

FERNANDA MARIA ABILIO

**INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO EM ALTURA E NA
INTENSIDADE DA FERRUGEM EM MONOPROGÊNIES E CLONES DE
EUCALIPTO**

Botucatu

2017

FERNANDA MARIA ABILIO

**INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO EM ALTURA E NA
INTENSIDADE DA FERRUGEM EM MONOPROGÊNIES E CLONES DE
EUCALIPTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

Orientador: Edson Luiz Furtado

Coorientador: Cristiano Bueno Moraes

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Abilio, Fernanda Maria, 1986-
A148i Influência da época de plantio no crescimento em altura e na intensidade da ferrugem em monoprogênies e clones de eucalipto / Fernanda Maria Abilio. - Botucatu :[s.n.], 2017

56p.: il. grafs., tabs.

Dissertação(Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2017

Orientador: Edson Luiz Furtado

Coorientador: Cristiano Bueno Moraes

Inclui bibliografia

1. Eucalipto - Doenças e pragas. 2. *Puccinia psidii*.
3. Eucalipto - Crescimento. 4. Eucalipto - Influencia do clima. I. Furtado, Edson Luiz. II. Moraes, Cristian Bueno
III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. VI. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

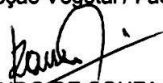
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO EM ALTURA E NA INTENSIDADE DA FERRUGEM EM MONOPROGÊNIES E CLONES DE EUCALIPTO

AUTORA: FERNANDA MARIA ABILIO
ORIENTADOR: EDSON LUIZ FURTADO
COORIENTADOR: CRISTIANO BUENO DE MORAES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA FLORESTAL, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. EDSON LUIZ FURTADO
Departamento de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP



Prof. Dr. JOSÉ RAIMUNDO DE SOUZA PASSOS
Departamento de Bioestatística / Instituto de Biociências de Botucatu



Dr. LEO ZIMBACK
Floresta Estadual de Botucatu / Instituto Florestal do Estado de São Paulo

Botucatu, 14 de julho de 2017

Aos meus pais,
Camilo e Marilda,
dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por Teus planos para a minha vida serem sempre maiores do que os meus sonhos.

Aos meus pais, que sempre estiveram presentes em minha vida, fiéis companheiros, que transmitem confiança e carinho incondicionais.

Ao Prof. Dr. Cristiano Bueno de Moraes, UFT - Campus de Gurupi, pelo grande incentivo, colaboração e amizade por tantos anos.

Aos professores da Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA/UNESP - Campus de Botucatu, em especial aos Professores Dr. Edson Luiz Furtado e Dr. José Raimundo Passos, pela receptividade, atenção e orientação.

À Empresa Eucatex, pela estrutura e área concedida para realização deste estudo, em especial ao Eng. Florestal Hernon José Ferreira pelo apoio aos estudos, ao amigo Marcos Sandro Felipe pela convivência e auxílio na análise dos resultados e ao Alexandre Aparecido Felipe e demais colaboradores na condução dos experimentos.

Às queridas amigas, em especial Juliana e Ana Paula, pelos 20 anos de amizade verdadeira, sincera e eterna.

E finalmente, àquelas pessoas que trouxeram alguma dificuldade em minha vida, obrigada, pois me incentivaram a buscar o equilíbrio, a felicidade e a liberdade.

RESUMO

As plantações de eucalipto estão em crescente expansão e representatividade na economia nacional e com o aumento da área de plantios florestais, as doenças de plantas são um dos fatores de maior risco que podem afetar a disponibilidade de madeira e os custos de produção. Os fungos estão entre os principais agentes patogênicos que causam doenças no eucalipto e entre eles a ferrugem, causada pelo fungo *Puccinia psidii*, que pode implicar em graves danos econômicos aos plantios comerciais. O melhoramento genético do eucalipto para resistência à ferrugem e o estudo do crescimento das plantas em distintas épocas de plantio e locais são estratégias silviculturais que podem agregar para o sucesso das plantações. O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à ferrugem e o crescimento inicial em altura de monoprogênies e clones de eucalipto por método de propagação e genótipo em diferentes épocas de plantio. Foram instalados dois experimentos em campo no município de Avaré no Estado de São Paulo - Brasil em diferentes estações do ano (verão e inverno), para parâmetro comparativo entre as incidências da infecção e severidade da ferrugem nas plantas até 18 meses de idade. O crescimento inicial em altura foi medido aos 150 e 360 dias após o plantio e calculado o incremento em altura e coeficiente de variação em cada tratamento. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com duas monoprogênies e dois clones híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, quatro repetições e 300 plantas por parcela. Os materiais genéticos plantados no inverno com características climáticas do tipo Cwa apresentaram as menores incidências da infecção de ferrugem e percentual 31,17% maior em altura da planta comparado ao verão, podendo o plantio de inverno ser uma prática de manejo para “escape” da ferrugem e potencial para atingir um melhor crescimento inicial do eucalipto. Já os métodos de propagação clonal e monoprogênie não apresentaram diferenças estatísticas na incidência média de ferrugem, mas para altura aos 360 dias a monoprogênie apresentou média de -13,62% em relação ao clonal. Os genótipos não apresentaram heterose para suscetibilidade ao fungo e não houve diferenças significativas para altura aos 360 dias.

Palavras-chave: Crescimento inicial, *Puccinia psidii*, monoprogênie, clone, *Eucalyptus spp.*

ABSTRACT

The eucalyptus plantations have been growing and expanding in the national economy representativeness and considering the forest planting area increase, plant diseases are one of the highest risk factors which may affect the wood availability and production cost. Fungi are the main pathogens which cause eucalyptus disease and among them there is the rust caused by *Puccinia psidii*, which may result in serious economic damage to forest planting. The eucalyptus genetics improvement resistant to rust and the plant growth study in different planting seasons and sites are silvicultural strategies which may fully succeed the out-planting. The aim of the present study was to evaluate the resistant to rust and the initial height growth of eucalyptus monoprogenies and clones by breeding method and genotype in different planting season. Two experiments were established in field in the county of Avare, in Sao Paulo State - Brazil in different seasons (Summer and Winter) to evaluate the infection incidence and rust severity in plants up to 18 months old. The initial growing in plant height was measured on the 150th and 360th day after planting and calculated the height increment and the coefficient of variation per treatment. The statistical design was of randomized blocks with two monoprogenies and two hybrid clones of *E. grandis* x *E. urophylla*, four replications and 300 plants per plot. The genetic material planted in the Winter in Cwa weather condition presented the lowest incidence to rust infection and 31.17% higher compared to Summer, being the Winter planting the management practice for escaping to rust and potentially to achieve a better initial growth of eucalyptus. However the monoprogenies and clones by breeding method did not present statistical differences in the mean incidence to rust, but the monoprogenie mean height on the 360th day was - 13.62% compared to clonal. The genotypes did not present heterosis for susceptibility to fungus and there were no significant differences in height on the 360th day.

Keywords: Initial growth, *Puccinia psidii*, monoprogenie, clone, *Eucalyptus spp.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	Instalação dos experimentos	22
3.1.1	Localização e caracterização.....	22
3.1.2	Delineamento experimental.....	23
3.2	Epidemia da ferrugem	25
3.2.1	Índice de infecção.....	25
3.2.2	Intensidade da ferrugem.....	26
3.3	Crescimento em altura das plantas	26
3.4	Balanco Hídrico	27
3.5	Análise estatística	27
3.5.1	Incidência de infecção mensal.....	27
3.5.2	Modelagem da incidência de infecção acumulada no tempo.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	Epidemiologia da ferrugem	30
4.1.1	Índice de infecção.....	30
4.1.2	Intensidade da ferrugem.....	31
4.1.2.1	<i>Incidência mensal</i>	31
4.1.2.2	<i>Incidência acumulada</i>	35
4.1.2.3	<i>Severidade</i>	41
4.2	Crescimento em altura das plantas	42
4.3	Balanco Hídrico	48
5	CONCLUSÕES	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A indústria de base florestal é um importante contribuinte da economia e da sociedade brasileira na geração de produtos, tributos e empregos, tendo uma ampla diversidade de serviços que abrangem toda sua cadeia produtiva. Em 2015 o setor de árvores plantadas representou 1,2% do PIB brasileiro com uma área total de 7,8 milhões de hectares de florestas, sendo 72% correspondentes ao plantio do gênero *Eucalyptus*, que obteve crescimento de 2,8% a.a. nos últimos cinco anos (IBÁ, 2016).

Com o aumento da área de reflorestamentos e a representatividade do setor na economia nacional, determinadas intercorrências podem gerar grandes impactos financeiros na indústria, sendo as doenças de plantas um dos fatores de maior risco que afetam a disponibilidade de madeira e os custos de produção.

No manejo silvicultural torna-se fundamental o estudo da sanidade das plantas para monitoramento e identificação das possíveis ocorrências das doenças e seus danos econômicos, pois podem comprometer significativamente a produção em todas as fases da cultura (FURTADO et al., 2009; FONSECA et al., 2010, AMORIM et al., 2011).

Os fungos estão entre os principais agentes patogênicos que causam doenças no eucalipto e entre eles a ferrugem, causada pelo fungo *Puccinia psidii*, amplamente distribuída no Brasil (KRUGNER; AUER, 2005; ALFENAS et al., 2009), cujos danos podem ser limitantes aos plantios e chegar a reduzir em 30% o incremento anual da floresta (FURTADO et al., 2009).

Dentre as alternativas de manejo, programas de melhoramento genético do eucalipto vêm sendo conduzidos para obtenção não somente de características silviculturais e industriais desejadas, mas também para resistência genética a doenças (FONSECA et al., 2010).

Para a seleção de material genético resistente à ferrugem, as condições ambientais regionais de cada local de seleção devem ser analisadas (SILVA et al., 2013), isto porque a ocorrência da doença é distribuída em função da favorabilidade climática por regiões e épocas do ano (MORAES, 2013) e a zona climática favorável

à ferrugem mostra-se dinâmica e com alta variabilidade temporal e espacial no Brasil (ALVARES et al., 2016).

As condições ambientais são fatores importantes a serem considerados, já que variações climáticas influenciam também no crescimento do eucalipto (SETTE JR et al., 2010). Campoe et al. (2016) verificaram que diversas espécies responderam a variáveis climáticas, como temperatura do ar e disponibilidade de água.

Desta forma, as hipóteses deste trabalho são:

a) A época de plantio das mudas em campo influencia na intensidade da ferrugem e na altura das plantas;

b) Monoprogênies de eucalipto apresentam heterose para resistência à ferrugem;

c) O crescimento inicial em altura é maior nas monoprogênies comparado aos seus progenitores clonais, sendo uma importante estratégia de propagação no melhoramento genético para o eucalipto.

Assim, os objetivos do presente estudo foram caracterizar a área de implantação dos experimentos quanto à favorabilidade climática para a ferrugem através do índice de infecção da doença, realizar a análise temporal da intensidade do fungo, calcular o balanço hídrico para as épocas de plantio e determinar o crescimento inicial em altura em monoprogênies e clones de eucalipto, por método de propagação e genótipos em diferentes épocas de plantio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As ferrugens compõem o numeroso e diversificado grupo dos fungos que afetam a família das Mirtáceas e estão entre os principais patógenos causadores de doenças em eucalipto (AMORIM et al., 2011).

No Brasil causa prejuízos aos plantios de eucalipto desde a década de 80 e é considerada um risco econômico no país (SILVA et al., 2013; SILVA et al., 2015). A produtividade média do eucalipto é de $40\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ (GONÇALVES et al., 2013) e os danos causados pela ferrugem podem chegar a reduzir em 30% o incremento anual da floresta (FURTADO et al., 2009).

A ferrugem do eucalipto tem como agente causal o fungo *Puccinia psidii* (RUIZ et al., 1989a), nativo da América do Sul e América Central (ALFENAS et al., 2005). O fungo pode ser identificado pelas esporulações de coloração amarela presentes nas folhas das plantas, sendo os esporos sua estrutura básica de reprodução e o vento um de seus principais agentes de dispersão (AMORIM et al., 2011).

Os esporos do fungo, chamados urediniósporos, são formados na fase favorável ao seu desenvolvimento e incidem em tecidos jovens, folhas e caules das plantas. A emergência das pústulas rompe a camada da epiderme do hospedeiro provocando lesões que afetam a fotossíntese das plantas, agravada pela absorção de nutrientes nos tecidos vegetais pelo fungo. Em condições severas de ataque, os caules e folhas podem secar e deformar-se por não completarem seu desenvolvimento (KRUGNER; AUER, 2005; AMORIM et al., 2011), podendo causar perda de dominância apical, necroses e morte de brotações (ALFENAS et al., 2009).

O patógeno pode ser encontrado em plantas jovens em campo. Em condições de ambiente favorável, o fungo infecta plantas em estágio fenológico B, com órgãos tenros na parte aérea em mudas no viveiro e até dois anos de idade em campo e quando atingem o estágio fenológico C, ocorrem alterações morfológicas nas folhas das plantas as deixando resistentes à ferrugem (FERREIRA, 1989).

Nos viveiros, o ambiente úmido e sombreado dos jardins clonais é favorável a sua ocorrência (FURTADO et al., 2009) e em campo os ataques mais severos ocorrem em plantios jovens de 3 a 12 meses (KRUGNER; AUER, 2005). A incidência em campo diminui conforme maior a altura da muda, não apresentando

ocorrência de ferrugem a partir dos 3 metros, pois o microclima interfere no período de molhamento foliar e o número de urediniósporos em suspensão no ar a essa altura é reduzido (ZAUZA, 2007).

Ferreira (1983) cita que plantas com rápido crescimento são favorecidas ao “escape” da doença por atingirem rapidamente maiores alturas, sendo uma forma de controle da ferrugem em campo, que diminui o tempo de exposição à doença e prejuízos ao desenvolvimento das plantas.

O progresso e a intensidade da ferrugem variam conforme período estacional do ano, o qual estabelece condições ambientais adequadas à infecção do fungo (RUIZ et al., 1989a). As condições favoráveis à sua ocorrência consistem em temperaturas moderadas entre 15 e 25°C, elevados índices de umidade relativa do ar e períodos noturnos de molhamento foliar superior a 8 horas (FURTADO et al., 2009). Aparecido (2001) cita que a germinação dos urediniósporos do *P. psidii* é favorecida quando a umidade relativa do ar está acima de 70% e Ruiz et al. (1989a) considera como ideal igual ou superior a 90%.

A ferrugem apresenta dois ciclos de vida, em épocas favoráveis à ocorrência seu ciclo é assexuado, pela mitose gera esporos com pouca variabilidade genética garantindo a dispersão dos propágulos adaptados às condições presentes. Em ambientes desfavoráveis, o fungo se reproduz pelo ciclo sexuado e os esporos são produzidos pela meiose, que conferem alta variabilidade genética e desta forma, maiores são as chances de adaptabilidade e quebra da resistência do hospedeiro (AMORIM et al., 2011).

Esta característica de constante adaptabilidade da ferrugem demonstra a dificuldade em manter estratégias de controle ao fungo, representando um desafio aos métodos de manejo, como exemplo para o melhoramento genético, cujo desenvolvimento de genótipos demanda tempo.

Os manejos silviculturais mais utilizados para o controle da ferrugem consistem em aplicações de produtos químicos fungicidas, no desenvolvimento de materiais genéticos resistentes ao fungo e no zoneamento regional de áreas favoráveis à incidência aliado ao planejamento do plantio do eucalipto.

O desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças e a possibilidade de implantação das culturas em novas áreas estão entre as maiores contribuições do melhoramento genético e ainda têm muito a ser explorado (BUENO et al., 2006).

Na condução de programas de melhoramento genético, a hibridação é uma das formas mais usuais e rápidas para obter indivíduos superiores (ASSIS; MAFIA, 2007; SILVA et al., 2015) e o desenvolvimento das espécies é realizado através do melhoramento das características hereditárias das plantas (BUENO et al., 2006).

Entre as estratégias mais empregadas está a hibridação intra e interespecífica por cruzamentos de polinização aberta ou controlada, resultando em ganho aditivo pela ocorrência da heterose ou vigor híbrido, com o qual é possível obter materiais genéticos com características complementares como resistência a doenças e qualidade da madeira (PALUDZYSZYN FILHO; SANTOS, 2011).

Assis (1986) observou heterose em híbridos espontâneos de cruzamentos ao acaso e Gonçalves et al. (2013) mencionam que clones de híbridos apresentam vantagens comparadas a materiais de uma espécie, já que combinam características silviculturais e adaptabilidade. No Brasil as espécies de eucalipto comumente utilizadas para este fim são o *E. grandis* e *E. urophylla*, dando origem ao híbrido conhecido como “urograndis”.

A espécie *E. grandis* é tida como suscetível à ferrugem e o *E. urophylla* resistente, apesar de ambos possuírem ampla variabilidade genética. O híbrido “urograndis” apresenta resistência parcial, as espécies *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. camaldulensis* são consideradas resistentes e o *E. globulus*, *E. nitens*, *E. obliqua*, *E. pilularis*, *E. saligna* e *E. cloeziana* suscetíveis (CARVALHO et al., 1998; APARECIDO, 2001; FONSECA et al., 2010; ZAUZA, 2010; SILVA et al., 2014).

A seleção de espécies e procedências é realizada pela seleção individual dentro de populações base, utilizando a variabilidade genética natural existente entre populações e indivíduos. A recombinação destes materiais genéticos pode ser feita através de Áreas de Coleta e Produção de Sementes, Pomares de Sementes por Mudanças e Clonais (FERREIRA, 1992).

Progênies de polinização aberta podem ser oriundas de Pomar de Sementes Clonal e quando estas sementes são coletadas em matrizes de mesmo progenitor clonal feminino, são chamadas de monoprogênies. Estes progenitores femininos

geralmente são clones comerciais, cujas características de resistência a pragas e doenças e qualidade da madeira são conhecidas, produzindo sementes com um grau de melhoramento mais avançado que aquelas coletadas em Áreas de Produção de Sementes.

Monoprogênies de *E. grandis* podem alcançar altas produtividades volumétricas e muitas vezes plantios seminais atingem valores maiores que os clonais (SOUZA, 2016). Teixeira et al. (2009) notaram em seus estudos com cruzamentos entre genitores resistentes e suscetíveis e autofecundações, que as progênies segregam para resistência a ferrugem. Silva et al. (2013) verificaram que mesmo em locais com elevada ocorrência da doença, há tratamentos suscetíveis com indivíduos tolerantes.

Morin et al. (2012) constataram que podem ser encontradas exceções, genótipos resistentes entre espécies suscetíveis e entre as resistentes, indivíduos suscetíveis. Estes indivíduos tolerantes ou resistentes podem ser selecionados para clonagem e posterior uso em plantio clonal comercial, como estratégia para controle da ferrugem.

Um importante passo no desenvolvimento dos programas de melhoramento é o estudo das interações entre o genótipo e os ambientes nos quais a cultivar está implantada, dependendo das condições o fenótipo pode expressar-se de formas distintas (NASS et al., 2001) e seus efeitos podem interferir nos ganhos de seleção (MORI et al., 1988). Sabendo que os resultados podem ser diferentes, os estudos devem abranger a interação entre os genótipos do hospedeiro e do patógeno combinado com variações ambientais, esta relação poderá revelar a razão da existência de níveis de resistência das plantas às doenças (AMORIM et al., 2011).

Para Amorim et al. (2011) há dois tipos de resistência, a qualitativa que confere a característica das plantas apresentarem ou não a doença, considerada monogênica, e a quantitativa quando a doença está presente e é medida em vários níveis, classificada como poligênica. A resistência monogênica é considerada a mais fácil de ser quebrada, há maior probabilidade de ocorrer a mutação de um único gene do que de vários na evolução do patógeno. Todavia, a resistência genética às doenças não é inalterável, pode ser quebrada ou apresentada em vários níveis, causada pela capacidade de evolução e variabilidade do patógeno (NASS et al., 2001).

Silva et al. (2013) mencionam que devem ser consideradas as condições ambientais específicas de cada região para seleção de material genético com resistência à ferrugem e bom desenvolvimento silvicultural. A ocorrência da ferrugem é distribuída por regiões e épocas do ano e de modo geral, no Brasil as estações de outono e verão são as mais favoráveis ao fungo (MORAES, 2013).

O estudo dos genótipos e suas interações ambientais estão relacionados ao desenvolvimento do manejo silvicultural e ao aumento da produtividade dos plantios de eucalipto (MARTINS et al., 2001). Há poucas pesquisas sobre os processos fisiológicos que regulam o crescimento das plantas (STAPE et al., 2004) e o estudo destas interações é importante para a determinação de estratégias e seleção de genótipos (OTTO et al., 2013).

O zoneamento agroclimático aliado ao planejamento silvicultural deve ser incorporado como prática para alcançar o potencial produtivo da cultura (RIBEIRO et al., 2011). Para Gonçalves et al. (2013), o alcance de altas produtividades depende de pesquisas que vinculem estresse ambiental e crescimento, melhorando a interação entre locais, genótipos e silvicultura.

Alvares et al. (2016) citam a importância de se definir as estações climáticas mais adequadas para implantação do eucalipto e locais de ocorrência da ferrugem, sendo uma importante ferramenta de gestão para diminuição de riscos às florestas plantadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação dos experimentos

3.1.1 Localização e caracterização

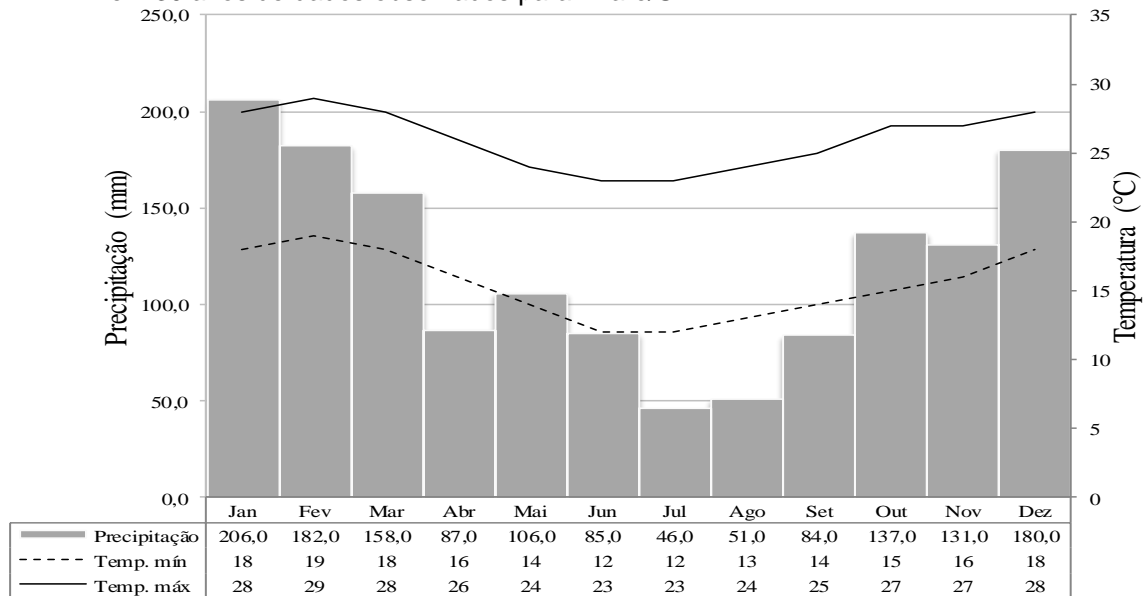
Os experimentos foram instalados no ano de 2014 em fazendas da Empresa Eucatex, localizadas no município de Avaré no sudoeste do Estado de São Paulo, Brasil.

O plantio foi realizado em diferentes épocas climáticas do ano, o primeiro implantado durante o verão (janeiro) e o segundo no inverno (agosto). A distância em linha reta entre os dois locais é de 27 quilômetros e ambos estão em latossolo vermelho distrófico típico textura argilosa ou muito argilosa, com características edafoclimáticas do tipo Cwa (temperado úmido com inverno seco e verão quente) segundo classificação de Koppen, localizados em região conhecida como favorável à ocorrência da ferrugem (Quadro 1 e Figura 1).

Quadro 1 – Caracterização dos locais de implantação dos experimentos

Coordenadas Geográficas Datum WGS84		Altitude	Época de plantio	Data de plantio
Longitude	Latitude			
49°09'15.8"W	23°11'00.3"S	638 m	Verão	16/01/2014
48°53'04.5"W	23°12'06.7"S	660 m	Inverno	06/08/2014

Figura 1 – Médias de temperatura mínima, máxima e de precipitação acumulada por mês, com base em 30 anos de dados observados para Avaré/SP



Fonte: Climatempo (2016)

3.1.2 Delineamento experimental

O estudo foi implantado em duas épocas de plantio correspondentes ao verão e inverno para parâmetro comparativo da intensidade da ferrugem e do crescimento inicial em altura das plantas nos materiais genéticos estudados.

Os experimentos foram compostos por materiais genéticos provenientes de dois métodos de propagação em dois clones distintos. Foram utilizados clones comerciais híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis*, tidos como clone 1 resistente e clone 2 suscetível à ferrugem, obtidos por seleção massal em plantio seminal comercial formado por sementes oriundas de Áreas Produtoras de Sementes de polinização aberta. Estes clones foram submetidos aos métodos de propagação clonal e seminal.

Para a propagação clonal foi adotada a clonagem das árvores dos clones 1 e 2 por meio da multiplicação vegetativa por miniestaquia, para produção das mudas necessárias para implantação deste tratamento.

O método de propagação seminal foi denominado neste estudo como monoprogênie para melhor qualificação do material genético utilizado. As matrizes selecionadas para a coleta das sementes foram propositalmente dos clones 1 e 2 contidos em Pomar de Sementes Clonal de polinização aberta, circundados por um

único clone da espécie *E. urophylla* resistente à ferrugem. Para a produção das mudas deste tratamento foi realizada a sementeira das então denominadas monoprogênes 1 e 2, como uma geração seguinte de seu respectivo clone progenitor.

As mudas foram produzidas e disponibilizadas pelo viveiro próprio da Empresa e para fins de confidencialidade não foi utilizado o nome de registro das cultivares. A idade das mudas para expedição e plantio em campo foi de aproximadamente 105 dias, com altura média entre 20 e 40 cm e mínimo de 3 mm de diâmetro de colo. Foram produzidas em tubete com volume de 56cm³ em substrato composto por 48% de turfa Sphagno, 28% de vermiculita expandida, 24% de casca de arroz e densidade de 155 kg m⁻³.

Os experimentos foram instalados no verão e inverno no delineamento estatístico em blocos casualizados, compostos por dois clones comerciais e duas monoprogênes, quatro repetições, 300 plantas por parcela, totalizando 4.800 plantas por experimento. O espaçamento adotado foi o de 3,0 x 2,0 m e cada área experimental representou 2,88 hectares.

Para a análise e discussão dos resultados, os materiais foram qualificados por época de plantio, método de propagação e genótipos (Quadro 2). Em que, as épocas de plantio são compostas pelo conjunto de todos os materiais genéticos plantados em cada estação, o método de propagação clonal é composto pelos materiais respectivos a todos os clones e o método de monoprogênie relativo às monoprogênes, independente do genótipo ou da época de plantio, e o genótipo é resultado do agrupamento por genótipo 1 e 2 independente do método de propagação ou da época de plantio.

Quadro 2 – Fatores utilizados para análise dos resultados por época de plantio, método de propagação e genótipo para o estudo

Época de plantio	Método de propagação	Genótipo
Verão (janeiro/2014)	Clonal	1
Inverno (agosto/2014)	Monoprogênie	2

O sistema de plantio em campo foi o de cultivo mínimo com plantadeira manual e irrigação pós-plantio com 3 litros de água e 0,21g de hidrogel por planta. As

adubações foram baseadas em análise de solo pré-corte e recomendadas conforme padrão de análise adotado pela Empresa (Quadro 3).

Quadro 3 – Recomendação de adubação para as áreas de instalação dos experimentos

Formulação	Quantidade (kg ha ⁻¹)	Prazo para aplicação
32%CaO + 18%MgO	2.000	Pré-plantio
N P K 10 30 10 + 2%S + 1%Cu + 1%Zn	200	Preparo de solo
Super Simples	330	Preparo de solo
N P K 11 00 24 + 12%S + 0,7%B	275	45 dias após plantio
N P K 11 00 24 + 12%S + 0,7%B	300	5 meses após plantio
KCl + 1%B	175	11 meses após plantio

3.2 Epidemia da ferrugem

3.2.1 Índice de infecção

O índice de infecção da ferrugem foi determinado para ambos os períodos de estudo para análise da favorabilidade climática e progressão da infecção da doença em cada época de plantio.

A partir de dados climáticos diários obtidos da Estação Meteorológica Automática de Avaré/SP - INMET, a cada 60 minutos foram medidas a temperatura máxima e a umidade relativa do ar para cálculo do índice de infecção da ferrugem diário consolidado em médias mensais para caracterização das áreas do estudo.

O cálculo foi baseado no modelo proposto por Ruiz et al. (1989b) em câmaras úmidas em condições controladas, no qual estabelece pela equação uma relação entre a temperatura máxima e o período de molhamento foliar (umidade relativa do ar maior ou igual a 90%) (1):

$$I = -32,2626 + 3,6999 T + 0,4613 H - 0,0018 TH - 0,0903 T^2 - 0,0068 H^2 \quad (1)$$

Onde I é o índice de infecção, T a temperatura máxima (°C) e H o período de molhamento foliar (horas).

3.2.2 Intensidade da ferrugem

A intensidade da ferrugem foi determinada para análise da influencia da época de plantio na ocorrência da doença e para o estudo da resistência ao fungo e “escape” das plantas entre métodos de propagação e genótipos.

As avaliações começaram 30 dias após o plantio e repetidas mensalmente até os experimentos completarem 18 meses de idade. Foram avaliadas todas as plantas de monoprogrênes, sendo 300 plantas por repetição, e 50 plantas por repetição nos tratamentos clonais.

A severidade do ataque da ferrugem foi medida pelo método baseado na escala de notas (Sn) de Zamprogno et al. (2008) (Figura 2), no qual cada planta é avaliada e atribuída uma nota de acordo com o nível de severidade dos danos causados pelo fungo na planta.

Figura 2 – Escala diagramática de ferrugem por Zamprogno et al. (2008) modificado de Takahashi (2002)



S0 - isenta de esporulações e sintomas; S1 - poucas pústulas de ferrugem; S2 - pústulas de ferrugem esparsas ou em agregados abundantes, nos limbos e folhas novas; S3 - pústulas abundantes, podendo existir necrose nas porções atacadas e em estágios mais avançados, além de pústulas nos limbos, também em pecíolos de folhas novas e nos terminais de galhos e haste principal, com possível perda de dominância apical.

3.3 Crescimento em altura das plantas

As alturas foram mensuradas para análise da influencia da época de plantio no crescimento inicial das plantas e estudo comparativo entre métodos de propagação e genótipos.

Foram medidas as alturas das plantas aos 150 e 360 dias após o plantio por método de propagação e genótipo em cada época de plantio, tendo sido avaliadas todas as plantas de monoprogênes, sendo 300 plantas por repetição, e 50 plantas por repetição nos tratamentos clonais.

As alturas foram mensuradas a partir da base da planta ao nível do solo até o último par de folíolos, aos 150 dias utilizando uma régua graduada e aos 360 dias o aparelho clinômetro.

Com estes dados foi calculado o incremento médio diário em altura subtraindo-se os valores da altura média entre 360 e 150 dias dividido pelo número de dias, podendo assim comparar a diferença diária entre crescimentos iniciais em altura.

3.4 Balanço Hídrico

Para a interpretação da dinâmica entre a disponibilidade hídrica no solo e o crescimento inicial em altura das plantas em cada época de plantio, foi calculado o balanço hídrico pelo método de Thornthwaite; Mather (1955) com base nas informações de temperatura média e precipitação do período, adotando-se uma capacidade de água disponível de 75mm.

O balanço hídrico é determinado pela entrada e saída de água do solo, em que a entrada é a precipitação e a saída a evapotranspiração potencial, permitindo identificar condições de excedente ou deficiência de água no solo (AMORIM NETO, 1989).

3.5 Análise estatística

3.5.1 Incidência de infecção mensal

Na modelagem estatística para a incidência da infecção de ferrugem foi calculada a relação percentual entre o número de plantas infectadas pelo número de plantas sobreviventes, contabilizando apenas plantas sadias e doentes, desconsiderando neste caso níveis de severidade da doença.

Foi ajustado um modelo linear generalizado misto para a incidência da ferrugem e para a altura média das plantas por linha, com distribuição gama e função de ligação logarítmica, considerando os fatores época de plantio, método de

propagação, genótipo e suas interações (duplas e tripla), e a interação bloco e método de propagação como efeito aleatório. Para a comparação das médias da interação época de plantio, método de propagação e genótipo foi aplicado o teste de Tukey-Kramer ao nível de 5% de significância (WESTFALL et al., 1999).

3.5.2 Modelagem da incidência de infecção acumulada no tempo

Para a modelagem da incidência de infecção acumulada no tempo foram ajustados modelos Gompertz para época de plantio, método de propagação e genótipo (2):

$$Y_{ijk} = \alpha_{ijk} \exp\left(-\exp\left(\gamma_{ijk}(\beta_{ijk} - \text{tempo})\right)\right) + e_{ijk} \quad (2)$$

Onde Y é a incidência de infecção acumulada, α é a assíntota da curva, β é o tempo para a velocidade máxima da incidência de infecção acumulada, γ é a velocidade máxima da incidência de infecção acumulada, e é o componente aleatório normal com média zero e a variância constante, ijk são os índices associados respectivamente aos efeitos de época de plantio, método de propagação e genótipo e \exp é a base dos logaritmos Neperianos. Esta etapa foi necessária para ajuste das curvas médias acumuladas.

Para a modelagem da incidência de infecção acumulada no tempo foram ajustados modelos Gompertz para época de plantio, método de propagação, genótipo e bloco (necessário para gerar repetições de $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$) (3):

$$Y_{ijkl} = \alpha_{ijkl} \exp\left(-\exp\left(\gamma_{ijkl}(\beta_{ijkl} - \text{tempo})\right)\right) + e_{ijkl} \quad (3)$$

Onde Y é a incidência de infecção acumulada, α é a assíntota da curva, β é o tempo para a velocidade máxima da incidência de infecção acumulada, γ é a

velocidade máxima da incidência de infecção acumulada, e é o componente aleatório normal com média zero e a variância constante, $ijkl$ são os índices associados respectivamente aos efeitos de época de plantio, método de propagação, genótipo e bloco e exp é a base dos logaritmos Neperianos.

Para o estudo dos efeitos de época de plantio, método de propagação e genótipo nas assíntotas ($\hat{\alpha}$) e nos tempos para velocidades máximas da incidência de infecção acumulada ($\hat{\beta}$), foram ajustados modelos lineares generalizados com distribuição gama e funções de ligação logarítmicas (MCCULLAGH; NELDER, 1989). A qualidade dos ajustes foi feita pela análise dos desvios por graus de liberdade e pelos gráficos de resíduos. Nas comparações entre os efeitos foi utilizado o teste de Tukey-Kramer (WESTFALL et al., 1999) do procedimento Genmod do programa estatístico SAS – Free Statistical Software, SAS, University Editon.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Epidemiologia da ferrugem

4.1.1 Índice de infecção

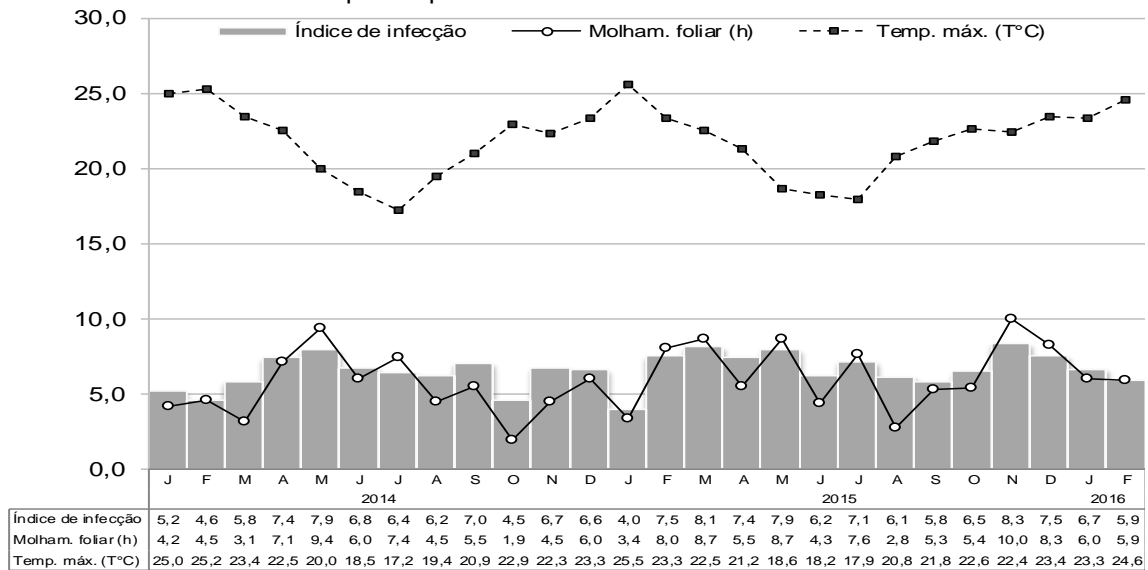
A partir dos dados climáticos da Estação Meteorológica Automática de Avaré/SP – INMET, verificou-se que o índice de infecção para os experimentos foi positivo durante todo o período do estudo, atingindo valores máximos nos meses de maio de 2014 e março, maio e novembro de 2015, com índices de 7,9, 8,1, 7,9 e 8,3 respectivamente (Figura 3).

De acordo com Ruiz et al. (1989a), os índices de infecção variam com a temperatura e período de molhamento foliar, os períodos críticos da ferrugem ocorrem quando a umidade relativa do ar está igual ou acima de 90% por um tempo superior a 8h e temperaturas entre 18 a 25°C.

Para a área em estudo, apesar das temperaturas estarem dentro dos parâmetros estimados como ideais, o período de molhamento foliar pode ser um fator limitante para uma epidemia de ferrugem, já que na maioria dos meses esteve abaixo do adequado. Quando as temperaturas estavam favoráveis (18 a 25°C) e o tempo de molhamento foliar ($UR \geq 90\%$) maior que 8h, correspondem com os meses de maior índice de infecção e ocorreu quando o índice foi igual ou superior a 7,5, que sucedeu nos meses de maio (outono) de 2014 e 2015 e fevereiro/ março (verão/outono) e novembro/dezembro (primavera/verão) de 2015.

Takahashi (2002) salienta em seu estudo sobre índices de infecção para duas regiões no Estado de São Paulo, que a ocorrência da ferrugem no eucalipto pode estar vinculada a períodos climáticos favoráveis ao fungo enquanto as plantas apresentarem brotações jovens, mas o plantio em diferentes épocas ou com distintas procedências podem interferir nos períodos de exposição da planta à doença. Sendo assim, embora tenha havido no presente estudo meses com altos índices de infecção, podem não estar relacionados ao período jovem das plantas, ocorrendo o chamado “escape”.

Figura 3 – Índice de ferrugem, flutuação mensal das médias de temperatura máxima e horas de molhamento foliar para o período em estudo



Fonte: Dados da Rede do INMET (2016)

4.1.2 Intensidade da ferrugem

4.1.2.1 Incidência mensal

Na análise dos efeitos de época de plantio, método de propagação e genótipo na incidência de ferrugem, só foram significativos os efeitos principais, não havendo interações significativas.

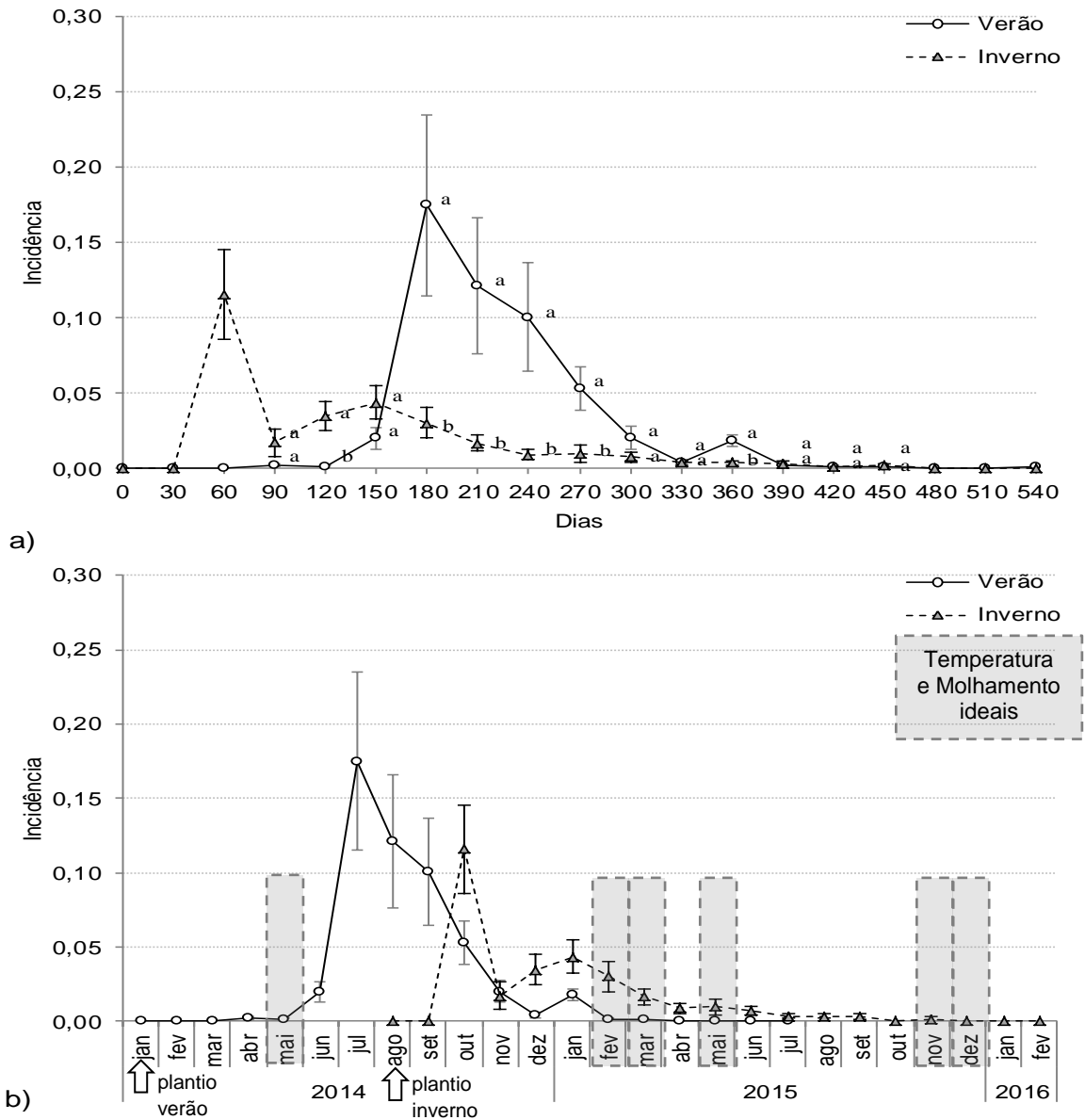
Na comparação da influencia da época de plantio na ocorrência da ferrugem, os materiais genéticos plantados no verão (janeiro/2014) apresentaram as maiores incidências da doença. A partir dos meses de abril e maio de 2014 com elevados índices de infecção favoráveis ao fungo, o verão apresentou a primeira ocorrência aos 90 dias de avaliação e obteve as maiores incidências da doença após 180 dias (Figura 4). A máxima infecção foi atingida em julho de 2014 com 17,50% de plantas com ferrugem sendo decrescente nos meses posteriores, coincidindo com o período após alto índice de infecção (maio/2014).

O plantio no inverno (agosto/2014) apresentou a primeira ocorrência e pico de incidência aos 60 dias com 11,57% de plantas infectadas em outubro de 2014, mas não coincidiu com altos índices de infecção e períodos de molhamento foliar favoráveis, provavelmente em função disto, seus percentuais de incidência tenham sido menores nos meses seguintes, havendo queda nos valores e acompanhando a

tendência da infecção do plantio de verão considerando os mesmos meses de avaliação, mas em percentuais maiores, possivelmente devido à idade fenológica mais jovem das plantas.

Moraes (2013) verificou que a estação do ano com maior favorabilidade climática para a ferrugem no Estado de São Paulo é o verão, sendo o inverno a menor. No presente estudo o plantio realizado durante o verão coincidiu com o período favorável à ocorrência do fungo e o realizado no inverno apresentou os menores percentuais de plantas infectadas. Deste modo, o plantio de inverno pode representar uma estratégia de “escape” adotada para o uso de materiais genéticos suscetíveis à ferrugem que tenham demais características de interesse.

Figura 4 – Incidência média de ferrugem mensal (a) e incidência de ferrugem por mês avaliado (b) por época de plantio



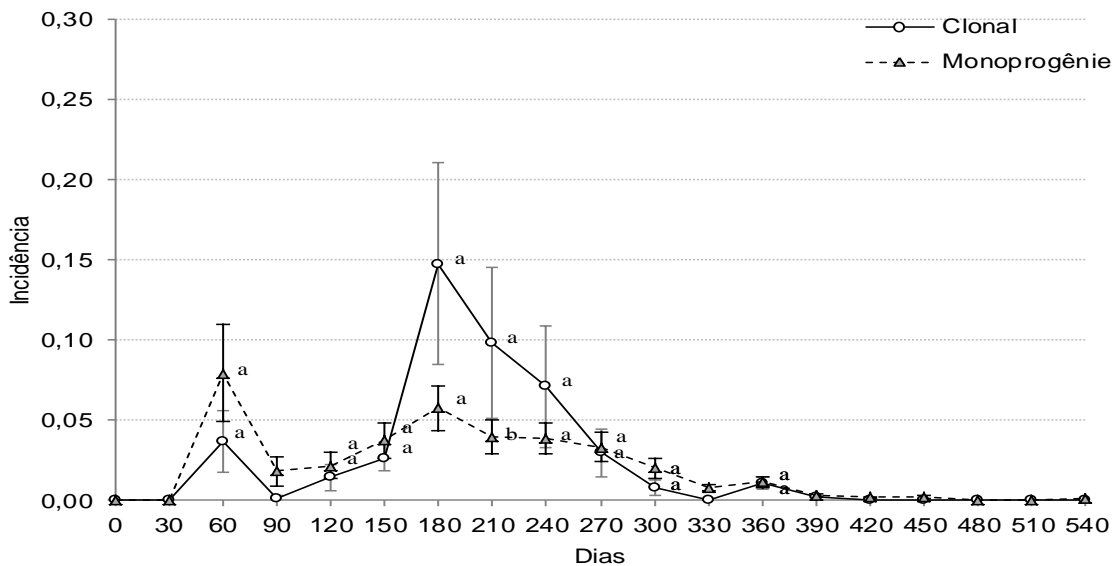
Percentuais de plantas infectadas seguidas de mesma letra no correspondente dia não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. As barras representam o erro padrão da média.

Os métodos de propagação clonal e monoprogênie não apresentaram diferenças estatísticas na incidência média de ferrugem, com exceção aos 210 dias (Figura 5). Em ambos a primeira ocorrência foi aos 60 dias após o plantio, a monoprogênie apresentou nesta idade sua máxima incidência com 7,89% de plantas com ferrugem, enquanto o clonal atingiu 3,67% e aos 180 dias um acréscimo máximo para 14,74%, que gradativamente reduziu nos meses seguintes. A partir dos 390 dias ambos os métodos reduziram seus percentuais de plantas infectadas abaixo de 1%.

Silva et al. (2013) verificaram que progênies de polinização aberta apresentaram comportamento estável para a suscetibilidade à ferrugem e alta herdabilidade, tendendo aos mesmos resultados do presente estudo.

Embora não haja diferenças entre as incidências, as monoprognês conferem variabilidade genética aos materiais sendo uma importante estratégia a longo prazo, já que os fungos apresentam alta adaptabilidade para quebra de resistência dos hospedeiros.

Figura 5 – Incidência média de ferrugem mensal por método de propagação



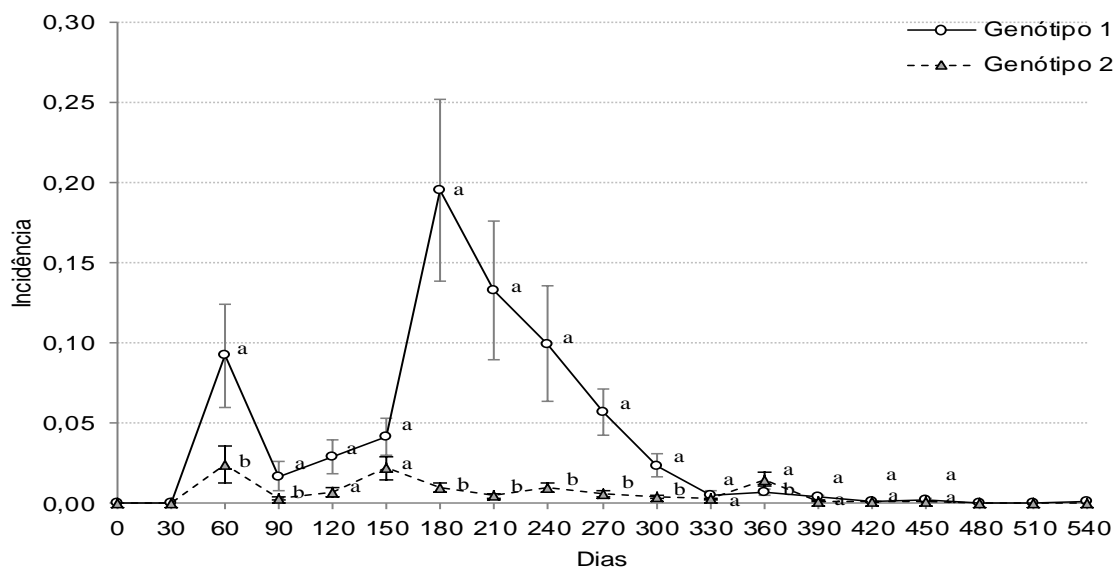
Percentuais de plantas infectadas seguidas de mesma letra no correspondente dia não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. As barras representam o erro padrão da média.

Entre genótipos os resultados demonstraram haver diferenças significativas na incidência da infecção de ferrugem (Figura 6). O genótipo 1, cujo progenitor clonal é suscetível à ferrugem, continuou com maiores incidências de ferrugem comparado ao genótipo 2, com baixa suscetibilidade ao fungo.

Com maior proporção de plantas doentes, o genótipo 1 apresentou os mais altos percentuais de incidência aos 180 e 210 dias, alcançando 19,52% e 13,30% de plantas infectadas respectivamente. Resultado esperado para este genótipo, por ser resultante dos métodos de propagação clonal e monoprognês do clone 1, suscetível ao fungo.

O genótipo 2 apresentou baixa suscetibilidade ao fungo, atingiu valor máximo da incidência de ferrugem aos 60 dias com 2,38% e aos 150 dias com 2,18% de plantas doentes. Embora o clone 2 progenitor deste genótipo seja considerado resistente, é conhecido que apresenta plantas com pequena ocorrência de ferrugem em campo, podendo ser um indicativo de que o patógeno possa estar quebrando sua resistência genética, o que reforça a importância da introdução de variabilidade genética na condução de programas de melhoramento.

Figura 6 – Incidência média de ferrugem mensal por genótipo



Percentuais de plantas infectadas seguidas de mesma letra no correspondente dia não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. As barras representam o erro padrão da média.

4.1.2.2 Incidência acumulada

O ajuste referente ao modelo Gompertz foi razoável em todos os tratamentos (Figura 7 e Figura 8), com variância residual estimada entre 0,000598 e 0,1355 e R^2 aproximado médio de 45,01%, calculado como quadrado do coeficiente de correlação entre os valores observados e preditos das incidências de infecção acumuladas. Com relação aos resíduos padronizados estes apresentaram em média zero e amplitude dentro da faixa de -2 a 2.

As médias das incidências de infecção acumuladas observadas seguidas de seus erros padrões da média para cada tempo sugerem possíveis diferenças estatísticas entre os respectivos tratamentos.

No inverno observa-se uma tendência de menor curva média na incidência de infecção acumulada para o método de propagação clonal do genótipo 1, corroborando com os resultados de incidência mensal conforme a época de plantio. Já a monoprogrênie indica estabilidade nas curvas acumuladas, independente da época de plantio e genótipo, o que pode estar relacionado à sua variabilidade genética e ao cruzamento com material genético com caráter de resistência dominante, conferindo maior tolerância à presença do fungo e tendência à heterose.

Para materiais genéticos com maior suscetibilidade à ferrugem, a época de plantio pode favorecer a estratégia de manejo para diminuição da incidência da doença, o que pode ser confirmado através de novos experimentos com demais genótipos e locais.

Figura 7 – Curva média da incidência de infecção acumulada ajustada (IIMA_AJ) pelo modelo Gompertz $\hat{Y}=\hat{\alpha}\exp(-\exp(\hat{\gamma}(\hat{\beta}-tempo)))$ e médias da incidência de infecção acumulada observada (IIMA_OBS), por método de propagação clonal na época de plantio no verão (a) e inverno (b) e genótipos (as barras representam o erro padrão da média)

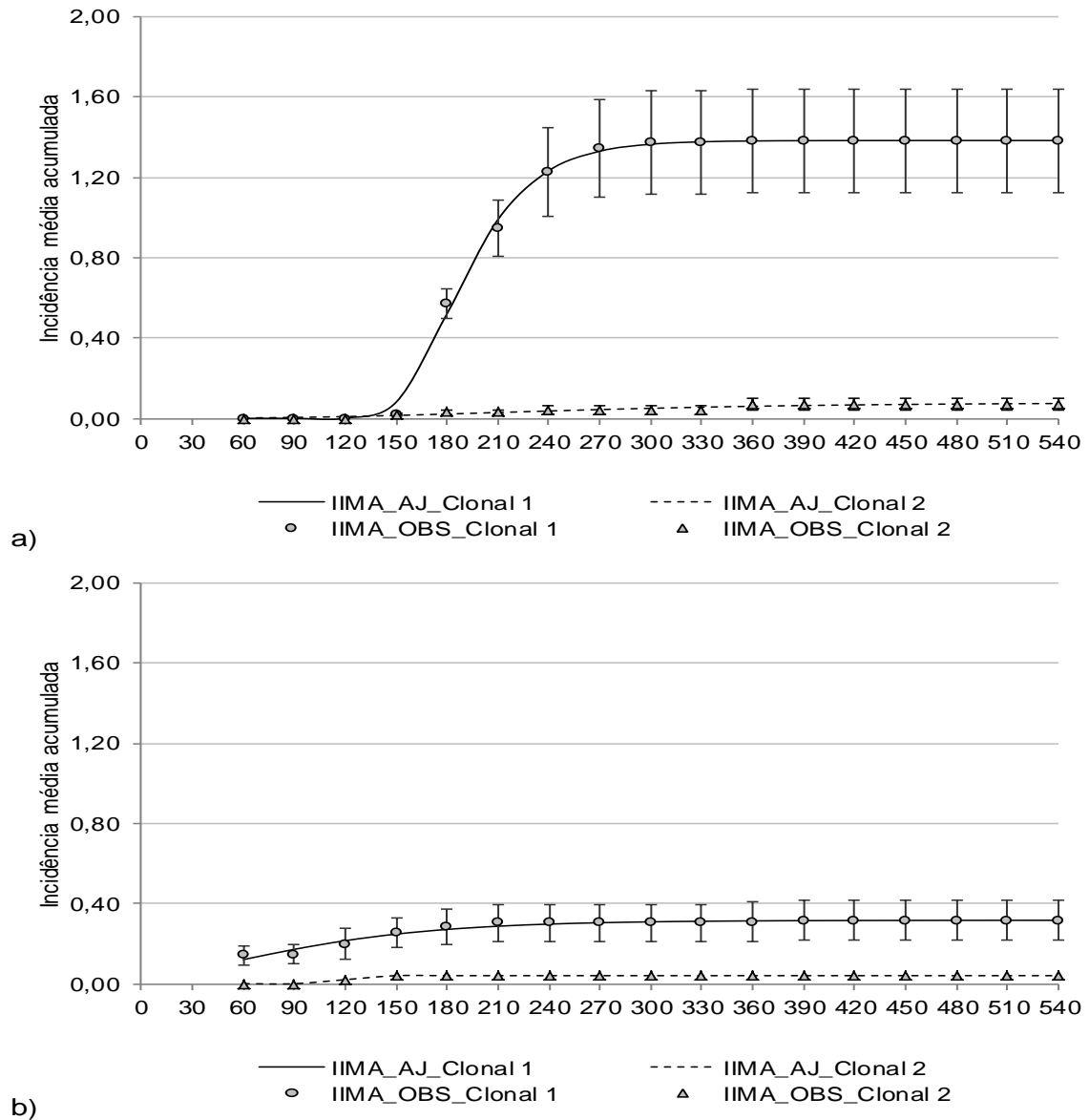
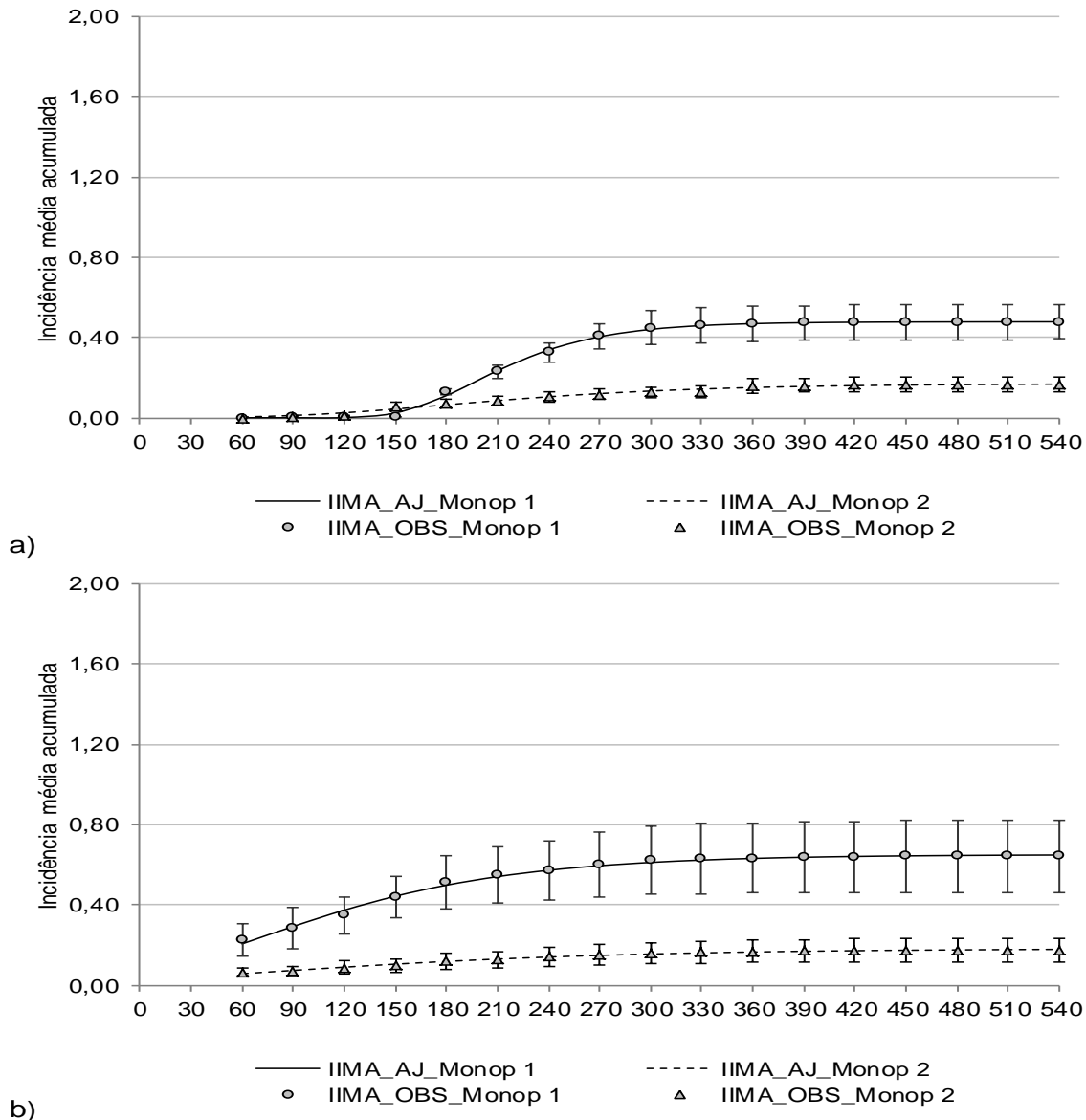


Figura 8 – Curva média da incidência de infecção acumulada ajustada (IIMA_AJ) pelo modelo Gompertz $\hat{Y} = \hat{\alpha} \exp(-\exp(\hat{\gamma}(\hat{\beta} - \text{tempo})))$ e médias da incidência de infecção acumulada observada (IIMA_OBS), por método de propagação por monoprogênie na época de plantio no verão (a) e inverno (b) e genótipos (as barras representam o erro padrão da média)



Para as assíntotas médias estimadas houve interações significativas entre método de propagação e época de plantio (Tabela 1) e método de propagação e genótipo (Tabela 2).

O método de propagação clonal apresentou diferença estatística e menor valor de infecção acumulada estimada para o período em que o plantio ocorreu no inverno, já a monoprogênie não apresentou diferenças estatísticas. Estes resultados corroboram com as curvas médias de incidência de infecção acumulada.

Na análise do efeito de genótipo houve diferenças estatísticas, com o genótipo 1 atingindo os maiores valores de infecção acumulada estimada nos métodos de propagação clonal e monoprogênie, cujos resultados eram esperados, por ser procedente do clone 1 suscetível à ferrugem. Para o genótipo 2, o método de monoprogênie atingiu incidência acumulada maior que a propagação clonal.

Tabela 1 – Assíntotas médias estimadas ($\hat{\alpha}$) pelo modelo Gompertz $\hat{Y} = \hat{\alpha} \exp(-\exp(\hat{\gamma}(\hat{\beta} - \text{tempo})))$, em que \hat{Y} é a incidência de infecção acumulada ajustada segundo método de propagação e época de plantio (erro padrão da média entre parênteses)

Método de Propagação	Época de plantio	
	Verão	Inverno
Clonal	0,95 Aa (0,32)	0,26 Ba (0,10)
Monoprogênie	0,32 Aa (0,07)	0,45 Ab (0,14)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula (minúscula) na linha (coluna) não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer, parênteses em correspondência.

Tabela 2 – Assíntotas médias estimadas ($\hat{\alpha}$) pelo modelo Gompertz $\hat{Y} = \hat{\alpha} \exp(-\exp(\hat{\gamma}(\hat{\beta} - \text{tempo})))$, em que \hat{Y} é a incidência de infecção acumulada ajustada segundo método de propagação e genótipo (erro padrão da média entre parênteses)

Método de propagação	Genótipo	
	1	2
Clonal	0,85 Aa (0,24)	0,06 Ba (0,02)
Monoprogênie	0,57 Aa (0,10)	0,18 Bb (0,03)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula (minúscula) na linha (coluna) não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer, parênteses em correspondência.

Para as velocidades máximas estimadas houve interações significativas entre genótipo e época de plantio (Tabela 3) e método de propagação e genótipo (Tabela 4).

Para os efeitos de genótipo e época de plantio, o genótipo 1 não apresentou diferenças estatísticas, já o genótipo 2 atingiu no verão o maior tempo médio para a velocidade máxima de incidência de infecção acumulada. Considerando as épocas

de plantio, no verão não houve diferenças estatísticas entre os genótipos, contudo, no inverno o genótipo 2 demandou o maior tempo médio. O maior tempo requerido pode ser em decorrência do fungo ter maiores dificuldades em quebrar a resistência do patógeno, já que a procedência deste genótipo é oriunda do clone 2, resistente à ferrugem.

Nos efeitos de método de propagação e genótipo, há diferenças estatísticas somente para a propagação clonal entre genótipos, com o genótipo 1 obtendo o menor tempo médio para atingir a velocidade máxima de infecção acumulada, sendo uma tendência esperada para os materiais genéticos provenientes do clone 1 por serem suscetíveis à ferrugem. Os resultados também indicam um comportamento estável para os efeitos de método de propagação por monoprogênie.

Tabela 3 – Tempos médios para as velocidades máximas de incidência de infecção acumulada ($\hat{\beta}$) pelo modelo Gompertz $\hat{Y}=\hat{\alpha}\exp\left(-\exp\left(\hat{\gamma}(\hat{\beta}-tempo)\right)\right)$, em que \hat{Y} é a incidência de infecção acumulada ajustada segundo genótipo e época de plantio (erro padrão da média entre parênteses)

Genótipo	Época de plantio	
	Verão	Inverno
1	186,66 Aa (3,73)	71,11 Aa (7,04)
2	190,40 Aa (7,04)	93,52 Bb (11,41)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula (minúscula) na linha (coluna) não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer, parênteses em correspondência.

Tabela 4 – Tempos médios para as velocidades máximas de incidência de infecção acumulada ($\hat{\beta}$) pelo modelo Gompertz $\hat{Y}=\hat{\alpha}\exp\left(-\exp\left(\hat{\gamma}(\hat{\beta}-tempo)\right)\right)$, em que \hat{Y} é a incidência de infecção acumulada ajustada segundo método de propagação e genótipo (erro padrão da média entre parênteses)

Método de propagação	Genótipo	
	1	2
Clonal	122,79 Aa (21,77)	179,79 Ba (30,19)
Monoprogênie	134,98 Aa (23,08)	139,59 Aa (19,95)

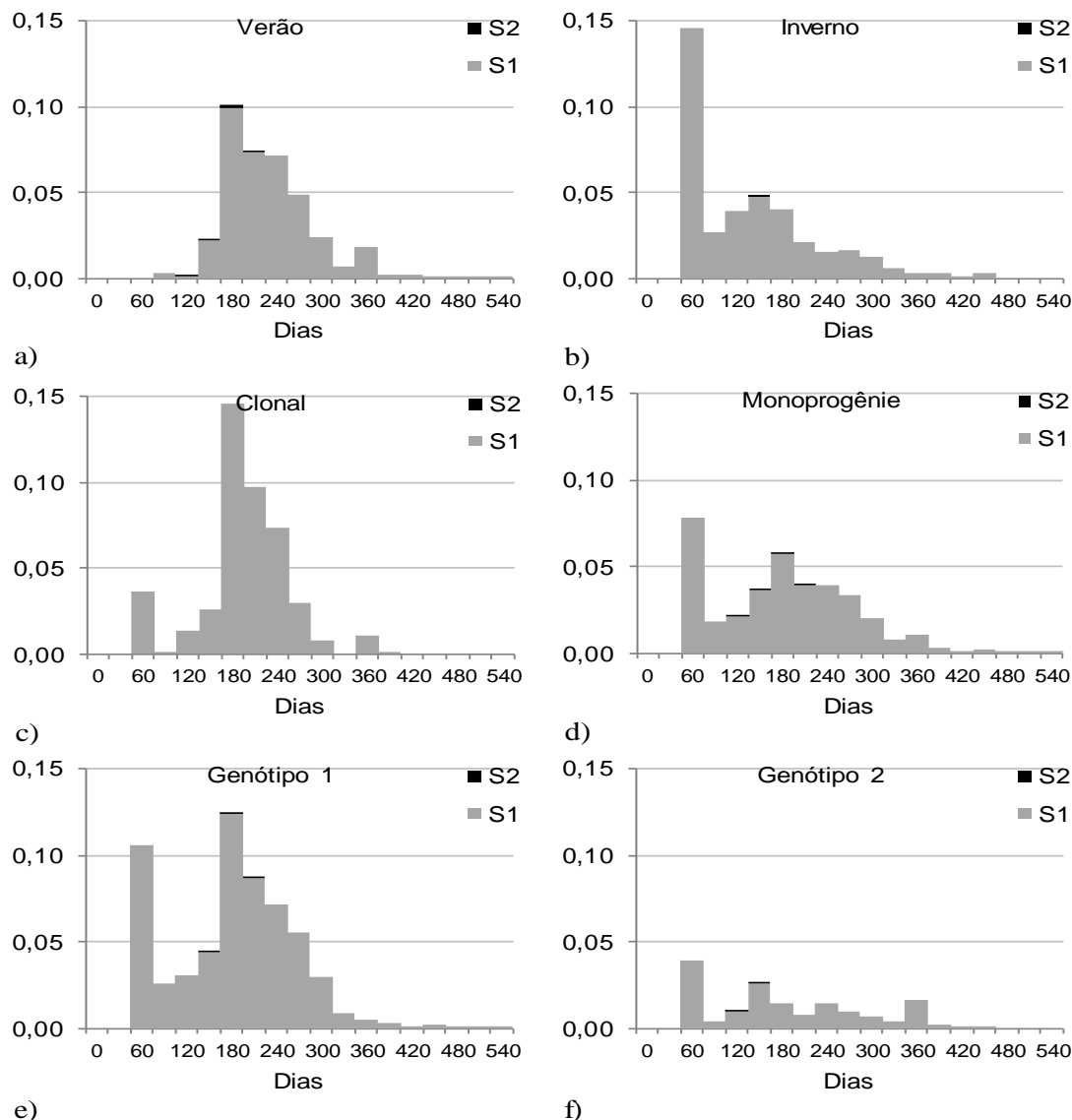
Médias seguidas de mesma letra maiúscula (minúscula) na linha (coluna) não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer, parênteses em correspondência.

4.1.2.3 Severidade

A severidade do ataque da ferrugem foi avaliada e atribuída uma nota de acordo com o nível de danos causados pelo fungo na planta (Figura 9). Entretanto, o nível de severidade S2 foi verificado em uma quantidade mínima de plantas não estabelecendo correlação entre os dados para época de plantio, método de propagação e genótipo, e seu ataque não causaria danos às plantas ou influenciariam no crescimento em altura. O nível de severidade S3 não foi encontrado no experimento.

Segundo Fonseca (2015), períodos de molhamento foliar acima de 8h proporcionam maior intensidade da doença e no presente estudo não houve longos períodos que favoreceriam maiores níveis de severidade nas plantas.

Figura 9 – Percentuais de plantas infectadas conforme os níveis de severidade da ferrugem em dias após o plantio avaliados por: época de plantio - verão (a) e inverno (b), método de propagação - clonal (c) e monoprogênie (d) e genótipo - 1 (e) e 2 (f)



4.2 Crescimento em altura das plantas

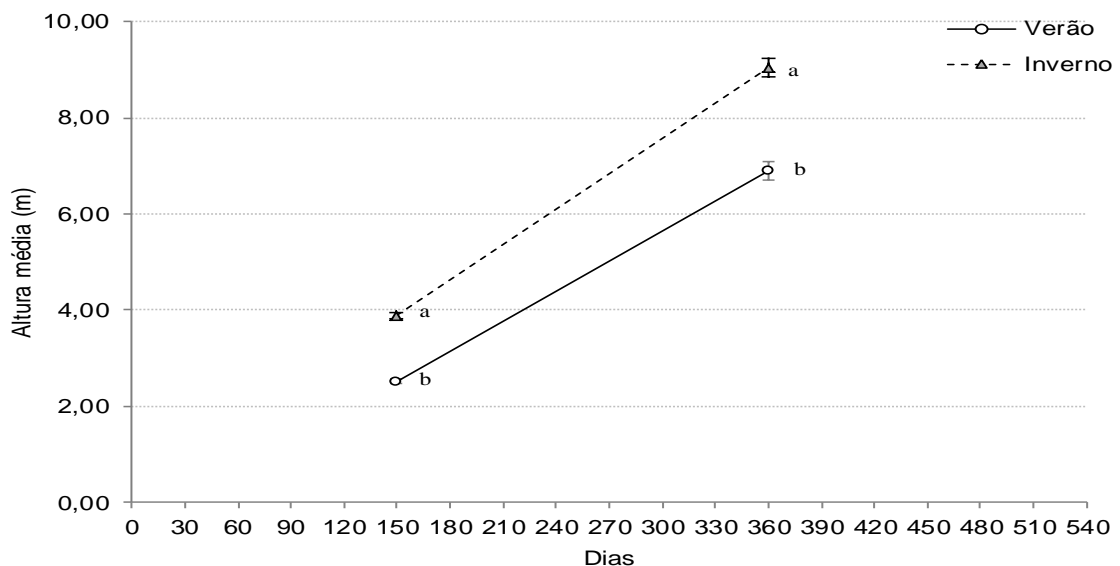
Na análise dos efeitos de época de plantio, método de propagação e genótipo na altura média das plantas, só foram significativos os efeitos principais, não havendo interações significativas.

Na comparação da influencia da época de plantio no crescimento em altura das plantas, os materiais genéticos plantados no inverno apresentaram as maiores alturas médias ao longo do período estudado (Figura 10). O plantio de inverno atingiu a altura média de 9,04m aos 360 dias, com coeficiente de variação (CV) de

8,65% e maior incremento médio com $2,46 \text{ cm dia}^{-1}$, já no verão a altura média foi de 6,89m, CV de 11,04% e incremento médio de $2,08 \text{ cm dia}^{-1}$ (Tabela 5).

Garcia (1989) classifica o CV como baixo para valores menores que 4,75%, médio entre 4,75% e 12,50%, alto entre 12,50% e 16,40% e muito alto quando maiores que 16,40%, e de acordo com o autor, quanto menor o CV, maior a homogeneidade dos dados. Almeida Junior (2014) cita que a homogeneidade em plantios de eucalipto medida pelo CV é um parâmetro de potencial produtivo da floresta e no presente estudo, o inverno, cujos resultados para altura média foram maiores, apresentou menor CV e obteve maior incremento médio diário comparado ao verão.

Figura 10 – Altura média das plantas por época de plantio



Alturas de plantas seguidas de mesma letra no correspondente dia não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. As barras representam o erro padrão da média.

Tabela 5 – Altura média, incremento médio diário em altura e coeficiente de variação por época de plantio

	Altura média (m)		Incremento médio diário (cm dia^{-1})	Coeficiente de variação ⁽¹⁾
	150 dias	360 dias		
Verão	2,51 a (0,05)	6,89 a (0,19)	2,08	11,04%
Inverno	3,88 b (0,07)	9,04 b (0,20)	2,46	8,65%

Alturas de plantas seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. Erro padrão da média entre parênteses.

(1) Valores correspondentes às medições aos 360 dias.

Considerando as incidências de ferrugem e de acordo com Carvalho et al. (1994) e Alfenas et al. (2009), o patógeno infecta órgãos tenros e plantas jovens em campo com até 3 metros de altura, pois em maiores alturas o fungo geralmente não encontra microambiente favorável à infecção. Isto pode explicar a queda na incidência da ferrugem nos experimentos à partir dos 180 dias, quando as plantas atingiram maiores patamares de altura.

Takahashi (2002) constatou que diferentes épocas de plantio podem resultar em distintos períodos de exposição à ferrugem. Desta forma, a presença da ferrugem esteve associada à época de plantio e conseqüentemente ao período de desenvolvimento da planta.

De acordo com Ferreira (1989), o estágio fenológico B é o que apresenta maior suscetibilidade das plantas ao fungo, já que apresentam a parte aérea tenra propícia à infecção. Para o plantio no verão, as plantas passaram por período climático favorável à ferrugem (maio/2014) quando ainda estavam no estágio fenológico B e sua altura inicial aos 150 dias era inferior aos 3 metros.

No plantio realizado no inverno apesar de ter havido um pico na quantidade de plantas com ferrugem aos 60 dias, os demais meses apresentaram pequeno percentual de plantas doentes relacionado à baixa favorabilidade climática, e quando o índice de infecção esteve alto (fevereiro/2015), as plantas já haviam atingindo maiores alturas, sendo uma condição adversa ao fungo e ocorrendo o “escape”.

Segundo Takahashi (2002), em estudos com *Eucalyptus grandis* no Estado de São Paulo, os danos causados pela doença em plantas aos 11 meses de idade apresentaram 35,81% de diferença na altura média entre sadias e infectadas no maior nível de severidade da doença. Entretanto, embora houvesse no presente estudo diferenças estatísticas na incidência de ferrugem entre épocas de plantio, sendo maior para o verão, não houve correlação significativa com as alturas médias. O nível de severidade S3 não foi verificado nas avaliações, cujo ataque causaria necroses nos terminais de galhos e haste principal que acarretaria em prejuízos no desenvolvimento das plantas.

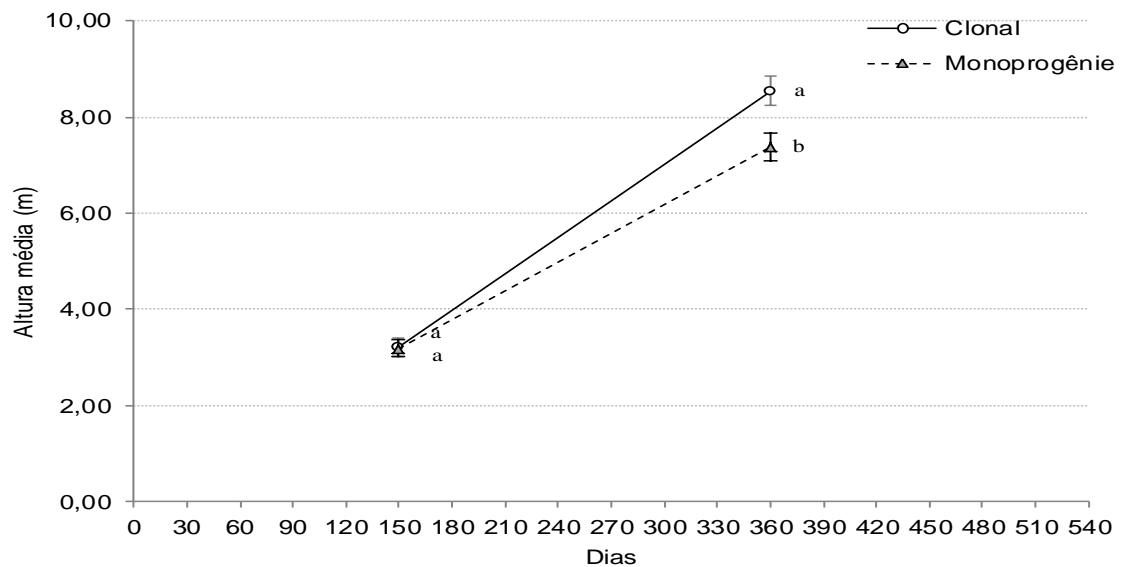
Além de apresentar maiores alturas, o plantio de inverno pode ser uma estratégia de “escape” adotada para o uso de materiais genéticos suscetíveis à

ferrugem, pois com um maior incremento médio diário, diminui o tempo de exposição da planta durante seu estágio fenológico B no período de maior favorabilidade climática ao fungo.

Entre os métodos de propagação, aos 150 dias as alturas médias não diferiram significativamente, mas aos 360 dias os valores foram maiores para o método clonal (Figura 11).

O método de propagação clonal alcançou altura média de 8,54m, seu CV foi de 14,91% e apresentou o maior incremento médio de 2,54 cm dia⁻¹ (Tabela 6). As monoprogênes atingiram altura média de 7,38m, CV de 15,46% e menor incremento médio em altura de 2,00 cm dia⁻¹, apresentando possível segregação genética em resultado aos cruzamentos, não atingindo o crescimento inicial esperado.

Figura 11 – Altura média das plantas por método de propagação



Alturas de plantas seguidas de mesma letra no correspondente dia não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. As barras representam o erro padrão da média.

Tabela 6 – Altura média, incremento médio diário em altura e coeficiente de variação por método de propagação

	Altura média (m)		Incremento médio diário (cm dia ⁻¹)	Coeficiente de variação ⁽¹⁾
	150 dias	360 dias		
Clonal	3,21 a (0,19)	8,54 a (0,32)	2,54	14,91%
Monoprogênie	3,18 a (0,18)	7,38 b (0,29)	2,00	15,46%

Alturas de plantas seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. Erro padrão da média entre parênteses.

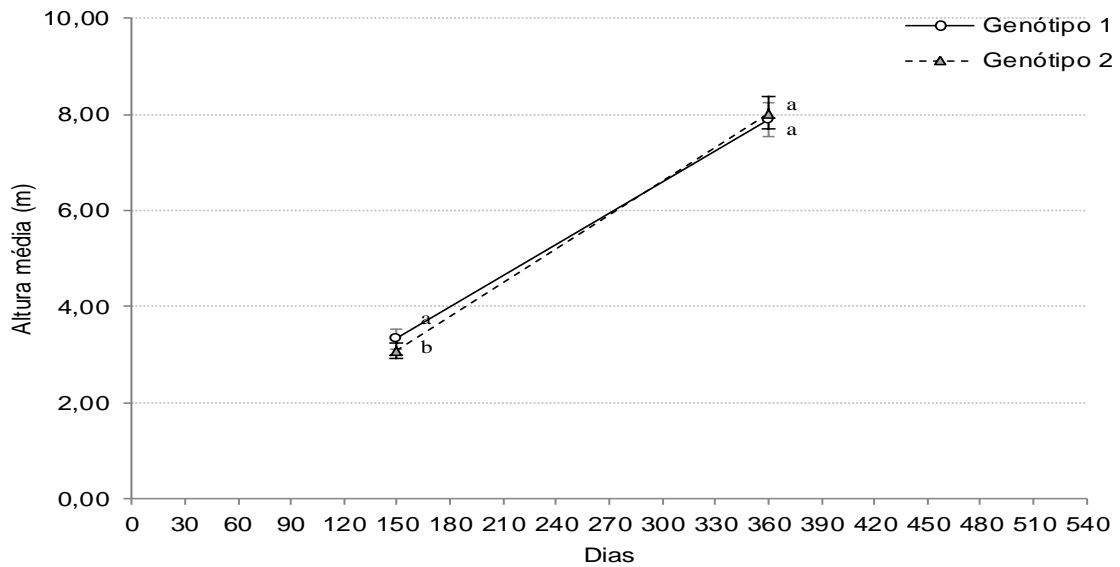
(1) Valores correspondentes às medições aos 360 dias.

O fator de influência na altura das plantas não pode ser atribuído à infecção de ferrugem, pois não houve diferenças estatísticas na incidência do fungo ou correlação significativa com as alturas médias, e não foram encontrados níveis de severidade da doença que pudessem acarretar em discrepâncias nos crescimentos iniciais em altura.

Considerando a finalidade e a disponibilidade de materiais genéticos em um viveiro, o uso de monoprogênies para produção de mudas de eucalipto pode representar uma alternativa viável para redução em investimentos dispendidos. Segundo Dias et al. (2011), o valor estimado para a produção de mudas por sementes é 25% menor que por miniestaquia.

Entre genótipos as alturas foram diferentes estatisticamente somente aos 150 dias (Figura 12). Embora a incidência da ferrugem no genótipo 1 seja mais elevada, não houve correlação significativa com as alturas médias e o baixo nível de severidade do ataque do fungo não influenciaria no crescimento das plantas. As mudas atingiram a maior altura média aos 150 dias com 3,33m, apesar de pequena diferença para o genótipo 2 com 3,07m (Tabela 7). Aos 360 dias, o valor do CV para altura foi considerado muito alto para o genótipo 1 atingindo 17,55% e alto para o genótipo 2 com 16,33%.

Figura 12 – Altura média das plantas por genótipo



Alturas de plantas seguidas de mesma letra no correspondente dia não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. As barras representam o erro padrão da média.

Tabela 7 – Altura média, incremento médio diário em altura e coeficiente de variação por genótipo

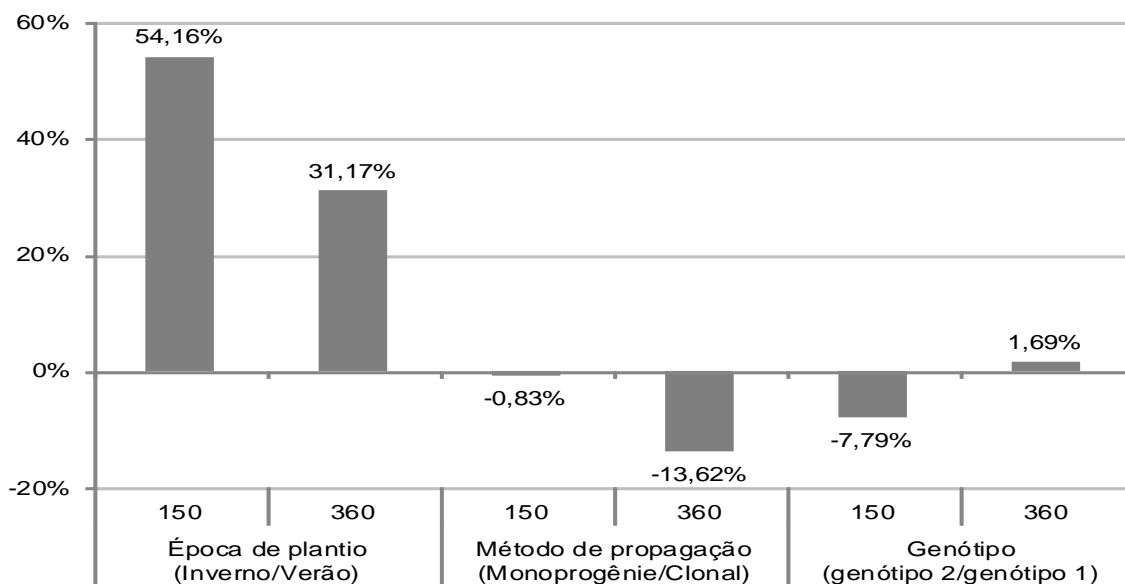
	Altura média (m)		Incremento médio diário (cm dia ⁻¹)	Coeficiente de variação ⁽¹⁾
	150 dias	360 dias		
Genótipo 1	3,33 a (0,21)	7,90 a (0,35)	2,18	17,55%
Genótipo 2	3,07 b (0,16)	8,03 a (0,33)	2,36	16,33%

Alturas de plantas seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey-Kramer. Erro padrão da média entre parênteses.

(1) Valores correspondentes às medições aos 360 dias.

Em síntese, as variações percentuais no crescimento em altura ao final das medições foram maiores para o inverno apesar da redução na diferença percentual entre as medições, que obteve um crescimento 31,17% maior comparado ao plantio de verão. A monoprogênie reduziu em 13,62% seu crescimento em relação ao clonal e o genótipo 2 recuperou seu crescimento em 1,69% relativo ao genótipo 1 (Figura 13).

Figura 13 – Variação percentual do crescimento em altura entre épocas de plantio, métodos de propagação e genótipos aos 150 e 360 dias



4.3 Balanço Hídrico

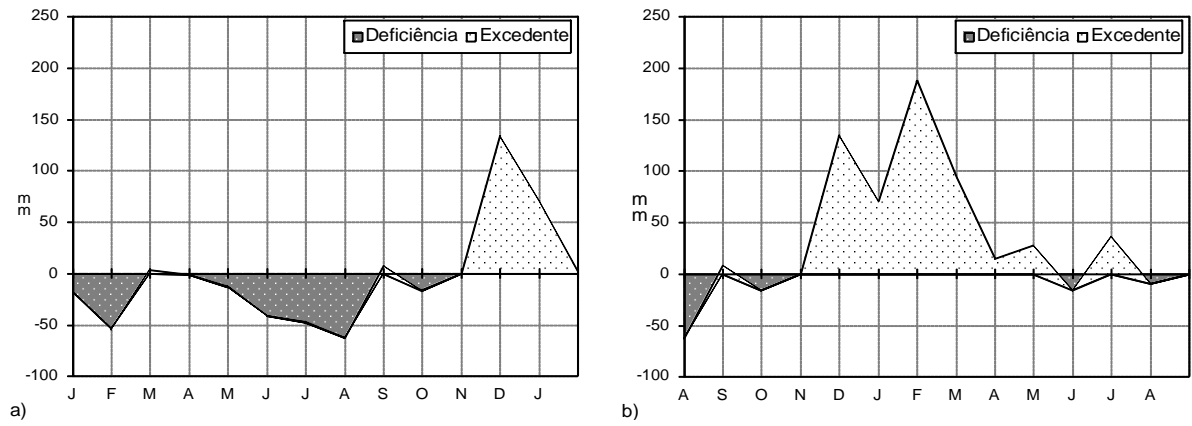
O Balanço Hídrico foi calculado a partir do mês de plantio até a última medição em altura das plantas para cada experimento implantado. Para a época de plantio no verão, a temperatura média foi de 22,1°C, com uma pluviosidade acumulada de 1.197,6mm e um déficit hídrico de 35mm ao final. Já para o plantio no inverno, a temperatura média foi de 20,8°C, com pluviosidade acumulada de 1.546,2mm e um excedente hídrico de 470mm (Figura 14).

Martins et al. (2008) verificaram que a deficiência hídrica no solo causa diminuição no crescimento e no desenvolvimento de mudas de eucalipto, Sette et al. (2010) também observaram que a precipitação e a disponibilidade hídrica no solo afetam o crescimento de árvores de *E. grandis*. Stape et al. (2004) ao submeterem irrigação em um plantio de *E. grandis* x *E. urophylla*, a produtividade em biomassa do caule aumentou em 52%.

Considerando que a água é um fator limitante ao desenvolvimento das plantas (FLOSS, 2004), o presente estudo indica que o maior crescimento inicial do plantio no inverno pode ter sido favorecido pelo excedente hídrico, já que para o plantio no verão houve um maior número de meses com deficiência hídrica e resultou em plantas com menores valores em altura. Desta forma, conhecer as condições hídricas da época e locais de plantio permite a definição de planos estratégicos para

um manejo adequado que diminua perdas em crescimento das plantas e um melhor aproveitamento de recursos ambientais disponíveis como a água.

Figura 14. Balanço hídrico mensal o plantio no verão (a) e no inverno (b)



5 CONCLUSÕES

O plantio no inverno com características edafoclimáticas do tipo Cwa pode ser uma estratégia de “escape” para materiais genéticos suscetíveis à ferrugem e de interesse econômico. Apresenta potencial como prática de manejo para atingir maior homogeneidade e crescimento em altura no eucalipto.

Os métodos de propagação não tiveram diferenças estatísticas na incidência média mensal de ferrugem, não apresentando heterose para suscetibilidade ao fungo nas monoprogênies.

O método de propagação por monoprogênie não atingiu o crescimento inicial esperado comparado ao seu progenitor clonal, mas pode ser uma alternativa de melhoramento para o eucalipto na produção de mudas seminais com variabilidade genética como estratégia a longo prazo, principalmente em clones suscetíveis à ferrugem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As épocas de plantio demonstraram ser um fator de influência na incidência da ferrugem e no crescimento inicial do eucalipto. Apesar do potencial no plantio de inverno, o seu direcionamento em alguns meses é um desafio ao planejamento operacional, podendo resultar em aumento de custos pela ociosidade na demanda de recursos (mão-de-obra e máquinas) e em áreas abertas aguardando o plantio, já que a colheita florestal ocorre ininterruptamente. A pesquisa deve ser continuada para acompanhar a tendência dos incrementos médios passando pelos próximos períodos de verão e inverno, pois os resultados do presente estudo foram medidos em florestas jovens, devendo ser verificado se as diferenças em altura se mantêm até o final do ciclo.

Em observações práticas e diárias de campo, verifica-se que o balanço hídrico e a disponibilidade de água no solo no período do inverno reduz a frequência do número de irrigações após o plantio das mudas. Nota-se também que a infestação de plantas daninhas é menor, causando uma possível influência no desenvolvimento inicial das plantas pela menor competição de água, luz e nutrientes. O menor número de irrigações e de controle químico de plantas daninhas, impactaria positivamente nos custos de manejo e na otimização de recursos naturais.

É importante que o manejo silvicultural incorpore como gestão estratégica novos estudos que ampliem os conhecimentos visando o potencial produtivo da cultura aliado aos custos dispendidos na formação e condução das florestas e ao volume final de madeira produzido. Como oportunidades futuras, estudos podem ser empreendidos considerando aspectos de fisiologia vegetal e eventos silviculturais, as épocas de plantio, balanço hídrico e crescimento das plantas, juntamente com os custos de irrigação e a infestação e controle de plantas daninhas.

Quanto aos materiais genéticos nos experimentos, devem ser conduzidos até a idade de corte, pois a curva de crescimento entre monoprogênies e clones pode demonstrar diferenças ao longo dos anos. A empresa pode realizar seleções e clonagem de árvores de monoprogênies que atendam ao seu interesse comercial, dando sequencia aos estudos com novos materiais clonados.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 500 p.

ALFENAS, A. C. et al. *Heteropyxis natalensis*, a new host of *Puccinia psidii* rust. **Australasian Plant Pathology**, Clayton, v. 34, n. 2, p. 285–286, 2005.

ALMEIDA JUNIOR, P. P. **Influência do controle da qualidade sobre a homogeneidade de plantio, em uma floresta de eucalipto**. 2014. 39f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Gestão Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ALVARES, C. A. et al. Climatic favorability zones for *Eucalyptus* rust in Brazil. **Forest Pathology**, v. 46, n. 5, 2016.

AMORIM, L. et al. **Manual de Fitopatologia**. 4. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. 704 p.

AMORIM NETO, M. S. A. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955). **Comunicado Técnico Embrapa**, Petrolina, n. 34, p.1-18, 1989.

APARECIDO, C. C. **Estudos ecológicos sobre *Puccinia psidii* Winter - ferrugem das mirtáceas**. 2001. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.

ASSIS, T.F. Melhoramento genético do Eucalipto: Cultura do Eucalipto. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v.141, p.36-46, 1986.

ASSIS, T.F., MAFIA, R.G. Hibridação e clonagem. In: Borém, A. (Ed.), **Biotecnologia Florestal**. Editora UFV, Viçosa, p. 93–121, 2007.

BUENO, L. C. S. et al. **Melhoramento Genético de Plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2006. 319 p.

CARVALHO, A.O. et al. Avaliação do progresso da ferrugem (*Puccinia psidii*) em brotações de *Eucalyptus cloeziana* no sudeste da Bahia, de 1987 a 1981. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 18, p. 265-74, 1994.

CARVALHO, A. O. et al. Resistência de espécies, progênies e procedências de *Eucalyptus* à ferrugem, causada por *Puccinia psidii* Winter. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, p. 139-147, 1998.

CAMPOE, O. C. et al. Meteorological seasonality affecting individual tree growth in forest plantations in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 380, p. 149-160, 2016.

DIAS, B. A. S. et al. Análise econômica de dois sistemas de produção de mudas de eucalipto. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 171-177, 2011.

FERREIRA, F. A. Ferrugem do eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 91-109, 1983.

FERREIRA, F.A. **Patologia Florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, n. 45, p. 22-30, 1992.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 2 ed. Passo Fundo: UPF, 2004. 536 p.

FONSECA, S. M. et al. **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2010. 200 p.

FONSECA, M. D. S. **Duração mínima do molhamento foliar no desenvolvimento da ferrugem (*Puccinia psidii*) e efeito da doença nas respostas fisiológicas do eucalipto**. 2015. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais/Recursos Florestais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2015.

FURTADO, E. L. et al. **Doenças do eucalipto no Brasil**. Botucatu: FEPAF, 2009. 74 p.

GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.171, p.1-11, 1989.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 301, p. 6-27, 2013.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. São Paulo: Relatório Ibá 2016, 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2016.

KRUGNER, T. L.; AUER, C. G. Doenças dos eucaliptos. In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, cap. 36, p. 319-332.

MARTINS, I. S. et al. Comparação entre seleção combinada e seleção direta em *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de seleção. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 36-43, 2001.

MARTINS, F. B. et al. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1297-1306, 2008.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized Linear Models**. 2 ed. Londres: Chapman & Hall, 1989. 511 p.

MORAES, W. B. **Ferrugem do Eucalipto: favorabilidade climática e métodos de aplicação de fungicida para controle**. 2013. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

MORI, E. S. et al. Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF**, Piracicaba, n. 39, p. 53-63, ago. 1988.

MORIN, L.; et al. Investigating the host-range of the rust fungus *Puccinia psidii* sensulato across Tribes of the family Myrtaceae. **Plos One**, v. 7, p. 1-7, 2012.

NASS, L. L. et al. **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 1183 p.

OTTO, M. S. G. et al. Fotossíntese, condutância estomática e produtividade de clones de *Eucalyptus* sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 431-439, 2013.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P.E.T. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 64 p.

RIBEIRO, C. A. D. et al. Delimitação de microrregiões agroclimáticas e suas relações com o potencial produtivo da cultura do Eucalipto. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 779-786, 2011.

RUIZ, R. A. R. et al. Progresso da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*, em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, p. 73-81, 1989a.

RUIZ, R. A. R. et al. Influência da temperatura, do tempo de molhamento foliar, fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii* em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, p. 55-61, 1989b.

SETTE JR, C. R. et al. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex. Maiden e relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n.º 6, p. 979-990, 2010.

SILVA, P.H.M. et al. Selecting for rust (*Puccinia psidii*) resistance in *Eucalyptus grandis* in São Paulo State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 303, n. 1, p. 91-97, 2013.

SILVA, P.H.M. et al. Screening of rust and gall wasp in eucalypts species and provenances. **Brazilian Journal of Forestry Research**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 323-328, 2015.

SILVA, D.E.M. et al. Avaliação da resistência de espécies de eucalipto à ferrugem (*Puccinia psidii* Winter). **Summa phytopathol.**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 54-62, 2014.

SOUZA, I. C. G. **Seleção e melhoramento em populações clonais de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. 2016. 70 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas-Genética) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2016.

STAPE, J. L. et al. Water use, water limitation and water use efficiency in a *Eucalyptus* plantation. **Bosque**, v. 25, n. 2, p. 35-41, 2004.

TAKAHASHI, S. S. **Ferrugem do eucalipto**: índice de infecção, análise temporal e estimativas de danos relacionados a intensidade da doença no campo. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2002.

TEIXEIRA, J. E. C. et al. Análise da herança da resistência a *Puccinia psidii* em progênies de híbridos interespecíficos de eucalipto avaliadas sob condições naturais de infecção. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 203-210, 2009.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The Water Balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

ZAMPROGNO, K. C. et al. Utilização de análise de segregantes agrupados na identificação de marcadores ligados a gene que controlam a resistência à ferrugem (*Puccinia psidii* Winter) em *Eucalyptus* sp. **Summa Phytopatologica**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 253-255, 2008.

ZAUZA, E. A. V. **Epidemiologia da ferrugem do eucalipto e resistência genética**. 2007. 67 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

ZAUZA, E. A. V. et al. Myrtaceae species resistance to rust caused by *Puccinia psidii*. **Australian Plant Pathology**, Australia, n. 39, p. 406-411, 2010.

WESTFALL, P. H. et al. **Multiple Comparisons and Multiple Tests Using the SAS System**. Cary: SAS Institute Inc, 1999. 397p.