



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ANA PAULA ROSSI**

**FERRUGEM DO EUCALIPTO: ANÁLISE TEMPORAL E QUANTIFICAÇÃO  
DE DANOS**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

2013

ANA PAULA ROSSI

**FERRUGEM DO EUCALIPTO: ANÁLISE TEMPORAL E QUANTIFICAÇÃO  
DE DANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Recursos Florestais.  
Orientador: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior  
Coorientadores: Dr. Edival Ângelo Valverde Zauza e Prof. Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

R831f Rossi, Ana Paula, 1982-  
Ferrugem do eucalipto: análise temporal e quantificação de danos /  
Ana Paula Rossi. – 2013.  
40 f. : il.

Orientador: Waldir Cintra de Jesus Junior.

Coorientadores: Edival Ângelo Valverde Zauza; José Eduardo  
Macedo Pezzopane.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Puccinia psidii. 2. Eucalipto. 3. Controle químico – resistência. I.  
Jesus Junior, Waldir Cintra de. II. Zauza, Edival Ângelo Valverde. III.  
Pezzopane, José Eduardo Macedo. IV. Universidade Federal do  
Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 630

---

**FERRUGEM DO EUCALIPTO: ANÁLISE TEMPORAL E QUANTIFICAÇÃO  
DE DANOS**

**Ana Paula Rossi**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 06 de Novembro de 2013.

---

Dr. Edival Ângelo Valverde Zauza  
Suzano Papel e Celulose  
Membro Externo

---

Prof. Dr. Fábio Ramos Alves  
UFES  
Membro Externo

---

Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral  
UFES  
Membro Externo

---

Prof. Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane  
UFES  
Coorientador

## **DEDICATÓRIA**

As minhas sobrinhas e afilhadas Ana Júlia Fraga Rossi e Ana Beatriz Fraga Rossi

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por mais esta conquista em minha vida.

Aos meus pais Elza Defendi Rossi e João Rossi pelo incentivo para a realização de meus sonhos.

A meu irmão, Anderson Paulo Rossi pela confiança e incentivo.

A minha cunhada Viviane pela força nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Waldir Cintra de Jesus Junior pelos ensinamentos, amizade, conselhos, paciência e compreensão.

A Suzano Papel e Celulose, na pessoa do Dr. Edival Ângelo Valverde Zauza pela cessão dos dados que foram utilizados na dissertação.

Ao Dr. Edival Ângelo Valverde Zauza pela ajuda na análise e interpretação dos dados.

Ao professor Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane pelos ensinamentos e contribuição com este trabalho.

A Fibria pela concessão de minha bolsa de estudo.

A Secretaria de Ciência e Tecnologia do Mato Grosso pela concessão de minha licença para qualificação profissional.

Aos meus colegas: Cristiani Spadeto, Rodolfo Ferreira de Mendonça, Liliane Gomes da Silva, Mariana Duarte Silva Fonseca, Ediellen Mayara Corrêa Gomes, Rafaela da Silveira, Sanderléia de Oliveira dos Santos, Marcelo Fernando Souza e Marcos Lima Pereira.

A todos, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

ROSSI, Ana Paula. **Ferrugem do Eucalipto: Análise Temporal e Quantificação de Danos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES. Orientador: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Júnior. Coorientadores: Dr. Edival Ângelo Valverde Zauza e Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane

A ferrugem do eucalipto, causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter, é uma das doenças mais importantes dessa cultura, tornando-se necessário o conhecimento sobre o progresso dessa doença ao longo do tempo e os danos por ela causados. Diante desta problemática e da importância que o patógeno *P. psidii* vem apresentando à eucaliptocultura, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise temporal da ferrugem no campo e quantificação de danos. Este estudo foi conduzido em campo na área experimental da Empresa Suzano Papel e Celulose, localizada no município de Mucuri-BA. Plantou-se 200 mudas do clone 2156, híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus dunnii*, e 200 mudas do clone 2392, híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, em espaçamento de 3x3 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 10 repetições, em parcelas de 10 plantas para cada tratamento, sendo os tratamentos com e sem controle químico. O experimento dividiu-se em duas fases, fase 1: iniciou-se em abril de 2005 com o plantio das mudas e adaptação das mudas em campo, avaliou-se a incidência da ferrugem do eucalipto, a altura e a biomassa das plantas, sendo que a incidência da doença e altura das plantas foram avaliadas em todos os blocos do experimento e a biomassa nos blocos (1, 2, 3 e 4). Para a avaliação da biomassa foi necessário realizar o corte das plantas nesses quatro blocos, que ocorreu quando as plantas atingiram seis meses de idade; fase 2: essa fase perdurou até o ano de 2009, durante os quatro anos de experimento avaliou-se a altura e diâmetro das plantas nos seis blocos restantes (5, 6, 7, 8, 9 e 10). Com os dados de incidência realizou-se a análise temporal da ferrugem por meio da avaliação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A quantificação dos danos causados pela ferrugem foi

realizada utilizando-se as variáveis altura (m), biomassa (kg) e volume de madeira (m<sup>3</sup>) por meio de análises estatística. Quando não foi realizado o controle químico, constatou-se que o clone 2156 foi mais resistente em relação ao clone 2392, que pode ser considerado mais suscetível, pois apresentou maior AACPD. A aplicação do fungicida triadimenol (Bayfidan) foi efetivo para o clone 2392, levando à diminuição da incidência da ferrugem e proporcionando maior altura, produção de biomassa e volume de madeira das plantas. Este clone se mostrou mais suscetível à ferrugem, no entanto mais produtivo em relação ao clone 2156.

**Palavras-chave:** *Puccinia psidii*, Eucalipto, controle químico, resistência.

## ABSTRACT

ROSSI, Ana Paula. **Eucalyptus rust: Temporal Analysis and Quantification of Damage**. 2013. Dissertation (Master's degree on Forest Science) – Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES. Adviser: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Júnior. Coadvisers: Edival Ângelo Valverde Zauza e Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane

The eucalyptus rust, caused by *Puccinia psidii*, is one of the most important diseases of this crop, making it necessary to know about the progress of the disease over time and the damage it caused. Given the importance of this issue and that the pathogen *P. psidii* is presenting the eucalypts, the present study aimed to perform a temporal analysis of rust in the field and quantify damage. This study was conducted in the field in the experimental area of Suzano Pulp and Paper Company, located in the municipality of Mucuri - BA. Planted 200 seedlings of clone 2156, hybrid of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus dunnii*, and 200 seedlings of clone 2392, hybrid of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* in 3x3 m spacing. The experimental design was a randomized block design with 10 replications in plots of 10 plants for each treatment, and the treatments with and without chemical control. The experiment was divided into two phases, Phase 1: started in April 2005 with the planting of seedlings and adaptation of the seedling, we assessed the incidence of eucalyptus rust, height and biomass of the plant, and the disease incidence and plant height were evaluated in all blocks of the experiment and the biomass in the blocks (1, 2, 3 and 4). For the assessment of biomass was necessary to cut the plants in these four blocks, which occurred when the plants reached six months of age; Phase 2: This phase lasted until 2009, during the four years of the experiment evaluated the height and the diameter of the plants in the remaining six blocks (5, 6, 7, 8, 9 and 10). With incidence data was performed temporal analysis of rust by evaluating the area under the disease progress curve (AUDPC). Quantification of the damage caused by rust was performed using the time variable (m), biomass (kg) and timber volume (m<sup>3</sup>) by statistical analysis. When it was not performed chemical control, it was found that the clone 2156 was more resistant toward clone 2392, which can be considered more susceptible,

as it showed greater AUDPC. The application of the fungicide triadimenol (Bayfidan) was effective for clone 2392, leading to decreased incidence of rust and providing greater height, biomass and wood volume of plants. This clone was more susceptible to rust, however more productive relative to clone 2156.

**Keywords:** *Puccinia psidii*, *Eucalyptus*, chemical control, resistance.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1. Importância da cultura do eucalipto .....	13
2.2. Ferrugem do eucalipto .....	14
2.2.1. Sintomatologia .....	15
2.2.2. Ciclo de vida.....	16
2.2.3. Aspectos epidemiológicos.....	17
2.2.4. Estratégia de manejo integrado da ferrugem do eucalipto .....	17
2.3. Análise temporal de doenças de plantas.....	18
2.4. Quantificação de danos causados por doenças de plantas .....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Caracterização da área de estudo .....	19
3.2. Descrição do experimento.....	20
3.3. Fases do experimento.....	21
3.4. Quantificação da intensidade da ferrugem, da altura, da biomassa e do diâmetro da planta .....	21
3.5. Análise temporal .....	23
3.6. Quantificação de danos.....	25
4. RESULTADOS .....	26
4.1. Análise temporal .....	26
4.2. Quantificação de danos.....	29
5. DISCUSSÃO .....	33
5.1. Análise temporal .....	33
5.2. Quantificação de danos.....	34
6. CONCLUSÕES .....	36
REFERÊNCIAS.....	37

## 1. INTRODUÇÃO

O eucalipto ocorre naturalmente na Austrália, Indonésia e ilhas próximas. O gênero *Eucalyptus* pertence à família das Myrtaceas, com cerca de 600 espécies, apresenta dispersão mundial (SANTOS, 2001). No Brasil, o eucalipto foi introduzido com fins econômicos em 1868 para a produção de lenha, sendo que somente nos primeiros anos do século XX sua expansão ganhou impulso (BRACELPA, 2013).

Com a expansão das áreas reflorestadas para regiões mais quentes e úmidas, aliado ao plantio de espécies ou clones suscetíveis e os ciclos sucessivos da cultura, têm favorecido a incidência de várias doenças. Entre essas doenças, a ferrugem do eucalipto, causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter tem sido fator limitante ao estabelecimento de novos plantios e à condução por rebrota de materiais suscetíveis, após o corte raso (TEIXEIRA et al., 2005).

Esta doença incide em plantas jovens em viveiros e no campo, sob condições de temperatura entre 18 a 25°C e períodos noturnos prolongados de molhamento foliar (RUIZ et al., 1989). A incidência da doença pode variar em função da espécie e do genótipo do hospedeiro, região geográfica, época do ano e utilização de controle químico (ALFENAS et al., 2009).

A ferrugem do eucalipto causa necrose, deformação e hipertrofia dos órgãos infectados e redução de crescimento das plantas (FERREIRA; MILANI, 2012), podendo ocasionar sérios danos à produção. A quantificação de danos fornece bases essenciais para o manejo de doenças (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Entre os métodos utilizados para o manejo da ferrugem do eucalipto destacam-se: uso de material genético resistente, controle químico com fungicidas e evasão (ou escape) espaço-temporal. Tais métodos devem ser utilizados de forma conjunta, visando controlar a doença por modificação nas interações entre o patógeno, o hospedeiro e o ambiente (MAFIA; ABAD; FERREIRA, 2013).

Diante da problemática apresentada e da importância que o patógeno *P. psidii* apresenta para as plantações de eucalipto, e dos poucos estudos sobre os danos causados pela ferrugem do eucalipto, objetivou-se com esse estudo realizar uma análise temporal da ferrugem do eucalipto no campo e quantificar os danos causados por esta doença contribuindo com informações sobre os danos causados por esta doença, uma vez que existem poucas informações sobre este assunto.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Importância da cultura do eucalipto

A introdução do gênero *Eucalyptus* no Brasil ocorreu no início do século XIX, com evidências de que as primeiras árvores teriam sido plantadas em 1825 no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Até o início daquele século, o eucalipto foi plantado com a finalidade ornamental ou para servir de quebra-ventos, devido ao porte elevado que as plantas apresentam (PEREIRA, 2000).

Atualmente o eucalipto possui múltiplos usos, como a produção de papel e celulose, compensados, carvão vegetal para gerar energia e de madeira sólida usada em móveis, pisos, revestimentos e outras aplicações na construção civil (BRACELPA, 2013).

Em 2012, a área ocupada por plantios florestais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. no Brasil totalizava 6.664.812 ha, sendo 76,6% correspondente à área de plantios de *Eucalyptus* spp. (ABRAF, 2013).

Provavelmente em 2012 houve uma desaceleração do crescimento da área de plantios de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., no período 2006-2012 o crescimento médio anual foi de 2,8%, enquanto que em 2012 o aumento de área plantada foi de apenas 2,2% (ABRAF, 2013).

Entre as principais razões para a estagnação do crescimento da área de plantios florestais em 2012 estão: as restrições impostas pelo governo brasileiro para a compra de terras por grupos nacionais que possuam composição majoritária de capital estrangeiro; a redução da competitividade no mercado internacional dos produtos da cadeia produtiva brasileira de base florestal; e a excessiva burocratização e os longos prazos requeridos pelos órgãos ambientais nos processos de licenciamento ambiental de novos projetos florestais e industriais no país (ABRAF, 2013).

Contudo, em 2012, a área de plantios de *Eucalyptus* spp. totalizou 5.102.030 ha, representando crescimento de 4,5% (228.078 ha) frente ao indicador de

2011, sendo que o principal fator que alavancou esse crescimento foi o estabelecimento de novos plantios para atender as demandas futuras dos projetos industriais do segmento de papel e celulose (ABRAF, 2013).

A expansão da eucaliptocultura no Brasil propiciou o aparecimento de várias doenças florestais, com destaque para a ferrugem do eucalipto e murcha-deceratocystis, tornando necessário o conhecimento do comportamento e da procedência das espécies de eucalipto introduzidas no país, com objetivo de evitar plantios em larga escala de materiais muito suscetíveis, dado o potencial dos danos causados pela ferrugem, principalmente na fase de muda em viveiro (ALFENAS et al., 2009).

## 2.2. Ferrugem do eucalipto

A ferrugem do eucalipto, também conhecida como ferrugem das Mirtáceas, é causada pelo fungo *Puccinia psidii* (JOFFILY, 1944), pertencente ao filo Basidiomycota, classe Pucciniomycetes, ordem Pucciniales e família Pucciniaceae (FORZZA et al., 2010).

Nativo da América do Sul, o fungo *P. psidii* foi relatado pela primeira vez no Brasil em 1929, e formalmente descrito em 1944 (JOFFILY, 1944). A primeira constatação de danos ocasionados pela ferrugem ocorreu em 1973, em viveiro e plantações de *E. grandis* procedentes da África do Sul, até a idade de aproximadamente 1,5 anos, na Costa do Espírito Santo (FERREIRA, 1983; FERREIRA, 1989) em que os danos mais expressivos deram-se num viveiro, onde mais de 400.000 mudas de *E. grandis*, foram refugadas para o plantio em campo (FERREIRA, 1983; FERREIRA, 1989).

Novos ataques do patógeno foram registrados no Vale do Rio Doce e na Zona da Mata de Minas Gerais e Costa do Espírito Santo de 1974 a 1979, afetando plantas com menos de dois anos de idade (FERREIRA, 1983; FERREIRA, 1989).

Nas regiões do Vale do Rio Doce e Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Nordeste do Espírito Santo e Sudeste da Bahia ocorreram mais de uma dezena de ataques severos da ferrugem afetando *E. grandis* e algumas procedências de *E. cloeziana* de origens desconhecidas de 1979 a 1980 (FERREIRA, 1983; FERREIRA, 1989). Atualmente, a ferrugem constitui uma das mais importantes doenças do *Eucalyptus* no Brasil, e também é considerada uma ameaça para as plantações de eucalipto em muitas partes do mundo, particularmente, na Austrália, onde o eucalipto é nativo (FURTADO; MORAES; MASSON, 2013).

### **2.2.1. Sintomatologia**

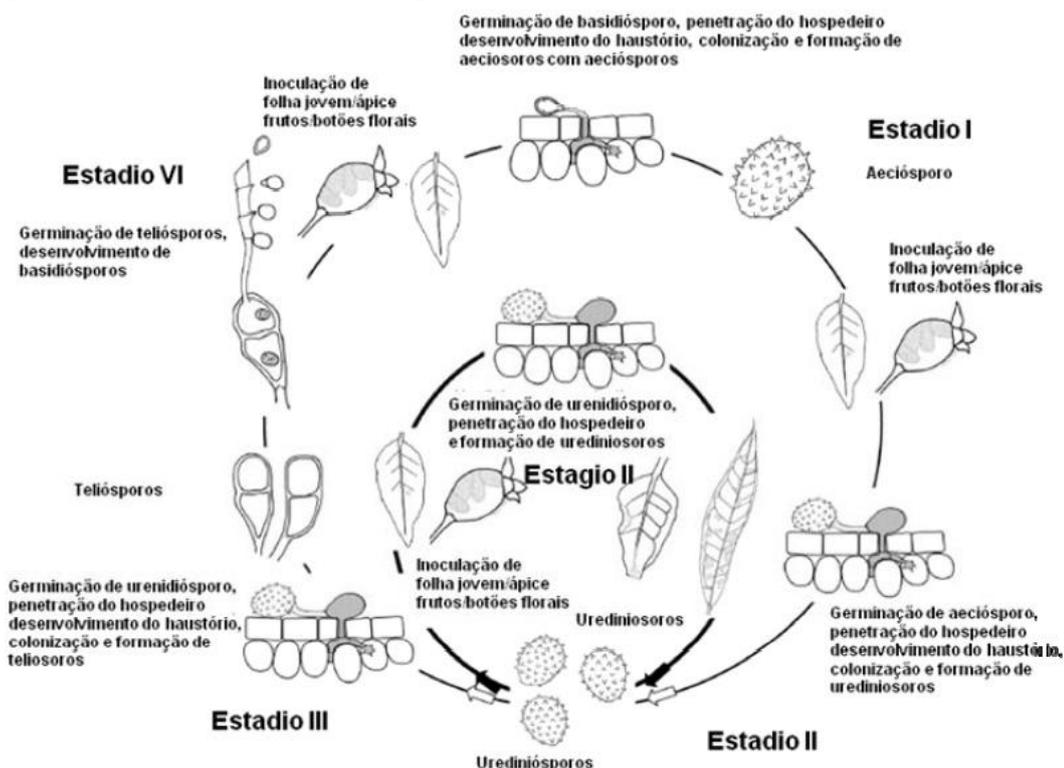
*P. psidii* incide nos tecidos jovens das plantas, nos primórdios foliares com seus pecíolos e nos terminais de galhos, ramos e haste principal (AUER; FIGUEREDO; BORA, 2010). A principal característica para diagnose da doença é a esporulação urediniospórica, pulverulenta e de coloração amarela sobre os órgãos afetados (ALFENAS et al., 2009). Segundo Ferreira (1989) inicialmente aparecem pontuações minúsculas, levemente salientes, verde-claras ou vermelho-amareladas. Após alguns dias, essas pontuações tornam-se pústulas contendo uredínias e urediniósporos amarelos. Posteriormente surgem infecções secundárias dentro de uma mesma planta, pela disseminação dos urediniósporos, por causa do orvalho ou da chuva (AUER; FIGUEREDO; BORA; 2010). Em questão de dias, terminais de haste, galhos, ramos, brotações e folhas novas ficam tomados pela doença se ressecando a partir de 14 a 21 dias do início do surgimento da esporulação (FERREIRA; MILANI, 2012). Em materiais altamente suscetíveis, causa deformação, necroses, hipertrofia, minicancros e morte das porções terminais de crescimento (ALFENAS et al., 2009, p. 255).

## 2.2.2. Ciclo de vida

O ciclo de vida do fungo (Figura 1) é considerado incompleto, sendo conhecido os estágios I – écio (FIGUEIREDO; COUTINHO; HENNEN, 1984), II – urédia, III – télia e IV – basídio (FERREIRA, 1989). O estágio espermogonial é desconhecido. O estágio ecial apresenta a mesma morfologia do estágio uredinial presente somente no jambeiro (FIGUEIREDO; COUTINHO; HENNEN, 1984). O estágio uredinial é produzido em eucaliptos em condições naturais de infecção ou em inoculações sob condições controladas, enquanto que os estágios telial e basidial têm sido pouco encontrados em condições de campo em eucalipto (FERREIRA, 1989).

Em plantas de jambeiro, os teliosporos normalmente são encontrados no verão. Os teliosporos germinam em condições naturais e em meio ágar-água, produzindo basídios e basidiósporos (FERREIRA, 1989).

Figura 1. Ciclo de vida da ferrugem do eucalipto (*Puccinia psidii*).



Fonte: Traduzida de Glen et al. (2007).

### **2.2.3. Aspectos epidemiológicos**

Com base no trabalho de Ruiz et al. (1989) sobre o progresso da ferrugem do eucalipto em condições de campo, aumentos de umidade relativa  $\geq 90\%$ , acima de 8 h, e temperaturas médias na faixa de 20 e 25°C no período de umidade relativa  $\geq 90\%$  correspondem a aumento do índice da ferrugem do eucalipto.

A colonização do fungo é intercelular, por meio de haustórios intracelulares (estruturas especializadas para absorção de nutrientes no interior das células do hospedeiro). Em geral, quando as árvores de eucalipto atingem o estágio fenológico B (FERREIRA, 1989), com 3 a 4 m de altura, ocorre o escape à doença por causa da diminuição de inóculo e das condições favoráveis à infecção nas partes jovens suscetíveis (ZAUZA et al., 2010).

No estado do Paraná foi verificado que temperatura de 15°C favoreceu a germinação dos uredinósporos de *P. psidii*, enquanto que nas temperaturas de 25°C e 30°C a germinação foi praticamente nula (CRUZ; SANTOS; AUER, 2009).

### **2.2.4. Estratégia de manejo integrado da ferrugem do eucalipto**

O manejo da ferrugem pode ser realizado por meio de plantio de clones, progênies ou espécies resistentes e seleção de plantas com características de rápido crescimento, de modo a “escapar” da doença (escape pela precocidade) (ALFENAS et al., 2009), uma vez que em maiores alturas o patógeno geralmente não encontra microambiente favorável à infecção (ZAUZA et al. 2010).

Ao utilizar material genético suscetível, mas de alto valor comercial, a doença pode ser manejada por meio de aplicações sistemáticas de fungicidas (ALFENAS et al., 2009). Nesse sentido, Masson (2011) verificou que o

fungicida tebuconazol + trifloxistrobina (1,5 mL/L) foi o mais eficiente no manejo da doença em condições de campo.

### **2.3. Análise temporal de doenças de plantas**

Por meio da análise temporal é possível determinar a interação entre o patógeno, hospedeiro e ambiente, estabelecida por dados cumulativos de intensidade da doença (incidência e/ou severidade) e representada pela curva de progresso da doença (VANDERPLANK, 1963).

A curva de progresso da doença, usualmente expressa plotando-se a proporção de doença versus tempo é considerada a melhor representação da epidemia, uma vez que é por meio dela que o patossistema pode ser caracterizado, além de estratégias de manejo avaliadas, níveis futuros de doença previstos e simuladores verificados (JESUS JUNIOR et al., 2004a).

Para expressar a intensidade da doença em função do tempo são utilizados modelos matemáticos. Estes resumem, na forma de expressões matemáticas, a realidade. Vários modelos empíricos são propostos, entre eles destaca-se na área fitopatológica o Logístico, o de Gompertz e o Monomolecular. A análise temporal de uma doença é realizada por meio de ajuste de modelos matemáticos aos dados observados de incidência e severidade da doença em campo (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Contudo, modelos são simplificações da realidade e dificilmente uma expressão matemática será capaz de reproduzir minuciosamente todos os fenômenos da natureza. Assim, os modelos matemáticos são uma das poucas ferramentas disponíveis para se comparar epidemias e distinguir variedades, técnicas de manejo, bem como gerar modelos de previsão e auxiliar na quantificação de danos e perdas (BERGAMIN FILHO et al., 1995; JESUS JUNIOR; VALE; BERGAMIN FILHO, 2004b).

## **2.4. Quantificação de danos causados por doenças de plantas**

Dano pode ser definido como qualquer redução na quantidade e/ou na qualidade da produção devido a injúrias causadas por determinado patógeno (NUTTER; TENG; SHOKES, 1991).

Segundo Jesus Junior, Vale e Bergamin Filho (2004b), a quantificação de danos permite direcionar táticas de manejo, ordenar, de forma menos adivinhatória, as prioridades da pesquisa, orientar políticas de incentivo à agricultura e orientar as ações da defesa fitossanitária.

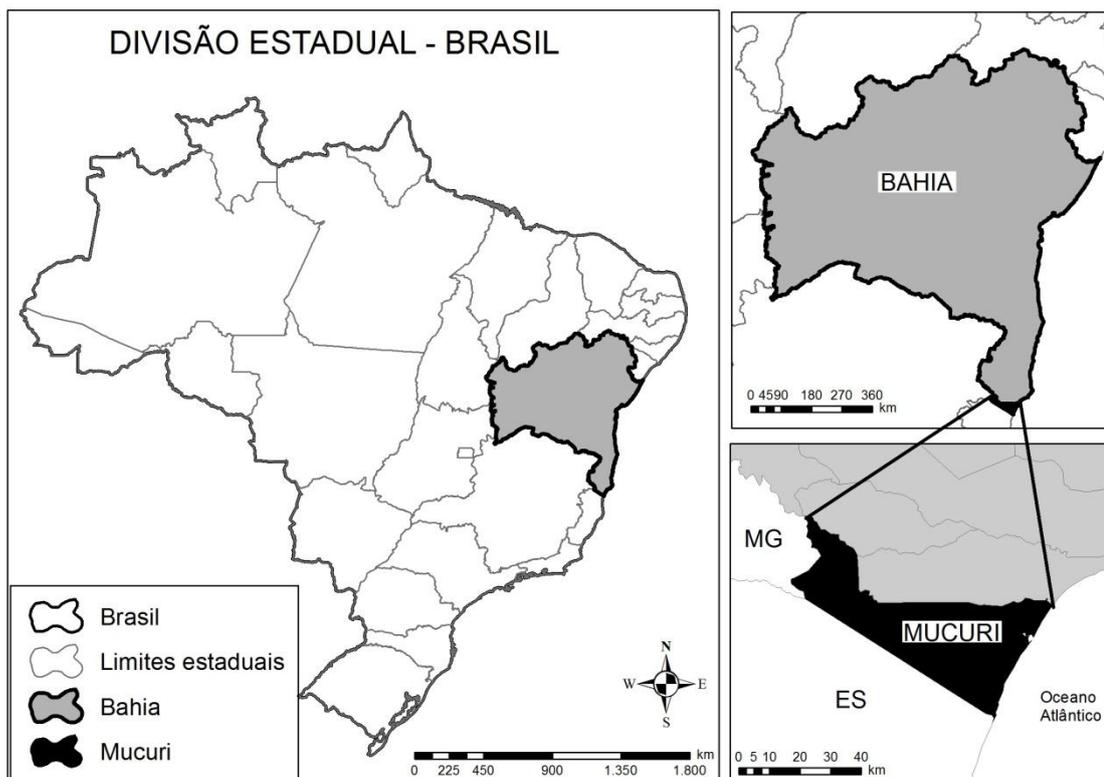
Takahashi (2002) avaliou os danos da ferrugem do eucalipto e observou que existe diferença significativa entre plantas doentes e plantas saudas. Na variável altura média, a diferença entre plantas saudas e doentes com o maior nível de severidade foi de 35,81%, enquanto que para a variável diâmetro à altura do peito (DAP), a diferença foi de 50,49%.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado em condições de campo empregando-se clones de *Eucalyptus* spp. procedentes da Empresa Suzano Papel e Celulose, no município de Mucuri (Figura 2), região Sul da Bahia, a 18°16' S e 39°41' W, altitude de 7m, clima do tipo Am de acordo com a classificação de Köppen, com duração do período seco variando de quatro a cinco meses por ano. Apresenta verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média de 24°C, precipitação anual em torno de 1500 mm e umidade relativa média de 80% (IBGE, 2010; FIGUEIREDO, 2011).

Figura 2. Localização do município de Mucuri-BA.



Fonte: o autor.

### 3.2. Descrição do experimento

Plantaram-se 200 mudas do clone 2156, híbrido *E. grandis* x *E. dunnii*, e 200 mudas do clone 2392, híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*, em abril de 2005, em espaçamento de 3x3 m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com dez repetições, sendo cada repetição composta por 10 plantas. Foram testados dois tratamentos, a saber: 1) com aplicação do fungicida triadimenol (Bayfidan, na concentração de 0,5 mL/L do i.a.) e 2) sem aplicação de fungicida. A aplicação do referido fungicida foi feita por meio de pulverizador costal a intervalos quinzenais, totalizando sete vezes durante a condução do experimento.

### **3.3. Fases do experimento**

O experimento se dividiu em duas fases, a saber:

Fase 1: iniciou-se em abril de 2005 com o plantio das mudas. Após o plantio e adaptação das mudas em campo avaliou-se a incidência da ferrugem do eucalipto, a altura e a biomassa das plantas. Avaliou-se a incidência da doença e altura das plantas em todos os blocos do experimento, sendo que a biomassa foi avaliada em 4 blocos (1, 2, 3 e 4). Para a avaliação da biomassa foi necessário realizar o corte das plantas nos quatro blocos, o qual ocorreu quando as plantas atingiram seis meses de idade, assim realizou-se primeiramente a avaliação da incidência da doença e altura das plantas e posteriormente a avaliação da biomassa pelo método destrutivo das plantas. Deste modo, dos dez blocos que constituíam o experimento seis foram deixados para quantificação de outras variáveis.

Fase 2: Foi realizada de 2005 a 2009. Durante os quatro anos avaliou-se a altura e diâmetro das plantas nos seis blocos restantes (5, 6, 7, 8, 9 e 10).

### **3.4. Quantificação da intensidade da ferrugem, da altura, da biomassa e do diâmetro da planta**

A incidência da ferrugem (presença e ausência de pústulas) foi quantificada semanalmente nas vinte primeiras folhas a partir do ápice principal da planta, durante quatro meses, no período de junho a setembro de 2005, sendo que nos meses de junho foi avaliado a última semana e em setembro a primeira semana, totalizando dez avaliações.

A altura da planta foi avaliada mensalmente no período de junho a setembro, perfazendo um total de quatro avaliações. Para tal empregou-se inicialmente uma régua metálica para avaliar as plantas na primeira fase do experimento e

quando as plantas estavam maiores, na segunda fase do experimento, utilizou-se o clinômetro.

O diâmetro das plantas foi avaliado a partir do primeiro ano do plantio nos blocos 5, 6, 7, 8, 9 e 10, empregando-se uma fita diamétrica.

Para determinação da biomassa da parte aérea das plantas foi utilizado o método destrutivo em quatro blocos (1, 2, 3 e 4), em que todas as plantas dos mesmos foram cortadas aos seis meses de idade e todo conjunto de folhas e galhos foram pesados para obter o peso total úmido no campo – PU(c). Posteriormente, retirando-se uma amostra do peso conhecido do conjunto de folhas e galhos – PU(a) para determinação do peso da matéria seca – PS(a). Para isso as amostras foram levadas ao laboratório e colocadas para secar em uma estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 65°C para folhas e 103 °C para galhos até massa constante. Uma vez realizadas a coleta dos dados de campo e as análises laboratoriais, a biomassa da parte aérea da planta foi obtida pela seguinte expressão (SOARES, 1995):

$$PS(c)=PU(c).PS(a)/PU(a)$$

em que:

PS(c) = biomassa, em kg;

PU(c) = peso da matéria úmida de folhas e galhos;

PU(a) = peso de matéria úmida da amostra levada ao laboratório, em kg; e

PS(a) = peso da matéria seca da amostra, em kg.

Após o corte das plantas em quatro blocos (1, 2, 3 e 4), as avaliações de altura e diâmetro prosseguiram por quatro anos nos demais blocos (5, 6, 7, 8, 9 e 10).

### 3.5. Análise temporal

O estudo da análise temporal da ferrugem foi realizado por meio de avaliações do desenvolvimento da doença ao longo do tempo. Os dados de incidência da doença foram registrados e utilizados tanto para a análise temporal quanto para a quantificação dos danos. A partir dos dados de incidência média da ferrugem do eucalipto foram plotadas as curvas de progresso da doença. Para o estudo do progresso de doenças, utilizaram-se os modelos empíricos Logístico, Gompertz e Monomolecular (JESUS JUNIOR et al., 2004a).

$$\text{Logito: } y = \ln(y/(1-y))$$

$$\text{Monito: } y = \ln(1/(1-y))$$

$$\text{Gompito: } y = -\ln(-\ln(y))$$

em que:

$y$  = Proporção de doença; Proporção = incidência/100 (JESUS JUNIOR et al., 2004a).

A determinação do  $R^2$  e dos coeficientes (Interseção e Variável X1) do logito, monito e gompito, foi realizada por meio da regressão entre os valores reais de logito, monito e gompito, e período das avaliações, em dias (01, 10, 19, 28, 38, 45, 52, 59, 67 e 73 dias). Estes foram ajustados de acordo com dados reais e previstos, com obtenção dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), e coeficiente de determinação ajustado da análise de regressão ( $R^{2*}$ ) (CORNELL; BERGER, 1987; JESUS JUNIOR et al., 2004a). Para o cálculo de  $R^{2*}$  foi necessário calcular os dados previstos para logito, monito e gompito. Assim, calculou-se a variável  $y_0$ , sendo:

$$\text{Logito: } y_0 = (\exp(y))/(1 + \exp(y))$$

$$\text{Monito: } y_0 = (\exp(y) - 1)/(\exp(y))$$

$$\text{Gompito: } y_0 = (-\exp(-y))$$

Posteriormente à determinação de  $y_0$  para cada condição, calculou-se cada modelo previsto:

$$\text{Logito: } Y = 1 / (1 + ((1/y_0) - 1) * \exp(-r*t))$$

em que:

$y_0$  =  $y_0$  calculado para Logito;

$r$  = Variável X1 obtida para Logito; e

$t$  = Período da avaliação.

$$\text{Monito: } Y = 1 - (1 - y_0) * \exp(-r*t)$$

em que:

$y_0$  =  $y_0$  calculado para Monito;

$r$  = Variável X1 obtida para Monito; e

$t$  = Período da avaliação.

$$\text{Gompito: } Y = \exp(-(-\ln(y_0)) * \exp(-r*t))$$

em que:

$y_0$  =  $y_0$  calculado para Gompito;

$r$  = Variável X1 obtida para Gompito; e

$t$  = Período da avaliação.

A partir dos dados de incidência da doença ao longo do tempo foram obtidos os valores totais de Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), considerando a epidemia total em cada clone e em cada tratamento, visando análise comparativa de suscetibilidade dos dois clones à ferrugem.

A AACPD foi determinada por meio de integração trapezoidal (SHANER; FINNEY, 1997).

$$\text{AACPD} = \sum_{i=1}^n [(Y_i + Y_{i+1}) / 2] \times [(t_{i+1} - t_i)]$$

em que:

$Y_i$  = incidência da doença;

$(T_{i+1} - T_i)$  = intervalo entre duas avaliações consecutivas;

$n$  = número total de observações; e

$\Sigma$  = somatório.

### 3.6. Quantificação de danos

Os danos causados pela ferrugem do eucalipto foram quantificados a partir das variáveis biomassa (kg), altura (h) e volume ( $m^3$ ). Nos blocos 1, 2, 3 e 4 foram avaliadas a altura e a biomassa das plantas nos primeiros seis meses e nos outros blocos (5, 6, 7, 8, 9 e 10) foram avaliadas altura e diâmetro à altura do peito (DAP) de cada planta ao longo dos quatro anos. A produção individual de madeira (volume em metros cúbicos) foi calculada utilizando-se a fórmula:

$$V = (\pi \times d^2) \times h \times 0,5$$

em que:

$V$  = volume individual do tronco ( $m^3$ );

$d$  = diâmetro à altura do peito (m);

$h$  = altura total (m); e

0,5 = referente ao fator de forma genérico.

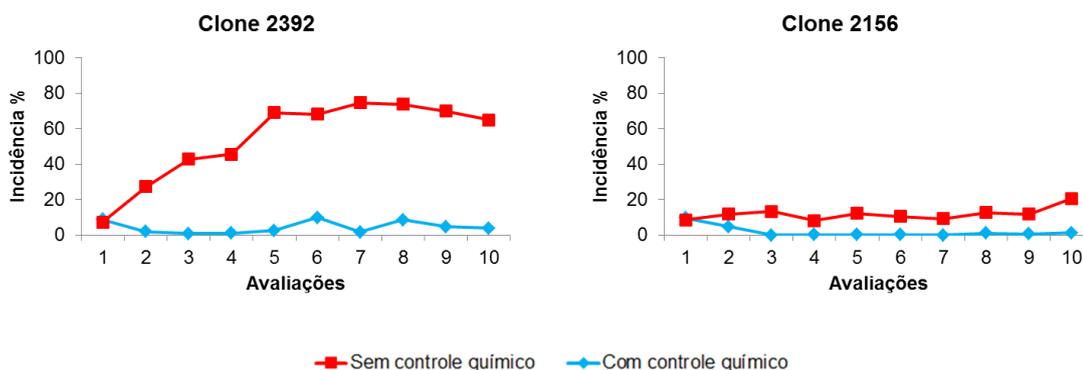
Realizou-se análise estatística das variáveis estudadas para avaliar qual clone foi mais afetado pela ferrugem do eucalipto. Para tal empregou-se análise de variância pelo teste F fatorial e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) por meio do software SISVAR 5.3.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análise temporal

A partir dos dados obtidos das dez avaliações verificou-se que a incidência da doença foi maior no clone 2392, o qual pode ser considerado mais suscetível em relação ao clone 2156. A diferença de resistência entre os dois clones pode ser verificada nas plantas que não receberam aplicação de fungicida (sem controle químico), no caso do clone 2392 verificou-se incidências próximas a 80%, enquanto que no clone 2156 a incidência máxima foi inferior a 20%. Adicionalmente, fica evidente a importância da aplicação de fungicida (com controle químico), principalmente para o clone 2392, mais suscetível à ferrugem (Figura 3). Para os dois clones o controle químico proporcionou redução na incidência da doença, porém o efeito foi mais pronunciado para o clone mais suscetível (2392).

Figura 3. Incidência média (%) da ferrugem do eucalipto quantificada semanalmente de junho (última semana) a setembro (primeira semana) de 2005.



Fonte: o autor.

Dentre os modelos testados (Logístico, Gompertz e Monomolecular), o Logístico foi o que melhor se ajustou ao patossistema estudado para o clone 2156 (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Coeficientes da regressão linear entre os valores reais de logito, monito e gompito e o período das avaliações da incidência da ferrugem para o clone 2156, utilizando fungicida triadimenol como controle químico.

Clone 2156	Logístico	Monomolecular	Gompertz
Interseção	-7,3532	0,0748	-1,4893
Variável X1	-0,0106	-0,0013	-0,0073
R <sup>2</sup>	0,7535	0,4582	0,7414
R*	0,7227	0,3905	0,7090

Fonte: o autor.

Tabela 2 - Coeficientes da regressão linear entre os valores reais de logito, monito e gompito e o período das avaliações da incidência da ferrugem para clone 2156, sem a utilização de controle químico.

Clone 2156	Logístico	Monomolecular	Gompertz
Interseção	-1,9814	0,1280	-0,7478
Variável X1	0,0051	0,0008	0,0023
R <sup>2</sup>	0,2020	0,1913	0,1982
R*	0,1023	0,0902	0,0980

Fonte: o autor.

Verificou-se que os valores de R<sup>2\*</sup>, nas dez avaliações, foram superiores quando se empregou o modelo Logístico para o clone 2156, nos dois tratamentos (com e sem controle químico) e para o clone 2392 (Tabela 3) somente no tratamento com controle químico.

Tabela 3 - Coeficientes da regressão linear entre os valores reais de logito, monito e gompito e o período das avaliações da incidência da ferrugem para clone 2392, utilizando fungicida triadimenol como controle químico.

Clone 2392	Logístico	Monomolecular	Gompertz
Interseção	-3,6440	0,0441	-0,7478
Variável X1	0,0079	0,0001	0,0023
R <sup>2</sup>	0,0085	0,0071	0,0077
R*	-0,1154	-0,1170	-0,1163

Fonte: o autor.

Os dados do clone 2392 sem controle químico melhor se ajustaram ao modelo Monomolecular, alcançando valor de R<sup>2</sup> de 0,8575 (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficientes da regressão linear entre os valores reais de logito, monito e gompito e o período das avaliações da incidência da ferrugem do clone 2392, sem a utilização de controle químico.

Clone 2392	Logístico	Monomolecular	Gompertz
Interseção	-1,3104	0,2761	-0,4003
Variável X1	0,0375	0,0158	0,0246
R <sup>2</sup>	0,7634	0,8575	0,8148
R*	0,7338	0,8397	0,7916

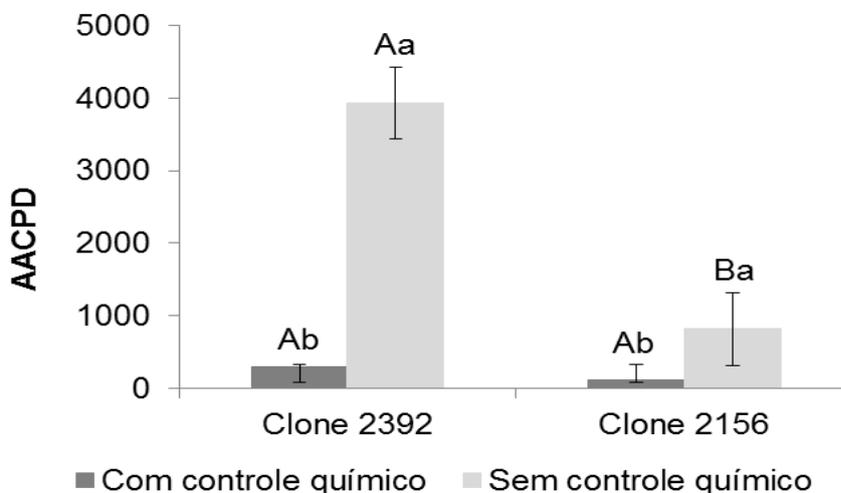
Fonte: o autor.

Os valores de R<sup>2</sup> foram baixos para o clone 2156 no tratamento sem controle químico, e para o clone 2392 não foi possível ajustar o mesmo modelo para os dois tratamentos.

Como não foi possível ajustar um único modelo aos dados dos dois clones e das duas estratégias de controle (com e sem controle químico), empregou-se os dados da AACPD para comparar os efeitos dos tratamentos. Assim, realizou-se o cálculo da AACPD para verificar se havia diferença de resistência entre os clones e se o emprego do controle químico foi eficiente.

Com base nos dados da AACPD (Figura 4) verificou-se diferença significativa entre os dois clones ao ser realizado o controle químico da ferrugem. A não utilização de controle químico gerou elevado valor de AACPD, para o clone 2392. O clone 2156, híbrido de *E. grandis* x *E. dunnii* é mais resistente à ferrugem em relação ao clone 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, uma vez que apresentou menor AACPD mesmo sem a utilização de controle químico.

Figura 4. Área abaixo da curva de progresso da ferrugem do eucalipto para os clones 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, e 2156, híbrido de *E. grandis* x *E. dunnii*, considerando os tratamentos com e sem controle químico.



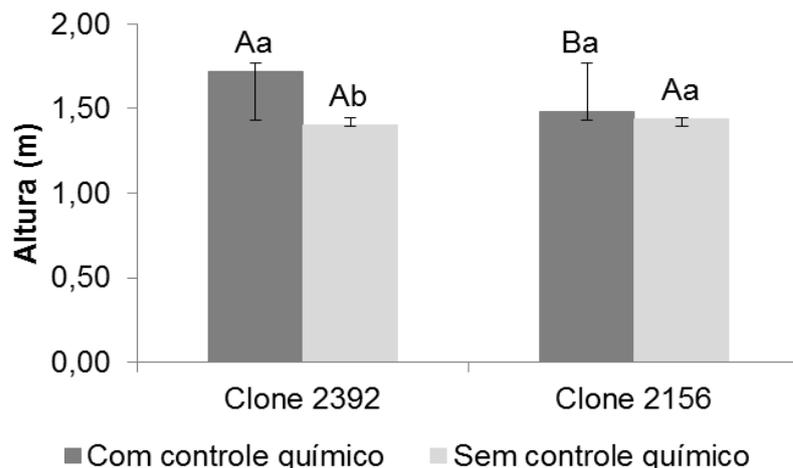
Letras maiúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os clones dentro do mesmo tratamento e letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos no clone pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Fonte: o autor.

#### 4.2. Quantificação de danos

Para o clone 2392 foi verificado que o controle químico proporcionou aumento do crescimento da planta, sendo que a altura foi de 1,72 m e 1,41 m para plantas tratadas e não tratadas com fungicida, respectivamente. Já para o clone 2156 não se detectou efeito do controle químico no crescimento da planta, uma vez que a altura foi de 1,48 m nas plantas que receberam controle químico e de 1,44 m nas plantas que não receberam controle químico (Figura 5).

Figura 5. Altura média dos clones 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, e 2156, híbrido de *E. grandis* x *E. dunnii*, aos seis meses de idade, com e sem controle químico.

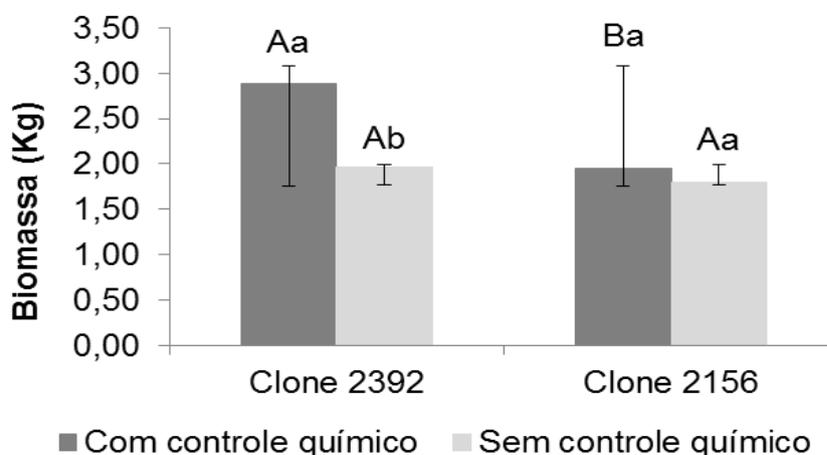


Letras maiúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os clones dentro do mesmo tratamento e letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos no clone pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Fonte: o autor.

Para a variável biomassa, avaliada nos blocos 1, 2, 3 e 4, observou-se que a produção foi maior para o clone 2392 quando foi utilizado controle químico. Já para o clone 2156 não houve diferença quanto a utilização de controle químico sobre a produção de biomassa (Figura 6).

Figura 6. Peso médio da matéria seca da parte aérea dos clones 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, e 2156, híbrido de *E. grandis* x *E. dunnii*, nos tratamentos com e sem controle químico.

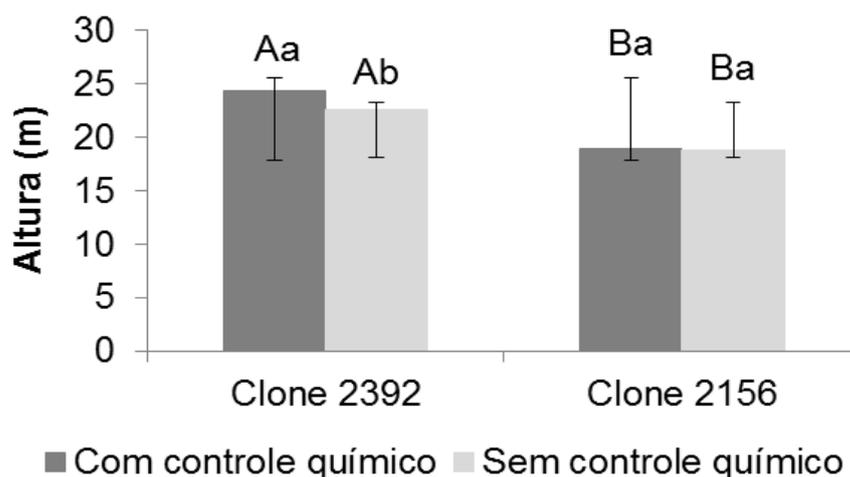


Letras maiúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os clones dentro do mesmo tratamento e letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos no clone pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Fonte: o autor.

Ao final dos quatro anos de avaliação do experimento observou-se que o clone 2392 apresentou maior altura (24,34m e 22,48m), respectivamente, para os tratamentos com e sem controle químico em relação ao clone 2156 (18,92m e 18,79m). Para o clone 2156 a utilização ou não de controle químico não influenciou no crescimento em altura das plantas (Figura 7).

Figura 7. Altura média das plantas dos clones 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, e 2156 híbrido, *E. grandis* x *E. dunnii*, com quatros anos de idade, com e sem controle químico.



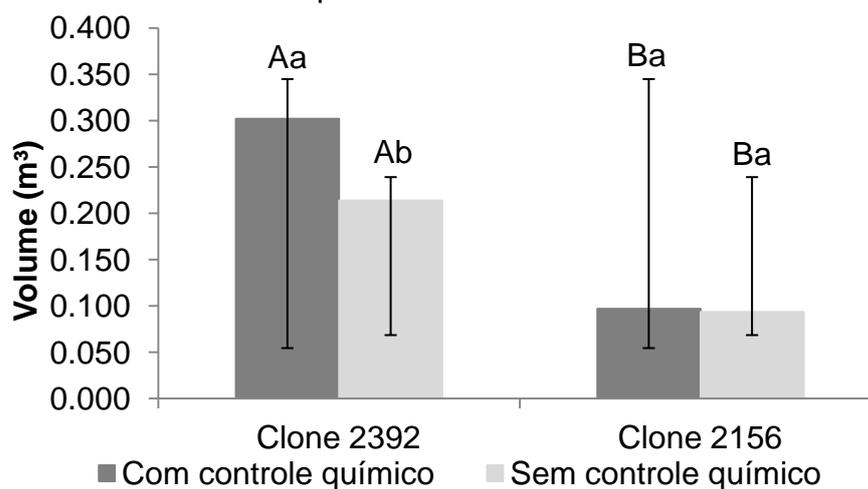
Letras maiúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os clones dentro do mesmo tratamento e letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos no clone pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Fonte: o autor.

Para a variável volume de madeira verificou-se que o clone 2392 produziu maior volume em relação ao clone 2156, independente da utilização ou não do controle químico, sendo que com o controle químico a produção deste clone foi maior. Para o clone 2156 o controle químico não influenciou estatisticamente na produção de volume de madeira (Figura 8).

]

Figura 8. Volume médio da madeira no quarto ano dos clones 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, e 2156 híbrido, *E. grandis* x *E. dunnii*, nos dois tratamentos com e sem controle químico.



Letras maiúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os clones dentro do mesmo tratamento e letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos no clone pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Fonte: o autor.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Análise temporal

A diferença de ajuste de modelos entre os dois clones pode ser explicada em partes pelo fato dos clones serem híbridos de cruzamentos diferentes, sendo o 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, e 2156, híbrido de *E. grandis* x *E. dunnii*, esse fator pode ter contribuído para um ajuste de modelos diferentes.

Santos (2006), quando quantificou a ferrugem do eucalipto em plantios irrigados obteve ajuste dos dados da epidemia ao modelo logístico. Por outro lado, Masson (2009) ao analisar a dinâmica temporal da ferrugem em clones de *E. grandis* e híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* obteve valores de  $R^{2*}$  superiores para o modelo Monomolecular.

Considerando que para o clone 2392 obteve-se um melhor ajuste empregando-se modelo logístico para o tratamento com controle químico e ajuste para o modelo monomolecular para o tratamento sem a utilização de controle químico optou-se por utilizar a AACPD para comparação das epidemias.

Com base nos valores de AACPD constatou-se que o clone 2156 é mais resistente à ferrugem em relação ao 2392, uma vez que apresentou menor AACPD, mesmo sem a utilização de controle químico.

Silva (2012), utilizando os dados de AACPD para analisar a resistência parcial de dez espécies de eucalipto à ferrugem em casa de vegetação, distinguiu dois grupos, um suscetível e outro resistente, sendo que as espécies *E. dunni* e *E. grandis* foram consideradas suscetíveis à ferrugem e as espécies *E. urophylla* e *E. urograndis* resistentes. Por outro lado, Pinto (2010) verificou em teste de campo em um plantio seminal, menor severidade da ferrugem em *E. dunnii*, em que aproximadamente 70% das progênies testadas receberam nota 0 (plantas imunes) e algumas tiveram a nota 3 (esporulações generalizadas em folhas e ramos, causando danos importantes).

Grandes diferenças na suscetibilidade à *P. psidii* podem ocorrer entre *Eucalyptus* spp. mesmo em espécies mais suscetíveis de eucalipto como o *E. grandis* mostra variação entre lotes de sementes apresentando plantas resistentes ou imunes quanto realizado o plantio seminal (TOMMERUP; ALFENAS; OLD, 2003). Além disso, plantações comerciais de eucalipto com um único genótipo (Clone) podem resultar na seleção não intencional e reprodução da variabilidade do patógeno específico que pode suplantar a resistência da planta (SILVA et al., 2013). Assim, vários fatores podem interferir na resistência de uma espécie a determinado patógeno, como origem da espécie, plantios seminais ou clones, condições ambientais favoráveis a infecção, capacidade de o patógeno superar a resistência da planta, etc.

## 5.2. Quantificação de danos

A aplicação do fungicida triadimenol (Bayfidan) foi efetivo para o clone 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*, levando à redução da incidência da ferrugem e proporcionando maior altura, produção de biomassa e volume de madeira das plantas. Estes resultados corroboram com os obtidos por outros autores, que verificaram, por exemplo, que o fungicida triadimenol, utilizado de forma curativa, foi eficiente no controle da ferrugem mesmo sendo aplicado quatro dias após a inoculação do patógeno (ZAUZA et al., 2008). Massom (2009) verificou que a utilização do fungicida azoxistrobina proporcionou maior crescimento das plantas de eucalipto em comparação a plantas não tratadas. Além disso, Takahashi (2002) e Santos (2006) concluíram que a doença pode causar reduções da ordem de até 50% na produção de volume de madeira. Balmelli et al. (2013) relataram diminuição de 20 a 25% no diâmetro final de plantas de eucalipto com 6 anos de idade em função da ferrugem.

Portanto, o emprego de fungicida pode ser importante no manejo da ferrugem, especialmente no caso de plantios de clones suscetíveis a doença.

A ferrugem afeta diretamente o crescimento e a produção de plantas de eucalipto dado que causa necrose da área foliar e, conseqüentemente, destruição da clorofila e redução da fotossíntese, levando a diminuição do crescimento e da produção da planta (ZAMBOLIM; JESUS JUNIOR, 2012).

Alves et al. (2011) verificaram que plantas de clones de *E. urophylla*, considerados suscetíveis a ferrugem, tiveram as taxas fotossintéticas reduzidas principalmente por limitações bioquímicas para a fixação de carbono, sendo que as reduções das taxas fotossintéticas foram proporcionais à área foliar doente. De acordo com os autores a infecção pela ferrugem provoca fotoinibição crônica da fotossíntese.

Contudo, apesar de alguns resultados de pesquisas mostrarem que a ferrugem afeta o crescimento e a produção das plantas de eucalipto ainda são escassos os trabalhos que analisam o efeito da doença na fisiologia das plantas. Assim, são necessários estudos envolvendo os vários aspectos da fisiologia do parasitismo, visando entender os mecanismos afetados pelo patógeno.

## 6. CONCLUSÕES

O clone 2156, híbrido de *E. grandis* x *E. dunnii*, é mais resistente à ferrugem em comparação com o clone 2392, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*.

O clone 2392 é mais suscetível à ferrugem, no entanto mais produtivo em relação ao clone 2156, dado que mesmo apresentando altos valores de incidência ainda assim foi mais produtivo que o clone 2156.

Para o clone 2392 é necessária a realização do controle químico visando minimizar os danos causados pela doença, enquanto que para o clone 2156 a mesma é dispensável.

## REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**, 2 ed., Viçosa, MG: UFV, 2009. 500 p.

ALVES, A. A. GUIMARÃES, L. M. S.; CHAVES, A. R. M.; DAMATTA, F. M.; ALFENAS, A. C. Leaf gas exchange and chlorophyll a fluorescence of *eucalyptus urophylla* in response to *Puccinia psidii* infection. **Acta Physiologiae Plantarum**, [S.l.], v. 33, n. 5, p. 1831-1839, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - BRACELPA. **Eucalipto**. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136>. Acesso: 08 ago. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTOS DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico 2013**: ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013, 148 p.

AUER, C. G.; FIGUEREDO, A. S.; BORA, K. C. **A Ferrugem do Eucalipto na região sul**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 252).

BALMELLI, G.; SIMETO, S.; ALTIER, N.; MARRONI, V.; DIEZ, J. J. Long term losses caused by foliar diseases on growth and survival of *Eucalyptus globulus* in Uruguay. **New Forest**, [S.l.], v. 44, n. 2, p. 249-263, 2013.

BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D. B.; AMORIM, L.; GODOY, C. V.; BERGER, R. D. Avaliação de danos causados por doenças de plantas. **Revisão anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 3, p. 133-84, 1995.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532 p.

CORNELL, J. A.; BERGER, R. D. Factors that influence the value of the coefficient of determination in simple linear and non linear regression models. **Phytopathology**, [S.l.], v. 77, n. 1, p. 63-70, 1987.

CRUZ, K. R. O.; SANTOS, A. F.; AUER, C. G. Efeito de diferentes temperaturas na germinação de uredinósporos de *Puccinia psidii*. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 8., 2009, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 186).

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

FERREIRA, F. A.; MILANI, D. **Diagnose visual e controle de doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil**. Viçosa: UFV, 2012. 98 p.

FERREIRA, F. A. **Patologia Florestal**: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: SIF, 1989. 570p.

FIGUEIREDO, M. B.; COUTINHO, L. N.; HENNEN, J. F. Estudos para determinação do ciclo vital de *Puccinia psidii* Winter. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 7., 1984, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1984. resumo nº 32.

FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEI, R. M.; BARROSO, D. G.; DAHER, R. F. Efeito das variações biométricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 1-11, 2011.

FORZZA, F. C. et al., **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 871 p.

FURTADO, E. L.; MORAES, W. B.; MASSON, M. V. Uso de fungicidas no manejo integrado de doenças em espécies florestais. In: NÚCLEO DE ESTUDOS EM FITOPATOLOGIA – NEFIT. **Patologia Florestal**: desafios e perspectivas. São Carlos-SP: Suprema, 2013. p. 351-371.

GLEN, M.; ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; WINGFIEL, MOHAMME, J. C. *Puccinia Psidii*: A Threat to the Australian Environment and Economy – A Review. **Australasian Plant Pathology**, [S.l.], v. 36, n. 1, p. 1-16, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mucuri**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=292200.2010>>. Acesso: 01 set. 2013.

JESUS JUNIOR, W. C.; POZZA, E. A.; VALE, F. X. R.; AGUILERA, G. M. Análise temporal de epidemias. In: VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perffil, 2004a. p. 127-188.

JESUS JUNIOR, W. C.; VALE, F. X. R.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação de danos e perdas. In: VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perffil, 2004b. p. 271-297.

JOFFILY, J. Ferrugem do eucalipto. **Bragantia**, Campinas, v. 4, n. 8, p. 475-87, 1994.

MAFIA, R. G.; ABAD, J. I. M.; FERREIRA, M. A. Desafios e perspectivas para o controle de doenças do eucalipto. In: NÚCLEO DE ESTUDOS EM FITOPATOLOGIA – NEFIT. **Patologia Florestal**: desafios e perspectivas. São Carlos-SP: Suprema, 2013. p. 119-136.

MASSON, M. V. **Ferrugem do eucalipto: planejamento evasivo, estimativa de dano e análise da viabilidade do controle químico**. 2009 167 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009.

MASSON, M. V.; MORAES, W. B.; MATOS, W. C.; ALVES J. M.; FURTADO, E. L. Eficiência e viabilidade econômica do controle químico da ferrugem do eucalipto em condições de campo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 107-112, 2011.

NUTTER, F. W.; TENG, P. S.; SHOKES, F. M. Disease assesment terms and concepts. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, p. 1187-1188, 1991.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A. HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113 p. (Documentos 38).

PINTO, C. da S. **Variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus dunnii* MAIDEN para resistência a ferrugem (*Puccinia psidii* WINTER)**. 2010. 48 f. Dissertação (Mestrado Ciências Florestais) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010.

RUIZ, R. A. R.; ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; VALE, F. X. R. do. 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, v. 14, n. 1, p. 55-61, 1989.

SANTOS, A. F. **Doenças do Eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001, 20 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 45).

SANTOS, C. A. G. **Estudos epidemiológicos da ferrugem do eucalipto causado por *Puccinia psidii* em plantios irrigados**. 2006, 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2006.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 67, n. 6408, p. 1051-1056, 1977.

SILVA, D. E. M. **Quantificação da Resistência Parcial em Espécies de Eucalipto à ferrugem (*Puccinia psidii* Winter)**. 2012, 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

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

SOARES, C. P. B. **Modelos para estimar a biomassa da parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis* na região de Viçosa, Minas Gerais.**

Viçosa: UFV, 1995. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

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 Agronômicas, Botucatu, 2002.

TEXEIRA, D. A.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G.; MAFFIA, L. A.; FERREIRA, M. F. Evidências de indução de resistência sistêmica à ferrugem do eucalipto mediada por rizobactérias promotoras do crescimento de plantas.

**Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 1-7, 2005.

TOMMERUP, I. C.; ALFENAS, A. C.; OLD, K. M. Guava rust in Brazil – a threat to *Eucalyptus* and other Myrtaceae. **New Zealand Journal of Forestry Science**, [S.l.], v. 33, n. 3, p. 420-428, 2003.

VANDERPLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control.** New York: Academic Press, 1963. 349p.

ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. Efeitos de doenças nas funções fisiológicas das plantas: classificação das doenças infecciosas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C.; PEREIRA, O. L. **O Essencial da Fitopatologia.** Viçosa: UFV, DEF, v. 01, 2012, 364p.

ZAUZA, E. A. V.; COUTO, M. M. F.; MAFFIA, L. A.; ALFENAS, A. C. Eficiência de Fungicidas Sistêmicos no Controle da Ferrugem *do Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 829-835, 2008.

ZAUZA, E. A. V.; COUTO, M. M. F.; LANA, V. M.; MAFFIA, L. A.; ALFENAS, A. Vertical spread of *Puccinia psidii* urediniospores and development of eucalyptus rust at different heights. **Australasian Plant Pathology**, [S.l.], v. 39, n. 2, p. 141–145, 2010.