

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

LUCIANO FLÁVIO NEVES RAMOS

**IMPACTO DA SECA-DOS-PONTEIROS SOBRE A PRODUÇÃO DE EUCALIPTO
NO MATO GROSSO DO SUL**

Ilha Solteira
2020

LUCIANO FLÁVIO NEVES RAMOS

**IMPACTO DA SECA-DOS-PONTEIROS SOBRE A PRODUÇÃO DE EUCALIPTO
NO MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia pelo programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Prof. Dr. Paulo Cezar Ceresini
Orientador

Ilha Solteira
2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R175i Ramos, Luciano Flávio Neves.
Impacto da seca-dos-ponteiros sobre a produção de eucalipto no Mato Grosso do Sul / Luciano Flávio Neves Ramos. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2020
36 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2020

Orientador: Paulo Ceresini
Inclui bibliografia

1. Eucalyptus. 2. Severidade. 3. Incidência. 4. Epidemiologia.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/3 - 9999

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Impacto da seca-dos-ponteiros sobre a produção de eucalipto no Mato Grosso do Sul

AUTOR: LUCIANO FLÁVIO NEVES RAMOS

ORIENTADOR: PAULO CEZAR CERESINI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área:
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. PAULO CEZAR CERESINI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP



Profª. Drª. ANA CAROLINA FIRMINO

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP



Dr. MARCO ANTONIO BASSETO

Escritório de Defesa Agropecuária de Araçatuba / Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo

Ilha Solteira, 18 de agosto de 2020



À minha esposa Nathália Oliveira Barbosa

Aos meus filhos Ana Liz e Davi

Aos desafios que me fizeram evoluir

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concede a vida e energia para sempre continuar seguindo.

Aos meus pais Álisson da Costa Ramos e Ana Luiza Natividade Neves Ramos que são meus alicerces no qual edifico minha história.

À minha esposa e filhos que além de serem inspiração e energia para que eu alcance todos os objetivos ainda são um acalento em dias desafiadores.

À empresa Eldorado Brasil e aos colegas de trabalho, sempre inspirados e focados em projetos desafiadores e de alto impacto.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus Ilha Solteira, em especial ao programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de usufruir de toda essa estrutura de ensino.

Ao Professor Paulo Cezar Ceresini, pelas disciplinas ministradas, pelas orientações na dissertação, pelos dias de campo, orientações técnicas etc. É um exemplo em sua profissão como educador.

À todos os professores que contatei por todo esse período, sem dúvidas levarei o que tem de melhor em cada um de vocês.

À todos os alunos que direta ou indiretamente compartilharam seus conhecimentos. Acredito muito que a diversidade de conhecimento, o trabalho coletivo sempre nos levará ao aprendizado maior.

RESUMO

A seca dos ponteiros causada por *Erwinia psidii* é uma doença recentemente descrita na cultura do eucalipto no Brasil. Seu primeiro relato ocorreu no estado de São Paulo em 2009 e logo após foi detectada também no Rio Grande do Sul e em Mato Grosso do Sul. Por se tratar de uma doença emergente, praticamente não há estudos sobre sua epidemiologia. O presente estudo teve como objetivo avaliar a incidência e a severidade da seca dos ponteiros causada pela *E. psidii* e o impacto sobre a produção em plantios homogêneos com híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em Mato Grosso do Sul. O trabalho foi realizado em uma área total de 208,49 mil ha com histórico de ocorrência da doença nos anos de 2015 a 2019, priorizando-se um material genético mais suscetível (clone A1) nas amostragens. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, representado por talhões afetados e sadios, sendo o impacto produtivo calculado à partir da diferença de volume de madeira entre eles. A incidência da doença no clone A1 foi de 21%, a severidade média nos talhões afetados foi de 1,4 e o impacto produtivo no volume de madeira projetado ao final dos seis anos de plantio foi de 5,3%, representando 1,99 m³/ha e uma estimativa acumulada de 32.055 m³ de madeira. A *Erwinia psidii* causa danos produtivos expressivos em clones suscetíveis e o único controle é o manejo varietal e para esta tomada de decisão são necessários estudos de quantificação da doença.

Palavras-chave: *Eucalyptus*. Severidade. Incidência. Epidemiologia.

ABSTRACT

Dieback caused by *Erwinia psidii* is a disease recently described in the eucalyptus culture in Brazil. It was first reported in 2009 in São Paulo state and shortly after it was detected also in Rio Grande do Sul and Mato Grosso do Sul. As an emerging disease, there is practically no studies on the disease epidemiology. The present study aimed to evaluate the incidence and severity of dieback caused by *E. psidii* and the impact on yield in homogeneous plantations with the hybrid of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* in Mato Grosso do Sul. This study was carried out in a total area of 208.49 thousands hectares with a history of the disease incidence from the years 2015 to 2019 and prioritizing the samplings from the most susceptible genetic material (clone A1). The experimental design used was completely randomized, represented by affected and healthy plots, with the productive impact calculated from the difference in the volume of wood between them. The incidence of the disease in clone A1 was 21%, an average severity in the affected plots was 1.4 and the yield loss on the volume of wood projected at the end of the six years old plantation was 5.3%, representing 1.99 m³ / ha and an accumulated estimate of 32.055 m³ of wood. *Erwinia psidii* causes significant productive damage in susceptible clones and the only control is varietal management and studies to quantify the disease are necessary for this decision.

Keywords: *Eucalyptus*. Severity. Incidence. Epidemiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Mapa destacando municípios e cidades sede na Mesorregião Leste.....	13
Figura 2	- Isolamento bacteriano em placa de petri e gel de agarose.....	16
Figura 3	- Níveis de severidade da seca de ponteiro causada por <i>Erwinia psidii</i> em eucalipto.....	18
Figura 4	- Área plantada (em hectare) com o clone A1 em relação aos demais clones, bem como a condição fitossanitária do clone A1 (área afetada e não afetada pela seca dos ponteiros).....	21
Figura 5	- Evolução da severidade da seca do ponteiro em quatro parcelas amostrais em Água Clara, Inocência e Selvíria, MS, entre 2015 e 2018. A medida da severidade seguiu escala diagramática apresentada na Figura 4 multiplicada por 100*.....	22
Figura 6	- Correlação entre a incidência da seca dos ponteiros causada por <i>Erwinia psidii</i> e as perdas causadas por essa doença em volume de madeira (m ³) na eucaliptocultura*.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Características gerais quanto às condições edafoclimáticas dos talhões estudados.....	14
Tabela 2	- IMA médio aos seis anos em talhões afetados e não afetados pela seca dos ponteiros.....	24
Tabela 3	- Perdas associadas à incidência de seca do ponteiro causadas por <i>Erwinia psidii</i> em plantio comercial de híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> , clone A1, em sete municípios da Mesorregião Leste do estado do Mato Grosso do Sul.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1	Identificação do agente causal.....	14
2.2	Quantificação da doença.....	16
3	RESULTADOS.....	21
4	DISCUSSÃO.....	26
5	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS.....	30
	APÊNDICE A – Base de dados de campo.....	33

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta atualmente 7,83 milhões de hectares plantados com florestas, equivalente a menos de 1% do território nacional. Deste total, 5,7 milhões de hectares são ocupados com a eucaliptocultura. Minas Gerais é o estado que detém a maior área de plantio (24%), seguida por São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%), este último apresentando o maior crescimento de área plantada com a cultura nos últimos anos (IBÁ, 2019).

Do total da área plantada com eucalipto, 36% pertencem às indústrias de celulose e papel, 29% aos produtores independentes, 12% às indústrias siderúrgicas, 10% aos fundos financeiros, 10% às indústrias de madeira serrada e laminados e 3% para outras finalidades (IBÁ, 2019). Em 2018, o setor de florestas plantadas movimentou R\$ 86 bilhões, o que representa 1,3% do PIB nacional (IBÁ, 2019).

Inerente aos sistemas produtivos das culturas florestais há diversos agentes bióticos e abióticos causadores de perda à eucaliptocultura, predominando os fungos e bactérias (ALFENAS, 2009). A cultura ainda apresenta uma diversidade de pragas que, além de provocar redução direta de produtividade, causam ferimentos que facilitam a entrada de agentes infecciosos (ALFENAS, 2009).

Entre as doenças emergentes, destaca-se atualmente a doença seca de ponteiro, causada por *Erwinia psidii*. O patógeno é uma bactéria fitopatogênica pertencente à família Enterobacteriaceae, gram negativa, com flagelos peritríquios e coloração esbranquiçada em meio de cultura nutriente ágar, anaeróbica facultativa. Apresenta reação positiva para catalase e fosfatase redutora. Produção de ácidos a partir de carboidratos: manitol e são redutores de nitrato em nitrito e em fumo, o teste de hipersensibilidade é negativo (RODRIGUESNETO *et al.*, 1987; SILVA, 2019). Molecularmente, sua identificação pode ser realizada por reação em cadeia da polimerase (PCR) utilizando-se iniciadores específicos para a bactéria (SILVA, 2019; HERMENEGILDO *et al.*, 2019).

O primeiro relato da seca dos ponteiros causada pela *E. psidii* em eucalipto ocorreu em Lençóis Paulista – SP no ano de 2009. Logo nos anos seguintes foi relatada em Guaíba e Rosário do Sul, RS e, mais recentemente, no Mato Grosso do Sul (ARRIEL *et al.*, 2012, 2014). Em poucos anos desde os primeiros relatos tornou-

se uma doença importante à maioria das espécies de *Eucalyptus* no país, especialmente em áreas de expansão da cultura (COUTINHO *et al.*, 2011).

A incidência da seca dos ponteiros em plantios de eucalipto no Brasil, avançou em função do cultivo de clones altamente suscetíveis, resultando, em determinadas épocas favoráveis do ano (especialmente no verão), em distribuição generalizada da doença afetando até 100% das plantas (COUTINHO *et al.*, 2011; ARRIEL *et al.*, 2014). Além do Brasil, a doença foi relatada na Argentina e no Uruguai (COUTINHO *et al.*, 2011). Essa rápida disseminação da bactéria para regiões geográficas tão distintas, dentro e fora do Brasil, indica, provavelmente, a ocorrência de um método eficaz de dispersão a longas distâncias.

Considerando aspectos do processo infectivo e da patogênese, a bactéria *E. psidii* é descrita como colonizadora de folhas e lenho (CAIRES, 2017), entretanto, as vias de entrada e os mecanismos de patogênese que resultam em colonização dos tecidos hospedeiros ainda não foram elucidados. Os sintomas característicos da doença, descritos em graus de severidade, incluem: lesão necrótica da nervura central e pecíolo das folhas que evolui para senescência (severidade 1); mini cancos nos galhos laterais provocando necrose e queda de folhas/ramos (severidade 2); cancos na guia apical da planta de eucalipto seguido de seca e curvatura de ponteiro (severidade 3). Quando a guia apical da planta é afetada, sob condições desfavoráveis à doença, a planta emite brotação lateral que resulta em fuste assimétrico na extremidade superior. Sob condições favoráveis à doença, essa brotação pode ser novamente afetada.

Quanto à origem da doença em eucalipto no Brasil, a principal hipótese é que a seca dos ponteiros emergiu de espécies de Myrtaceae nativas da América do Sul (MONTAIA-ESTRADA, 2019), via mudança de hospedeiro, provavelmente por adaptação de populações de *E. psidii* em decorrência de alta pressão de seleção exercida por cultivos altamente homogêneos de eucalipto suscetível adjacentes. De fato, a seca dos ponteiros em Myrtaceae nativas foi relatada no Brasil já na década de 1980 em goiabeiras de Valinhos e Pindamonhangaba, SP (RODRIGUES *et al.*, 1983, 1987). Em seguida foi relatada na Zona da Mata, Minas Gerais (ROMEIRO *et al.*, 1994), Espírito Santo (OLIVEIRA *et al.*, 2000) e no Distrito Federal (UESUGI *et al.*, 2001). Em testes de patogenicidade realizada por Rodrigues Neto *et al.* (1987), a *E. psidii* foi capaz de infectar outras espécies de Myrtaceae como jambo-vermelho

(*Eugenia jambolana*), melaleuca (*Melaleuca viridiflora*) e o araçá (*Psidium cattleianum*) que é uma nativa do bioma Mata Atlântica com ocorrência desde a Bahia ao Rio Grande do Sul. Não há registros da doença em goiabeira fora do Brasil, especialmente entre os principais países produtores da cultura no mundo como Egito, Índia, Paquistão e México (JANSE, 2012). Também não há relato da seca de ponteiros em eucalipto em outros países fora da América do Sul, o que suporta a hipótese de origem local além da doença adquirir elevada importância quarentenária para os demais países produtores de eucalipto.

Mudas infectadas de eucalipto são consideradas a principal fonte de inóculo inicial (MONTAIA-ESTRADA *et al.*, 2019). Assim, sob o ponto de vista epidemiológico, considera-se que a dispersão eficaz da bactéria a longas distâncias por meio de mudas contaminadas de clones suscetíveis facilitou o aumento da distribuição geográfica da seca dos ponteiros nas áreas novas de cultivo (MONTAIA-ESTRADA *et al.*, 2019). Isso decorreu da dificuldade de diagnóstico precoce da doença ainda nos viveiros de mudas, considerando a demanda elevada por mudas para estabelecimento dos cultivos em larga escala, especialmente em Mato Grosso do Sul, área de expansão do cultivo do eucalipto na última década.

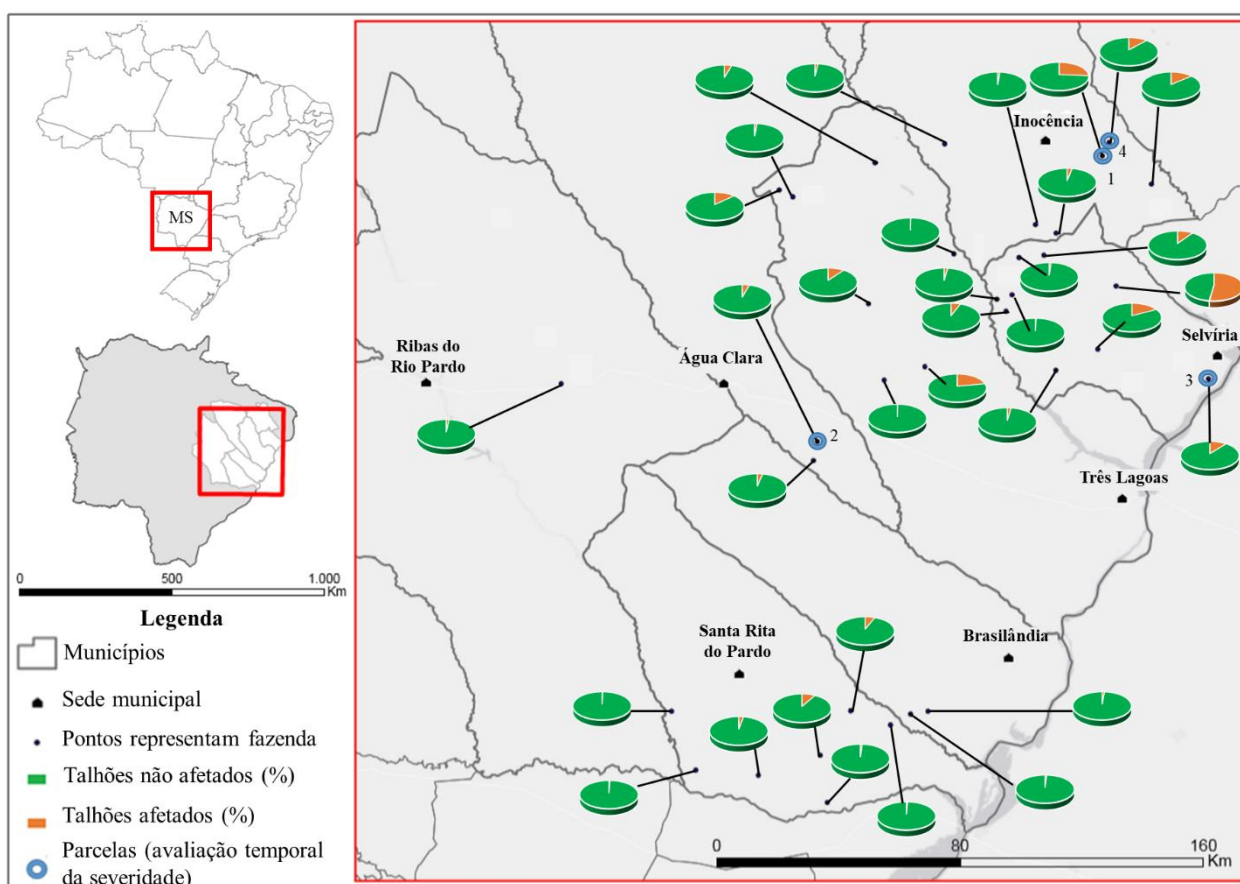
Embora a incidência da seca dos ponteiros tem aparentemente aumentando nos plantios de eucalipto nos últimos anos desde sua emergência, a dispersão da doença em áreas produtoras é desconhecida. Desconhece-se, também, os níveis de severidade e o impacto decorrente da doença sobre a produção de madeira de eucalipto e sobre a qualidade do papel e celulose produzidos.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivos avaliar a incidência e a severidade da seca dos ponteiros causada pela *E. psidii* e o impacto sobre a produção em plantios homogêneos com espécies de *Eucalyptus* no Mato Grosso do Sul.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As avaliações de incidência e severidade e os danos da seca dos ponteiros causada por *E. psidii* foram realizadas em uma base florestal de 208,49 mil hectares de plantio homogêneo com eucalipto, nos anos de 2015 a 2019, pertencente a empresa de celulose Eldorado Brasil. A área de estudo está situada em sete municípios da mesorregião leste do estado de Mato Grosso do Sul na bacia hidrográfica do rio Paraná, incluindo: Três Lagoas, Água Clara, Inocência, Selvíria, Ribas do Rio Pardo, Brasilândia e Santa Rita do Pardo (Figura 1).

Figura 1 - Mapa destacando municípios e cidades sede na Mesorregião Leste do estado do Mato Grosso do Sul.



Nota: Cada ponto fino representa talhões agrupados em fazendas de produção. O gráfico de pizza representa a distribuição e proporção da área da fazenda afetada ou não pela doença. Os pontos em azul representam as parcelas selecionadas para acompanhamento da variação temporal da severidade da doença.

Fonte: Próprio autor.

Os solos característicos da região são Latossolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos, sendo caracterizados por ter baixa fertilidade e apresentar característica de textura arenosa e com grande potencial erosivo. A altitude média dos municípios é de 318 metros acima do nível do mar (SEPLAN, 1990).

A região é classificada segundo Köppen como clima “Aw” conhecido como tropical de altitude. Tal clima é caracterizado por apresentar verão quente com chuva e umidade elevada e o inverno apresenta baixo índice de precipitação e umidade. A região apresenta temperatura média anual acima dos 22°C e precipitação pluviométrica média nos municípios varia de 900 a 1400 mm por ano (ALVARES *et al.*, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), representado por talhões afetados e sadios. As condições edafoclimáticas e o número de repetições para cada fator, foi variável e está detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 - Características gerais quanto às condições edafoclimáticas dos talhões estudados

Condições fitossanitárias do talhão	Nº total de talhões	Pluviosidade média anual (mm)	Média da temperatura máxima anual (°C)	Teor de argila (%)
Talhões potencialmente afetados pela seca dos ponteiros	94	1382,1 ± 26,3	30,7 ± 0,4	8,4 ± 2,7
Talhões não afetados pela seca dos ponteiros	99	1380,2 ± 35,5	30,6 ± 0,5	9,6 ± 3,8

Nota: Os dados de pluviosidade e temperatura, provenientes do site Inmet, está representado por uma média histórica de 4 anos (1015 a 2018). O dados de teor de argila foram obtidos a partir de análises física de solo realizada pela empresa.

Fonte: Próprio autor.

2.1 Identificação do agente causal

O diagnóstico inicial de seca dos ponteiros nas amostras infectadas coletadas foi realizado pelo Laboratório de fitopatologia da faculdade de ciências agrárias e tecnológicas da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” Fcat Campus Ilha Solteira - SP.

Para isso, foram coletadas em campo (4 fazendas), amostras de tecido infectado, acondicionadas em recipientes de papel e encaminhadas para

diagnóstico. Para o isolamento de *E. psidii* das amostras foram utilizados tecidos vegetais, principalmente pecíolos apresentando sintomas.

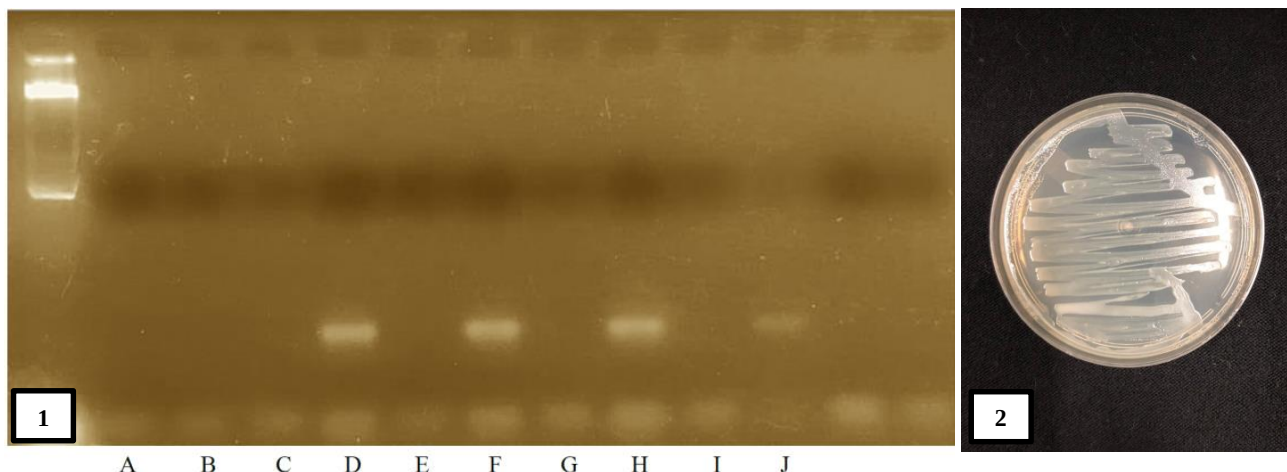
O material biológico foi desinfestado superficialmente com etanol 70% v/v, hipoclorito de sódio (2,0%) e lavado em água destilada. Fragmentos desse material vegetal foram inoculados em placas de Petri contendo o meio não seletivo 523 de Kado e Heskett (1970), cujas placas foram incubadas em BOD a 28°C para obtenção de colônias isoladas. Após 24 horas, as colônias desenvolvidas foram novamente inoculadas em meio 523 sólido e mantidas em BOD a 28°C durante 14 horas (Figura 2). Transcorrido este período, as novas colônias de bactérias foram divididas em dois processos: (1) coleta e preservação em solução salina (NaCl a 0,85% m/v); e (2) inoculação em tubos de ensaio contendo meio de cultura 523 líquido agitado a 160 rpm durante 12 horas. Neste segundo processo, os microrganismos desenvolvidos nos tubos de ensaio foram depositados em criotubos, liofilizados durante 24 horas e mantidos a -20°C. Somado a uma terceira etapa de inoculação de colônias em meio 523 líquido mantidas a 28 °C durante 24 h sem agitação para posterior extração de DNA genômico.

O DNA dos isolados foi extraído utilizando o kit Wizard Genomic DNA Purification Kit® (Promega), seguindo as recomendações do fabricante para bactérias Gram-negativas. Em seguida, o produto da extração foi quantificado utilizando-se o espectrofotômetro Nanodrop® e a concentração ajustada para 20 ng.µL⁻¹.

A identidade inicial do fitopatógeno foi confirmada pela reação em cadeia da polimerase (*Polymerase Chain Reaction* – PCR), utilizando os pares de primers específicos: Ep2L (5'CCAAAAAGCTTGGTGTGGAT3') e Ep2R (5'CATGTGCGAGTCACCAATTT3') com produtos de amplificação de 182 pb. Nesta etapa, a PCR consistiu de: tampão 1X (50 mM de KCl e 10 mM de Tris HCl); 125 mM de MgCl₂; 0,1 mM de dNTPs; 0,5 µM de cada primer supracitado; 0,5U de Taq DNA polimerase; e 30 ng do DNA de *E. psidii* extraído da amostra. Por fim, o volume final será ajustado com água estéril para 25 µL. As condições de amplificação serão, desnaturação: i) 95° C por 3 minutos; ii) 32 ciclos de 94° C durante 1 minuto, 64° C por 1 minuto, 72° C por 2 minutos; iii) extensão final de 72 °C durante 5 minutos (SILVA *et al.*, 2015).

Os fragmentos de DNA amplificados foram separados por eletroforese em gel de agarose a 1,0% contendo Tris Borato EDTA 1X, corado com Diamond™ nucleic acid dye na diluição de 1:10000 e observados sob luz UV (Figura 2).

Figura 2 - Isolamento bacteriano em placa de petri e gel de agarose.



Nota: 1) Detecção de *Erwinia psidii* em amostras de eucalipto com base na amplificação específica por reação em cadeia da polimerase. 2) Cultura de *E. psidii* isolada de eucalipto infectado crescendo em meio não seletivo 523.

Fonte: Próprio autor.

2.2 Quantificação da doença

A incidência de plantas doentes é um método direto de quantificação de doenças que consiste na contagem de plantas doentes para estimar a frequência na população. No trabalho em questão, os talhões afetados foram detectados por meio de observações visuais realizadas em campo após confirmada a relação contundente entre sintomas diagnósticos e sinais do patógeno.

Da área total monitorada (208,49 mil hectares) 3.684 hectares foram afetadas pela seca dos ponteiros, sendo representada por três materiais genéticos. Dentre esses materiais genéticos o clone A1, híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, com área plantada de 6.042 hectare, foi o que apresentou maior incidência e severidade, com área efetiva afetada de 1.529 hectares, por esse motivo foi o escolhido para estudo. O plantio com clone A1 está compreendido em 193 talhões, sendo que 99 talhões não afetados (3.185 hectare) e 94 talhões encontram-se potencialmente afetados (2.857 hectare) e pela doença, ou seja, talhões que apresentam pelo menos uma árvore afetada pela doença.

Já a quantificação da severidade da doenças, também um método direto, consiste, por meio de uma escala diagramática, em estimar a intensidade da doença na planta. Dentre estes talhões potencialmente afetados pela doença, quatro foram selecionados nos anos de 2016, 2017 e 2018 para avaliação da severidade da doença e sua evolução no tempo. Para isso foram estabelecidas parcelas fixas, com três repetições, sendo cada repetição composta de 40 plantas. No total foram estabelecidos cinco pontos amostrais, sendo que em um dos talhões, por apresentar declividade acentuada, foram estabelecidos dois pontos amostrais: um na parte alta (altitude de 530 m), e outro na parte baixa do talhão (altitude de 500 m). A avaliação qualitativa da severidade da seca dos ponteiros foi realizada bimensal, conforme escala diagramática apresentada na figura 3.

Figura 3 - Níveis de severidade da seca de ponteiro causada por *Erwinia psidii* em eucalipto.



Severidade 1, representada por lesão da nervura central e pecíolo das folhas (seta vermelha) na região apical dos ramos laterais que evolui para senescência (A); severidade 2, representada por mini cancos nos galhos laterais provocando sua necrose e queda (B); severidade 3, representada por cancos na guia apical seguido de seca e tombamento de ponteiro (C e D); pus bacteriano exsudado nas folhas (E); Fonte: Próprio autor.

Tal avaliação foi concluída após desaparecimento natural dos sintomas quando novas brotações assintomáticas emitidas pelas plantas suplantaram aquelas brotações com sintomas. Esse processo ocorre naturalmente ao longo do ano em

função de condições climáticas desfavoráveis à doença e da natureza perene do eucalipto.

Foi gerado um mapa utilizando-se o programa software ArcGIS 10.2.2 para a representação gráfica da distribuição da proporção da incidência de seca dos ponteiros nos talhões (agrupados em fazendas) amostrados, afetadas pela doença.

Para cálculo do volume de m³ de madeira desses 193 talhões, foram estabelecidas aleatoriamente parcelas circulares de 40 plantas para cada 10 hectares. Para cada planta contida nas parcelas foram tomadas medidas de altura comercial e diâmetros a altura do peito (DAP), sendo o volume calculado via equação abaixo:

$$V = \frac{(\pi * (DAP^2))}{40000 * HC * FV} \quad (1)$$

V = volume (m³);

DAP = diâmetro à altura do peito (cm);

HC = altura comercial (m);

FV = fator forma (utilizou-se o fator 0,5, convencional a área de estudo).

O volume estimado de cada talhão foi obtido por meio da extrapolação da média do volume de cada parcela. Após isso, foi obtido o incremento médio anual (IMA) dividindo o volume de madeira por hectare de cada talhão pela sua idade em anos. Visto que o IMA varia de acordo com a idade do plantio e as áreas amostrais apresentavam idades diversas, para que os dados estivessem numa mesma base comparativa, foi necessário estimar o IMA aos 6 anos para todos os talhões em estudo, pela equação abaixo:

$$IMA \text{ aos 6 anos} = \frac{(0,000022 * (DAP^{1,78})) * (HC^{1,33}) * 0,93}{1 + EXP(2,89 - (188,55 * (0,000022 * (DAP^{1,78}) * (HC^{1,33})))} \quad (2)$$

IMA aos 6 anos = volume (m³ / ha) projetado aos 6 anos;

DAP = diâmetro a altura do peito (cm);

HC = altura comercial (m);

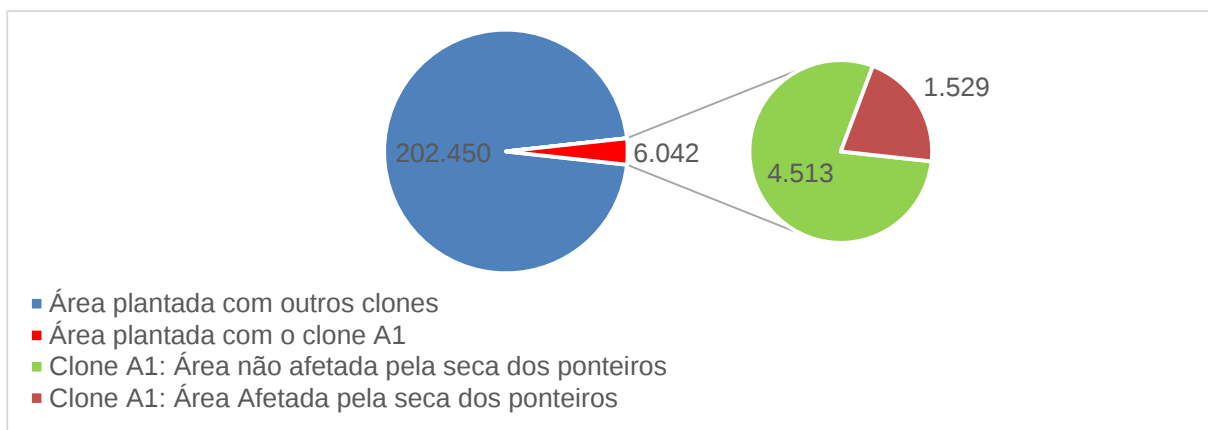
A estimativa de perdas causadas pela seca dos ponteiros em eucalipto foi determinado pela relação entre o IMA aos seis anos dos talhões afetados e não afetados pela doença. Os dados foram analisados mediante análise de variância, utilizando-se o programa estatístico STATISTICA® versão 10.

3 RESULTADOS

Das amostras de tecido infectado do clone A1, coletadas em 4 fazendas, foram obtidos isolados que apresentaram resultados positivos para *Erwinia psidii*.

A área total plantada com o clone A1 nos anos de 2015 a 2019 foi de 6.042 ha. Deste total plantado, 1.529 ha apresentaram seca dos ponteiros causada pela bactéria *E. psidii*, que representa 25,3%. Já a área afetada pela doença em relação a área total plantada foi de 0,7% (Figura 4).

Figura 4 - Área plantada (em hectare) com o clone A1 em relação aos demais clones, bem como a condição fitossanitária do clone A1 (área afetada e não afetada pela seca dos ponteiros)

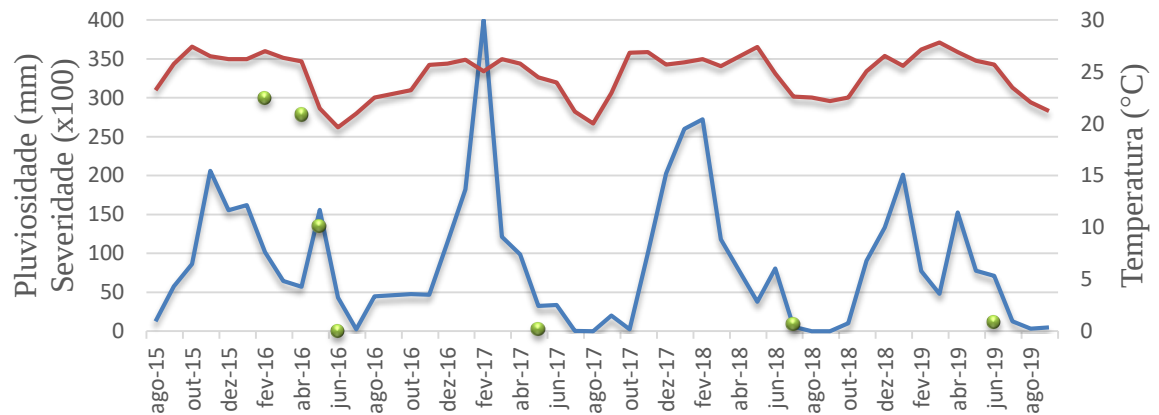


Fonte: Próprio autor.

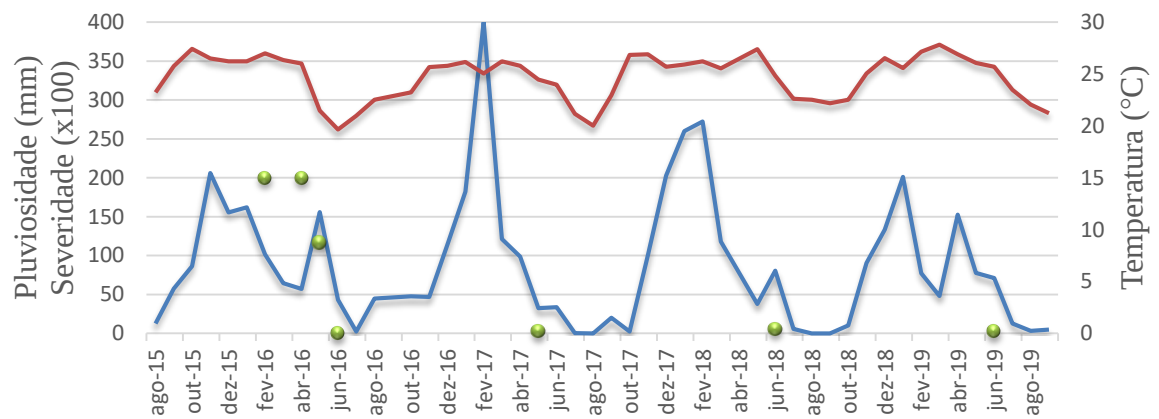
A seca dos ponteiros foi diagnosticada em 94 talhões dos 193 talhões plantados com o clone A1, representando 48,7%. As áreas afetadas encontra-se disseminada na Mesorregião Leste de MS (Figura 1). Dos talhões afetados pela doença, 82% apresentaram os primeiros sintomas até o segundo ano de plantio. O maior nível severidade (3), com correspondente seca e tombamento do ponteiro, predominaram em períodos de altas temperaturas e pluviosidade, que no estado do Mato Grosso do Sul estende-se de novembro a abril (Figura 5).

Figura 5 - Evolução da severidade da seca do ponteiro em quatro parcelas amostrais em Água Clara, Inocência e Selvíria, MS, entre 2015 e 2018.

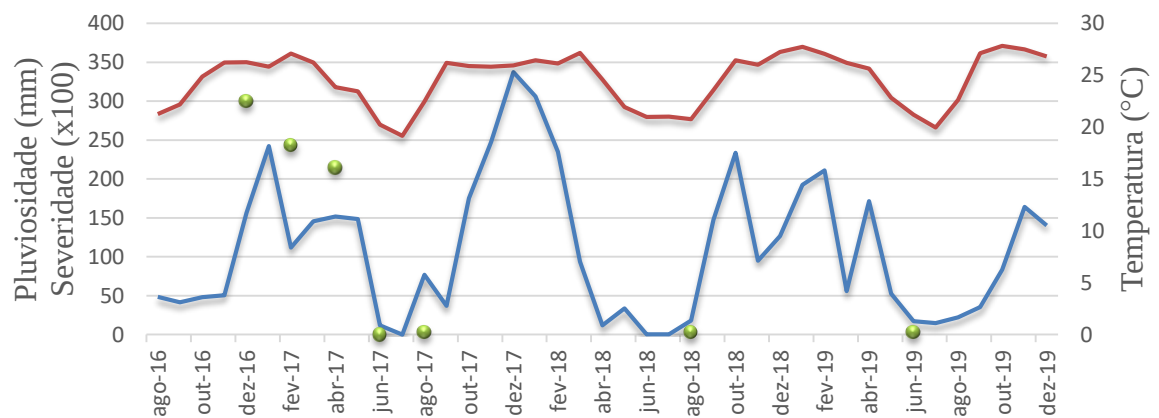
Parcela 1 - Inocência, MS (parte alta), 2015 a 2019

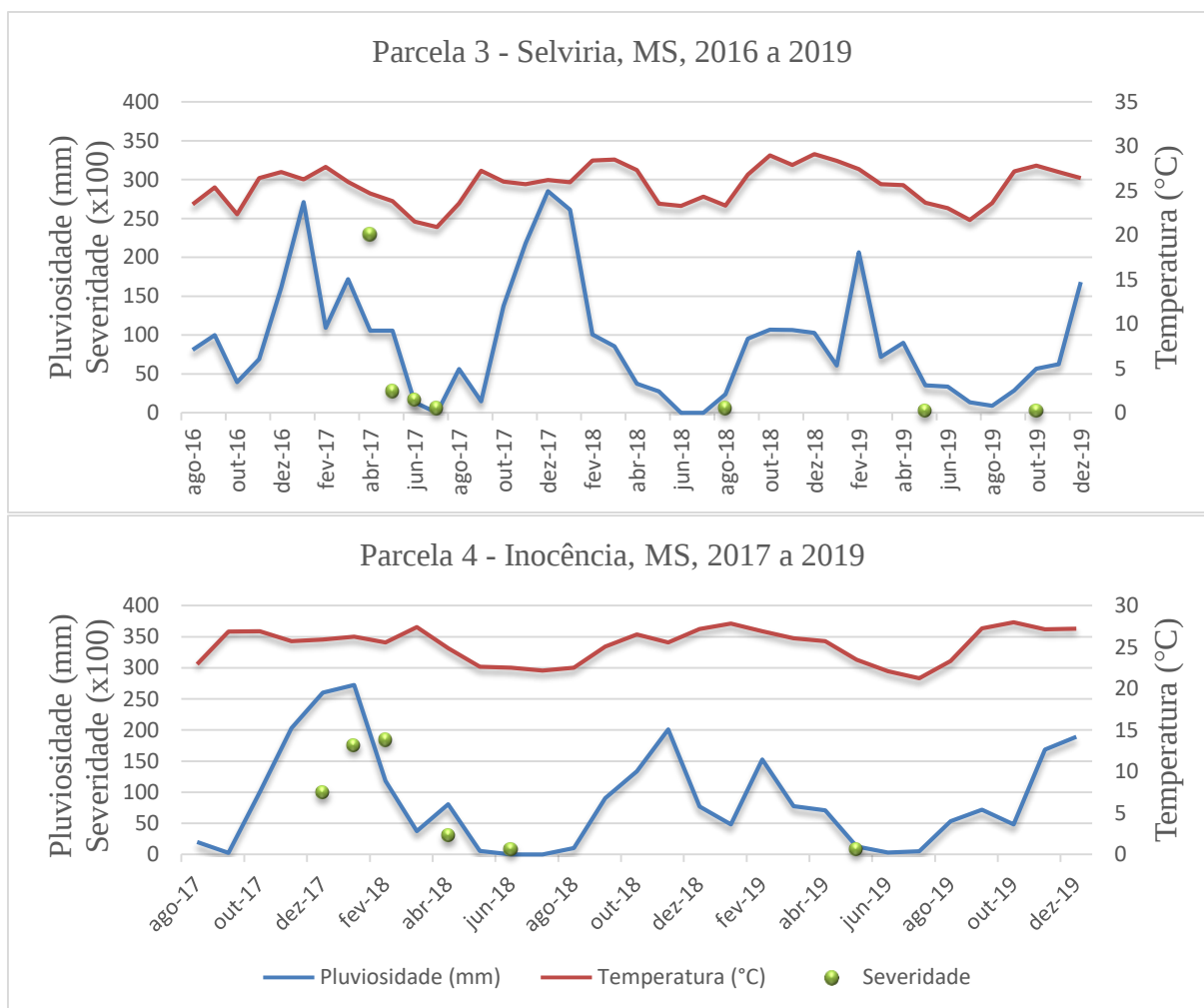


Parcela 1 - Inocência, MS (parte baixa), 2015 a 2019



Parcela 2 - Água Clara, MS, 2016 a 2019





Nota: Os dados de pluviosidade e temperatura foram cedidos pela Eldorado Brasil e são provenientes de suas estações próprias. Barra cor marrom indica temperatura enquanto barra azul indica pluviosidade. A medida da severidade seguiu escala diagramática apresentada na Figura 4 multiplicada por 100.

Fonte: Próprio autor.

A análise de variância foi significativa ($p < 0,05$) para o fator condição fitossanitária dos talhões para o IMA médio aos 6 anos. A perda média de produção projetada aos seis anos dos talhões afetados foi de 5,3% do volume de madeira (Tabela 2).

Tabela 2 – IMA médio aos seis anos em talhões afetados e não afetados pela seca dos ponteiros

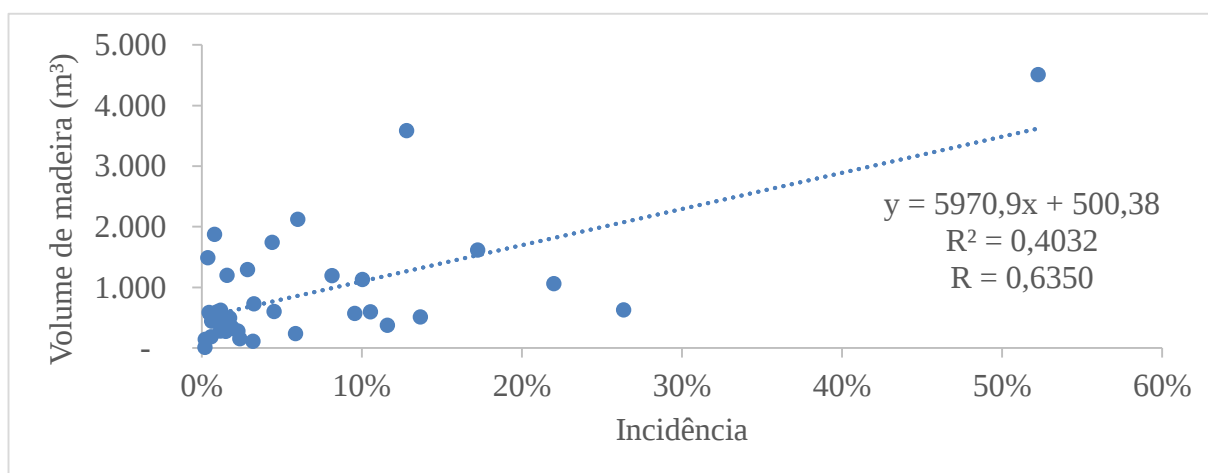
Fator / tratamentos	N	Média de IMA aos 6 anos
Talhões afetados pela seca dos ponteiros	94	35,93 a
Talhões não afetados pela seca dos ponteiros	99	37,93 b
$F_{calculado}$		4.14
Significância (p)		0.04
Perda média estimada de produção (em unidades de IMA aos 6 anos)		1,99
Perdas médias percentuais		5,30%
CV (%)		18,42

Nota: Houve efeito significativo de tratamento ($p < 0,05$) para a variável IMA médio aos 6 anos.

Fonte: Próprio autor.

Detectou-se correlação positiva e significativa entre a incidência de seca dos ponteiros e perda de produtividade em volume de madeira, sendo o coeficiente de correlação de Pearson equivalente a 0,63 (Figura 6).

Figura 6 – Análise de correlação entre a incidência da seca dos ponteiros causada por *Erwinia psidii* e as perdas causadas por essa doença em volume de madeira (m^3) na eucaliptocultura.



Nota: Incidência estimada em porcentagem de plantas infectadas por fazenda.

Fonte: Próprio autor.

O percentual de incidência média das áreas afetadas em relação às áreas das fazendas é de 6,69%. A severidade média da ocorrência no período infeccioso

mais crítico foi de 1,42. Já a perda global projetada causada pela seca dos ponteiros foi de 32.055,16 m³ de madeira (Tabela 3).

4 DISCUSSÃO

Foi possível observar que a distribuição da incidência da seca do ponteiro inicia-se em reboleiras, em áreas de melhor drenagem (locais mais altos dos talhões), podendo evoluir para distribuição generalizada quando as condições ambientais permanecem favoráveis à infecção da doença. No clone A1, a incidência da seca dos ponteiros foi de 25,3% (1.529 ha). Sendo assim, 74,7% do plantio realizado com o clone A1 não apresentou sintomas (Figura 3). Isso pode estar relacionado com diferenças nas condições edafoclimáticas entre regiões de cultivo, influenciando a incidência da doença. Se confirmada a influência das condições climáticas na incidência da doença, estudos de zoneamento climáticos seriam necessários para compreensão da interação hospedeiro, ambiente e patógeno. Outra alternativa plausível para as diferenças de incidência entre as áreas distintas analisadas é a qualidade fitossanitária das mudas de eucalipto utilizadas para estabelecimento dos plantios. Áreas com maior incidência podem ter recibo um aporte maior de mudas infectas que as demais áreas. Por outro lado, isso mostra o desafio dos programas de melhoramento em submeter as cultivares na mais ampla diversidade edafoclimática para avaliação da resistência à doença.

O nível de severidade 3 ocorreu nos períodos de novembro a abril, época que predominam altas temperaturas e pluviosidade, corroborando com estudos realizados por Alfenas *et al.* (2009) sobre epidemiologia da doença. Porém níveis mais baixos de severidade foram observados nas demais estações do ano, sugerindo que a perda de produção pode se estender ao longo do ano.

O estudo indicou que a seca de ponteiro causada por *E. psidii* está amplamente distribuída na mesorregião leste do estado do Mato Grosso do Sul. A correlação de Pearson entre as variáveis incidência da seca dos ponteiros e perda volumétrica de madeira foi de 0,63, o que indica que existe uma relação positiva moderada entre elas. No clone mais suscetível, a média de IMA projetado aos seis para as áreas afetadas e não afetadas pela doença, apresentaram diferença significativa, sendo a diferença percentual entre as duas médias de 5,3%. Projetando-se esse percentual a todos os talhões afetados pela doença, a perda global causada pela seca dos ponteiros na área em estudo foi de 32.055 m³ de madeira.

Este é o primeiro estudo a tipificar as perdas de produção em m³ de madeira causadas pela seca do ponteiro em eucalipto. Demais estudos apresentaram apenas medidas do efeito da doença sobre o crescimento das plantas, porém não indicam a estimativa direta das perdas. Por exemplo Silva (2019), nesta mesma região, constatou diminuição significativa no diâmetro de plantas medido à altura do peito (DAP) quando apresentaram o mais alto nível de severidade (3). Segundo Borges Junior (2017) em áreas mais críticas de ataque de *E. psidii* na região sul do Brasil, em clone de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos 23 meses de idade, houve redução de altura e circunferência das plantas à altura do peito (CAP) em 28,3% e 20,3%, respectivamente.

Logo após a seca e tombamento do ponteiro a planta de eucalipto emite um novo ponteiro e retoma o crescimento. Uma planta que está em estágio de recuperação pode ter seu terço apical afetado sucessivas vezes, afetando a forma e a produtividade da planta, corroborando com estudos realizados por Silva *et al.* (2019) na região do Mato Grosso do Sul, onde observou-se até três ciclos de ataque no terço apical das plantas. Arriel *et al.* (2014) relataram que além de provocar a seca dos ponteiros em árvores de eucaliptos em campo, a *E. psidii* também pode provocar morte descendente, o “die back”. No presente estudo também foi observado morte descendente, porém análises laboratoriais não constatarem infecção por *E. psidii* mas sim de *C. fimbriata* na base do caule e raízes.

Sob o ponto de vista de condições fisiológicas da planta predisponentes à doença e condições climáticas favoráveis à infecção, o grau de severidade 1 da seca dos ponteiros (lesão da nervura principal e senescência) pode ocorrer em idades mais avançadas das plantas, ao longo do ciclo produtivo, com maior intensidade no verão e com menor intensidade nas demais estações. Já a ocorrência do grau de severidade 3 (seca e tombamento do terço apical) ocorre com maior frequência em plantas de até dois anos e está associado a condições ambientais específicas de altas temperaturas e altos índices pluviométricos, que no estado do Mato Grosso do Sul ocorrem nos meses de outubro a março.

Observações efetuadas nas parcelas fixas para acompanhamento temporal da severidade da doença indicaram que o tempo de exposição à doença divergiu em cada ambiente (ou unidade edafoclimática), no que se refere ao início do processo infeccioso, tempo de exposição ao patógeno e níveis de severidades. Nos talhões 1

(parte baixa) e talhão 4 a severidade média foi igual ou inferior ao nível 2. No talhão 3, o início do processo infeccioso e duração foi inferior aos demais talhões (Figura 5).

Um vez determinados os níveis de incidência, de severidade e a queda de produção de madeira causada pela seca do ponteiro no eucalipto, estudar medidas de manejo é fundamental para minimizar o impacto da doença. Silva (2019), realizou ensaios com até quatro pulverizações químicas (indutor de resistência: acibenzolar-S-metílico e Bactericida: cloridrato de kasugamicina) em matrizes de mini jardim clonal para produção de muda de eucalipto, que apresentaram sintomas de *E. psidii*, porém não apresentou resultado satisfatório. Não há produto químicos ou biológicos comerciais para manejo dessa doença em eucalipto MAPA/AGROFIT (2019). Mesmo que houvesse produtos registrados no MAPA, considerando que o manejo químico ou biológico da seca do ponteiro em áreas de plantios aumentaria significativamente o custo de produção do eucalipto, e resultaria em aplicações desnecessárias em áreas com baixa ou nenhuma incidência da doença, como detectado em nosso estudo. Dessa forma, a opção mais econômica é o manejo da seca do ponteiro na fase de mudas, visando diminuir a dispersão da bactéria para áreas isentas da doença.

A aplicação de medidas culturais de manejo, como o corte e a destruição das partes afetadas pela doença não são factíveis de aplicação em larga escala em plantios de eucalipto, embora recomendadas para controle da incidência de *E. psidii* em goiabeira (MARQUES *et al.*, 2007).

Outra medida recomendada para manejo de doenças em eucalipto é o manejo varietal, visando a substituição dos materiais genéticos suscetíveis por materiais resistentes.

5 CONCLUSÃO

A seca dos ponteiros causada por *Erwinia psidii* está amplamente disseminada na mesorregião leste do estado do Mato Grosso do Sul e reduziu em média 5,3% do volume de madeira dos talhões plantados com o clone A1 e que apresentaram incidência da doença.

Para decisão de continuidade ou não do uso de um clone que apresentou suscetibilidade à seca dos ponteiros causada pela *E. psidii* é importante uma análise do seu potencial produtivo, históricos de incidência / severidade e dano econômico causado pela doença.

Estudos de zoneamento climático são necessários para melhor entendimento sobre as interações entre doença, ambiente e hospedeiro já que 74,7% da área plantada com o clone suscetível A1 não apresentaram incidência da doença.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 27 jan. 2020.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 442 p.
- ALFENAS A. C. *et al.* *Ralstonia solanacearum* on Eucalyptus clonal nurseries in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 4, p. 357-366, 2006.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARRIEL D. A. A.; FONSECA, N. R.; GUIMARÃES, L. M. S.; HERMENEGILDO P. S.; MAFIA R. G.; BORGES JÚNIOR, N.; DE SOUZA, H. P.; ALFENAS A. C. Wilt and die-back of Eucalyptus spp. caused by *Erwinia psidii* in Brazil. **Forest Pathology**, Hamburg, v. 44, n. 4, p. 255–265, 2014.
- BORGES JUNIOR, N. **Manejo de pragas e doenças na CMPC**. Belo Horizonte: Sociedade de Investigações Florestais, 2017.
- CAIRES, N. P. **Interação *Erwinia psidii*-*Eucalyptus* spp.**: infecção, alterações fisiológicas e fontes de resistência. 2017. 69 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.
- COELHO, M. V. S.; MENDES, A. P.; MARQUES, A. S. A. **Seca dos ponteiros da goiabeira causada por *Erwinia psidii***: levantamento e caracterização. Brasília, DF: Embrapa – SPI, 2002. 8 p. (Comunicado Técnico, 59).
- COUTINHO, T. A.; BRADY, C. L.; VAN DER VAART, M.; VENTER, S. N.; TELECHEA, N.; ROLFO, M.; PEREZ, C.; WINGFIELD, M. J. A new shoot and stem disease of Eucalyptus species caused by *Erwinia psidii*. **Australas Plant Pathol**, [s. l.], v. 40, p. 55– 60, 2011.
- FAVAN, J. R. **Desenvolvimento de sistema inteligente para classificação da severidade da mancha foliar bacteriana do eucalipto**. 2019. 78 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Botucatu, 2019.
- FURTADO, E. L. *et al.* **Doenças do eucalipto no Brasil**. Botucatu: O autor, 2009. 74 p.

HERMENEGILDO, P. S.; SANTOS, S. A.; GUIMARÃES, L. M. S.; PEREIRA, I. C.; VIDIGAL, P. M. P.; ALFENAS-ZERBINI, P.; MAFIA, R. J.; FERREIRA, M. A. S. V.; ALFENAS, A. C. Draft genome sequence of *Erwinia psidii*, causal agent of bacterial blight of guava (*Psidium guava*) and dieback of eucalypt (*Eucalyptus* spp.). **Microbiology Resource Announcements**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. e01598-e01608, 2019.

HERMENEGILDO, P. S. **Seca de ponteiros causada por *Erwinia psidii*: diversidade genética do patógeno e resistência em *Eucalyptus* spp.** Viçosa, MG: UFV Viçosa, 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. 2019. **Relatório Industria Brasileira de Árvores**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados históricos de temperatura e pluviosidade**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 12 nov. 2019.

JANSE J. D. Bacterial diseases that may or do emerge, with (possible) economic damage for Europe and the Mediterranean basin: notes on epidemiology, risks, prevention and management on first occurrence. **Journal of Plant Pathology**, [s. l.], v. 94, n. 4, p. S4.5–S4, 2012.

MACAGNAN D, FERREIRA MAS V. Movement of the bacterial blight pathogen *Erwinia psidii* in guava varieties differing in susceptibility. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 43, p. 557–582, 2018.

MARQUES, A. S. A.; COELHO, M. V. S.; FERREIRA, M. A. S. V.; DAMASCENO, J. P. S.; MENDES, A. P.; VIEIRA T. M. **Seca dos ponteiros da goiabeira causada por *Erwinia psidii*: níveis de incidência e aspectos epidemiológicos**. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 29, p. 488-493, 2007.

MONTOYA-ESTRADA, C. N.; COSTA C. R.; BADEL J. L.; GUIMARÃES L. M. S.; ALFENAS, A. C. 7 Root infection and aerial colonization of eucalypt host plants by *Erwinia psidii*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 44, p. 251–257, 2019. doi:10.1007/s40858-018-0264-7.

MONTOYA-ESTRADA, C.N.; HERMENEGILDO, P. S.; ALVAREZ-ROMERO, P. I.; BADEL, J. L.; GUIMARÃES, L. M.S.; ALFENAS, A. C. Genetic diversity and aggressiveness of *Erwinia psidii* on *Eucalyptus* spp. in Brazil. **The Plant Pathology**, [s. l.], v. 68, p. 31–41, 2018. doi:10.1111/ppa.12927.

RODRIGUES NETO, J.; ROBBS, C. F.; YAMASHIRO, T. Uma doença bacteriana da goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 9, p. 4, 1983.

RODRIGUES NETO, J.; ROBBS, C.F.; YAMASHIRO, T. A bacterial disease of guava (*Psidium guajava*) caused by *Erwinia psidii* sp. nov. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, p. 345-350, 1987.

ROMEIRO, R. S.; OLIVEIRA, J. R.; POMELLA, A. W. V.; BARBOSA, J. G.; COUTO, F. A. A. Situação e perspectivas de controle da morte das pontas da goiabeira (*Erwinia psidii*) em Minas Gerais, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 19, p. 309-334, 1994.

SANTOS, R. S.; BARBOSA, J. J. **Template para produção de trabalhos acadêmicos na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp**. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Biblioteca, 2019. 39 p. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/#!/biblioteca/>. Acesso em: 10 maio 2019.

SEPLAN (MS). **Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso do Sul**. Atlas Multirreferencial. Campo Grande: SEPLAN/MS, 1990.

SILVA, C. F.; TORRES, P.; OLIVEIRA, N. P. D.; MARQUES, A. S. A.; FERREIRA, M. A. S. V. PCR-based methods for detection of *Erwinia psidii* on guava. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 40, n. 4, p. 251-259, 2015.

SILVA, D. F. S. H. S. **Caracterização das doenças causadas por bactérias em viveiros e plantios florestais de *Eucalyptos spp.*** 2019. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Botucatu, 2019.

TEIXEIRA, A. C. O.; MARQUES, A. S. A.; FERREIRA, M. A. S. V. Low genetic diversity among pathogenic strains of *Erwinia psidii* from Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 40, p. 78-684, 2009.

UESUGI, C. H.; MELO FILHO, P. A.; LIMA, M. L. P.; MORAES, C. A.; TOMITA, C. K.; CAFÉ FILHO, A. C.; UENO, B. Ocorrência de *Erwinia psidii* em goiabeira no Distrito Federal. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 24., 2001, Piracicaba, SP. **Anais [...]** Piracicaba: [s. n.], 2001.

XAVIER, A. C.; KING C. W.; SCANLON B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). **International Journal of Climatology**, Chichester, v. 36, n. 6, p. 2644-2659, 2015.

APÊNDICE A – Base de dados de campo

Tabela 3 - Perdas associadas à incidência de seca do ponteiro causadas por *Erwinia psidii* em plantio comercial de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, clone A1, em sete municípios da Mesorregião Leste do estado do Mato Grosso do Sul.

Município / Fazenda	Área total plantada na fazenda (ha)	Área de talhões afetados (ha)	Incidência de seca dos ponteiros (ha)	Incidência (%)	Severidade	Perda projetada (m³ de madeira)
Água Clara	1.303,52	145,71	57,50	4,41%	0,7	1.742,02
Água Clara	2.188,16	98,61	71,55	3,27%	2,0	729,48
Brasilândia	1.649,73	57,96	15,84	0,96%	0,5	598,95
Brasilândia	419,73	26,20	6,29	1,50%	0,5	275,90
Inocência	196,05	51,68	51,68	26,36%	2,4	626,24
Inocência	190,22	40,21	26,00	13,67%	1,9	514,94
Inocência	532,83	34,15	6,83	1,28%	0,4	453,00
Inocência	292,18	33,87	33,88	11,60%	3,0	372,75
Inocência	704,91	43,53	13,31	1,89%	0,9	345,28
Inocência	374,93	17,14	12,00	3,20%	3,0	112,25
Ribas do Rio Pardo	843,87	58,09	14,68	1,74%	0,5	496,84
Ribas do Rio Pardo	1.756,88	54,33	10,91	0,62%	0,6	443,84
Santa Rita do Pardo	636,76	183,66	38,20	6,00%	0,4	2.120,71
Santa Rita do Pardo	4.728,77	156,77	38,22	0,81%	0,5	1.874,78
Santa Rita do Pardo	5.286,36	123,53	20,48	0,39%	0,3	1.490,49
Santa Rita do Pardo	708,10	111,62	20,33	2,87%	0,4	1.296,34
Santa Rita do Pardo	371,12	80,69	30,24	8,15%	0,8	1.191,26
Santa Rita do Pardo	1.279,25	72,06	15,22	1,19%	0,5	623,74
Santa Rita do Pardo	4.180,07	40,82	24,25	0,58%	1,8	187,43
Selvéria	638,27	333,53	333,53	52,26%	1,8	4.507,22
Selvéria	627,12	108,10	108,14	17,24%	3,0	1.617,87
Selvéria	152,02	52,42	16,02	10,54%	0,8	595,43
Selvéria	3.797,38	53,84	17,33	0,46%	0,9	583,93
Selvéria	574,50	54,88	54,88	9,55%	3,0	569,49
Selvéria	237,99	21,53	5,38	2,26%	0,8	281,75
Selvéria	334,46	25,73	3,86	1,15%	0,3	279,64
Selvéria	356,39	20,91	20,91	5,87%	3,0	238,20
Selvéria	425,17	11,23	10,10	2,38%	2,7	154,20
Três Lagoas	1.981,68	380,01	253,52	12,79%	1,8	3.587,74
Três Lagoas	2.636,12	110,34	41,50	1,57%	1,3	1.196,92

Três Lagoas	708,48	105,86	71,19	10,05%	1,9	1.128,62
Três Lagoas	236,42	86,49	52,02	22,00%	1,8	1.063,68
Três Lagoas	662,97	51,17	29,98	4,52%	1,9	601,09
Três Lagoas	916,23	9,70	1,94	0,21%	0,6	143,17
Três Lagoas	413,04	0,86	0,86	0,21%	3,0	9,95
Totais e média geral (para incidência e severidade)	42.341,68	2.857,23	1.528,56	6,69% ± 10,20%	1,42 ± 0,98	32.055,16

Fonte: Próprio autor.