019) a janeiro (2020). As armadilhas capturaram lepidópteros distribuídos entre os seguintes gêneros e espécies: *Tolype* sp., *Titya* nr. *Proxima*, *Ennominae* sp. e *Hypsipyla grandella*. Nas duas áreas de coleta observou-se que as populações dos insetos apresentam comportamento semelhante, com aparecimento no início da primavera (setembro), estendendo-se até início do inverno (março), sem ocorrência nos meses de abril a agosto. Dos brotos infestados por *H. grandella* e coletados de árvores de cedro com 5-6 anos de idade foram obtidos adultos do *Podogaster* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae: Anomalinae) emergidos de pupas. Essas informações contribuem com medidas de monitoramento de *H. grandella* e demonstra épocas mais adequadas ao controle e a importância de identificação de parasitas nativos da flora da região sul do Brasil.

Palavras-chave: Broca-do-Cedro. Captura de Insetos. Controle Biológico.

6.2 INTRODUÇÃO

O cedro (*Cedrela* spp.) tem seu desenvolvimento fortemente afetado pela ocorrência da *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) que danifica seus ponteiros. Um dos hospedeiros preferências de *H. grandella* é o cedro-

rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) que ocorre em vários países da América Latina, com destaque para o bioma Mata Atlântica no Brasil (EMBRAPA, 2005; FLORES; SOUZA; COELHO, 2017). A *H. grandella* tem como hospedeiros preferenciais várias espécies de plantas da família *Meliaceae*, incluindo o mogno verdadeiro (*Swietenia* spp.) e andiroba (*Carapa* spp.) (JESUS-BARROS *et al.*, 2015; CASTRO; MONTALVÃO; MONNERAT, 2016; DIONISIO *et al.*, 2016).

A qualidade da madeira dos cedros é apreciada pela indústria moveleira nacional e internacional. Contudo, a espécie é rara devido sua grande exploração com poucas árvores adultas (CARVALHO, 2003). O cedro-rosa está, hoje, ameaçado de extinção devido a intensa extração e drástica redução nos remanescentes florestais com poucos exemplares adultos e dispersão concentrada de sementes (GASPER *et al.*, 2017). A situação agrava-se pela ocorrência da broca *H. grandella*, praga-chave (LUNZ *et al.*, 2009) cujos danos podem ocorrer em plântula na fase jovem, após transplante ou mesmo durante todo o período de crescimento e desenvolvimento das plantas do cedro.

Para controle da broca-do-cedro tem sido adotado controle físico, químico, biológico, cultural e silvicultura. Muitas medidas de controle mostram-se pouco efetivas ou causam a elevação dos custos na implementação de plantios (LUNZ *et al.*, 2009; EMBRAPA, 2011, AGROFIT, 2021). O monitoramento das pragas permite a através da época de surgimento da praga, a escolha do método adequado de controle e a diminuição dos seus custos, além da eliminação constante de controle químico que causam problemas como resistência da praga e morte de seus predadores e parasitoides naturais (BERTI-FILHO; MACEDO, 2010; FITE *et al.*, 2020; COSTA *et al.*, 2000; COSTA, 2013).

O levantamento populacional de *H. grandella* e o seu comportamento relacionado às condições do ambiente, verificando-se a época predominante de maior ataque, são informações essenciais para seu manejo (GÓMEZ-PIÑEREZ, 2014). Os fatores climáticos associados interferem no comportamento de pragas sendo possível sua verificação através dos índices ecológicos como riqueza, diversidade e abundância, servindo de grande valia no monitoramento e manejo racional (ANTONINI *et al.*, 2005; BAPTISTA *et al.*, 2014; MACHEKANO *et al.*, 2019). Mesmo no interior de plantios, a mudança de microclima pode alterar a incidência da praga, como observado por Borges *et al.* (2019) que constataram que a frequência de ataque de *H. grandella* esteve relacionado ao nível de cobertura (radiação solar),

sendo que a cobertura variando de 20 a 40% apresentou menor frequência de ataque.

Variáveis como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica influenciam o ciclo de pragas (BETTIOL *et al.*, 2017). Para Martins e Barbeitos (2000), condições adversas podem levar os insetos a criarem estratégias como dormência, polifenismo, migração e alteração sexual, alterando a composição e a população da praga no ambiente. Soares *et al.* (2020) demonstraram que as mudanças climáticas interagem no deslocamento de populações de insetos entre regiões.

Comumente, o monitoramento e controle da população de pragas no ambiente utilizam armadilhas de captura que usam algum tipo de atratividade como alimentos ou feromônio sexual (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009). A flutuação populacional de *H. grandella* apresenta dificuldade quanto ao tipo específico de substâncias atrativas. Contudo, existem trabalhos que identificaram feromônios sexuais e encontram alguns resultados satisfatórios na atratividade da praga (BOREK *et al.*, 1991; PIÑEDA-RÍOS, 2014; BORGES, 2017; BLASSIOLI-MORAES *et al.*; 2017).

Os aspectos biológicos da praga contribuem na tomada de decisão e na escolha do método de controle, baseado no Manejo Integrado de Pragas (MIP) (GÓMEZ-PIÑEREZ, 2014). Além disso, o nível populacional da praga pode ser alterado pelas relações interespecífica presente no ambiente (BAPTISTA *et al.*, 2014; CIVIDANES *et al.*, 2009). Dessa forma, o controle biológico utilizando predadores e parasitóides vêm se tornando uma estratégia importante, sendo necessário compreensão dos inimigos naturais recorrentes em suas áreas de existência (BERTI-FILHO; MACEDO, 2010).

O objetivo deste estudo foi realizar o levantamento populacional de *H. grandella* e a presença de inimigos naturais em povoamentos de cedro na região do planalto Serrano Catarinense.

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

6.3.1 Flutuação populacional de *Hypsipyra grandella*

A pesquisa foi realizada em dois municípios do Estado de Santa Catarina, Brasil, durante 2014 e 2015, em área de sistema agroflorestral no município de Fraiburgo (27°01'43"S e 50°56'32"O), com 2,2 hectares e em 2019, o levantamento foi realizado em remanescente de vegetação nativa, município de São José do Cerrito, composto por 3,0 hectares e 17 plantas adultas de *Cedrela fissilis* (27°42'55.52"S e 50°30'24.29"O).

A flutuação de *H. grandella* foi monitorada com a utilização da armadilha tipo Delta com piso adesivo, utilizando septo de borracha, impregnado com 1 mg da formulação feromonal proposta por Blassioli-Moraes *et al.* (2017) e testado por Borges (2017). Utilizaram-se 16 armadilhas para área de Fraiburgo e 15 para área de São José do Cerrito. As armadilhas foram fixadas com distanciamento de 25 metros, em árvores de cedro a 1,80 m de altura. As avaliações foram realizadas semanalmente e os septos de borracha trocados mensalmente. Em laboratório, os insetos coletados foram separados, alfinetados, secos e mantidos conservados e enviado a Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas - Departamento de Zoologia para identificação.

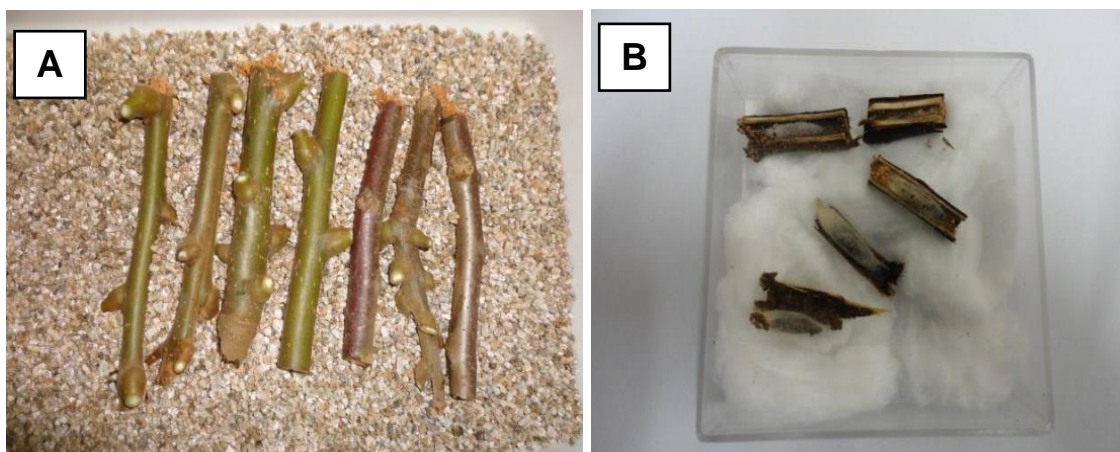
Dados de umidade relativa instantânea (%) - média mensal, temperatura média do ar diária (°C) - média mensal e precipitação (mm) - soma mensal foram registrados por estações automatizadas meteorológicas de Lages e Videira. Os dados meteorológicos foram fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Foi estimada a frequência (f): proporção de insetos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra, pela fórmula: $f = \frac{n_i}{N} \cdot 100$; onde n_i : número de indivíduos da espécie i e N : total de indivíduos da amostra.

6.3.2 Inimigos naturais de *Hypsipyla grandella*

Brotos de cedro danificados pela broca-do-cedro (Figura 16 A) foram coletados em janeiro a março (2019) e de outubro (2019) a janeiro (2020) de árvores selecionadas no plantio de cinco anos na Fazenda Experimental da UDESC - CAV (FECAV), localização (27°45'33.5"S e 50°04'55.1"O). As árvores alcançavam 1,30 a 2,70 m de altura e $67,5 \pm 2,1$ mm de diâmetro do colo. As brotações foram levadas ao Laboratório de Homeopatia e Saúde Vegetal, dispostas em bandejas de plástico

com camada de vermiculita, coberta com tecido de voil e mantidas em ambiente climatizado com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12/12 horas.

Figura 16 — Brotos de *Cedrela fissilis* danificados por *Hypsipyla grandella* (A) e pupas mantidas em caixas de plástico (B).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As pupas formadas foram mantidas em caixa de plástico do tipo Gerbox com camadas de algodão úmido e cobertos com tampa (Figura 16 B), sendo verificados diariamente quanto à emergência de adultos de possível parasitoides. Os insetos emergidos foram preservados em etanol a 70%. Amostras foram enviadas e depositada no museu entomológico do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Lages, Santa Catarina.

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.4.1 Resultado da flutuação populacional de *Hypsipyla grandella*

Foram identificadas, por captura em armadilha, indivíduos da espécie *Hypsipyla grandella*, *Tolyte* sp., *Titya* nr. *proxima* e *Ennominae* sp. As espécies mais frequentes capturadas na armadilha Delta foram do gênero *Tolyte* sp. correspondendo a frequência de 47,5% de lepidópteros coletados (Fraiburgo-SC 2014) e 49,18% (Fraiburgo-SC 2015). Em São José do Cerrito, *Titya* nr. *proxima*

apresentou a maior frequência, com 41,59% (Tabela 10). O feromônio apresentou seletividade para outros tipos de lepidópteros entre as áreas de coleta.

Tabela 10 — Análise faunística de espécies de Lepidópteros capturados em armadilhas do tipo Delta nos municípios de Fraiburgo e São José do Cerrito, Santa Catarina, Brasil.

Espécies	Fraiburgo				São José do Cerrito	
	2014		2015		2019	
	N	Fr. (%)	N	(%)	N	Fr. (%)
<i>Hypsipyla grandella</i>	46	15,5	17	9,29	12	3,81
<i>Tolyte</i> sp.	141	47,5	90	49,18	65	20,63
<i>Titya</i> nr. <i>proxima</i>	110	37	42	22,75	131	41,59
<i>Ennominae</i> sp.	0	0	34	18,85	107	33,97
Total	297	100	183	100	315	100

N: número de insetos, Fr.: frequência

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

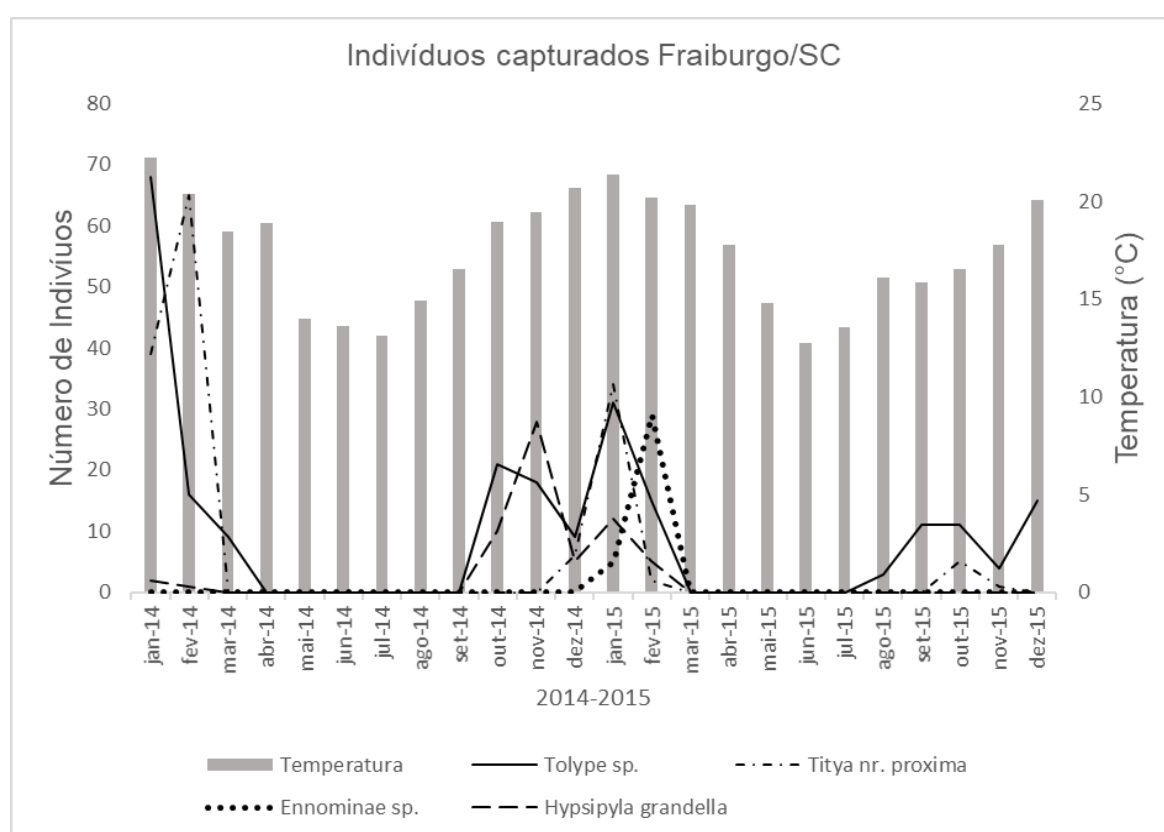
O feromônio utilizado é formado por quatro compostos: 1) (9Z,12E)-tetradecadien-1-ol (Z9E12-14:OH); 2) (9Z,12E)-tetradecadienyl acetate (Z9E12-14:OAC) 3) (9Z)-tetradecen-1-ol (Z9-14:OH) e 4) (9Z)-tetradecenyl acetate (Z9-14:OAC). A atração de outras espécies é devido ao fato de ao menos um destes compostos fazer parte do arranjo feromonal destas espécies de lepidópteros (BLASSIOLI-MORAES *et al.*, 2017). Pineda-Ríos *et al.* (2016) encontraram compostos de feromônio sexual semelhantes que incluem Z9E12-14:OH; Z9-14:OH; acetato de (Z,E)-9,12-tetradecadien-1-ilo (Z9E12-14:AC) e acetato de (Z)-9-tetradecen-1-ilo (Z9-14:AC) extraídos de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae).

Em Fraiburgo-SC, foram capturados indivíduos de *H. grandella* entre janeiro a fevereiro de 2014, e de outubro 2014 a fevereiro 2015. Os resultados demonstram que as demais populações de lepidópteros coletadas surgem com a primavera e se estende até o início da época fria (Figura 17).

Os valores baixos de frequência de indivíduos *H. grandella* podem estar associados com a presença de brotações de plantas de *C. fissilis*, necessária ao desenvolvimento das larvas e aumento da população da praga. Segundo Taveras *et*

al. (2004) a proliferação de *H. grandella* foi influenciada pela temperatura e a disponibilidade de novos brotos. As mudanças de estações podem influenciar a formação de brotos, como em Viçosa/MG, entre os meses de abril a agosto, árvores de *C. fissilis* sob temperatura mais baixa realizam a queda foliar, diminuindo seu crescimento e desenvolvimento, não formando novas brotações (PINHEIRO; MARAGON; PAIVA, 1990).

Figura 17 — Flutuação populacional de mariposas de *Hypsipyla grandella*, *Tolyte* sp.; *Titya nr. proxima* e *Ennominae* sp. no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015, Fraiburgo-SC.



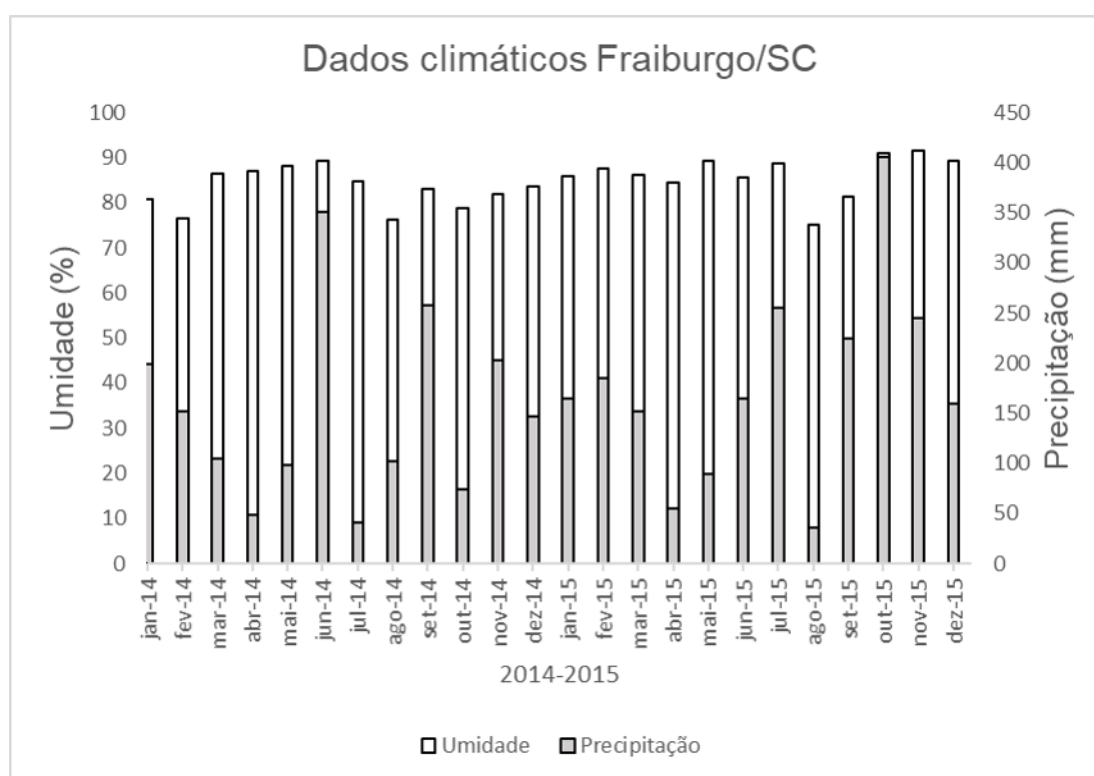
Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Titya nr. proxima e *Tolyte* sp. são lepidópteros da família Lasiocampidae que apresentam distribuição predominantemente pantropical com poucos registros de danos econômicos causados à agricultura (DUARTE *et al.*, 2012). As lagartas do gênero *Tolyte* são urticantes e tem hábitos polípagos se alimentam de folhas e brotos de plantas florestais. No Brasil, a ocorrência de *Tolyte innocens* (Burmeister, 1878) (Lasiocampidae) foi relatada em mirtilheiro (*Vaccinium ashei*) por Louzada *et*

al., (2011). Os indivíduos de *Ennominae* sp. pertencem à família Geometridae representado por aproximadamente 21.000 espécies. Os adultos de *Ennominae* sp. possuem função como polinizadores e suas larvas se alimentam de plantas nativas (VARGAS; PARRA; HAUSMANN, 2005).

A umidade do ar, em Fraiburgo-SC variou entre 75,1 a 91,4%, demonstrando ser uma variável com baixa oscilação. Já a precipitação mensal acumulada foi uma variável que apresentou grande amplitude mensal de 35,4 a 404,2 mm (Figura 18). As condições de umidade favorável ao desenvolvimento de insetos variam entre 40 a 80%, sendo a umidade diretamente relacionada com a variação da temperatura ambiente (RODRIGUES, 2004).

Figura 18 — Dados de umidade e precipitação mensal acumulada durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015 em Fraiburgo-SC.



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

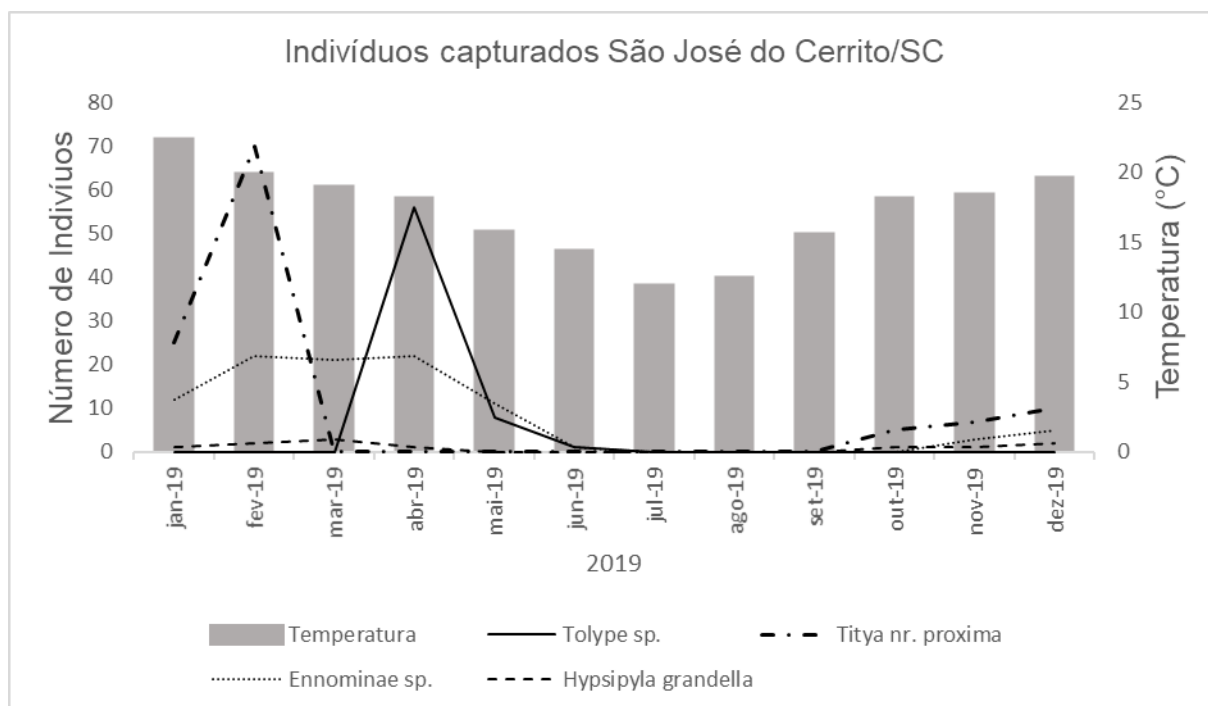
A precipitação é uma variável que interfere na população de insetos e por favorecer o desenvolvimento e crescimento de vegetais interferem na interação praga-hospedeiro (TAIZ; ZEIGER, 2009). Segundo Santos *et al.* (2015), o aumento da população de lagartas das espécies *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e

Diatraea saccharalis estava relacionada aos fatores como disponibilidade de espécies vegetais hospedeiras e a precipitação do período em Lagoas-MG. No estado do Paraná, em regiões com clima parecido com a pesquisa demonstram que a precipitação mesmo sendo uma condição necessária ao desenvolvimento de plantas, o crescimento das brotações e manutenção de folhas são mais influenciadas pelo fotoperíodo e temperatura (ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2017).

Em São José do Cerrito-SC, a espécie *H. grandella* estavam presentes de janeiro a abril (2019) e de outubro até dezembro (2019). Nos meses de maio a setembro (2019) não houve incidência de insetos. Foi observado comportamento semelhante de flutuação para os indivíduos *Tolyte* sp., *Titya* nr. *proxima* e *Ennominae* sp. no município de São José do Cerrito-SC (Figura 19).

Figura 19 — Flutuação populacional de mariposas de *Hypsipyla grandella*, *Tolyte* sp., *Titya* nr. *proxima* e *Ennominae* sp. no período de janeiro a dezembro de 2019.

São José do Cerrito-SC.



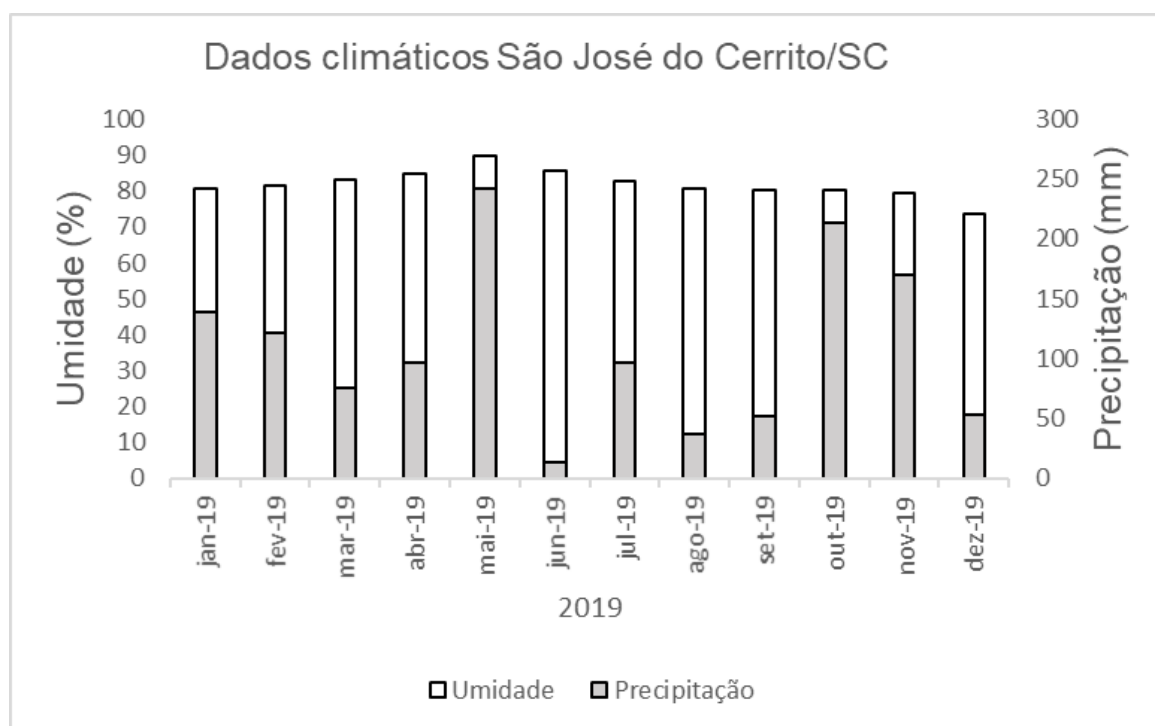
Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A flutuação dos insetos mostra a interferência da temperatura de modo que sob condições climáticas desfavoráveis em que os insetos entram em diapausa, hibernam sob a forma de ovo, larva ou na fase pupa (MARTINS; BARBEITOS,

2000). Além disso, a cópula de Lepidoptera ocorre com a temperatura elevada em voo ou pousados (COSTA-LIMA, 1945). Santos e Leolato (2011), estudando a população de *Grapholita molesta*, em pomares de macieira das cultivares Fuji e Gala, observaram a estratégia da diapausa como pupa nas estações mais frias do ano, no sul do Brasil.

As variáveis climáticas em São José do Cerrito apresentaram a umidade do ar variando entre 73,5 a 80,5% e a precipitação mensal acumulada variando de 53,2 a 241,6 mm (Figura 20).

Figura 20 — Dados de umidade e precipitação mensal acumulada durante o período de janeiro a dezembro de 2019 em São José do Cerrito-SC.



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Na pesquisa observa-se o surgimento de *H. grandella* em outubro com aumento da temperatura e precipitação, estas variáveis contribuem com o final da dormência em *C. fissilis*. Isso deve-se a coevolução entre os insetos e plantas e as relações com as alterações climáticas. A precipitação pode apresentar efeito diferente sobre plantas e insetos. Como observado por Silva *et al.* (2013) demonstraram que precipitação influenciou negativamente na população de bicho-

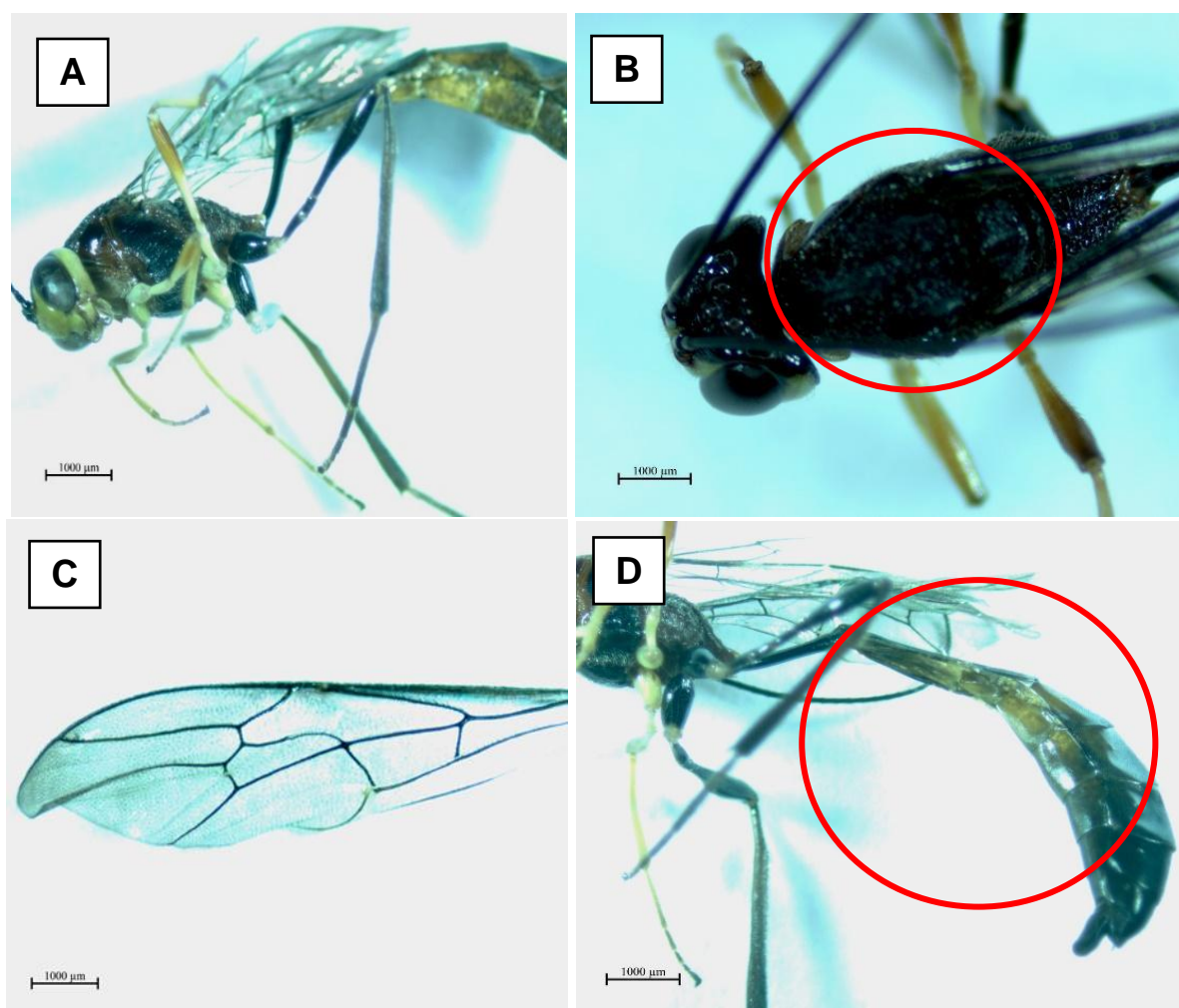
mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), devido o início das chuvas coincidir com a fase de crescimento vegetativo da cultura, levando a emissão de folhas novas e perda de folhas velhas, coincidindo com a redução na incidência da praga. Além disso, os insetos têm preferência por parte da planta que se altera com as mudanças climáticas, como mostraram Corassa, Santos e Duarte (2019), que relataram que a dinâmica populacional de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) foi influenciada positivamente pela precipitação pluviométrica, o qual as larvas alimentam-se do rizoma e parte pseudocaulares da planta. Já a população de *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758) não sofreu influência das variáveis climáticas, isso por se alimentarem pseudocaulares de plantas tombados, mortas e debilitadas de banana cv. nanicão

Os fatores climáticos interferem na flutuação populacional de insetos e são particulares aos ambientes de estudo. A pesquisa mostrou que a temperatura apresenta forte relação com a população de *H. grandella*, bem como o desenvolvimento do cedro; este mesmo comportamento foi observado para os indivíduos *Tolyte* sp., *Titya* nr. *proxima* e *Ennominae* sp. Estas características são típicas de regiões subtropicais; o desaparecimento coincide com a estação de inverno em que os insetos utilizam a estratégia de diapausa para superar os stress ambientais. Estas informações contribuem com as escolhas das medidas de controle e a época de sua aplicação.

6.4.2 Resultado de inimigos naturais de *Hypsipyla grandella*

Foram coletados aleatoriamente 220 ramos com presença de algum dano em 132 árvores de *Cedrela fissilis*. Destes, 81% das árvores apresentavam danos com presença de *Hypsipyla grandella*. Durante a pesquisa observou-se que na fase de pupa de *H. grandella* ocorreu a emergência de três adultos do parasitoide *Podogaster* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae: Anomalinae), durante a coleta do mês de janeiro de 2020 (Figura 21).

Figura 21 — Fotografias de exemplar de *Podogaster* sp. vista lateral (A); mesoscutum (B); asa anterior (C); Metasoma (vista lateral) (D). Barra= 1000 μ M.



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Trabalhos mostram que a ordem Hymenoptera tem alta importância, por abrigar espécies de inimigos naturais de espécies de lepidópteros de interesse econômico (FERNANDES *et al.*, 2010). A família Ichneumonidae (Hymenoptera) apresenta aproximadamente 25 mil espécies descritas com 981 espécies registradas Brasil (FERNANDES *et al.*, 2019).

Na Colômbia, a espécie *Mesostenus hypsipylaphagous* (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) foi registrada parasitando pupas de *H. grandella* (HERRERA-FLOREZ; DIAZ; QUIROZ-GAMBOA, 2017). Existem registro de parasitismo do gênero *Hypsipyla* por outras famílias de Hymenoptera como *Phanerotoma bennetti* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae: Cheloninae)

parasitando em larvas e pupas *H. grandella* (Zeller) e *H. ferrealis* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae), estado do Amazonas (PINTO *et al.*, 2014).

As espécies *Trichogrammatomyia tortricis* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (OHASHI *et al.*, 2005) e *Trichogramma semifumatum* Perkins (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (GRIJPMA, 1973) foram relatadas em ovos de *H. grandella*. *Zethus schadei* (Hymenoptera: Vespidae) emergiram de pupas de *H. grandella* na Antioquia, Colômbia (DÍAZ *et al.*, 2018) e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitaram pupas de lagarta *H. grandella* em São Paulo, Brasil (ZACHÉ *et al.*, 2010).

A associação do inseto *Podogaster* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae: Anomalinae) como a *H. grandella* no sul do Brasil, mostra a necessidade de ampliar os esforços para pesquisa de parasitoides nativos, contribuindo no desenvolvimento de estratégias de controle da praga. Para tanto, deve-se haver estudos conjuntos que avaliem a potencialidade de inimigos naturais no controle biológico de *H. grandella*.

6.5 CONCLUSÃO

O feromônio sexual utilizado capturou *Hypsipyla grandella* e mostrou seletividade para outros indivíduos *Tolype* sp., *Titya* nr. *proxima* e *Ennominae* sp.

A ocorrência de *Hypsipyla grandella* na Região Serrana de Santa Catarina predomina nos meses com temperatura média elevada, entre os meses de setembro a abril, com decréscimo entre os meses de maio a agosto.

O parasitoide natural *Podogaster* sp. foi o único parasitoide natural que emergiu de pupas de *H. grandella*. É possível que essa espécie tenha potencial de ser usada em programas de controle biológico da praga.

7 EFEITO DE ÓLEO DE ANDIROBA (*Carapa guianensis* Aubl.) NA CRIAÇÃO DE *Hypsipyla grandella* (ZELLER, 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

7.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) como ingrediente em dietas artificiais sobre o desenvolvimento de *Hypsipyla grandella*. Para isso, foram testadas três dietas artificiais: 1 (óleo de andiroba e sem folha de cedro); 2 (óleo de andiroba e com folha de cedro); 3 (sem óleo de andiroba e com folha de cedro) e uma dieta natural (folha fresca de cedro), utilizou-se no ensaio lagartas de 3º instar. Sendo avaliado as fases de lagarta, pupa e adultos dos indivíduos durante os durante seus ciclos (dias), peso (mg), comprimento (mm) e sobrevivência (%). Os Insetos na fase de lagartas com dieta contendo óleo de andiroba levaram a uma baixa aceitação ou recusa do alimento. Nas dietas artificiais contendo folha de cedro e dieta natural obtiveram os melhores resultados de sobrevivência, mostrando a importância deste componente nas dietas. Estudos sobre comportamento de determinados óleos essenciais são necessário no incremento de dietas para manutenção de espécimes utilizadas em bioensaios.

Palavras-chave: Dieta Artificial. Praga-chave. Criação de inseto.

7.2 INTRODUÇÃO

A *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) encontra-se distribuída pela América Central, América do Sul e sul do Estado da Flórida (GRIFFITHS, 2001, BORGES, 2017). A mariposa de *H. grandella* possui coloração cinza nas asas anteriores e branco hialino nas posteriores (LUNZ *et al.*, 2009). A fêmea deposita seus ovos sobre os brotos apicais das espécies de *Cedrela* spp. e ao eclodirem as larvas penetram no ponteiro, causando ramificação lateral alterando o crescimento e qualidade do fuste (CASTRO; MONTALVÃO; MONNERAT, 2018; PEREIRA *et al.*, 2016).

Tem se usado diversos métodos de controle para atenuar os problemas causados pela praga. Contudo, poucas ações de controle têm surtido ação efetiva no seu controle de forma mitigadora (CONDE, 2006; DIONISIO *et al.*, 2016; EMBRAPA, 2011; LUNZ *et al.*, 2009). Mesmo o uso de agrotóxicos resolve parcialmente os problemas na fase juvenil da planta, com pouca eficiência sobre a fase adulta (COSTA, 2013; BORGES, 2017). A pesquisa em *H. grandella* requer esforço na manutenção de material biológico necessários para bioensaios para testes de métodos de controle, proporcionando redução de custos de operação de campo (VARGAS *et al.*, 2001; BARRADAS-JUANZ *et al.*, 2016).

Contudo, a manutenção de populações de insetos depende de fatores como as condições artificiais relacionadas a temperatura, umidade relativa do ar, fotoperíodo, recipiente de criação e escolha das dietas artificiais (FERRONATTO, 2002). A composição de dieta artificial deve ser adequada para que os insetos completarem o desenvolvimento, implicando na capacidade reprodutiva e locomotora do inseto na fase adulta (GARCIA; PARRA, 1999).

As dietas artificiais para lagartas devem conter água e carboidrato, sais, minerais, lipídeos, aminoácidos e vitaminas (FONSECA *et al.*, 2005). Pesquisas pioneiras na criação de *H. grandella* apresentaram sucesso, utilizando mistura entre produtos artificiais com partes da planta como sementes e folhas frescas (VARGAS *et al.*, 2001; BARRADAS-JUANZ *et al.*, 2016).

Além disso, outros fatores ambientais podem influenciar o desenvolvimento da criação de *H. grandella*, como visto por Barradas-Juanz *et al.* (2016) que utilizaram ventilação artificial sobre gaiolas, formando um fluxo de ar que facilitaria a dispersão do feromônio sexual pelas fêmeas, gerando uma comunicação com os machos que influenciaria a taxa de acasalamento e oviposição. A temperatura pode alterar o ciclo de criação da broca-do-cedro, no trabalho de Taveras, Hilje e Carballo (2004) verificaram que temperaturas inferiores interferem sobre desenvolvimento da *H. grandella* durante as fases de desenvolvimento, prolongando o ciclo de criação, mostrando que o ciclo de criação ovo-adulto que variou de 30 dias (30°C) a 104 dias (15°C).

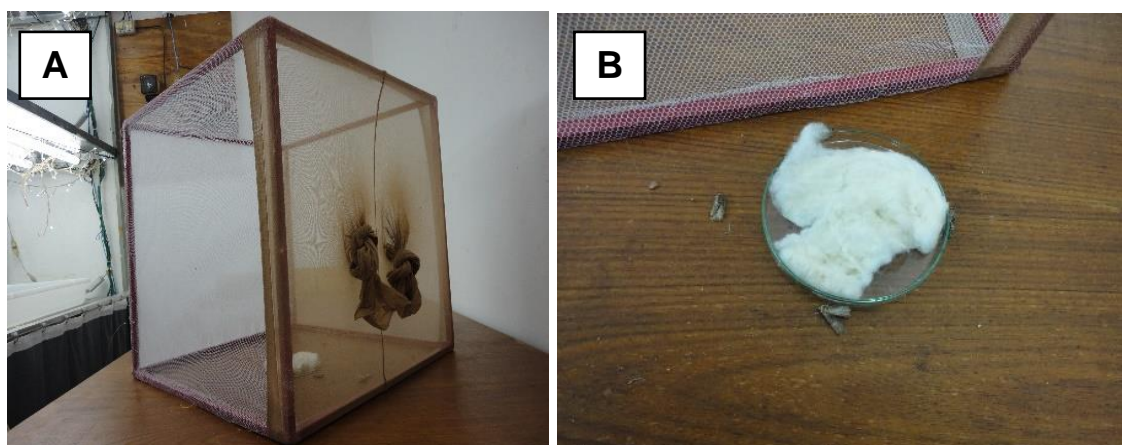
Sendo assim, em decorrência do aperfeiçoamento na criação com o desenvolvimento completo de *Hypsipyla grandella*, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) sobre o desenvolvimento da praga.

7.3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em laboratório de criação de inseto da Estação Experimental de Lages da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Lages, Santa Catarina. A criação de *H. grandella* foi iniciada através da coleta de ramos atacados de *Cedrela fissilis*. A coleta dos ramos atacados foi realizada na fazenda FECAV, Lages, Santa Catarina, Brasil (27°45'33.5"S e 50°04'55.1"O). As lagartas foram acondicionadas em bandejas de plásticos (25 cm x 40 cm) com vermiculita e alimentadas com ramos frescos de *C. fissilis* com 15 cm de comprimento e renovadas semanalmente (BORGES, 2017).

As pupas foram acondicionadas em recipientes plásticos transparentes (500 mL) contendo fundo revestido com algodão úmido, fechados com tampas perfuradas e cobertos com papel toalha para ventilação e borrifado água destilada a cada 2 dias, até a emergência dos adultos. As mariposas emergidas foram transferidos para gaiolas teladas com formato quadrangular (40 cm x 35 cm x 35 cm), com a tampa superior, inferior e duas laterais cobertas por um tecido tule filó branco, e as outras duas usadas para oviposição, revestido com tecido de meia calças em *nailon* (Figura 22 A). Utilizou-se iluminação natural exposta em frente de uma janela de vidro e ventilador (BARRADAS-JUANZ *et al.*, 2016), mantidos aclimatizados a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$.

Figura 22 — Criação de *Hypsipyla grandella*. Gaiolas de Criação (A) e placa de Petri com algodão embebido com solução contendo 10% de mel e água destilada (B).



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As mariposas foram alimentadas com solução contendo 10% de mel e água destilada (Figura 22 B). Os ovos depositados foram coletados do tecido *nailon* através da imersão por 5 minutos em uma bandeja plástica contendo água e retirado com ajuda de uma seringa. Posteriormente, os ovos foram colocados em recipientes plásticos forrados com papel toalha e colocado folhas frescas de *C. fissilis*, as larvas foram alimentadas com folhas de cedro até o 3º instar (VARGAS *et al.*, 2001).

Na avaliação de dietas utilizou-se lagartas de 3º instar de *H. grandella* alimentadas com quatro tipos de dietas, sendo: dieta artificial 1 (ingredientes e sem folha fresca trituradas de cedro), dieta artificial 2 (ingredientes), dieta artificial 3 (ingrediente e sem óleo de andiroba) e uma dieta natural (folha frescas inteiras de cedro) (Tabela 11). O uso de óleo de andiroba foi usado na tentativa de melhorar o desenvolvimento de lagartas. Segundo Castro *et al.* (2016) informam que ácidos gordurosos oferecidos a alimentação de *H. grandella* podem favorecer o desenvolvimento de insetos. As dietas artificiais foram modificadas com base a proposta por Barradas-Juanz *et al.* (2016).

Tabela 11 — Ingredientes utilizados no preparo de dieta artificial para a criação, em laboratório de *Hypsipyla grandella*. Lages-SC. 2019.

Ingredientes	Quantidade
Germe de trigo	30 g
Açúcar	7,5 g
Caseína	5 g
Levedura de Cerveja	7,5 g
Sais de Wesson	2,5 g
Água destilada	212,5 mL
Folha fresca trituradas de cedro	0,5 g
Óleo de Andiroba	0,05 g
Agar	5 g
Bezoato	0,25 g
Ácido sorbico	0,5 g
Tetraciclina	0,07 g
Mix Vitamina	3,75 g

Dieta modificada de Barradas-Juanz *et al.* (2016) e Vargas *et al.* (2001). Dieta 1 (ingredientes e sem folha fresca trituradas de cedro), dieta 2 (ingredientes), dieta 3 (ingrediente e sem óleo de andiroba) e dieta 4 (folha frescas inteiras de cedro).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Utilizou-se 4g de dietas por lagarta, trocadas a cada três dia. As dietas artificiais foram autoclavadas a 121 °C por 20 min e as folhas frescas da dieta

natural eram lavadas com detergente líquido, enxaguadas em água destilada e secas sobre papel toalha. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições de 10 lagartas (3^o instar), mantidas em placas de Petri. Foram avaliadas as fases de lagarta, pupa e adultos o peso (mg), comprimento (mm) e sobrevivência (%). As dietas eram trocadas a cada três dias.

A análise de dados constou da verificação da normalidade (Shapiro-Wilk) e a homogeneidade (Bartlett). Utilizou-se a distribuição normal, sendo realizada a transformação de Box-Cox nos casos em que as pressuposições do modelo não foram atendidas. Após isso, os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) com o auxílio da linguagem e ambiente R (R CORE TEAM, 2015).

7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período (ovo - 3^o instar) durou média de 14 ± 1 dias. As lagartas de *H. grandella* (3^o instar até final da fase lagarta) criadas com dieta natural de *Cedrela fissilis* apresentaram taxa de sobrevivência de 60%, nas dietas artificiais 1 (0%), 2 (33%) e 3 (43%) (Tabela 12).

Tabela 12 — Sobrevivência (%), ciclo (dias), peso (mg) e comprimento (mm) de lagartas de *Hypsipyla grandella* em testes de dietas alimentares. Lages-SC.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Ciclo (dias)	Peso (mg)	Comprimento (mm)
Dieta artificial 1	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dieta artificial 2	33,00 b	19,03 a	79,50 b	11,73 b
Dieta artificial 3	43,00 ab	18,40 a	127,94 a	17,76 a
Dieta natural	60,00 a	19,00 a	155,84 a	12,46 b
CV (%)	43	38,13	61,35	26,4

* Não avaliado devido à ausência de sobrevivência. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Dieta 1 (ingredientes e sem folha fresca trituradas de cedro), dieta 2 (ingredientes), dieta 3 (ingrediente e sem óleo de andiroba) e dieta natural (folha frescas inteiras de cedro).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As folhas frescas proporcionaram maior sobrevivência de lagartas (Tabela 12). Isso, pode estar relacionado a palatabilidade do alimento. A adição de óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) reduziu a aceitação por lagartas de *H. grandella*. Na pesquisa as lagartas mostram peso maior criadas com folhas de cedro (155,84 mg), do que observado por Castro (2016), quando criadas com folhas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) (116,25 mg), contudo, quando alimentadas com sementes de mogno tiveram o maior peso (262,53 mg), o autor atribui maior peso de lagartas devido a composição de nutrientes e proteínas contidas nas sementes. Foi observado na pesquisa que todas as dietas artificiais com passar do tempo começavam a apresentar contaminação. Segundo Garcia *et al.* (2005) relatam que dietas artificiais sofrem rápidas alterações provocadas por contaminação por microrganismos, comprometendo o desenvolvimento de lagartas na fase inicial.

Dietas artificiais são de grande utilidade na criação de insetos. Dietas já padronizadas utilizam parte da planta hospedeira contribui no desenvolvimento de lagartas (VARGAS *et al.*, 2001). Contudo, existem dificuldades de obtenção de sementes *Cedrela fissilis* devido sazonalidade de dispersão e dificuldade de matrizes reprodutivas (SANTOS; TAKAKI, 2005). O uso de parte de plantas do gênero *Cedrela* ssp. possui grande atratividade pelas *Hypsipyra* ssp. (VARGAS *et al.*, 2001; BARRADAS-JUANZ *et al.*, 2016). Já Castro, Montalvão e Monnerat (2016) observaram que inclusão de sementes de mogno triturada (*Swietenia macrophylla* King) em dieta artificial não teve boa aceitação por lagartas de *H. grandella*.

O ciclo das lagartas criadas com a dieta artificial 3 (10 dias) e dieta natural (9,69 dias) não tiveram diferença, na dieta artificial 2 (andiroba e folha de cedro) foi maior o ciclo (10,83 dias), quando mantido a temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$. O aumento do ciclo de lagartas na dieta artificial 2, pode ser atribuído a baixa aceitação do alimento. Barradas-Juanz *et al.* (2016) demonstraram a importância de iniciar alimentação de larvas eclodidas com dieta artificial em vez de folhas, possibilitando maior adaptação dos insetos as dietas. A temperatura pode ser um fator que interfere no metabolismo de lagartas, Vargas *et al.* (2001) observou que o ciclo larval de *Hypsipyra grandella* teve alteração de 66, 39, 19 e 17 dias sob as temperaturas constantes de 15, 20, 25 e 30°C , respectivamente.

Os resultados mostraram que na fase de pupa não houve diferenças entre as variáveis sobrevivência e peso. Já o tratamento com dieta artificial 2, contendo óleo de andiroba apresentou ciclo maior (10,83 dias) e comprimento (12,19 mm) menor

em relação aos outros tratamentos (Tabela 13). Barradas-Juanz *et al.* (2016), utilizando os mesmos ingredientes da dieta artificial 3 do experimento, obtiveram pupas com valores de peso superior (132 mg) e ciclo menor (10,6 dias). Castro (2016), utilizando sementes de mogno, conseguiram valores médios de comprimento de 19 mm, peso de 191,96 mg e com duração média de 9 dias de pupas, peso superiores aos resultados encontrados na presente pesquisa. Gómez-Piñerez (2014) observou que o ciclo de pupa durou 20 dias alimentadas com caules e folhas de *C. odorata*. Vargas *et al.* (2001), sob a temperaturas constantes de 15, 20, 25 e 30°C, usando dieta artificial com sementes de cedro, obtiveram ciclo de pupa de 29, 19, 13 e 10 dias, respectivamente.

Tabela 13 — Sobrevivência (%), ciclo (dias), peso (mg) e comprimento (mm) de pupas de *Hypsipyla grandella* em testes de dietas alimentares. Lages-SC.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Ciclo (dias)	Peso (mg)	Comprimento (mm)
Dieta artificial 1	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dieta artificial 2	30,00 a	10,83 a	76,50 a	12,19 b
Dieta artificial 3	35,00 a	10,00 b	108,83 a	13,39 ab
Dieta natural	40,00 a	9,69 b	169,43 a	13,92 a
CV (%)	75	11,28	48	16,58

* Não avaliado devido à ausência de sobrevivência. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Dieta 1 (ingredientes e sem folha fresca trituradas de cedro), dieta 2 (ingredientes), dieta 3 (ingrediente e sem óleo de andiroba) e dieta natural (folha frescas inteiras de cedro).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A redução do percentual médio final de adultos possui relação com aceitação de lagartas pelas dietas na fase de lagarta (FONSECA *et al.*, 2005). Estudos de Taveras, Hilje e Carballo (2004) mostrou que a variação térmica pode interferir no ciclo biológico de *H. grandella*, sobre as fases de desenvolvimento, em que as temperaturas de 25 e 30°C nos ciclos de larva e pupa foram menores que 15 e 20°C, com ausência de desenvolvimento nas temperaturas de 10; 12,5 e 35°C. A pesquisa não mostrou diferença entre os tratamentos com adultos, com exceção da dieta artificial 2 que apresentou o menor comprimento (11,67 mm), utilizando óleo de andiroba entre os ingredientes (Figura 14). A longevidade de adultos foi baixa em

todos os tratamentos com adultos, com média de 2 dias, inferior ao observado por Gómez-Piñerez (2014), que observou ciclo de 10 dias de duração em adulto alimentados com caules e folhas *C. odorata*. Castro (2016) observou que as fêmeas apresentaram longevidade (6,3 dias) e os machos (4,2 dias). O baixo ciclo dos adultos sugere que a fase de alimentação de lagarta interferiu no desenvolvimento de adultos ou que a temperatura não foi adequada.

Tabela 14 — Sobrevivência (%), ciclo (dias), peso (mg) e comprimento (mm) de adultos de *Hypsipyra grandella* em testes de dietas alimentares. Lages-SC.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Ciclo (dias)	Peso (mg)	Comprimento (mm)
Dieta artificial 1	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Dieta artificial 2	20,00 a	2,25 a	50,87 a	11,67 b
Dieta artificial 3	28,00 a	2,63 a	53,54 a	13,31 a
Dieta natural	33,00 a	2,47 a	56,76 a	13,02 a
CV (%)	58	27,58	36,44	82,36

* Não avaliado devido à ausência de sobrevivência. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Dieta 1 (ingredientes e sem folha fresca trituradas de cedro), dieta 2 (ingredientes), dieta 3 (ingrediente e sem óleo de andiroba) e dieta natural (folha frescas inteiras de cedro).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A quantidade equilibrada dos nutrientes na dieta artificial contribui nas fases de seu desenvolvimento de insetos. Para Castro (2016), a falta de ácidos graxos, como os ácidos linoleicos e linolênicos podem causar deformação no inseto. Contudo, o estudo em questão mostra que o óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) pode causar rejeição alimentar por parte das lagartas como mostraram os resultados desse trabalho, sendo necessários testes de eficiência de outros óleos vegetais nas dietas artificiais.

7.5 CONCLUSÃO

O uso de folhas frescas de *Cedrela fissilis* em dietas artificiais de *H. grandella* aumenta a atratividade do alimento.

A adição de óleo de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na dieta reduziu a atratividade e conseqüentemente o desenvolvimento inicial de lagartas de *H. grandella*.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Árvores adultas de *Cedrela fissilis* e *Cedrela odorata* são raras pelo bioma Mata Atlântica. A conservação destas duas espécies e a comercialização de suas madeiras depende de plantios. No entanto, o desenvolvimento destas *Meliaceae* depende de mudas de qualidade com potencial genético.

A produção de mudas de *Cedrela* spp. são normalmente feita por sementes. No entanto, o estudo mostrou que o comportamento fenológico de *C. fissilis*, parecem indicar o mesmo comportamento para *C. odorata* para macrorregião Serrana de Santa Catarina, apresentando baixa sincronia para a fase de floração e frutificação, com restrição a dispersão frutos, dificultando a obtenção de sementes durante todo ano. Outra dificuldade é a presença de matrizes reprodutivas na fase adulta e a dificuldade de coleta de frutos de árvores.

O resgate de matrizes por propagação vegetativa torna-se uma alternativa em detrimento à sazonalidade e baixa disposição genética. A utilização de material vegetativo direto de árvores como estaca não possui enraizamento. O rejuvenescimento de matéria de estacas pela técnica de anelamento completo do caule da árvore de *C. fissilis* apresentou maior eficiência na emissão de brotos epicórmicos, com destaque para o período da primavera, além de não causar a mortalidade de plantas.

Sendo possível, a utilização das brotações epicórmicas na confecção de estacas que permite o enraizamento. Contudo, o estudo é inicial e fornece subsídio para pesquisas futuras, sendo necessário maior aperfeiçoamento da técnica, para sua utilização em árvores mais velhas no resgate de material genético ou mesmo usado na produção mudas em viveiros.

O uso de brotações de ramos da copa de árvores adultas de *Cedrela odorata* como explantes permitiu o resgate vegetativo, sendo possível por causa do rejuvenescimento do material. Sua utilização na micropropagação permitiu a multiplicação e o enraizamento *in vitro* e formação de plântulas.

O uso de micropropagação apresenta vantagem sobre condições controladas por permitir produção massal por um período prolongado de produção mudas, sem dificuldade das intempéries ambientais. Contudo, o estudo mostrou que as condições artificiais de laboratório sob diferentes tipos de luzes interferem no

desenvolvimento da cultura nas fases de multiplicação e enraizamento *in vitro* de *Cedrela odorata*.

Com relação a *Cedrela fissilis* são necessários novos estudos visando o aperfeiçoamento de técnicas de resgate utilizando a micropropagação. Tendo em vista que seja possível seu rejuvenescimento através da utilização de brotações, mas não existem trabalhos neste sentido. Além disso, trabalhos mostram que a espécie apresenta baixa produção de brotações na fase de multiplicação *in vitro* mesmo utilizando *seedlings* como explantes.

A ocorrência de broca-do-cedro em plantas juvenis causa problemas durante o crescimento da planta. Tem se adotado medidas de controle que encarecem e inviabilizam o controle da praga. Para avaliar os danos e implementar medidas de controle da população é necessário compreender a diversidade temporal da praga e analisar a influência de fatores climáticos locais.

Nosso estudo sob as condições climáticas da serra demonstrou que grande parte da população da *H. grandella* depende da época de maior calor, correspondendo ao período de desenvolvimento de brotos. Essa estratégia de sobrevivência dos insetos permite definir quais épocas são mais adequadas para o controle na região de clima subtropical, contribuindo com a escolha do método de controle e diminuição dos custos de implementação.

Existem limitação de plantios comerciais de cedros devido existirem poucos resultados satisfatório no controle da broca-do-cedro. No entanto, a pesquisa não conseguiu avaliar métodos de controle da praga. Mas enfatiza a necessidade de maiores esforços na criação de métodos eficientes de controle. Diante disso, é necessário o desenvolvimento de métodos alternativos no controle da praga que considerem suas peculiaridades ecológicas. Neste sentido, ressalta a importância de estudos sobre parasitoides associados à flora local de Santa Catarina, como a espécie encontrada neste trabalho (*Podogaster* sp.) que pode contribuir com informações ecológicas e uso de inimigo natural no controle de *H. grandella*, considerando seu menor impacto sobre o ambiente.

Além disso, a manutenção de populações de *H. grandella* em laboratório permite sua utilização no desenvolvimento de bioensaios com o propósito de desenvolver métodos de controle. Para isso, o aperfeiçoamento de dietas artificiais favorece o estabelecimento de populações. A pesquisa demonstra a importância da utilização como ingrediente parte da planta como atrativos nas dietas. Além disso,

ressalta o uso de óleo graxos na melhora da qualidade da criação. Contudo, o óleo de andiroba utilizado na dieta artificial na pesquisa, mesmo tendo apresentado baixo atratividade, destaca a necessidade de testar outros óleos na otimização das dietas artificiais.

Os resultados da presente pesquisa fornecem informações conjunturais no esforço integrado da conservação de cedros. Desta forma, o estudo teve como foco o resgate e propagação vegetativa com intuito de produção de mudas selecionadas e informação da bioecologia da broca-do-cedro com finalidade de condução de plantios saudáveis, corroborando com futuros estudos nesse mesmo sentido.

REFERÊNCIAS

- ABU-ABIED M.; SZWERDSZARF, D.; MORDEHAEV, I.; LEVY, A., STELMAKH, O. R.; BELAUSOV, E.; YANIV, Y.; ULIEL, S.; KATZENELLENBOGEN, M.; RIOV, J.; OPHIR, R.; SADOT, E. Microarray analysis revealed upregulation of nitrate reductase in juvenile cuttings of *Eucalyptus grandis*, which correlated with increased nitric oxide production and adventitious root formation. **The Plant Journal**, 71, n. 5, p. 787-99, 2012.
- AGROFIT. **Consulta de Praga**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - coordenação-geral de agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 30 janeiro 2021.
- ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore**, 2007, v.31, n.3, p. 445-453, 2007.
- ALMEIDA, L. V. S.; OLIVEIRA, V. J. S. O.; JACOBI, C. C. B., ALMEIDA, W. A. B., CARVALHO, M. J. S. *Vernonia condensata* Baker: an alternative for large-scale seedling production. **Ciência Rural**, v. 50, n. 3, e20180941, 2020.
- ALVIM, B. F. M., SOUZA, A. V. V.; LIMA-BRITO, A.; FONSECA, P. T.; SOARES, T. L.; SANTANA, J. R. F. In vitro conservation of *Amburana cearensis* (Fabaceae). **Ciência Rural**, v. 50, n. 7, e20190729, 2020.
- AMARAL, V. F. M. **Multiplicação in vitro: Cedrela fissilis** Vell. Dissertação (Mestrado em Engenharia Floresta), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 60 p. 2006.
- ANDREACCI, F.; BOTOSSO, P. C., GALVÃO, F. Fenologia vegetativa e crescimento de *Cedrela fissilis* na floresta atlântica, Paraná, Brasil. **Floresta e Ambiente**, 24: e20150241, 2017.
- ANTONINI, Y., SOUZA H. G.; JACOBI, C. M., MURY, F. B. Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 4, p. 555-564, 2005.
- AZMI, N. S.; AHMAD, R.; IBRAHIM, R. Fluorescent light (FL), red LED and blue LED spectrums effects on in vitro shoots multiplication. **Jurnal Teknologi**, v. 78, n. 6-6, p. 93-97, 2016.
- BADILLA, Y.; XAVIER, A.; MURILLO, O. Resgate vegetativo de árvores de *Tectona grandis* Linn F. pelo enraizamento de estacas. **Nativa**, v. 4, n. 2, p. 91-96, 2016.
- BAPTISTA, V. A.; ANTUNES, M. B.; MARTELLO, A. R.; FIGUEIREDO, N. S. B., AMARAL, A. M. B.; SEGRETTI, E.; BRAUN, B. Influência de fatores ambientais na distribuição de famílias de insetos aquáticos em rios no sul do Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 155-176, 2014.

BARRADAS-JUANZ, N.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; MONTOYA, P.; DORANTES, A.; PÉREZ-STAPLES, D. New rearing method and larval diet for the mahogany shoot borer *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Florida Entomologist**, v. 99(sp1), p. 185-191, 2016.

BARSTOW, M. *Cedrela fissilis*. **The IUCN red list of threatened species 2018**: e.T33928A68080477. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T33928A68080477.en>. Acesso em: 28 Janeiro 2021.

BASSACO, M. V. M.; NOGUEIRA, A. C. Comportamento fenológico de *Sebastiania brasiliensis* em floresta ombrófila mista aluvial. **Biotemas**, v. 32, n. 2, p. 45-53, junho de 2019.

BASSAN, J. S.; REINIGER, L. R. S.; ROCHA, B. H. G.; SEVERO, C. R. P.; FLÔRES, A. V. Oxidação fenólica, tipo de explante e meios de cultura no estabelecimento *in vitro* de canafístula (*Peltophorum dubium* (SPRENG.) TAUB.). **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 381-390, 2006.

BELLO-BELLO, J. J.; MARTÍNEZ-ESTRADA, E.; CAAMAL-VELÁZQUEZ, J. H.; MORALES-RAMOS, V. Effect of LED light quality on *in vitro* shoot proliferation and growth of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews). **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 8, p. 272-277, 2016.

BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p.237-248, 2002.

BERTI-FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga**. Natal: IFRN Editora, 108 p., 2010. E-book. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/download/HORTAS/Leitura8.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 488 p., 2017.

BIDABADI, S. S.; JAIN, S. M. Cellular, molecular, and physiological aspects of *in vitro* plant regeneration. **Plants**, v. 9, n. 6, 702, 2020.

BLASSIOLI-MORAES, M. C.; BORGES, M.; LAUMANN, R. A.; BORGES, R.; VIANA, A. R.; THOMAZINI, M. J.; SILVA, C. C. A.; OLIVEIRA, M. W. M.; BOFF, M. I. C. Identification and field evaluation of a new blend of the sex pheromone of *Hypsipyla grandella*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 11, p. 977-986, nov. 2017.

BOREK, V.; KALINOVÁ, B.; VALTEROVÁ, I.; HOCHMUT, R.; VRKOC, J. Sex pheromone gland volatiles from *Hypsipyla grandella* females (Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae). **Acta Entomológica Bohemoslovaca**. v. 88, p.181-186, 1991.

BORGES, R. **Influência da cobertura sobre o desenvolvimento e compostos Secundários da espinheira-santa, erva-mate e cedro-rosa e na Incidência da broca-do-cedro em sistemas agroflorestais.** Tese (Doutora em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, SC, 2017.

BORGES, R.; BOFF, M. C.; MANTOVANI, A.; BISCARO-BORGES, C.; BLASSIOLI-MORAES, M. C. Effect of canopy cover on development of cedar (*Cedrela fissilis*) and aspects of damage caused by *Hypsipyla grandella* in agroforestry system. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1324-1332. Epub December 02, 2019. <https://doi.org/10.5902/1980509834378>.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical. Series B (Methodological)**, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 444 de 17 de dezembro de 2014 - Anexo I. Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. 2014. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF**, seção 1, 18 de dezembro de 2014.

BRITO NETO, R. L.; ARAÚJO, E. I. P.; MACIEL, C. M. S.; PAULA, A.; TAGLIAFERRE, C. Fenologia de *Astronium graveolens* Jacq. em floresta estacional decidual em vitória da conquista, Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 641-650, abr- jun., 2018.

CANÇADO, G. M.; BRAGA, F. T.; SOUZA, R. A. V.; NUNES, C.F.; RIBEIRO, A. P.; SOARES, B. D. F. **Cultivo in vitro da oliveira e suas aplicações.** In: Oliveira, A. F. (Ed.). *Oliveira no Brasil: tecnologias de produção.* Belo Horizonte: Epamig. p. 275-310, 2013.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1v. 1039p.

CASTRO, M. T. **Controle biológico de *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) e novos relatos de ácaros e fungos em mogno (*Swietenia macrophylla* King) em Brasília/DF.** Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de Brasília, 2016.

CASTRO, M. T.; MONTALVÃO, S. C. L.; MONNERAT, R. G. Breeding and biology of *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) fed with mahogany seeds (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 19, n. 1, p. 217-221, 2016.

CASTRO, M. T.; MONTALVÃO, S. C. L.; MONNERAT, R. G. Ocorrência de *Hypsipyla grandella* Zeller em frutos e sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em Brasília. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, e00133015, 2018.

CERVI, A. C.; LINSINGEN, L. V.; PATRÍCIO, P. E. O gênero *Cedrela* P. Browne (Meliaceae) no sul do Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 37 (1, 2), p. 105-110, 2008.

CIOĆ, M.; SZEWCZYK, A., ŻUPNIK, M.; KALISZ, A.; PAWŁOWSKA, B. LED lighting affects plant growth, morphogenesis, and phytochemical contents of *Myrtus communis* L. in vitro. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 132, n. 3, p. 433-447, 2018.

CIVIDANES, F. J.; BARBOSA, J. C.; MARTINS, I. C. F.; PATTARO, F. Diversidade e distribuição espacial de artrópodes associados ao solo em agroecossistemas. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 991-1002, 2009.

CNCFlora. **Cedrela lilloi** in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2.

Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em:

[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cedrela lilloi](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cedrela+lilloi). Acesso em: 29 novembro 2020.

CORASSA, J. N.; SANTOS, I. B.; DUARTE, T. S. Dinâmica populacional do *Metamasius hemipterus* e *Cosmopolites sordidus* em cultivo de Musa sp., na cidade de Sinop-MT. **Nativa, Sinop**, v. 7, n. 2, p. 133-137, mar/abr. 2019.

COSTA, J. R. **Cultivo e manejo do mogno (*Swietenia macrophylla* king)**. ISSN 1517-3135, Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 36 p., 2013.

COSTA, M. S. S.; OHASHI, O. S.; SILVA, J. N. M.; SILVA, M. F. G. F. **Controle da broca do mogno através da preferência de ovoposição de *Hypsipyla grandella* Zeller sobre *Toona ciliata* M. J. Roem. plantado em consórcio com *Swietenia macrophylla* King**. Comunicado técnico Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, n. 47, 2000.

COSTA-LIMA, A.M. **Insetos do Brasil: Lepidópteros. 5º Tomo**. Escola Nacional de Agronomia, Série Didática n. 7, 1945, 376p.

CUSATINS, A. C. **Melhoramento genético e silvicultural de *Cedrela fissilis* VELL.** Tese (Doutora em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

CUSIN, R.; PORTO, D. D.; DORNELES, L. T.; REVERS, L. F. Determinação da conectividade xilemática em gemas dormentes de *Malus x doméstica* através da aplicação de corante. **Revista Interdisciplinar de Ciências Aplicada**, v. 2, n. 4, p. 29-35. 2017.

DI BATTISTA, F.; MACCARIO, D.; BERUTO, M.; GRAUSO, L.; LANZOTTI, V.; CURIR, P.; MONROY, F. Metabolic changes associated to the unblocking of adventitious root formation in aged, rooting-recalcitrant cuttings of *Eucalyptus gunnii* Hook. f. (Myrtaceae). **Plant Growth Regulation**, v. 89, n.1, p. 73-82, 2019.

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. **InfoStat versão 2016**. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, 2016. Disponível em: <http://www.infostat.com.ar>. Acesso em: 10 nov. 2019.

DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; FÉLIX, G. A.; PIRES, I. E. Resgate vegetativo de árvores de *Anadenanthera macrocarpa*. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 83-89, 2015.

DÍAZ, J. A. P.; GALLEGO, L. E. C.; HERRERA-FLOREZ, A. F.; GAMBOA, J. A. Q. First report of *Zethus schadei* (Hymenoptera: Vespidae) as natural enemy of *Hypsipyla Grandella* ZELLER (Lepidoptera: Pyralidae) from Colombia. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 34:1-3, 2018.

DIONISIO, L. F. S.; LIMA, A. C. S.; CASTRO, T. M. M. G.; CORREIA, R. G.; MARTINS, W. B. R.; ABREU, V. S. Ocorrência de *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) no sul do estado de Roraima. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 2, p. 97-100, 2016.

DRUEGE, U.; HILO, A.; PÉREZ-PÉREZ, J. M.; KLOPOTEK, Y.; ACOSTA, M.; SHAHINNIA, F.; ZERCHE, S.; FRANKEN, P.; MOHAMMAD, R. H. Molecular and physiological control of adventitious rooting in cuttings: phytohormone action meets resource allocation. **Annals of Botany**, v. 123, n. 6, p. 929-949, 2019.

DUARTE, M.; MARCONATO, G.; SPECHT, A.; CASAGRANDE, M. M. **Capítulo 37 - Lepidoptera**. In: Rafael, J. A.; Melo, G. A. R.; Carvalho, C. J. B.; Casari, S. A.; Constantino, R. (Org.). Insetos do Brasil - Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, p. 625-682, 2012.

EMBRAPA. **Cedro: taxonomia e nomenclatura**. ISSN 1517-5278, Colombo, PR, dezembro, 2005.

EMBRAPA. Comunicado Técnico. **Incidência e danos da broca-de-meliáceas, *Hypsipyla grandella*, em mogno, no interior paulista**. ISSN1980-3982, Colombo, PR, 6 p., 2011.

FEHÉR, A. Callus, dedifferentiation, totipotency, somatic embryogenesis: what these terms mean in the era of molecular plant biology? **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 536, 2019.

FERNANDES, D.R.R.; SANTOS, J.J.M.; LARA, R.I.R.; SILVA JUNIOR, J.C.; FERREIRA, H.A.; PERIOTO, N.W. Fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em áreas de caatinga do sudoeste da Bahia, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 12, n. 3, p. 126-131, 2019.

FERNANDES, L. B. R.; DIAS-FILHO, M. M.; FERNANDES, M. A.; PENTEADO-DIAS, A. M. Ichneumonidae (Hymenoptera) parasitoids of lepidoptera caterpillars feeding on *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 2, p. 263-269, 2010.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetal de espécies florestais**, Colombo - Paraná: Embrapa Florestal (documento, 94), 2004. 22 p.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOZA, A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de

Piptocarpha angustifolia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

FERRONATTO, R. M. O. **Criação de formas imaturas de insetos de interesse agrícola visando a identificação da espécie a partir do seu imago**. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 185. 32p. 2002.

FITE, T.; DAMTE, T.; TEFERA, T.; NEGERI, M. Evaluation of commercial trap types and lures on the population dynamics of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) and its effects on non-targets insects. **Cogent Food & Agriculture**, v. 6, n. 1, 1771116, 2020.

FLORES, T. B.; SOUZA, V. C.; COELHO, R. L. G. Flora do Espírito Santo: Meliaceae. **Rodriguésia**, v. 68, n. 5, p. 1693-1723, 2017.

FONSECA, F. L.; MANFREDI-COIMBRA, S.; FORESTI, J.; KOVALESKI, A. Efeito de dietas artificiais para a alimentação de adultos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae), em laboratório. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1229-1233, 2005.

GANDARA, F. B.; TAMBARUSSI, E. V.; SEBBENN, A. M.; FERRAZ, E. M.; MORENO, M. A.; CIAMPI, A. Y.; VIANELLO, R. P.; GRATTAPAGLIA, D.; KAGEYAMA, P. Y. Development and characterization of microsatellite loci for *Cedrela fissilis* Vell (Meliaceae), an endangered tropical tree species. **Silvae Genetica**, v. 63, n. 5, p. 240-243, 2014.

GARCIA, L. C.; RAETANO, C. G.; WILCKEN, S. R. S., RAMOS, H. H.; LEITE, L. G.; B. FILHO; MOSCARD, F. Pressurização da calda de pulverização na viabilidade de microrganismos entomopatogênicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 783-790, 2005.

GARCIA, M. S.; PARRA, J. R. P. Comparação de dietas artificiais, com fontes proteicas variáveis, para criação de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima) (Lepidoptera: Tortricidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 219-232, 1999.

GARCÍA-GONZÁLES, R.; DELGADO, M.; GONZÁLEZ, Y.; GONZÁLEZ, A.; GARRIGA, M.; CALIGARI, P. D. S.; CARRASCO, B.; QUIROZ, K. In vitro propagation of cedar (*Cedrela odorata* L.) from juvenile shoots. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 71, n. 3, p. 376-382, 2011.

GASPER, A. L.; OLIVEIRA, L. Z.; LINGNER, D. V.; VIBRANS, A. C. **Inventário Florístico de Santa Catarina**. Volume VII, Espécies arbóreas raras de Santa Catarina. Blumenau: Edifurb, 2017. 256 p. E-book. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre_De_Gasper/publication/326065401_Especies_arboreas_raras_de_Santa_Catarina/links/5bbd3abb92851c7fde3751f5/Especie-s-arboreas-raras-de-Santa-Catarina.pdf. Acesso em: 07 abr. 2019.

GÓMEZ-PIÑEREZ, L. M. **Hypsipyra grandella (Zeller 1848) (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) en plantaciones de Cedrela odorata en Colombia**. Tese

(Doctorado en Ciencias Agropecuarias - Línea Agraria), Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Colombia, 118 p. 2014.

GRIFFITHS, M. W. The biology and ecology of *Hypsipyla* shoot borers. In: FLOYD, R. B.; HAUXWELL, C. (Ed.) *Hypsipyla* shoot borers in meliaceae: proceedings of an international workshop. Canberra: **Australian Centre for International Agricultural Research**, p. 74-80, 2001.

GRIJPMA, P. **Studies on the shoot borer *Hypsipyla grandella* (Zeller). Lep., Pyralidae.** IICA Miscellaneous Publications, 1973, v. 1, n. 101, 91 p.

GRINGS, M.; BRACK, P. Espécies Madeireiras. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Sul.** 1. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Cap. 5, p. 401-532. E-book.

GUIMARÃES, R. N.; SOUZA, E. R. B.; NAVES, R. V.; MELO, A. P. C.; NETO, A. R. Vegetative propagation of pequi (souari nut) by cutting. **Ciência Rural**, v. 49, n. 2, e20180579, 2019.

HERRERA-FLOREZ, A. F.; DIAZ, J. A. P.; QUIROZ-GAMBOA, J. A. A new species of *Mesostenus* Gravenhorst (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) from Colombia. **Zootaxa**, v. 4306, n. 4, p. 593-600, 2017.

HOLTZ, A. M.; FRANZIN, M. L.; PAULO, H. H.; BOTTI, J. M. C.; MARCHIORI, J. J. P.; PACHECO, É. G. Controle alternativo de *Planococcus citri* (Risso, 1813) com extratos aquosos de pinhão-manso. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, e1002014, 2016.

HUAMÁN, X.; RUIZ-SÁNCHEZ, M. E.; GUERRERO-ABAD, J. C.; PICHIS-GARCÍA, R.; GARCÍA, L.; SOLIS, R. Propagación in vitro de segmentos nodales de cedro (*Cedrela odorata* L.) obtenidos a partir de semillas botánicas. **Folia Amazónica**, v. 21, n. 1-2, p. 109-114, 2012.

HUH, Y. S.; LEE, J. K.; NAM, S. Y. Effect of plant growth regulators and antioxidants on in vitro plant regeneration and callus induction from leaf explants of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Journal of Plant Biotechnology**, v. 44, n. 3, p. 335-342, 2017.

HUNG, C. D.; HONG, C. H.; JUNG, H. B.; KIM, S. K.; KET, N. V.; NAM, M. W., CHOI, D. H.; LEE, H. I. Growth and morphogenesis of encapsulated strawberry shoot tips under mixed LEDs. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 194-200, 2015.

JESUS-BARROS, C. R.; LIRA-GUEDES, A. C.; GUEDES, M. C.; GUABIRABA-RIBEIRO, G.; BARBOSA, E. J. Registro da ocorrência de *Hypsipyla ferrealis* e *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) em frutos de andirobeiras (*Carapa guianensis*, Meliaceae) em Macapá - AP, Brasil. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 765-769, 2015.

KESSIN, J. P.; PIGOZZI, L.; HAHN, P. C.; DIAS, G. V.; NUNES, M. R.; DALLA-COSTA, M.; VEECK, A. P. L. Atividade antioxidante de compostos fenólicos presentes em polpa e casca de goiabeira serrana. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 1, p. 141-153, 2018.

KOBUS-CISOWSKA, J.; SZCZEPANIAK, O.; SZYMANOWSKA-POWAŁOWSKA, D.; PIECHOCKA, J.; SZULC, P.; DZIEDZIŃSKI, M. Antioxidant potential of various solvent extract from *Morus alba* fruits and its major polyphenols composition. **Ciência Rural**, v. 50, n. 1, e20190371, 2019.

LAZZARINI, L. E. S.; PACHECO, F. V.; SILVA, S. T.; COELHO, A. D.; MEDEIROS, A. P. R.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, J. D. R. Uso de diodos emissores de luz (LED) na fisiologia de plantas cultivadas - revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 137-144, 2017.

LESHER-GORDILLO, J. M.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. L.; ORDUÑA-RODAS, P.; HERNÁNDEZ-CARRETA, A. I. Genetic diversity of the red cedar (*Cedrela odorata*) in the state of Tabasco, México. **Bosque**, v. 39, n. 3, p. 411-417. 2018.

LIMA, A. P. P. S.; BRITO, A. L.; SANTANA, J. R. F. Micropropagation of chapada diamantina ornamental bromeliad. **Ciência Rural**, v. 50, n. 2, e20180922, 2020.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 352p. 1992.

LOUZADA, R. S.; MULLER, F. A.; GONCALVES, R. S.; NAVA, D. E. Occurrence and biology of *Tolyte innocens* (Burmeister) on blueberry. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 061-165, 2011.

LUNZ, A. M.; THOMAZINI, M. J.; MORAES, C. B.; NEVES, E. J. M.; BATISTA, T. F. C.; DEGENHARDT, J.; SOUSA, L. A.; OSHASHI, O. S. *Hypsipyla grandella* em mogno (*Swietenia macrophylla*): situação atual e perspectivas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 59, p. 45-55, 2009.

MACHEKANO, H.; MUTAMISWA, R.; MVUMI, B. M.; NYABAKO, T.; SHAW, S.; NYAMUKONDIWA, C. Disentangling factors limiting diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), spatio-temporal population abundance: A tool for pest forecasting. **Journal of Applied Entomology**, v. 143, n. 6, p. 670-682, 2019.

MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. Regeneração in vitro de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel). **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 93-101, 2001.

MARK, J.; RIVERS, M.C. *Cedrela odorata*. **The IUCN red list of threatened species 2017**: e.T32292A68080590. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T32292A68080590.en>. Acesso em: 28 Janeiro 2021.

MARTINS, K.; RIBAS, L. A.; MORENO, M. A.; WADT, L. H. O. Consequências genéticas da regeneração natural de espécies arbóreas em área antrópica, AC, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 897-904, 2008.

MARTINS, R. P.; BARBEITOS, M. S. **Adaptações de insetos e mudanças no ambiente: ecologia e evolução da diapausa**. In Martins, R. P., Lewinsohn, T. M.; BARBEITOS, M. S. (Eds). Ecologia e comportamento de insetos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VIII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 2000.

MEDEIROS, A. P. R, ROCHA, T. T.; GERMANO, C. M.; ASSIS, R. M. A.; LAMEIRA, O. A. Fenologia reprodutiva de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 13 n. 24; p. 545-551, 2016.

MENDONÇA, L. P.; BATISTA, J. N.; MAGALHÃES, W. B.; FERREIRA, J. P.; BUCHER, C. A. Ácido-indol-3-butírico e época de coleta influenciando no enraizamento de *Odontonema strictum* (Nees) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 12, n. 2, p. 176-184, 2018.

MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Brazilian Journal of Botany**, v. 12, n. 1, p. 85-98, 1989.

MORSE, J.G. Agricultural implications of pesticide induced homesis of insects and mites. **Human and Experimental Toxicology**, v. 17, n. 5, P. 266-269, 1998.

MOURA, L.C.; TITON, M.; FERNANDES, J.S.C.; SANTANA, R.C.; OLIVEIRA, M.L.R. Micropropagação de sucupira-preta por meio de gemas axilares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 12, p. 1691-1698, 2012.

MÜLLER, A.; SCHMITT, J. L. Phenology of *Guarea macrophylla* Vahl (Meliaceae) in subtropical riparian forest in southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 2, p. 187-194, 2018.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, p.473-497, 1962.

NASCIMENTO, B.; SÁ, A. C. S.; LEMOS, L. B.; ROSA, D. P.; MARIANE, O. P.; NAVROSKI, M. C. Three epicormic shoot techniques in *I. paraguariensis* mother trees and its cutting according to the material rejuvenation. **Cerne**, v. 24, n. 3, p. 240-248, 2018.

NASCIMENTO, B.; SÁ, A. C. S.; SOUZA, G.; PEREIRA, M. O.; NAVROSKI, M. C. Nitrogenated fertilization favors vegetative rescue and propagation of *Ilex paraguariensis*. **Cerne**, v. 25, n. 1, p. 76-83, 2019.

NAVROSKI, M. C.; PEREIRA, M. O.; HESS, A. F.; SILVESTRE, R.; ÂNGELO, A. C.; FAZZINI, A. J.; ALVARENGA, A. A. Resgate e propagação vegetativa de *Sequoia sempervirens*. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 383-392, 2015.

NUNES, E. C.; CASTILHO, C. V.; MORENO, F. N.; VIANA, A. M. In vitro culture of *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 70, p. 259-268, 2002.

OHASHI, O. S.; SILVA JÚNIOR, M. L.; LAMEIRA, O. A.; SILVA, J. N. M.; LEÃO, N. V. M.; TEREZO, E. F.; BATISTA, T. F. C.; HIDAKA, D. Z. L.; ALMEIDA, G. B.; BITTENCOURT, P. R. G.; GOMES, F. S.; NEVES, G. A. M. **Danos e controle da broca *Hypsipyla grandella* em plantio de Mogno *Swietenia macrophylla* no Estado do Pará.** In POLTRONIERI, L.S., TRINDADE, D.R. and SANTOS, IP. (Eds.). Pragas e doenças de cultivos amazônicos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 483 p., 2005.

OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C.; CORRÊA, A. S.; DAMASCENO, B. L.; SANTOS, C. T. Resistência vs susceptibilidade a piretróides em *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): há vencedor? **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 981-990, 2005.

OLIVEIRA, L. S.; DIAS, P. C.; BRONDANI, G. E. Micropropagação de espécies florestais brasileiras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 439-453, 2013.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R. **Atlas climatológico digital do estado de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2002. CR-Rom.

PEÑA-RAMÍREZ, Y. J.; JUÁREZ-GÓMEZ, J.; GÓMEZ-LÓPES, L.; JERÓNIMO-PÉREZ, J. L.; GARCÍA-SHESEÑA, I.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, J. A.; ROBERT, M. L. Multiple adventitious shoot formation in spanish red cedar (*Cedrela odorata* L.) cultured in vitro using juvenile and mature tissues: an improved micropropagation protocol for a highly valuable tropical tree species. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 46, n. 2, p. 49-160, 2010.

PEREIRA, L. D.; FLEIG, F. D.; MEYER, E. A.; LANZARIN, K.; WOLF, K. Suscetibilidade do cedro ao ataque de pragas em floresta estacional decidual. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 607-614, 2016.

PEREIRA, M. O.; ÂNGELO, A. C.; NAVROSKI, M. C.; DOBNER-JÚNIOR, M.; OLIVEIRA, L. M. Vegetative rescue and rooting of cuttings of different stock plants of *Sequoia sempervirens*. **Cerne**, v. 23, n. 4, p. 435-444, 2017b.

PEREIRA, M. O.; NAVROSKI, M. C.; HOFFMANN, P. M.; ROSA, D. P.V. Qualidade de sementes e mudas de *Cedrela fissilis* Vell. em função da biometria de frutos e sementes em diferentes procedências. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 4, p. 376-385, 2017a.

PEREIRA, M. O.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; KALIL-FILHO, A. N.; NAVROSKI, M. C. Resgate vegetativo e propagação de cedro-australiano por estaquia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 4, p. 282-289, 2015.

PEREIRA, M. R. N.; TONINI, H. Fenologia da andiroba (*Carapa guianensis*, Aubl., MELIACEAE) no sul do estado de Roraima. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 47-58, 2012.

PERES, F.; OLIVEIRA-SILVA, J. J.; DELLA-ROSA, H. V.; LUCCA, S. R. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, p. 27-37, 2005.

PÉREZ, J.; MESÉN, F.; AGUILAR, M.; HILJE, L. Desarrollo de un método de micropropagación aplicable a genotipos selectos de *Cedrela odorata* L. Optimización de la fase de multiplicación. **Revista Forestal Centroamericana**. Comunicación Técnica. San José. Costa Rica. 38, p. 67-71, 2002.

PIMENTEL, N.; LENCINA, K. H.; KIELSE, P.; RODRIGUES, M. B.; SOMAVILLA, T. M.; BISOGNIN, D. A. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de clones de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 559-570, 2019.

PINEDA-RIOS, J. M.; TOVAR, J. C.; SÁMANO, J. M.; ABARCA, L. F. S.; ROMERO, M. L.; SUÁREZ, E. J. A. La composición y proporción de los componentes de la feromona sexual de *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) varía dependiendo de la técnica utilizada para su aislamiento. **Entomotrópica**, v. 31, n. 21, p. 172-185, 2016.

PIÑEDA-RÍOS, J. **Isolation and identification of the sex pheromone of *Hypsipyla grandella* Zeller**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Colégio de Postgraduados da Institución de Enseñanza e Investigación em Ciências Agrícolas. Montecillo, México, 2014.

PINHEIRO, A. L.; MARAGON, L. C.; PAIVA, G. L. R. M. Características fenológicas do cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em Viçosa, Minas Gerais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 21, p. 21-26, dez. 1990.

PINHEIRO, M. V. M.; SCHMIDT, D.; DIEL, M. I.; SANTOS, J.; THIESEN, L. A.; AZEVEDO, G. C. V.; HOLZ, E. In vitro propagation of alpinia cultivars in different light sources. **Ornamental Horticulture**, v. 25, n. 1, p. 49-54, 2019.

PINTO, A. A.; TELES, B. R.; PENTEADO-DIAS, A. M. First Report of *Phanerotoma bennetti* Muesebeck (Hymenoptera, Braconidae, Cheloninae) parasitizing *Hypsipyla grandella* (Zeller) and *Hypsipyla ferrealis* Hampson (Lepidoptera, Pyralidae) in Crabwood in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 1, p. 264-265, 2014.

R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015.

RIOESPA - **Rede Mata Atlântica de sementes florestais**. *Cedrela fissilis* Vellozo - notas técnicas de sementes florestais. Nº 1-jan/2008. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/rioesba/notas/cedrela%20fissilis%20vellozo.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2019.

ROBERT, M. L.; JUÁREZ-GÓMEZ, J.; CHAIRES-PACHECO, M.; PEÑA-RAMÍREZ, Y. J. Successive grafting confers juvenility traits to adult spanish red cedar (*Cedrela odorata* Linnaeus): a tool for the rescue of selected materials. **New Forests**, 51, p. 335-347, 2020.

ROCHA, G. T.; SILVA, A. G.; MARTINS, J. B.; PEIXOTO, N.; RODRIGUES, F. Vegetative propagation of *Spondias tuberosa* E *Spondias dulcis* with the use of immersion in indole acetic acid. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 858-866, 2019.

RODRIGUES, W.C. 2004. Fatores que influenciam no Desenvolvimento dos Insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004. Disponível em: www.entomologistasbrasil.cjb.net. Acesso em: 10 jan. 2021.

RODRÍGUEZ, R.; DAQUINTA, M.; CAPOTA, I.; PINA, D.; LEZCANO, Y.; GONZÁLEZ-OLMEDO, J. L. Nuevos aportes a la micropropagación de *Swietenia macrophylla* x *Swietenia mahogany* (*Caoba híbrida*) y *Cedrela odorata* (Cedro). **Cultivos Tropicales**, v. 24, n. 3, p. 23-27, 2003.

ROSALES-CASTRO, M.; HONORATO-SALAZAR, J. A.; SANTOS-GARCÍA, A. B.; PÉREZ-LÓPEZ, M. E.; COLOTL-HERNÁNDEZ, G.; SÁNCHEZ-MONSALVO, V. Composición química de las hojas y ramas de *Cedrela odorata* L. de dos plantaciones forestales como fuente de materia prima lignocelulósica. **Madera y Bosques**, v. 22, n. 2, p. 131-146, 2016.

SÁ, F. P.; PORTES, D. C.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1431-1442, 2018.

SALLES, E. A. P. B.; ALCANTARA, G. B.; QUOIRIN, M. G. G.; GONÇALVES, A. N.; HIGA, A. R. Desinfestação e introdução in vitro de segmentos nodais de *Acacia mearnsii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 485-491, 2017.

SANTOS, A. J. N.; MENDES, S. M.; GONTIJO-NETO, M. M.; VIANA, P. A.; GONÇALVES, A. C. R.; SANTOS, A. E.; OLIVEIRA, L.; ROSA, A. P. S. A. **Infestação e flutuação populacional de lepidópteros-pragas em sistemas de produção de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa), 37 p. 2015.

SANTOS, L.; TAKAKI, M. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 625-632, 2005.

SANTOS, R. S. S.; LEOLATO, L. S. **Avaliação da presença de lagartas de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) em Burrknots de macieira no inverno**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 20 p., 2011.

SAYED, S. S.; GABR, A. M. M.; AMIN, M. A.; TAHA, L. S. Biochemical characterization of micropropagated *Ceratonia siliqua* L. under effect of growth regulators and light quality. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 44, n. 26, 2020.

SILVA, R. A.; MACHADO, J. L.; CARVALHO, T. A. F.; MATOS, C. S. M.; PEREIRA, A. B. Influência das condições climáticas na flutuação populacional do bicho-mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no sul de Minas Gerais. VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Salvador -

BA, 2013. **Anais eletrônicos** [...]. Disponível em:
http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio8/149.pdf.
 Acesso em: 20 nov. 2020.

SILVEIRA, S. S.; CORDEIRO-SILVA, R.; DEGENHARDT-GOLDBACH, J.;
 QUOIRIN, M. Micropropagation of *Calophyllum brasiliense* (Cambess.) from nodal
 segments. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n.3, p. 656-663, 2016.

SOARES, J. B. C.; SANTOS-JUNIOR, C. F.; MIRANDA, L. S.; GODOY, M. S.;
 SOUZA-FILHO, M. F.; LEMOS, W. P.; SILVA, A. G. New occurrence and potential
 distribution of *Anastrepha zacharyi* (Diptera: Tephritidae) in the eastern Amazon.
Revista Brasileira de Entomologia, v. 64, n. 1, e201993, 2020.

SOUZA, D. M. S. C.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; MIRANDA, N. A.; MAGGIONI, J. H.
 Light quality in the in vitro introduction of *Corymbia* hybrid clones. **Revista Árvore**, v.
 42, n. 6, e420604, 2018.

STEFFENS, B.; RASMUSSEN, A. The physiology of adventitious roots. **Plant
 Physiology**, v. 170, n. 2, p. 603-617, 2016.

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M. **Plantas da floresta
 atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim botânico do Rio de Janeiro, 516 p. 2009. E-book.
 Disponível em:
http://en.jbrj.gov.br/sites/all/themes/corporateclean/content/publicacoes/plantas_floresta_atlantica.pdf. Acesso em: 17 mar. 2019.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-
 RIBAS, K. C. Propagação de erva-mate utilizando brotações de anelamento e
 decepa em matrizes de duas idades. **Cerne**, v. 21, n. 4, p. 519-526, 2015.

STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; XAVIER, A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Vegetative
 propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species.
Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 53, n. 9, p. 985-1002, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TAVERAS, R.; HILJE, L.; HANSON, P.; MEXZÓN, R.; CARBALLO, M.; NAVARRO,
 C. Tendências populacionais e padrões de danos de *Hypsipyla grandella*
 (Lepidoptera: Pyralidae) em um povoamento de mogno, em Turrialba,
 Costa Rica. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 6, Edição 2, p. 89-98, 2004.

TAVERAS, R.; HILJE, L.; CARBALLO, M. Development of *Hypsipyla grandella*
 (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) in response to constant temperatures. **Neotropical
 Entomology**, v. 33, n. 1, p. 1-6, 2004.

VALVERDE-CERDAS, L.; ROJAS-VARGAS, A.; HINE-GÓMEZ, A. In vitro
 propagation of *Albizia guachapele*, *Cedrela odorata*, *Platymiscium pinnatum* and
Guaiacum sanctum. **Plant Tissue Culture and Biotechnology**, v. 18, n. 2, p. 151-
 156, 2008.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, n. 1, p. 353-377, 1993.

VARGAS, C.; SHANNON, P. J.; TAVERAS, R.; SOTO, F.; HILJE, L. **Un nuevo método para la cría masiva de *Hypsipyla grandella***. Manejo Integrado de Plagas Hoja Técnica n. 39. 2001.

VARGAS, H. A.; PARRA, L. E.; HAUSMANN, A. *Macaria mirthae*: una nueva especie de Ennominae (Lepidoptera: Geometridae) de Chile. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 4, p. 571-576, 2005.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. **Inventario florístico de Santa Catarina-Volume I: diversidade e conservação dos remanescentes florestais**. Blumenau: Edifurb, 244 p. 2012. E-book. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre_De_Gasper/publication/239918352_Volume_I_-_Inventario_Floristico_Florestal_de_Santa_Catarina_Diversidade_e_Conservacao_dos_Remanescentes_Florestais/links/58eab1e40f7e9b978f840ba6/Volume-I-Inventario-Floristico-Florestal-de-Santa-Catarina-Diversidade-e-Conservacao-dos-Remanescentes-Florestais.pdf. Acesso em: 10 jan. 2019.

WALTRICK, D. B.; RECH, T. D.; MAFRA, M. S. H.; COSTA, M. D.; BALDISSERA, T. C. Avaliação da estaquia de duas espécies florestais nativas cedro-rosa e tarumã. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, dec. 2016.

WHITE, T. L.; ADAMS, W. T.; NEALE, D. B. (Ed.). **Forest genetics**. Cabi, 2007.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaca. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003.

ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722-731, 2009.

ZACHÉ, B.; WILCKEN, C. F.; ZACHÉ, R. R. C.; SOLIMAN, E. P.; ROMÁN, L. S. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), un nuevo parasitoide de *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). **IDESIA (Chile)**, v. 28, n. 3, p. 111-114, 2010.

ZEM, L. M.; WEISER, A. H.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RADOMSKI, M. I. Estaca caulinar herbácea e semilenhosa de *Drimys brasiliensis*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 396-403, 2015.

ZHANG, Z.; SUN, Y.; LI, Y. Plant rejuvenation: from phenotypes to mechanisms. **Plant Cell Reports**, v. 39, n. 10, p. 1249-1262, 2020.