PADRONIZAÇÃO DE METODOLOGIA DE INOCULAÇÃO E AVALIAÇÃO DA
RESISTÊNCIA DE *Eucalyptus* spp À FERRUGEM CAUSADA
POR *Puccinia psidii* WINTER

HILÁRIO ANTÔNIO DE CASTRO

Engº Agrº - ESAL

Orientador : Prof. Dr. TASSO L. KRÜGNER

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiróz" da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de concentração :
Fitopatologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Setembro, 1983

À minha esposa
e aos nossos filhos,
dedico .

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a todos que de uma ou outra forma contribuíram para a realização deste trabalho, e, em particular :

Aos departamentos de Fitossanidade da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) e de Fitopatologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ).

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Ao professor Dr. Tasso Leo Krugner.

Ao professor Dr. Armando Bergamin Filho.

Aos professores Dr. Eric Balmer, Dr. Hiroshi Kimati, Dr. Clélio Lima Salgado, José Carlos Matys, Dr. Antonio Natal Gonçalves, Dr. Fábio Poggiani, Dr. Walter de Paula Lima e Dr. Mário Ferreira.

Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia da ESALQ.

Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), através de seus técnicos e funcionários.

Aos operários do viveiro do Departamento de Silvicultura da ESALQ.

A Aracruz Florestal S/A, na pessoa da Engenheira Agrônoma

Yara Kiemi Ikemori.

A Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara, na pessoa do Engenheiro Florestal Carlos J. Mendes.

Ao jovem Tarley Moreira Simplício.

Aos acadêmicos Celso G. Auer, Cristina H.F. Ideriha, Maria Stela C. Cappello, e Arlete B. Marchi.

Aos pesquisadores Dr. José O. M. Menten e Dr. Paulo T.G. Guimarães .

Ao Engenheiro Agrônomo Carlos Henrique Mattioli.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação e demais amigos.

Ao Sr. Tadeu de Paula.

ÍNDICE

	<u>Página</u>
RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Metodologia de inoculação.....	3
2.2. A ferrugem do eucalipto	8
2.2.1. Aspectos gerais.....	8
2.2.2. Resistência de <i>Eucalyptus</i> spp a <i>Puccinia</i> <i>psidii</i>	9
2.3. Avaliação de resistência de plantas a patóge - nos.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Espécies, procedências e clones de <i>Eucalyptus</i> e isolados de <i>Puccinia psidii</i> que foram utili- zados nos estudos de metodologia de inoculação e de avaliação de resistência.....	18
3.2. Metodologia de inoculação.....	21
3.2.1. Período de câmara-úmida após a inocula- ção necessário para que ocorra ferrugem e seu efeito na quantidade de ferrugem.	21
3.2.2. Influência da luz e temperatura, duran- te o período de câmara-úmida (12 horas), na frequência de infecção de <i>Puccinia</i> <i>psidii</i> em <i>Eucalyptus</i>	22
3.2.3. Concentração de inóculo mais adequada para avaliação dos parâmetros monocíclic cos.....	23
3.2.4. Influência da face foliar inoculada na	

	<u>Página</u>
manifestação da ferrugem.....	24
3.2.5. Influência da temperatura na manifesta - ção da ferrugem.....	25
3.3. Avaliação da resistência de <i>Eucalyptus</i> spp e <i>Puccinia psidii</i> através da análise do componen- tes da resistência.....	26
3.3.1. Comportamento dos clones de <i>E. grandis</i> ..	28
3.3.2. Comportamento das procedências de <i>Eucalyptus</i> spp	29
3.3.3. Correlação entre os parâmetros monocíclic <u>o</u> s avaliados para os clones e para as procedências de <i>Eucalyptus</i> -.....	30
4. RESULTADOS	32
4.1. Metodologia de inoculação.....	32
4.1.1. Período de câmara-úmida, após a inocula- ção, necessário para que ocorra ferrugem e seu efeito na quantidade de ferrugem..	32
4.1.2. Influência da luz e temperatura, durante o período de incubação , na frequência de infecção de <i>Puccinia psidii</i> em <i>Eucalyptus</i>	32
4.1.3. Concentração de inóculo mais adequada pa- ra avaliação dos parâmetros monocíclicos.	34
4.1.4. Influência da face foliar inoculada na quantidade de ferrugem.....	37
4.1.5. Influência da temperatura na manifesta - ção da ferrugem.....	38
4.2. Comportamento de <i>Eucalyptus</i> spp à inoculação de isolados de <i>Puccinia psidii</i> , pela análise dos parâmetros monocíclicos.....	39
4.2.1. Comportamento dos clones de <i>E. grandis</i> ..	39
4.2.2. Comportamento das procedências de <i>Eucalyptus</i> spp	52

4.2.3. Correlação entre os parâmetros monocíclicos avaliados para os clones e para as procedências de <i>Eucalyptus</i>	63
5. DISCUSSÃO	65
5.1. Metodologia de inoculação.....	65
5.2. Resistência de <i>Eucalyptus</i> sp a <i>Puccinia psidii</i> ...	69
5.2.1. Parâmetros monocíclicos para <i>Eucalyptus</i> - <i>P.psidii</i>	69
5.2.2. Os resultados obtidos e as teorias sobre resistência de plantas às doenças.	70
5.2.3. Os resultados obtidos e o comportamento de <i>Eucalyptus</i> spp a <i>Puccinia psidii</i> em outras observações.....	79
5.2.4. Extensão prática do presente trabalho.	81
6. CONCLUSÕES	86
7. LITERATURA CITADA	88
APÊNDICE	106

RESUMO

PADRONIZAÇÃO DE METODOLOGIA DE INOCULAÇÃO E AVALIAÇÃO DA
RESISTÊNCIA DE *Eucalyptus* spp À FERRUGEM CAUSADA
POR *Puccinia psidii* WINTER

Hilário Antonio de Castro

Orientador : Tasso Leo Krü^gner

A fim de avaliar a resistência do hospedeiro, foram realizados ensaios em condições de casa de vegetação e em câmara de crescimento, para padronização da metodologia de inoculação de *Eucalyptus* spp com *Puccinia psidii*.

A análise de alguns parâmetros monocíclicos (período latente, frequência de infecção, intensidade de infecção, produção de uredosporos e período infeccioso) foi efetuada. Verificou-se que mudas de *Eucalyptus* devem ser inoculadas com 10^4 uredosporos/ml, pulverizando-se ambas as faces foliares. Período de 12 horas de câmara úmida, preferencialmente no escuro e temperatura entre 17 e 25°C, foram as condições mais adequadas para a avaliação da resistência.

A resistência de sete clones de *E. grandis* a sete isolados de *P. psidii* e a resistência de duas procedências de *E. pellita*, três de *E. grandis* e uma de *E. cloeziana* a cinco isolados do patógeno, foi avaliada. Diferenças significativas entre clones, entre procedências e entre isolados, foram detectadas. Interação de isolados com clones foram também encontradas. Baixa ou nenhuma correlação foi detectada entre os parâmetros monocíclicos testados.

Concluiu-se que ocorre resistência horizontal , vertical e vertical incompleta no sistema *Eucalyptus-P. psidii*, de acordo com as teorias existentes sobre resistência de plantas às doenças.

SUMMARY

METHODOLOGY OF INOCULATION AND EVALUATION OF RESISTANCE OF
Eucalyptus spp TO *Puccinia psidii* WINTER

Hilário Antonio de Castro

Adviser : Tasso Leo Krüger

In order to evaluate host resistance, greenhouse and growth chamber trials were carried out for standardization of the methodology of inoculation of *Eucalyptus* spp with *Puccinia psidii*.

Analysis of several monocyclic parameters (latent period, infection frequency, infection intensity, uredospore production and infeccious period) was performed. It was found that *Eucalyptus* seedlings should be inoculated with 10^4 uredospores/ml, by spraying both leaf surfaces. A period of 12 hours of moist chamber, preferably in the dark, and temperatures within the range of 17 to 25°C were the best environmental conditions tested for evaluation of resistance.

Resistance of seven clones of *E. grandis* to seven isolates of *P. psidii* and resistance of two provenances of *E. pellita*, three provenances of *E. grandis* and one provenance of *E. cloeziana* to five isolates of the pathogen were evaluated. Significant differences among clones, among provenances and among isolates were detected. Interaction of isolates with clones were also found. It occurred small or no correlation among the monocyclic parameters tested.

It was concluded that horizontal, vertical and

incomplete vertical resistance occur in the *Eucalyptus-P. psidii* system, according to the current theories of plant disease resistance.

1. INTRODUÇÃO

O fungo causador da ferrugem do eucalipto é nativo no Brasil, parasitando uma série de outras mirtáceas, como a goiabeira e o jambeiro, que servem de fonte de inóculo para esta essência introduzida (CASTRO et alii, 1983). Apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil (KRÜGNER, 1980).

A doença é conhecida no Brasil há mais de quatro décadas, em condições de viveiro. Nos povoamentos, só a partir de 1973, tem despertado a atenção de técnicos e empresas que trabalham na área, em consequência da ocorrência de surtos esporádicos, porém severos, sobre algumas espécies e/ou procedências de *Eucalyptus*, em algumas localidades do país (FERREIRA e SILVA, 1982). Estes surtos têm se tornado cada vez mais frequentes nos últimos anos, com ampliação da área de incidência da enfermidade. Há, conseqüentemente, grande preocupação por parte dos empresários e dos órgãos que trabalham com reflorestamento e florestamento com eucalipto, no sentido de cultivarem material adaptado e não suscetível a *Puccinia psidii*.

Embora outras medidas de controle da doença possam ser eficientes, o uso da resistência genética é a medida mais promissora no momento. Espécies de *Eucalyptus* resistentes à doença são já conhecidas, mas muitas vezes pouco apropriadas para

as regiões onde a mesma ocorre. Indivíduos de procedências de uma mesma espécie são encontrados livres da doença, em ataques severos.

A variabilidade genética do fungo não é conhecida, entretanto esta pode ser alta, já que isto é um fato inerente aos patógenos causadores de ferrugens. Aliada à natureza perene da cultura da essência, maior eficiência no controle à doença terá a resistência horizontal (ROBINSON, 1971), cujo efeito primordial é na taxa de desenvolvimento da doença (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975).

A triagem de resistência genética entre espécies ou dentro de uma mesma espécie de *Eucalyptus*, é possível através da inoculação artificial do patógeno em mudas, em condições artificiais. No caso da resistência horizontal é preciso avaliar os componentes desta resistência. A metodologia de avaliação destes componentes para o sistema *Eucalyptus*-*Puccinia psidii* não foi padronizada.

O presente trabalho tem como objetivos :

1. padronizar a metodologia de avaliação da resistência de *Eucalyptus* spp a *Puccinia psidii*, para triagem na fase de mudas;
2. avaliar a resistência de espécies, procedência e clones de *Eucalyptus* a *P. psidii*, em plantas na fase de mudas, através da análise dos componentes monocíclicos da resistência.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Metodologia de inoculação

A avaliação da resistência das plantas às doenças geralmente é feita pela quantificação do desenvolvimento dos patógenos e/ou dos sintomas da doença (PARLEVLIET, 1979). O processo doença, no entanto, é resultante dos elementos que determinam sua ocorrência, em incidência e severidade variável, quais sejam : a planta hospedeira, o patógeno e o ambiente (AGRIOS, 1978; KRÜGNER, 1978). Pouco existe na literatura em relação a interação *Eucalyptus* - *Puccinia psidii* - Ambiente.

Apenas as partes novas, tenras, das plantas de eucalipto, apresentam-se infectadas pelo fungo (KRUGNER, 1980; FERREIRA, 1981; FERREIRA e SILVA, 1982). Não se sabe, porém, até o momento, como ocorre a penetração do fungo no hospedeiro. O fungo *Hemileia vastatrix* penetra em folhas do cafeeiro apenas através das aberturas estomáticas (Harr e Guggenheim, 1978 citados por PAUL, 1980). Assim a penetração de *H. vastatrix* só ocorre na face inferior das folhas do cafeeiro, que é a única a possuir estômatos (CHAVES et alii, 1970). *Uromyces phaseoli* que também penetra através dos estômatos em folhas do feijoeiro, normalmente o faz em qualquer das faces foliares (WYNN, 1976). Alguns fungos causadores de ferrugens, como é o caso de *Phakopsora pachyrhizi*, a penetração do tubo germinati-

vo se dá diretamente através da cutícula (LITTLEFIELD, 1981 ; STAPLES e TOENNIESSEN, 1981).

Para a comparação dos genótipos a serem avaliados, necessária se faz obter densidades adequadas de pústulas por área foliar (PARLEVLIET, 1979), a fim de evitar as interferências no valor dos outros parâmetros. IMHOFF et alii (1982) verificaram significativa variação na produção de uredosporos de *Uromyces phaseoli* var. *typica* quando se tinha alta ou baixa densidade de pústulas por folha de feijoeiro. Interferência similar à que ocorre na produção de esporos é também verificada no período infeccioso, ou seja, com alta densidade de pústulas há uma redução no período infeccioso (PARLEVLIET, 1979).

No único trabalho de inoculação de *Puccinia psidii* em eucalipto encontrado na literatura, FERREIRA E SILVA (1982) utilizaram a concentração de $1,2 \cdot 10^6$ uredosporos por mililitro, aplicando-se a suspensão de uredosporos por pulverização em ambas as faces foliares, até o início do escorrimento. Para outras ferrugens normalmente são utilizadas suspensões de uredosporos menos concentradas, também em pulverizações. COELHO e CHAVES (1975) e MENTEN (1980) utilizaram suspensões com $2 \cdot 10^4$ uredosporos/ml do agente causador da ferrugem do feijoeiro, em pulverizações. O mesmo fizeram RIBEIRO DO VALE et alii (1981a) em relação a *Phakopsora pachyrhizi* da soja. Esta relação inóculo e doença é muito bem discutida por VAN DER PLANK (1975).

Além da pulverização da suspensão de esporos às folhas, MENTEN (1980) relacionou uma extensa série de trabalhos que usaram outros métodos de aplicação do inóculo às folhas suscetíveis. Entre eles se inclui o pincelamento da suspensão de esporos ou sua distribuição por esfregação às faces das folhas. Também se usa distribuir os esporos sobre as superfícies foliares previamente pulverizadas com água. Para *Puccinia*

psidii em goiabeira, o método de inoculação mais eficiente foi o pincelamento da suspensão de esporos às folhas dos dois últimos pares (CASTILHO et alii, 1982).

Dos vários fatores ambientes que exercem efeitos sobre as doenças das plantas, a temperatura, a umidade e a luz fazem parte dos mais importantes (AGRIOS, 1978; KRÜGNER, 1978). Um destes fatores e/ou os outros podem exercer influência sobre o hospedeiro e/ou sobre o patógeno e/ou sobre a interação (COLHOUN, 1973; KRÜGNER, 1978). Além da interação entre os fatores, um podendo compensar o outro, DIMOCK e BAKER (1951) e ROTEM et alii (1978), evidenciaram efeito variável da intensidade do fator ambiental sobre um dos componentes da doença em relação ao desenvolvimento da doença. Assim, enquanto que para a germinação e infecção de uredosporos de *P. antirrhini* a faixa de temperatura mais favorável está em torno de 10 a 13°C, para completar o ciclo de vida o ótimo de temperatura é de 21 a 24°C (DIMOCK e BAKER, 1951).

Apesar da complexidade dos efeitos dos fatores ambientes, alguns resultados são consistentes. É comprovado, por exemplo, o efeito inibitório da luz na germinação de uredosporos de *H. vastatrix* (CHAVES et alii, 1970). Hocking (1968) citado por CHAVES et alii (1970) verificou que a intensidade luminosa superior a 2,5fc reduziu acentuadamente a germinação dos uredosporos e o desenvolvimento das lesões. Para o máximo de germinação foram necessárias quatro horas de escuridão, mas para o máximo de infecção foi necessário período de nove horas. Outros causadores de ferrugens, como *Uromyces phaseoli*, são praticamente insensíveis à luz para a germinação (COLHOUN, 1973).

Se por um lado há o efeito da luz e do período luminoso sobre o fungo, por outro há também efeito deste componente sobre o hospedeiro (COLHOUN, 1973). Plantas de cevada

apresentam-se resistentes a infecção por *Puccinia striiformes* quando o dia excede 12 horas de luminosidade, porém suscetíveis se os dias são de curta luminosidade (BEVER, 1934). COLHOUN (1973) citou Yirgou (1965) que mencionou efeito depressivo do escuro na penetração de *Puccinia graminis* em folhas de trigo, através dos estômatos. Sugeriu-se que o mecanismo regulador da penetração por esta espécie pode envolver fatores como a quantidade de CO₂ nos espaços intercelulares, que é maior no escuro em comparação sob luz.

Embora todos os fungos causadores de ferrugem já descritos necessitem de água na forma líquida, ou no mínimo umidade relativa acima de 95%, para germinarem e penetrarem o hospedeiro (AGRIOS, 1978), há variação quanto à exigência em relação a duração do período de umidade na superfície do órgão a ser infectado. Independente do efeito da temperatura, oito horas de umidade relativa acima de 95% são suficientes para que ocorra infecção do feijoeiro por *Uromyces phaseoli* (VARGAS, 1980). Para que o cafeeiro seja infectado por *Hemileia vastatrix*, normalmente se usa deixar as plantas em câmara-úmida durante 48 horas, pois embora a germinação possa ser relativamente rápida, a formação do apressório leva mais tempo, até 48 horas (CHAVES et alii, 1970). RIBEIRO DO VALE et alii (1981b) verificaram ser necessário que as folhas de soja permanecessem molhadas por pelo menos quatro horas, para que houvesse infecção por *Phakopsora pachyrhizi*. Para obter infecção de eucalipto por *Puccinia psidii*, FERREIRA e SILVA (1982) deixaram as plantas inoculadas durante 48 horas em câmara-úmida.

A germinação dos uredosporos dos agentes causais das ferrugens é também altamente influenciada pela temperatura. Em geral existe uma temperatura que propicia máxima germinação dos uredosporos, variável para cada fungo. Também variáveis são os limites de temperatura máxima e mínima para a germinação destes esporos (KRÜGNER, 1978). Das temperaturas

15, 20, 25 e 30°C testadas para a germinação de uredosporos de *Puccinia psidii* em ágar-água, FERREIRA (1981) verificou que 15°C foi a mais favorável. A temperatura favorável para a germinação dos uredosporos de *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* é de 18 a 20°C. Contudo temperatura média de 20 a 25°C é considerada ótima para a ocorrência de epidemia (MEHTA, 1978).

Efeito marcante da temperatura é verificado também no período de incubação e na produção de esporos (COLHOUN, 1973; ROTEM et alii, 1978). O período de tempo requerido para o início da esporulação por *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* em cultivar de trigo suscetível, pode variar de cinco dias a 24°C a 85 dias a 0°C (STAKMAN e HARRAR, 1957). Para a ferrugem do cafeeiro causada por *Hemileia vastatrix*, Rayner (1961) citado por CHAVES et alii (1970) concluiu que o período de incubação varia segundo a equação : $y = 90,61 - 0,408x_1 - 0,440x_2$, para as condições de Quênia (y = período de incubação estimado; x_1 = média das temperaturas máximas; e, x_2 = média das temperaturas mínimas).

De acordo com ROTEM et alii (1978), na esporulação a temperatura interage com outros fatores, como umidade, luz, etc. Estes citaram Eyal e Peterson (1967) que demonstraram o efeito da luz e da temperatura na produção de uredosporos de cinco raças de *Puccinia recondita*. Alta intensidade luminosa foi compensada pelo efeito de baixa temperatura na taxa de maturação das pústulas em trigo.

Considerando os efeitos da temperatura sobre o patógeno, sobre o hospedeiro e sobre a interação patógeno-hospedeiro (KRUGNER, 1978), COLHOUN (1973) resumizou-os em: 1- na pré-inoculação; 2- na preservação de produtos em armazenamento; 3- na sobrevivência de patógenos; 4- na germinação de esporos; 5- no período de incubação; 6- na manifestação dos sintomas; 7- na reação de cultivares; 8- na resposta à doença por diferentes espécies de hospedeiros; 9- no vigor da planta; 10- na

produção e liberação de esporos; 11- na mutação de fungos; 12- na eficiência de fungicidas. Discutiu ainda sobre o efeito do estágio de desenvolvimento da planta na resposta a temperatura e o efeito da temperatura em relação ao estágio de desenvolvimento do fungo.

2.2. A ferrugem do eucalipto

2.2.1. Aspectos gerais

A primeira descrição de *Puccinia psidii* como agente causador da ferrugem do eucalipto no Brasil, deve-se a JOFFILY (1944). O mesmo citou, entretanto, o trabalho de Gonçalves (1929) que fez a primeira referência válida para ele, de um Uredinales parasitando eucalipto. JOFFILY (1944) mencionou ainda que, examinando material de herbário da Seção de Fitopatologia do Instituto Biológico, coletado por Gonçalves em 1932, verificou uredosporos semelhantes aos de *Puccinia* encontrados por ele sobre eucalipto.

A doença permaneceu sem destaque por um longo período de tempo, embora não esquecida. KRÜGNER (1980) afirmou que recentemente *Puccinia psidii* tem atraído a atenção pela sua ocorrência no nordeste do Espírito Santo e sudeste da Bahia, onde tem afetado mais seriamente plantações jovens de certas procedências de *E. grandis*. FERREIRA (1981) evidenciou que de 1973 a 1979, no Vale do Rio Doce e Zona da Mata de Minas Gerais e na Costa do Espírito Santo, vários ataques esporádicos porém severos de *P. psidii*, ocorreram em viveiros e plantações de *E. grandis* (procedência da África do Sul e Zimbábue), de *E. phaeotricha*, de *E. citriodora* e de *E. cloeziana*. Em 1980, houve aumento da incidência da doença nos estados e regiões referidas, tendo se verificado ataque maciço da doença em mais de 300 ha de *E. grandis* (África do Sul) com seis meses de idade (FERREIRA e SILVA, 1982). Em 1981, houve reincidências dos

ataques e expansão da doença para a Zona Metalúrgica em Minas Gerais e Sul da Bahia. FERREIRA e SILVA (1982) referiram que ocorrências severas da doença foram registradas de 1979 a maio de 1980 nas regiões do Vale do Rio Doce, Cerrado e Zona da Mata em Minas Gerais, Nordeste do Espírito Santo e Sudeste da Bahia. Atualmente a doença tem também afetado seriamente plantações de *E. grandis* e *E. cloeziana* no Distrito Florestal Norte da Bahia (KRUGNER, comunicação pessoal).

KRUGNER (1980) mencionou que a doença normal - mente não requeria medidas de controle em condições de campo. Esclarece contudo que, caso se torne necessário, o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético através de seleção, seria uma alternativa recomendável para o controle. Mais recentemente porém, KRUGNER (1982) afirmou que o plantio de procedências e espécies resistentes é, no momento, a medida de controle de aplicação mais imediata. O conhecimento prévio da suscetibilidade das espécies e procedências é importante para evitar plantios, em larga escala, das muito suscetíveis (FERREIRA e SILVA, 1982).

2.2.2. Resistência de *Eucalyptus* spp a *Puccinia psidii*

Além da existência de poucos trabalhos de avaliação de resistência de *Eucalyptus* spp a *Puccinia psidii*, a maioria deles se referem a observações de incidência no campo.

E. citriodora, de acordo com Gonçalves (1929), citado por JOFFILY (1944) é a primeira espécie sobre a qual se detectou a enfermidade. FERREIRA e SILVA (1982) que acompanharam em 1974 um ataque da doença em um experimento, com seis meses de idade, repetido em dois locais do Espírito Santo, verificaram que apenas *E. torelliana* e *E. brassiana* entre 11 espécies, não apresentavam sintomatologia da doença. Nas outras espécies a severidade era variável entre elas e também

entre as procedências de algumas destas espécies. Mostraram-se mais atacadas *E. phaeotricha* com número 9782 do serviço florestal australiano, *E. cloeziana* 9785 e *E. grandis* 8783.

Na região de Teixeira de Freitas, BA, MORAES et alii (1982) observaram, em meados de 1980 quando a doença foi constatada na região, comportamento variável das espécies e procedências, nos talhões experimentais. *E. pellita*, *E. drepanophylla*, *E. molucana*, *E. acmenoides* e *E. pyrocarpa* não apresentavam doença. *E. grandis* (África do Sul) e *E. saligna* (Austrália) apresentaram sinais leves e *E. grandis* (Zimbabwe) foi a mais severamente atacada.

Silva (1980), citado por FERREIRA e SILVA (1982), verificou num experimento no campo para avaliação de resistência ao cancro, com oito meses de idade, no Nordeste do Espírito Santo, que *E. grandis* 9583 e *E. grandis* África do Sul apresentavam 41 e 78%, respectivamente, de incidência de ferrugem nas plantas, com alta severidade, *E. grandis* 9559 e 9535 não apresentavam doença e *E. grandis* 9575 continha 12% de plantas infectadas, em baixa severidade. KRÜGNER (1980) referiu-se também que, plantações de *E. grandis* com alta incidência da doença, tem mostrado considerável variabilidade, aparentemente de natureza genética, entre as árvores. Mesmo dentro da procedência da África do Sul de *E. grandis* FERREIRA (1981) disse que há indivíduos resistentes, que se destacam por apresentar uma maior altura no campo, em relação ao restante da população suscetível.

Com relação a experimentação de campo relativa à ferrugem do eucalipto, apenas o trabalho de MORAES et alii (1982) foi encontrado publicado. Os autores instalaram o experimento na região de Teixeira de Freitas, Bahia, para avaliação da evolução da doença. As procedências : *E. cloeziana* de Mtao Forest em Zimbabwe; *E. cloeziana* de Zomerkonst na África do Sul; e, *E. grandis* de Triangle em Zimbabwe, estão sendo

avaliadas. Determinou-se a incidência da doença por planta , distribuindo-se em seis classes : I- plantas sem doença; II ; III; IV e V, plantas com respectivamente, 1 a 25%, 26 a 50% , 51 a 75% e 76 a 100% da parte aérea com doença; e VI, planta morta devido à ferrugem. Na época da instalação do experimento (março/81) as procedências estavam com, respectivamente, 4, 6 e 8 meses de plantio. Embora os resultados sejam ainda parciais, referindo-se apenas à 1a. medição, 4 meses após a implantação do ensaio, algumas conclusões foram tiradas pelos autores. Eles observaram que houve progressão da doença, nas procedências estudadas. Constataram que a ferrugem afeta o desenvolvimento das plantas, reduzindo sua altura e mesmo causando a morte das mais suscetíveis. A procedência de *E. grandis* avaliada teve 27,2% de suas plantas mortas, na época da 1a. medição, tendo se mostrado como a mais suscetível. *E. cloeziana* de Zomerkonst foi a que se mostrou menos suscetível. Concluíram ainda que é evidente o potencial de risco da doença, principalmente para as procedências mais suscetíveis e que são necessários estudos de introdução de espécies e procedências resistentes ao patógeno.

O trabalho de FERREIRA e SILVA (1982) é o único publicado na íntegra, referente à avaliação do comportamento de *Eucalyptus* spp a *Puccinia psidii*, sob condições artificiais . Testaram as procedências 9535, 9559, 9575 , 9583 e África do Sul de *E. grandis*, e, 9136 e 9371 de *E. saligna*, quanto à resistência ao fungo. Estas procedências são fontes de fornecimento de sementes para o reflorestamento no sudeste brasileiro. Mudanças com 70 dias de idade em bandejas de plástico, foram atomizadas com $1,2 \cdot 10^6$ uredosporos por ml, colocadas em câmara de nevoeiro a 22°C por 48 horas. Após foram levadas para casa de vegetação, ficando uma semana sob sombreamento parcial (debaixo do estrado de madeira) e após sobre o estrado. Doze dias após a inoculação, procederam-se às leituras, enquadrando as plantas nas categorias: altamente suscetíveis (AS), moderada -

mente suscetíveis (MS) e resistentes (R). AS foram consideradas as plantas com pústulas normais (aquelas que individualmente tivessem em média 4 mm de diâmetro e geralmente mais de 20 urédias) abundantes nos limbos e pecíolos de folhas mais novas e nos terminais dos galhos e da haste principal. MS foram aquelas com pústulas normais, geralmente esparsas ou ocasionalmente abundantes, nos limbos de folhas novas, sem esporulação nos pecíolos e terminais de galhos e da haste principal. R foram as plantas sem doença ou com pústulas puntiformes (com no máximo 1 mm de diâmetro e na maioria das vezes restringindo-se a um ponto amarelo-brilhante de esporulação do fungo) abundantes ou não nos limbos de folhas novas, sem esporulação nos pecíolos e nos terminais dos galhos e da haste principal. Das 25 mudas inoculadas de cada procedência, todas as de *E. grandis* 9583 e África do Sul, comportaram como AS. Das outras procedências, 23 plantas de 9559; 22 de 9535; e 6 de 9575 de *E. grandis*, quatro de 9136; e duas de 9371 de *E. saligna*, se comportaram como MS. O restante das 25 plantas de cada procedência se comportaram com R.

2.3. Avaliação de resistência de plantas a patógenos

O termo resistência de plantas a patógenos, segundo ROBINSON (1969), AGRIOS (1978) e RUSSEL (1978), diz respeito à capacidade de determinado genótipo evitar e/ou restringir a infecção e desenvolvimento do patógeno, quando exposto a inóculo suficiente do mesmo e sob condições ambientes favoráveis. É resultante de diversos fatores variáveis, sendo relativa. Consequentemente, há uma gradação entre resistência completa e suscetibilidade total.

A avaliação da resistência das plantas é feita indiretamente, através da medição do crescimento e desenvolvimento do patógeno (PARLEVLIET, 1979). Geralmente avaliam-se os sintomas da doença, admitindo-se que eles refletem a quantidade

de de crescimento do patógeno no hospedeiro. Esta avaliação pode ser feita através da determinação da incidência e/ou da severidade da doença (JAMES, 1974; LARGE, 1966; HORSFALL e COWLING , 1978).

Em seu primeiro livro, VAN DER PLANK (1963) estipulou dois tipos de resistência de plantas a patógenos: resistência horizontal (RH) e resistência vertical (RV). Plantas com RH apresentam-se igualmente resistentes a todas as raças do patógeno. Já as plantas com RV, são resistentes a algumas raças do patógeno mas não a outras. Este aspecto advém da capacidade ou não do patógeno vencer os mecanismos de resistência do hospedeiro.

Nos programas de melhoramento visando o controle de doenças de plantas através da resistência genética, geralmente se trabalha com a RV, pois a RH geralmente é difícil de ser manipulada (ROBINSON, 1969). Entretanto, ROBINSON (1971) formulou 14 regras referentes ao uso da RV, das quais a primeira diz que este tipo de resistência provavelmente não tem valor no caso de hospedeiros perenes. BERGAMIN F? (1976) fez uma análise destas regras em relação ao cafeeiro e *Hemileia vastatrix*, deduzindo que a característica de planta perene do cafeeiro, é o fator mais importante que pesa para não se usar RV, mas sim RH, para o controle da ferrugem neste hospedeiro. É ainda digno de ressaltar os aspectos: a grande extensão da área de plantio de *Eucalyptus* spp; a doença ser considerada de juro composto e com alta taxa de progressão; a uniformidade genética que será aumentada nos plantios de propagação vegetativa, enfatizados por ROBINSON (1976), VAN DER PLANK (1978) e por JOHNSON (1981 a e b), que determinam a prioridade do uso da RH nos programas de melhoramento florestal, para as regiões de ocorrência da doença.

De acordo com VAN DER PLANK (1963, 1968 e 1975), um dos principais efeitos da RH é epidemiológico, ou seja, refere-se a sua ação durante o progresso da doença. A RH reduz

o desenvolvimento da doença no ciclo de cultivo, isto é, reduz a taxa (r) de aumento da população do patógeno após o início da epidemia. ROBINSON (1969) referiu-se que uma das mais importantes incumbências dos fitopatologistas é desenvolver técnicas para a detecção e medição da RH. Recentemente, PARLEVLIET *et alii* (1980) afirmaram que resistência que reduz r , considerada relativamente estável e durável, pode ser detectada e avaliada de modo razoavelmente fácil e eficiente em todas as fases de um programa de seleção.

Assim, como preconizado por VAN DER PLANK (1963 a 1968), através de uma análise epidemiológica pode-se discriminar o nível de RH de diversas variedades com base no valor de r , sendo tanto maior o nível de resistência quanto menor for o valor de r . Esta metodologia, sempre executada em condições naturais de epidemia no campo (teste policíclico), tem sido amplamente empregada e é considerada como a que mais se aproxima da realidade (NELSON e MACKENZIE, 1973; BERGAMIN Fº e KIMATI, 1978; RIBEIRO, 1978; MENTEN e BERGAMIN Fº, 1981 a) . Sua grande desvantagem, porém, é exigir sempre mais trabalho, mais tempo e mais espaço para ser levada a efeito, o que a torna de custo proibitivo em programas de melhoramento de grande porte, justificando-se, portanto, a busca de soluções alternativas para o problema. Atualmente, o método alternativo que vem sendo empregado com maior frequência é a análise, em condições controladas de ambiente, dos chamados componentes da resistência (PARLEVLIET, 1979). Esses parâmetros, determinados sempre em testes monocíclicos, incluem a frequência de infecção; períodos latente, de incubação, infeccioso; produção de esporos; e, intensidade de infecção e apresentam uma correlação variável com r , dependendo do sistema hospedeiro-patógeno em estudo (ESKES, 1980; JOHNSON, 1981a; 1981 b; MENTEN e BERGAMIN Fº, 1981 b; PARLEVLIET, 1981). Dentre estes, o mais importante é o período latente (ZADOKS e SCHEIN, 1979), seguido da frequência de infecção, produção de esporos e período infeccioso (PARLEVLIET, 1979; ESKES, 1980).

A produção de esporos tem sido expressa em quantidade de esporos por unidade de área foliar, por lesão ou por unidade de superfície esporulante e é considerada como um dos mais importantes componentes da resistência (JOHNSON e TAYLOR, 1976). Apesar de sua determinação ser bastante trabalhosa, inúmeros autores têm utilizado este parâmetro nos seus estudos sobre resistência, como bem atestam os exemplos a seguir: YARWOOD (1961) com *Uromyces appendiculatus* - feijoeiro; TORRES e BROWNING (1968) com *Puccinia coronata* - aveia; MEHTA e ZADOKS (1970); TOMERLIN et alii (1983) com *Puccinia recondita* - trigo; CLIFORD (1972) com *Puccinia hordei* - cevada; JOHNSON e BOWYER (1974) com *Puccinia striiformis* - trigo; KOCHMAN e BROWN (1975) com *Puccinia graminis avenae* - aveia; ABREU (1978) com *Hemileia vastatrix* - cafeeiro.

O período infeccioso é definido como tempo durante o qual o fungo mantém-se esporulando na lesão (PARLEVLIET, 1979) e era considerado de grande importância epidemiológica (VAN DER PLANK, 1963). Apesar disso, no entanto, esse parâmetro foi pouco utilizado, devido à grande dificuldade de sua avaliação (PARLEVLIET, 1979) e, modernamente, tem-se dado menor importância à sua determinação depois que estudos com simuladores de epidemia (ZADOKS, 1971; TENG et alii, 1977) demonstraram sua importância relativa. Exemplos da utilização do período infeccioso são encontrados nos trabalhos de SZTEJNBERG e WHAL (1976), com *Puccinia graminis* e aveia, NEERVOORT e PARLEVLIET (1978), com *Puccinia hordei* e cevada, MEHTA (1981), com *Helminthosporium sativum* e trigo, e TOMERLIN et alii (1983), com *Puccinia recondita* e trigo.

A frequência de infecção é medida pelo número de lesões produzidas quando se inocula uma concentração conhecida de esporos, e dá uma idéia não só da resistência à penetração, como também da resistência à colonização (PARLEVLIET, 1979). Exemplos do uso do parâmetro frequência de infecção na

avaliação da resistência podem ser encontrados nos sistemas *Phytophthora infestans* - batata (VAN DER ZAAG, 1959; HODGSON, 1961; UMAERUS e LIHNELL, 1976), *Uromyces phaseoli* - feijoeiro (GROTH e URS, 1982), *Helminthosporium maydis* - milho (HILL e NELSON, 1982), *Puccinia hordei* - cevada (PARLEVLIET e KUIPER, 1977; NEERVOORT e PARLEVLIET, 1978; PARLEVLIET et alii, 1980; CLIF - FORD e RODERICK, 1981), *Puccinia graminis tritici*-trigo (HAY - DEN, 1956; STAKMAN e CHRISTENSEN, 1960; HOOKER, 1967; OHM e SHANER, 1976; ROWELL, 1981; 1982); *Erysiphe graminis tritici* - trigo (SHANER, 1973; ROUSE et alii, 1981), *Pyricularia oryzae*-arroz (VILLAREAL, 1980; VILLAREAL et alii, 1981; AHN e OU, 1982), *Hemileia vastatrix* - café (SCALI et alii, 1974; ESKES, 1978 a; 1978 b; CADENA-GÓMEZ e BURITICÁ-CÉSPEDES, 1981) e *Puccinia arachidis* - amendoim (SUBRAHMANYAM et alii, 1983).

O período latente é o intervalo de tempo entre a inoculação e a produção de esporos, ao passo que o período de incubação é o intervalo de tempo entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sintomas visíveis da doença (PARLEVLIET, 1979). Embora este último não deva ser considerado um componente da resistência, já que não afeta diretamente a taxa reprodutiva do patógeno, inúmeros autores o têm usado por existir, geralmente, alta correlação entre ambos (PARLEVLIET, 1979). Exemplos do uso dos parâmetros período latente e/ou período de incubação na avaliação da resistência podem ser encontrados nos sistemas *Phytophthora infestans* - batata (VAN DER ZAAG, 1959), *Puccinia hordei* - cevada (PARLEVLIET, 1975; PARLEVLIET e VAN OMMEREN, 1975; JOHNSON e WILCOXSON, 1978; NEERVOORT e PARLEVLIET, 1978; PARLEVLIET et alii, 1980), *Puccinia recondita* - trigo (MEHTA e IGARASHI, 1979; TOMERLIN et alii, 1983), *Puccinia striiformis* - trigo (DEHNE, 1977), *Uromyces appendiculatus* - feijoeiro (MENTEN, 1980; MENTEN e BERGAMIN FILHO, 1981 b), *Hemileia vastatrix* - cafeeiro (MORAES et alii, 1976; CHAVES e ABREU, 1978; ESKES et alii, 1979), *Puccinia arachidis*- amendoim (SUBRAHMANIAN et alii, 1983) e *Venturia inaequalis* - macieira

ra (TORMELIN e JONES, 1983).

Finalmente, a intensidade de infecção refere-se à área relativa que mostra sintomas da doença, sendo definida pelo seu diâmetro, comprimento, superfície ou uma escala apropriada (JAMES, 1971 a; PARLEVLIET, 1979). Em inúmeros sistemas hospedeiro-patógeno tem sido constatadas diferenças entre variedades quanto a este parâmetro, como no caso de *Phytophthora infestans* - batata (UMAERUS e LIHNELL, 1976), *Puccinia graminis tritici* - trigo (STAKMAN e CHRISTENSEN, 1976), *Hemileia vastatrix* - café (SCALI et alii, 1974), *Uromyces appendiculatus* feijoeiro (MENTEN, 1980; MENTEN e BERGAMIN Fº, 1981 b), *Puccinia hordei* - batata (CLIFORD, 1974) e *Helminthosporium sativum* - trigo (MEHTA, 1981).

Mais e mais autores, nos dias de hoje, têm preferido a análise dos componentes da resistência (testes monocíclicos) em detrimento da avaliação, no campo, dos parâmetros epidemiológicos X_0 e r (testes policíclicos), apresentando como justificativa a maior rapidez, menor área, menor trabalho e menos tempo que caracterizam aquele teste (ZADOKS, 1972 e 1978). Contudo, uma avaliação final do material que se mostrar mais promissor, seguindo estes critérios de avaliação, obrigatoriamente deverá ser feita em "miniplots", em condições naturais de epidemia (ZADOKS, 1972).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo constou da condução de ensaios relativos a padronização da metodologia de inoculação de *Puccinia psidii* em *Eucalyptus*, para avaliação de sua resistência através da análise dos parâmetros monocíclicos e da avaliação da resistência de espécies, procedências e clones de *Eucalyptus* através da análise destes parâmetros, utilizando-se da metodologia padronizada.

3.1. Espécies, procedências e clones de *Eucalyptus* e isolados de *Puccinia psidii* que foram utilizados nos estudos de metodologia de inoculação e de avaliação de resistência

Foram utilizadas três espécies de *Eucalyptus*, porém maior representatividade teve *E. grandis*, com várias procedências (Tabela 1). O material propagado vegetativamente (clones) foi obtido segundo a metodologia de CAMPINHOS Jr. e IKEMORI (1983), exceto C35 que foi pela técnica de CAMPINHOS Jr. (1982). O restante do material é originário de sementes, como se faz para a produção comercial de mudas.

Os isolados de *Puccinia psidii*, em número de sete, foram obtidos de eucalipto (cinco deles), de jambeiro e

Tabela 1. Espécies, procedências e clones de *Eucalyptus* utilizados nos estudos de metodologia de inoculação e de avaliação de resistência.

Denominação	Espécie	Procedência	Propagação (1)
Clone 1 - C ₁	<i>E. grandis</i>	Aracruz (África do Sul-semente comercial)	E
Clone 2 - C ₂	<i>E. grandis</i>	Aracruz (África do Sul-semente comercial)	E
Clone 3 - C ₃	<i>E. grandis</i>	Aracruz (África do Sul-semente comercial)	E
Clone 4 - C ₄	<i>E. grandis</i>	Aracruz (híbrido de Rio Claro-SP)	E
Clone 5 - C ₅	<i>E. grandis</i>	Aracruz (Zimbabwe)	E
Clone 6 - C ₃₅	<i>E. grandis</i>	Aracruz (híbrido de Rio Claro-SP)	E
12419 (2)	<i>E. pellita</i>	Gullaten, Queensland, Austrália	S
10966 (2)	<i>E. pellita</i>	NE Coen, Queensland, Austrália	S
9559 (2)	<i>E. grandis</i>	Nova Gales do Sul, Austrália - semente comercial	S
12381 (2)	<i>E. grandis</i>	SE Wondecla, Austrália	S
C. Harbour	<i>E. grandis</i>	Coffs Harbour, Nova Gales do Sul - semente comercial	S
12584 (2)	<i>E. cloeziana</i>	Cardwell, Queensland, Austrália	S
<i>E. grandis</i> Bom Despacho	<i>E. grandis</i>	Bom Despacho - MG	S
<i>E. grandis</i> (3) África do Sul	<i>E. grandis</i>	África do Sul - semente comercial	S
<i>E. cloeziana</i> (3) Carbonita	<i>E. cloeziana</i>	Carbonita - MG	S

(1) E = estaquia; S = semente

(2) Número de controle do Serviço Florestal Australiano

(3) Apenas para manutenção de isolados de *Puccinia psidii*

de goiabeira (Tabela 2). Dos originados de eucalipto, quatro são de regiões geográficas bem distintas. O IC₃₅ foi obtido por seleção de uredosporos do I₂ mais adaptados ao clone 35.

Tabela 2. Isolados de *Ruccinia psidii* utilizados nos estudos de metodologia de inoculação e de avaliação da resistência de *Eucalyptus*

Isolado	Origem e preservação
I ₁	<i>E. grandis</i> cultivado em Teixeira de Freitas, BA e mantido em mudas de <i>E. grandis</i> da África do Sul em casa de vegetação
I ₂	<i>E. grandis</i> cultivado em Belo Oriente, MG e mantido como o I ₁
I ₃	<i>E. grandis</i> cultivado em Aracruz, ES e mantido como o I ₁
I ₄	Ocorrência natural em mudas de <i>E. cloeziana</i> de Carbonita, MG cultivadas em casa de vegetação em Piracicaba, SP e mantido em mudas deste hospedeiro nestas condições
IC ₃₅	I ₂ após sucessivas passagens em C ₃₅ e mantido em mudas deste clone em casa de vegetação
IG	Goiabeiras do campus da ESALQ/USP e mantido em mudas deste hospedeiro em casa de vegetação
IJ	Jambeiros do campus da ESALQ/USP e mantido em mudas deste hospedeiro em casa de vegetação

3.2. Metodologia de inoculação

Foram conduzidos ensaios em casa de vegetação e em condições controladas em câmara de crescimento, para esta determinação.

3.2.1. Período de câmara-úmida, após a inoculação, necessário para que ocorra ferrugem e seu efeito na quantidade de ferrugem

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação onde a temperatura variou de 21,1 a 31,7°C.

Mudas do clone 35 (Tabela 1), transplantadas para vasos com solo, esterco de curral e adubo mineral, serviram de hospedeiro. Foram transplantadas três mudas por vaso, que constituiu uma repetição. Para cada tratamento foram utilizadas duas repetições.

Uredosporos do isolado I₂ de *Puccinia psidii* (Tabela 2) foram raspados das pústulas com escalpelo e suspensos em água destilada contendo uma gota de Tween 80 para cada 200 ml. Após obter a suspensão homogeneizada, foi avaliada a sua concentração por intermédio de hemacitômetro, procedendo-se a devida diluição para obter 10⁴ uredosporos/ml.

Para a inoculação as plantas foram colocadas em câmara-úmida (armação de arame revestida com saco plástico transparente) sob o estrado de madeira que suporta os vasos na casa de vegetação. Procedeu-se à pulverização com a suspensão de uredosporos de ambas as faces foliares, até o ponto de início de escorrimento.

Foram estudados os seguintes tempos de câmara-úmida: 1) 6 horas no escuro (durante a noite - temperatura entre 25,6 e 28,6°C); 2) 6 horas sob luz (durante o dia - 24,4 a

31,7°C); 3) 12 horas no escuro (à noite - 23,8 a 28,6°C); 4) 12 horas sob luz (ao dia - 24,4 a 31,7°C); 5) 24 horas sendo 12 horas no escuro (à noite - 23,8 a 28,3°C) + 12 horas sob luz (ao dia - 24,4 a 31,7°C); e, 6) 48 horas alternando escuro e luz (noite e dia - temperatura dentro dos limites citados).

Terminado o período de incubação as plantas foram distribuídas inteiramente ao acaso sob o estrado de madeira. Doze dias após a inoculação foi realizada a avaliação dos parâmetros frequência de infecção e intensidade de infecção, em cada tratamento. Para tanto, no terceiro dia após a inoculação, foram marcadas as duas folhas mais novas de cada planta, com cerca de 50% de seu completo desenvolvimento. A frequência de infecção foi medida em número de pústulas por folhas e a intensidade de infecção em percentagem do tecido foliar com ferrugem, por comparação com a escala diagramática preparada pela EMBRAPA (1976) e utilizada por MENTEN (1980).

3.2.2. Influência da luz e temperatura, durante período de câmara-úmida (12 horas), na frequência de infecção de *Puccinia psidii* em *Eucalyptus*

Mudas do clone 1 (Tabela 1) transplantadas individualmente para sacos plásticos cheios da mistura solo, esterco de curral e adubo mineral, foram inoculadas com suspensão 10^4 ~~uredo-sporos~~ ^{uredo-sporos}/ml de I₃ (Tabela 2), conforme descrito em 3.2.1.

Após a inoculação, as plantas acondicionadas em câmara-úmida (armação de arame revestida com plástico transparente) foram colocadas em ambiente controlado em câmara de crescimento, durante 12 horas de câmara-úmida, sob luz ou no escuro. Foi verificado o efeito da luz às temperaturas de 17°C (16,4 a 17,6°C), 20°C (19,0 a 21,0°C) e 23,5°C (23,0 a 24,0°C). Para cada tratamento foram utilizadas três repetições, de uma planta cada.

Terminado o tempo de câmara-úmida, as mudas foram levadas para a casa de vegetação e distribuídas inteiramente ao acaso, sob o estrado de madeira. A temperatura na casa de vegetação ficou entre os limites de 15,0 e 32,0°C. Dez dias após a inoculação, foi avaliada a frequência de infecção do fungo no hospedeiro, através da contagem do número de pústulas por folha marcada. Foram também marcadas as duas folhas mais jovens de cada planta, com cerca de 50% de seu completo desenvolvimento.

3.2.3. Concentração de inóculo mais adequada para avaliação dos parâmetros monocíclicos

Para esta determinação, mudas do clone 35 e de *E. grandis* Bom Despacho (Tabela 1), foram inoculadas com suspensões de uredosporos de I₂ (Tabela 2) em condições de casa de vegetação. Permaneceram em câmara-úmida por 12 horas, à noite. A temperatura do local em que se encontravam as plantas (sob o estrado de madeira), variou de 20,6 a 31,0°C.

Para cada uma das concentrações de uredosporos estudadas, foram utilizadas cinco repetições de *E. grandis* Bom Despacho e três do clone 35. Cada repetição de *E. grandis* Bom Despacho consistiu de um vaso com três mudas, com 74 dias após a semeadura em solo, esterco de curral e adubo mineral. Cada repetição do clone 35 consistiu de um vaso com duas mudas, transplantada para a mistura citada de substrato.

Tendo como hospedeiro a procedência *E. grandis* Bom Despacho, foram utilizadas as concentrações 2.10^5 , 2.10^4 e 2.10^3 uredosporos/ml. Para o clone 35, as concentrações 2.10^4 , 10^4 e 5.10^3 uredosporos/ml. O preparo do inóculo e a inoculação seguiram a metodologia descrita em 3.2.1.

Após o período de câmara-úmida as plantas foram

distribuídas ao acaso sob o estrado de madeira. No 12º dia da inoculação foi feita a avaliação dos parâmetros frequência de infecção e intensidade de infecção por folha, através da leitura nas duas folhas mais jovens, com cerca de 50% do seu completo desenvolvimento, marcadas em cada planta, como descrito em 3.2.1. Para as reações das plantas em que se teve pústulas além de puntiformes, utilizou-se também a chave 2.2. de JAMES (1971b), na quantificação da intensidade de infecção. Esta escala foi utilizada apenas como padrão visual, relacionando a área foliar lesionada em relação a área foliar total. Foi computado, além da frequência de infecção e intensidade de infecção média por folha, o intervalo médio de variação destes parâmetros.

3.2.4. Influência da superfície foliar inoculada na manifestação da ferrugem

O ensaio foi também conduzido em casa de vegetação. Durante sua condução a temperatura variou de 15,6 a 38,0°C, tendo variado de 18,9 a 27,8°C nas 12 horas de câmara-úmida (à noite).

Quatro mudas do clone 2 (Tabela 1) foram inoculadas com suspensão 10^4 uredosporos/ml de I₃ (Tabela 2) para cada tratamento (face foliar inoculada). As mudas foram plantadas individualmente em sacos plástico cheios com a mistura solo, esterco de curral e adubo mineral, cada muda constituindo-se em uma repetição.

O preparo da suspensão de uredosporos seguiu a mesma metodologia descrita em 3.2.1. Para a aplicação da suspensão de uredosporos às faces foliares, até o ponto de início de escoamento, as mudas foram colocadas em posição tal que a superfície foliar a ser inoculada fosse a única a receber esporos. A inoculação procedeu-se em ambiente sem ventilação, evitando-se turbulência. Foram assim inoculadas só as faces supe-

riores das folhas, só as inferiores e ambas as faces foliares.

Depois de desfeita a câmara-úmida, as plantas foram distribuídas ao acaso sob o estrado de madeira. No décimo dia após a inoculação, foram avaliadas a frequência de infecção por 3 cm² de área foliar e a intensidade de infecção por folha, nas duas folhas marcadas por planta, como descrito em 3.2.1. Foi avaliado também o período latente, utilizando-se as duas folhas marcadas. Foi feita a contagem do número de pústulas por folha a intervalos de aproximadamente 12 horas, até a estabilização da formação destas estruturas. Colocando-se estes valores em gráfico, detectou-se o número necessário de horas para o aparecimento de 50% das pústulas por folha (SHANER et alii, 1978).

3.2.5. Influência da temperatura na manifestação da ferrugem

Para esta verificação foram usadas mudas do clone 1 (Tabela 1), que foram inoculadas com suspensão de uredosporos de I₃ (Tabela 2) na concentração de 10⁴/ml, aplicada até o ponto de início de escorrimento. As mudas, transplantadas individualmente para saco plástico cheio da mistura solo, esterco de curral e adubo mineral, foram inoculadas em número de três, por tratamento, cada uma sendo uma repetição. A suspensão de uredosporos foi preparada como descrito em 3.2.1. e sua aplicação foi por pulverização nas faces superiores das folhas.

Após a inoculação as plantas ficaram em câmara-úmida durante 12 horas, no escuro. Desde a inoculação as plantas permaneceram em ambiente controlado em câmara de crescimento, no regime de 12 horas de escuro e 12 de luz. As temperaturas estudadas foram : 17 ± 0,6°C; 20 ± 1,0°C; 24,5 ± 1,2°C; e 30 ± 1,5°C. Número igual de plantas passaram pelo mesmo tratamento, porém permaneceram em condições de casa de vegetação

desde a inoculação. Neste ambiente a temperatura durante o período de câmara-úmida (à noite) variou de 21,1 a 24,4°C e de 20,0 a 36,7°C desde a inoculação até a avaliação.

A influência da temperatura foi verificada através da avaliação dos parâmetros frequência de infecção, intensidade de infecção e período latente, utilizando-se duas folhas marcadas por planta, como descrito em 3.2.1. e em 3.2.3. A frequência e intensidade de infecção foram avaliadas no 12º dia da inoculação. O período latente foi determinado conforme metodologia do item 3.2.4.

3.3. Avaliação da resistência de *Eucalyptus* spp a *Puccinia psidii* através da análise dos componentes da resistência

Foi avaliada a resistência de clones e de procedências de eucalipto, em condições de casa de vegetação. O comportamento do material vegetal foi determinado através da mensuração dos parâmetros monocíclicos: período latente, frequência de infecção, intensidade de infecção, produção de uredosporos e período infeccioso.

O período latente, frequência de infecção e intensidade de infecção, foram determinados utilizando-se de duas folhas marcadas em cada planta. Foram marcadas folhas mais novas com cerca de 50% do seu completo desenvolvimento. A produção de uredosporos e o período infeccioso foram determinados em quatro pústulas marcadas em cada repetição do material clonal. Das procedências originadas de sementes, estes dois parâmetros foram determinados em duas repetições de quatro pústulas cada, marcadas ao acaso nas plantas inoculadas com cada isolado. Dentro do possível, utilizaram-se pústulas sobre as folhas marcadas nas plantas, procurando-se trabalhar com pústulas sobre folhas de mesma idade fisiológica.

A determinação do período latente foi como descrito em 3.2.4. A frequência e a intensidade de infecção foram determinadas como em 3.2.1. porém para avaliação da frequência de infecção considerou-se o número médio de lesões por 3 cm² de área foliar, dez dias após a inoculação, devido a variação na área foliar entre os materiais estudados. Para avaliação da intensidade de infecção por folha, utilizou-se também a chave 2.2. de JAMES (1971b), como descrito em 3.2.3.

Utilizando-se de um coletor de esporos como o confeccionado por DUTZMAN e KRANZ (1982), foi feita a avaliação da produção de uredosporos por pústula. Só se fez a coleta dos uredosporos produzidos na face inferior das folhas, pois o coletor não faz a coleta em ambas as faces ao mesmo tempo. Em cada pústula foram injetados 20 ml de ar, com pressão adequada a não jogar fora a água do vidro receptor dos esporos.

A coleta dos uredosporos iniciou no dia em que as pústulas estavam bem amadurecidas no material. Se a produção de uredosporos estava alta, foram colocados 2 ml de água nos vidros receptores de esporos. Quando a produção reduzia, apenas 1 ml de água foi colocado nos recipientes. As coletas foram efetuadas diariamente enquanto a produção de uredosporos estava consistente. Quando as pústulas passavam a produzir poucos uredosporos, a coleta foi feita a cada dois dias. Além do registro da produção de uredosporos do dia anterior, a observação visual das pústulas auxiliava para decidir se se fazia ou não a coleta diariamente ou a cada dois dias.

Para saber quantos uredosporos cada pústula produzia, em média, foi feita a avaliação da concentração destes na suspensão obtida com o coletor de esporos citado. Esta foi realizada através da contagem dos uredosporos em uma amostra de seis gotas de 3 µl cada, retiradas de cada suspensão de uredosporos. As gotas de volume uniforme foram conseguidas pelo

uso de uma pipeta micrométrica de precisão, de fabricação finlandesa (Finnpipette). Sabendo-se o número de uredosporos nos 18 μ l, obteve-se a produção de uredosporos por pústula no dia e a produção total destes por pústula.

O período infeccioso foi obtido a partir da avaliação da produção de uredosporos por pústula. Consistiu no cômputo do número de dias que as pústulas produziram uredosporos, em média.

3.3.1. Comportamento dos clones de *E. grandis*

Durante a condução deste ensaio a temperatura variou de 15,6 a 38,0°C. No período em que as plantas permaneceram em câmara-úmida (12 horas à noite); a variação da temperatura foi de 20,6 a 24,4°C. Enquanto as plantas permaneceram sob os estrados de madeira (da inoculação até o início da formação das urédias) o limite de variação da temperatura foi de 20,6 a 30,0°C.

Através dos parâmetros monocíclicos, foi analisado o comportamento dos clones de *E. grandis* : C₁, C₂, C₃, C₄, C₅, C₆ e C₃₅ (Tabela 1). As estacas brotadas foram transplantadas para sacos plástico cheios com a mesma mistura de solo, esterco de curral e adubo mineral. Cada recipiente recebeu uma muda, que se constituiu em uma repetição. As mudas foram inoculadas 28 dias após terem sido transplantadas para os sacos plástico.

Cinco isolados de *Puccinia psidii* de eucalipto I₁, I₂, I₃, I₄ e IC₃₅, um de goiabeira (IG) e um de jambeiro (IJ) (Tabela 2), foram utilizados para avaliar a resistência dos clones. Coletou-se uredosporos de pústulas originadas de inoculação efetuada 11 a 12 dias antes, para o preparo do inóculo na concentração 10⁴ uredosporos/ml, de todos os isola-

dos do fungo, como descrito em 3.2.1.

A inoculação, também como descrito em 3.2.1. , foi efetuada ao escurecer. As plantas a serem inoculadas com cada isolado foram acondicionadas em câmara-úmida confeccionada pelo revestimento do estrado de madeira com plástico transparente. O piso de cada câmara-úmida foi coberto com serragem de madeira umedecida para manutenção da umidade relativa em 100%. Após a inoculação de cada isolado de *Ruccinia psidii* procedeu-se cuidadosa lavagem do pulverizador com água e com álcool, para evitar contaminação com o isolado anteriormente inoculado. Cada isolado foi inoculado em duas repetições de cada clone.

Terminado as 12 horas de câmara-úmida que as plantas permaneceram, fez-se a distribuição das mesmas em dois blocos ao acaso. Cada bloco de plantas sob um estrado de madeira. No dia em que se iniciou a formação das urédias em um dos tratamentos, os blocos de plantas foram colocados sobre os estrados.

3.3.2. Comportamento das procedências de *Eucalyptus*

O intervalo de variação da temperatura durante a avaliação da resistência das procedências estudadas foi de 17,8°C a 40,0°C. No período em que as plantas ficaram em câmara-úmida a variação da temperatura foi de 20,0°C a 22,0°C. Enquanto as plantas ficaram sob o estrado de madeira a variação da temperatura foi dentro do intervalo de 21,0 a 28,0°C.

Foi analisado, através dos parâmetros monocíclicos o comportamento das procedências de número 12419 e 10966 (do serviço florestal australiano) de *E. pellita*, das de número 9559, 12381 e Coffs Harbour de *E. grandis* e da de número 12584 de *E. cloeziana* (Tabela 1). As mudas foram formadas se-

segundo o processo de produção comercial de mudas de eucalipto, utilizando-se recipientes sacos plásticos. Vinte dias antes da inoculação cada muda foi plantada em outro saco plástico grande cheio com a mistura solo, esterco de curral e adubo mineral.

Cada procedência foi inoculada com três isolados de *Puccinia psidii* de eucalipto (I_1 , I_2 e I_4), com um de goiabeira (IG) e com um de jambêiro (IJ) (Tabela 2). Cada isolado foi inoculado em quatro mudas de cada procedência, tendo uma muda constituído-se em uma repetição.

O restante da metodologia é igual ao que se descreveu em 3.3.1. Exceto quanto ao delineamento experimental que foi inteiramente ao acaso e não em blocos ao acaso.

3.3.3. Correlação entre os parâmetros monocíclicos avaliados para os clones e para as procedências de *Eucalyptus*

Foi realizada a análise de correlação linear entre os parâmetros período latente, frequência de infecção, intensidade de infecção, produção de uredosporos e período infeccioso, avaliados no material clonal e nas procedências de *Eucalyptus* inoculadas com os isolados de *Puccinia psidii*, para verificar se existe ou não correlação entre eles.

Para a análise entre os parâmetros avaliados nos clones, foram utilizados todos os valores das repetições, já que o número destas é igual para os cinco parâmetros. Já para as procedências, a análise foi feita utilizando-se os valores das médias de cada isolado do fungo em cada procedência. Isto devido ao número diferente de repetições com valor utilizável. Não foram incluídos na análise de correlação os valores médios dos parâmetros avaliados para a procedência 10966 de *E. pellita*, devido a ausência de valor para período latente frente ao isolado IJ.

A existência ou não de correlação entre os parâmetros avaliados foi determinada com base no valor absoluto do coeficiente de correlação (r) (PIMENTEL GOMES, 1973).

4. RESULTADOS

4.1. Metodologia de inoculação

4.1.1. Período de câmara-úmida, após a inoculação, necessário para que ocorra ferrugem e seu efeito na quantidade de ferrugem

Embora seis horas de câmara-úmida após a inoculação, durante a noite, proporcionaram infecção de *Ruccinia psidii* no clone estudado, o tempo mínimo de câmara-úmida que promoveu maior quantidade de ferrugem foi de 12 horas, à noite (com temperatura entre 23,8 e 28,3°C) (Tabela 3). Nas condições em que se fez o estudo, tempo de câmara-úmida superior a 12 horas, não promoveu maior frequência de infecção e intensidade de infecção. Quando se inoculou e se colocou as plantas em câmara-úmida por 12 horas durante o dia (temperatura de 24,4 a 31,7°C) não houve infecção do eucalipto pelo fungo.

4.1.2. Influência da luz e temperatura, durante o período de incubação, na frequência de infecção de *Ruccinia psidii* em *Eucalyptus* sp

Houve diferença estatística entre a frequência de infecção do isolado de *P. psidii* no clone 1 de *E. grandis*

Tabela 3 - Frequência de infecção (F.i.) dada em pústulas/fo - lha e intensidade de infecção (I.i.) em % do tecido foliar com ferrugem, para diferentes períodos de câmara-úmida, no clone 35 inoculado com o isolado I₂, 12 dias após a inoculação.

Tratamento	Frequência de infecção	Intensidade de infecção
6 horas à noite	0,15 ⁽¹⁾ bc	0,10 bc
12 horas à noite	1,55 a	1,60 a
24 horas, noite e dia	2,00 a	2,40 a
48 horas, noite e dia	1,25 ab	0,80 ab
6 horas, ao dia	0,00 c	0,00 c
12 horas, ao dia	0,00 c	0,00 c

(1) Os valores são médias de duas repetições. Para a análise estatística os dados de F.i. foram transformados em $\log (x + 1)$ e os de I.i. em arco seno $\sqrt{x/100}$.

Para cada parâmetro, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

quando se fez a incubação das plantas no escuro ou sob iluminação. Para as três temperaturas estudadas e também para a interação luz-temperatura, nenhuma significância estatística foi detectada (Tabela 4).

Tabela 4 - Frequência de infecção (pústulas/folha) de *Puccinia psidii* em mudas do clone 1 inoculadas como isolado I₂ com o período de câmara-úmida no escuro ou sob iluminação, em três temperaturas, 10 dias após a inoculação.

Temperatura durante a câmara-úmida (°C)	Luz		Média
	Ausente	Presente	
17 (16,4 - 17,6)	9,33 ⁽¹⁾ Aa	7,17 Aa	8,25 A
20 (19,0 - 21,0)	28,33 Aa	6,33 Aa	17,33 A
23,5 (23,0 - 24,0)	21,75 Aa	17,45 Aa	19,60 A
Média	19,80 a	10,32 b	

(1) Os valores são médias de três repetições. Para a análise estatística os dados foram transformados em $\log(x + 1)$. Médias de cada coluna seguidas pela mesma letra maiúscula e de cada linha pela mesma letra minúscula, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

4.1.3. Concentração de inóculo mais adequada para avaliação dos parâmetros monocíclicos

Para pulverização das faces foliares até o ponto de início de escorrimento, que é o melhor para a padronização da quantidade de suspensão de esporos a aplicar, as concentrações de uredosporos 2.10^5 e 2.10^4 /ml, mostraram-se muito elevadas. O número de pústulas por folha, média dos valores má-

ximos, para a concentração de 2.10^4 uredosporos/ml aplicada em *E. grandis* Bom Despacho, foi de 78,2 (Tabela 5). Porém o número máximo foi de 116 pústulas por folha. Com esta densidade de pústulas fica difícil a marcação de pústulas para a coleta de uredosporos, além de dificultar a avaliação dos outros parâmetros.

Tabela 5. Médias e limites médios de frequência de infecção (F.i.) e Intensidade de infecção (I.i.), 12 dias após a inoculação do isolado I₂ em *E. grandis* (Bom Despacho) com diferentes concentrações de uredosporos.

Uredosporos/ ml	F.i. (pústulas/folha)		I.i. (% de folha com ferrugem)	
	Média	Limites médios	Média	Limites Médios
2.10^3	12,30 ⁽¹⁾ c	3,2- 24,8	4,96 b	0,2-11,2
2.10^4	43,68 b	15,8- 78,2	22,80 a	3,2-44,0
2.10^5	120,74 a	56,0-226,0	44,02 a	21,0-76,0

(1) Os valores são médias de cinco repetições. Para a análise estatística os dados de F.i. foram transformados para $\log(x + 1)$ e os de I.i. em arco seno $\sqrt{x/100}$.

Para cada parâmetro médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Considerando o clone 35, que é resistente a ferrugem em condições de campo, a concentração de 2.10^4 uredosporos/ml não foi elevada, proporcionando limites médios de pústulas por folha relativamente pequenos (Tabela 6). O número máximo de pústulas por folha foi 19.

Tabela 6. Média e limites médios de Frequência de infecção (F.i.) e de Intensidade de infecção (I.i.) 12 dias após a inoculação do isolado I₂ no clone 35, com diferentes concentrações de uredosporos.

Uredosporos/ ml	F.i. (pústulas/folha)		I.i (% da folha com ferrugem)	
	Média	Limites médios	Média	Limites médios
5.10 ³	0,53 ⁽¹⁾ _b	0,00-1,67	0,40 a	0,00-1,33
1.10 ⁴	2,03 ab	0,00-4,00	1,67 a	0,00-4,00
2.10 ⁴	4,50 a	0,67-8,67	3,97 a	0,10-8,67

- (1) Os valores são médias de três repetições. Para a análise estatística os dados de F.i. foram transformados para $\log (x + 1)$ e os de I.i. em arco seno $\sqrt{x/100}$. Para cada parâmetro, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Observa-se que, apesar de serem significativa - mente diferentes, as médias de F.i. das diferentes concentra - ções de uredosporos de *P. psidii* inoculado em *E. grandis* Bom Despacho (Tabela 5), não houve diferença significativa entre as médias de I.i. para as concentrações de uredosporos mais eleva - das. Tal fato se deve ao menor tamanho das pústulas quando a sua densidade por área foliar é alta.

4.1.4. Influência da face foliar inoculada na quantidade de ferrugem

Não houve diferença estatística significativa para o período latente e para a intensidade de infecção, da inoculação de *Puccinia psidii* na face dorsal, ventral ou em ambas as faces do clone 2 (Tabela 7). O número de pústulas por área foliar (frequência de infecção) demonstrou entretanto, que a aplicação da suspensão de uredosporos apenas na face dorsal das folhas, ocasiona redução estatisticamente significativa do seu valor.

Tabela 7. Período latente (horas), frequência de infecção (F.i) (nº de pústulas/3 cm² de área foliar) e intensidade de infecção (I.i.) (% do tecido foliar com ferrugem) em função da face foliar inoculada no clone 2 com isolado I₃, 10 dias após a inoculação.

Face foliar inoculada	Parâmetro		
	Período latente	Frequência de infecção	Intensidade de infecção
Dorsal	170,88 ⁽¹⁾ a	1,00 b	0,78 a
Ventral	163,40 a	3,50 ab	5,65 a
Dorsal e ventral	169,05 a	5,63 a	4,90 a

(1) Os valores são médias de quatro repetições. Para a análise os dados de F.i. foram transformados em $\log(x + 1)$ e os de I.i. em arco seno $\sqrt{x/100}$.

Para cada parâmetro, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.1.5. Influência da temperatura na manifestação da ferrugem

À temperatura de 30°C constante não houve infecção de *Puccinia psidii* no clone estudado, até o final da avaliação (12 dias). Nos outros tratamentos as plantas mostraram-se com ferrugem, decorrido o período de latência. Os resultados observados (Tabela 8), mostram que a temperatura interfere no período latente e na intensidade de infecção. Não houve diferença estatisticamente significativa quanto ao número de pústulas por folha, doze dias após a inoculação.

Tabela 8. Período latente (horas), frequência de infecção (F.i.) (nº de pústulas/folha) e intensidade de infecção (I.i.) (% do tecido foliar com ferrugem) em função da temperatura, obtidos no clone 1 inoculado com o isolado I₃, 12 dias após a inoculação.

Tratamento	Parâmetro		
	Período latente	Frequência de infecção	Intensidade de infecção
17,0 ± 0,6 °C	263,43 ⁽¹⁾ a	6,83 a	0,022 c
20,0 ± 1,0 °C	170,30 b	27,00 a	1,530 b
24,5 ± 1,2 °C	146,17 c	21,33 a	7,330 a
Casa de vegetação	138,90 c	19,50 a	11,330 a

(1) Os valores são média de três repetições. Para a análise estatística os dados de F.i. foram transformados em $\log (x + 1)$ e os de I.i. em arco seno $\sqrt{x/100}$.

Para cada parâmetro, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Entre o ambiente de casa de vegetação e a temperatura constante de 24,5 ± 1,2°C, não houve variação na manifestação da ferrugem do eucalipto, considerando os parâmetros

analisados. Já para as três temperaturas constantes avaliadas, período latente mais longo e conseqüentemente menor intensidade de infecção, ocorreram para a temperatura mais baixa.

4.2. Comportamento de *Eucalyptus* spp à inoculação de isolados de *Puccinia psidii*, pela análise dos parâmetros monoclícos.

4.2.1. Comportamento dos clones de *E. grandis*

O clone 6 não apresentou ferrugem quando inoculado com isolado algum dos de *P. psidii* usados no presente estudo, mostrando assim ser o material mais resistente dos testados. Apenas apresentou reação de hipersensibilidade (lesões necróticas sem esporulação) ao isolado de goiabeira (IG). Por esta razão este clone não foi incluído nas análises estatísticas e não consta das figuras apresentadas. Embora tenha havido produção de uredosporos em todos os outros clones inoculados com os isolados de *P. psidii*, reação de hipersensibilidade foi também notada no clone 35 versus I₃, I₄, IG e IJ, no clone 4 inoculado com I₂ e no clone 3 inoculado com I₄. Excetuando-se o clone 2, os demais apresentam pontuações cloróticas nas folhas inoculadas com IG.

Ocorreu variação entre os clones em que ocorreu ferrugem e também entre os isolados, quanto ao tempo entre a inoculação e o aparecimento de 50% das pústulas nas folhas marcadas (período latente). A interação clones-isolados foi também estatisticamente significativa (Figura 1). O isolado de goiabeira foi o que apresentou maior período latente. Alguns clones apresentaram período latente mais longo, outros intermediário e os outros apresentaram-no mais curto.

Figura 1. Período latente (horas após a inoculação para ocorrência de 50% das pústulas) manifestado por clones de *E. grandis* (A) inoculados com isolados de *P. psidii* (B). Média de duas repetições.

Médias de isolados e médias de clones seguidas pela mesma letra, bem como isolados para o clone e clones para o isolado, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

A variação na duração do período latente foi, em média, maior para os isolados (de 157,5 h para I_4 a 227,4 h para IG) que para os clones (de 163,1 h para C_2 a 184,0 h para C_4). Os limites médios de variação do período latente foram 241,7 h para IG *versus* C_{35} e 137,6 h para I_3 *versus* C_1 . Com exceção das diferenças entre clones dentro do isolado I_4 , que não foram significativas na análise de variância, para os outros isolados ocorreu variação entre os clones e para todos os clones houve variação entre os isolados.

Considerando o número de lesões pela área foliar demarcada (frequência de infecção), a análise de variância dos dados transformados em $\log_e (x + 1)$ revelou diferença significativa entre os clones e entre os isolados. Não houve significância da interação clones com isolados (Figura 2). O número médio de lesões por 3 cm² de área foliar variou de 1,56 no clone 1 a 7,00 no clone 5 e de 0,53 para o isolado I_1 a 9,16 para o isolado I_3 . Levando em consideração as médias de isolados dentro de clones ou de clones dentro de isolados a variação foi de 0,18 para o isolado I_1 no clone 3 a 25,00 para o isolado I_3 no clone 5, do número de lesões na área foliar amostrada.

Com relação a proporção percentual da área foliar afetada pela ferrugem (intensidade de infecção, também só houve diferença estatisticamente significativa entre clones e entre isolados, como visto para a frequência de infecção. O isolado I_3 foi um dos que promoveram maior quantidade de ferrugem por folha (20,75%) e o isolado I_1 a menor (1,05%). O clone 5 foi um dos que mostrou maior percentagem da área foliar com ferrugem (13,97) e o clone 35 a menor (2,55) (Figura 3).

Considerando o número de dias que as pústulas permaneceram produzindo uredosporos (período infeccioso), houve variação entre os isolados e também entre os clones estudados. (Figura 4). Quanto aos isolados I_2 foi um dos que produziu uredosporos por mais tempo e I_1 por menos tempo. Quanto

Figura 2. Frequência de infecção (número de lesões por 3 cm² de área foliar) exibida pelos clones de *E. grandis* (A) dez dias após a inoculação dos isolados de *P. psidii* (B). Média de duas repetições. Os dados foram transformados em log (x+1) para a análise estatística. Médias de isolados e médias de clones seguidas pela mesma letra, bem como isolados para o clone e clones para o isolado, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Figura 3. Intensidade de infecção (% da área foliar afetada) exibida pelos clones de *E. grandis* (A) dez dias após a inoculação dos isolados de *P. psidii* Médias de duas repetições.

Os dados foram transformados em arco seno $\sqrt{\%}$ para a análise estatística. Médias de isolados e médias de clones seguidas pela mesma letra, bem como isolados para o clone e clones para o isolado, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

aos clones, o C_2 apresentou o maior período infeccioso e o clone 35 foi um dos com menor período infeccioso. A variação deste período para os clones (de 11,2 dias para o clone 35 a 18,8 dias para o clone 2) foi praticamente igual à que ocorreu para os isolados (de 11,0 dias para o isolado IJ a 17,5 dias para o isolado I_2). Os limites médios de variação do período infeccioso foram de 25,0 dias (I_2 versus clone 2) a 7,5 dias (IG versus clone 35). Entretanto, o número de dias em que as pústulas formadas nas folhas dos clones permaneceram produzindo uredosporos, é bem menor e mais variável, se se considerar a produção diária de uredosporos por pústula maior que 50 (Figuras 6 a 11). Com exceção de clones dentro de IJ, que não diferiram entre si, todas as outras diferenças em relação ao período infeccioso foram estatisticamente significativas. Assim, sempre houve pelo menos um clone que diferiu dos outros quando inoculado com cada isolado do fungo e pelo menos um isolado que diferiu dos demais, quando inoculados em cada clone.

Para a produção de uredosporos por pústula, também houve variação entre os isolados e entre os clones. Significância estatística foi também detectada na interação clones-isolados (Figura 5). O isolado I_2 foi um dos que produziu maior número de uredosporos por pústula, em média (3054,36) e o isolado I_1 um dos que produziu menos (543,28). O clone 2 foi um dos que propiciou maior produção de uredosporos (3034,69) e o clone 35 um dos que possibilitou menor produção (643,84). Nota-se então que a variação entre os isolados foi maior que entre os clones. Verificou-se que a variação na produção de uredosporos foi de 7131,88/pústula (I_2 versus C_1) a 215,28 (IG versus C_{35}).

A produção de uredosporos por pústula variou de um dia de coleta para o outro (Figuras 6 a 11). Picos de produção de uredosporos foram detectados, variando em duração e em quantidade de uredosporos produzidos por pústula, dependendo da combinação clone-isolado. Entretanto nota-se que a maior percentagem de uredosporos produzidos por pústula, se concentra

Figura 4. Período infeccioso (dias produzindo uredosporos) exibido pelos clones de *E. grandis* (A) à inoculação dos isolados de *P. psidii* (B). Média de duas repetições.

Os dados foram transformados em $\log (x+1)$ para a análise estatística. Médias de isolados e médias de clones seguidas pela mesma letra, bem como isolados para o clone e clones para o isolado, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Figura 5. Produção de uredosporos por pústula dos clones de *E. grandis* (A) inoculados com os isolados de *P. psidii* (B). Média de duas repetições. Os dados foram transformados em $\log_e (x+1)$ para análise estatística. Médias de isolados e médias de clones seguidas pela mesma letra, bem como isolados para o clone e clones para o isolado, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

nos primeiros dez dias de esporulação, estendendo-se um pouco mais nas combinações hospedeiro-patógeno com maior produção total de uredosporos por pústula.

Analisando os parâmetros monocíclicos em conjunto, verifica-se que o clone 35 foi o que se mostrou mais resistente pois foi um daqueles com mais longo período latente, menor frequência de infecção, menor intensidade de infecção, menor produção de uredosporos e período infeccioso mais curto (VAN DER ZAAG, 1959; LAPWOOD, 1961; VAN DER PLANK, 1963; ZADOKS, 1972; PARLEVLIET e VAN OMMEREN, 1975; JOHNSON e WILCOXSON, 1978; KUHN *et alii*, 1978; MENTEN e BERGAMIN *et alii*, 1981b). Por outro lado, mostrou-se como mais suscetível o clone 2, pelas reações opostas às comentadas para o clone 35. Os clones 3 e 4 mostraram-se como intermediariamente resistentes, dos avaliados. O clone 1 e o clone 5, apresentaram comportamento irregular, podendo ser considerados suscetíveis em relação a quase todos os parâmetros, porém resistentes quando a um parâmetro dos analisados (C_1 quanto a frequência de infecção e C_5 quanto ao período infeccioso).

O isolado I_3 é o que se mostrou mais patogênico dos sete utilizados para a avaliação da resistência do material clonal. O isolado I_1 , juntamente com o isolado IJ , os menos patogênicos, em média. O isolado IG se destacou como patogênico em relação aos parâmetros frequência de infecção e intensidade de infecção devido às reações de hipersensibilidade que provocou. Fato que chama a atenção é a compatibilização do isolado IC_{35} , que foi obtido por passagens através do clone 35, para os materiais mais resistentes. Nota-se que este isolado se destacou dos outros frente aos clones 35, 3 e 4, principalmente quanto aos parâmetros período infeccioso e produção de uredosporos.

Figura 6. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas do clone 1 de *E. grandis* infectado com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 7. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas do clone 2 de *E. grandis* infectado com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 8. quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas de clone 3 de *E. grandis* infectado com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 9. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula da face dorsal de folhas de clone 4 de *E. grandis* infectado com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 10. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas do clone 5 de *E. grandis* infectado com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 11. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas do clone 35 de *E. grandis* infectado com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

4.2.2. Comportamento das procedências de *Eucalyptus* spp

O material vegetal mostrou variabilidade genética bastante ampla. Em algumas combinações procedência-isolado, todas as plantas inoculadas da procedência apresentaram-se com ferrugem, em outras apenas parte das plantas da procedência foram infectadas. Necroses e cloroses sem esporulação foram frequentes, principalmente em relação a IJ e IG. Das plantas da procedência 10966 de *E. pellita* inoculadas com IJ, nenhuma apresentou ferrugem. Mesmo quando todas plantas de uma procedência foram infectadas por um isolado do fungo, houve variação entre estas plantas.

Devido a inexistência de valores do período latente para a procedência 10966 inoculada com IJ, não foi possível fazer a análise estatística para este parâmetro. Mesmo assim, percebe-se que o espaço de tempo entre a inoculação e a ocorrência de 50% das pústulas, tendeu a ser maior para a procedência 12584 de *E. cloeziana* (175,3 horas) e menor para a 12419 de *E. pellita* (154,5 horas). Quanto aos isolados, o maior período latente foi apresentado por IJ (183,4 horas) e o menor por I₁ (152,2 horas). O menor período latente foi apresentado pela procedência 12419 de *E. pellita* inoculada com IG (144,4 horas) e o maior para a 12381 de *E. grandis* inoculada com IJ (Figura 12).

Quanto à frequência de infecção, houve diferença estatística significativa entre as procedências e entre os isolados estudados. A interação isolados-procedência foi não significativa (Figura 13). O isolado que promoveu maior número médio de lesões por 3 cm² de área foliar foi o I₁ (18,35) e o que promoveu menor número foi o I₂ (1,38). Nas procedências a variação média deste número foi de 15,35 (procedência 12381) a 4,73 (procedência 10966). Os valores médios extremos foram 0,38

Figura 12. Período latente (horas após a inoculação para a ocorrência de 50% das pústulas) manifestado por procedências de *Eucalyptus* (A) inoculadas com isolados de *R. psidii* (B). Os valores são de uma repetição ou médias de duas a quatro repetições.

a. Não Houve infecção.

b. Considerando-se apenas as combinações com ferrugem.

(I_2 versus Coffs Harbour) e 39,3 (I_1 versus 12381).

Para o parâmetro intensidade de infecção, a análise estatística revelou diferença significativa entre os isolados. Entre as procedências não houve diferença. A interação isolados-procedências foi também não significativa (Figura 14). As variações médias da percentagem do tecido foliar afetado foram 20,08 para o isolado I_1 a 3,32 para o isolado I_2 , 19,55 para a procedência 12381 a 7,70 para a procedência 10966. Os valores médios extremos foram 0,63% para I_2 versus 12419 e 29,00% para IJ versus 12584.

Em relação ao número de dias que as pústulas permaneceram esporulando (período infeccioso), somente a procedência 10966 diferiu significativamente das outras e somente IJ diferiu dos outros isolados. A interação procedência-isolados foi também significativa, porém apenas destas quanto ao isolado I_1 e ao isolado IJ e dos isolados quanto a procedência 10966 (Figura 15). Em média, a variação do período infeccioso foi de 15,5 dias (procedência 10966) a 21,3 dias (procedência 12584), 15,25 dias (isolado IJ) a 20,08 dias (isolado I_1 e I_2). Os limites extremos médios foram 0,00 dia (IJ versus 10966) e 27,00 dias (I_1 versus 12584).

Considerando a produção de uredosporos por pústula, as procedências variaram entre si. O isolado IJ foi o único que diferiu significativamente dos outros. Houve significância estatística na interação procedência-isolados, porém apenas a procedência 10966 diferiu das outras quando inoculadas com IJ e o isolado IJ diferiu dos outros quando inoculados na procedência 10966. Entretanto, este isolado não esporulou sobre a citada procedência (Figura 16).

Figura 13. Frequência de infecção (número de lesões por 3 cm² de área foliar) exibida pelas procedências de *Eucalyptus* (A) dez dias após a inoculação dos isolados de *P. psidii* (B). Média de quatro repetições. Para análise estatística os dados foram transformados em $\log_e (x+1)$. Médias de procedências e médias de isolados seguidas pela mesma letra, bem como procedências para o isolado e isolados para a procedência, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Figura 14. Intensidade de infecção (% da área foliar afetada) exibida pelas procedências de *Eucalyptus* (A) dez dias após a inoculação dos isolados de *P. psidii* (B). Média de quatro repetições. Os dados foram transformados em arco seno $\sqrt{x}$ para a análise estatística. Médias de procedências e médias de isolados seguidas pela mesma letra, bem como procedências para o isolado e isolados para a procedência, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Figura 15. Período infeccioso (dias produzindo uredosporos) exibido pelas procedências de *Eucalyptus* (A) à inoculação dos isolados de *P. psidii* (B). Média de duas repetições. Os dados foram transformados em $\log (x+1)$ para a análise estatística. Médias de procedência e médias de isolados seguidas pela mesma letra, bem como procedências para o isolado e isolados para a procedência, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Figura 16. Produção de uredosporos por pústula das procedências de *Eucalyptus* (A) inoculadas com os isolados de *P. psidii* (B). Média de duas repetições.

Os dados foram transformados em $\log(x+1)$ para a análise estatística. Médias de procedências e médias de isolados seguidas pela mesma letra, bem como procedências para o isolado e isolados para a procedência, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A variação média da produção de uredosporos foi de 1697,21 (procedência 12584) a 4072,18 (procedência 12419) e de 1749,98 (isolado IG) a 3819,41 (isolado I₁). Os limites extremos médios foram 0,00 (IJ *versus* 10966) e 9666,57 (I₁ *versus* 10966).

Foi bastante variável a produção de uredosporos por pústula de um dia para o outro. Picos de produção de uredosporos foram observados, porém o padrão de esporulação diária dos isolados foi muito variável entre eles, entre as procedências e também entre isolados-procedências. Contudo na maioria dos casos a maior parte da produção total de uredosporos se dá nos primeiros dias da esporulação do fungo nas procedências (Figuras 17 a 22).

A procedência 10966 de *E. pellita* foi a que se mostrou mais resistente, quando considerado o seu comportamento em relação aos cinco parâmetros monocíclicos mensurados, frente aos isolados de *P. psidii*. Entretanto esta procedência não apresentou ferrugem quando inoculada com IJ. Assim a procedência Coffs Harbour de *E. grandis* pode ser considerada a mais estável em termos de resistência. No outro extremo (mais suscetível) entre as seis procedências avaliadas, fica a 12381 de *E. grandis*. Esta procedência foi a que teve maior erro na avaliação da produção de uredosporos (sub-estimação), dado o fato de que geralmente ocorreu esporulação em ambas as faces de suas folhas, as vezes mais intensa na face ventral que na dorsal, em observação visual. Contudo, não houve variação ampla no comportamento das procedências testadas.

Dos cinco isolados inoculados nas procedências, o isolado I₁ mostrou-se ser o mais agressivo e o isolado I₂ o menos agressivo. Até mesmo os isolados de *Puccinia psidii* originados dos outros dois hospedeiros foram mais, ou no mínimo tão agressivos quanto o isolado I₂. A variação na capacidade

Figura 17. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas de procedência 12419 de *E. pellita* infectada com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 18. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas da procedência Coff's Harbour de *E. grandis* infectada com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 19. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas de procedência 9559 de *E. grandis* infectada com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 20. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas da procedência 12381 de *E. grandis* infectada com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 21. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas de procedência 10966 de *E. pellita* infectada com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

Figura 22. Quantidade diária de uredosporos obtidos por pústula na face dorsal de folhas da procedência 12584 de *E. cloeziana* infectada com isolados de *P. psidii*. Média de duas repetições de quatro pústulas cada.

de dos isolados causarem ferrugem nas procedências, através da análise dos parâmetros monocíclicos, não foi tão marcante também.

Dos mesmos cinco isolados inoculados nos clones e nas procedências, houve algumas inversões do seu comportamento. O isolado I_1 que foi menos patogênico aos clones, foi o mais agressivo às procedências originadas de semente. O contrário sucedeu com o isolado I_2 . Os outros isolados não mostraram alterações significativamente claras.

4.2.3. Correlação entre os parâmetros monocíclicos avaliados para os clones e para as procedências de *Eucalyptus*.

Praticamente não houve correlação entre os parâmetros monocíclicos avaliados para *Eucalyptus* spp a *Ruccinia psidii*. Embora pouco correlacionados, os parâmetros frequência de infecção e intensidade de infecção foram os que demonstraram maior nível de correlação tanto para os clones quanto para as procedências (Tabela 9). Para os clones, os parâmetros produção de uredosporos e período infeccioso também apresentaram relativa correlação linear entre si, porém não apresentaram para as procedências estudadas.

Tabela 9. Coeficientes de correlação observados entre os parâmetros monocíclicos avaliados nos clones e procedências de *Eucalyptus*.

Parâmetro	P.l. ⁽¹⁾	F.i.	I.i.	P.u.	P.i.
P.l.	-	-	-	-	-
F.i.	0,15	-	-	-	-
Clones I.i.	- 0,03	0,70	-	-	-
P.u.	- 0,29	-0,04	0,17	-	-
P.i.	- 0,32	0,07	0,28	0,61	-
P.l.	-	-	-	-	-
Proce- F.i.	- 0,04	-	-	-	-
dênci- I.i.	- 0,09	0,57	-	-	-
as P.u.	- 0,16	-0,11	0,07	-	-
P.i.	0,01	0,29	-0,20	0,11	-

(1) P.l. - Período latente; F.i. = Frequência de infecção; I.i. - Intensidade de infecção; P.u. = Produção de ure dosporos; e P.i. - Período infeccioso.

5. DISCUSSÃO

5.1. Metodologia de inoculação

É bem provável que a permanência de filme de água sobre as superfícies foliares por tempo inferior a 12 horas, seja suficiente para o processo de infecção do eucalipto' por *Puccinia psidii*, desde que a temperatura do ambiente esteja entre os limites de 17 e 25°C, e, na ausência de luz. Talvez quatro horas de câmara-úmida sejam suficientes, como verificaram RIBEIRO DO VALE et alii (1981b) para *Phakopsora pachyrhizi* - soja. No ensaio montado para esta finalidade (item 4.1.1), o não controle da temperatura do ambiente impossibilitou esta observação, já que a temperatura ultrapassou bastante 25°C, que aparentemente estão próximos ao limite máximo para a infecção deste hospedeiro por este fungo. De qualquer forma a inexistência de diferença entre 12 horas de câmara-úmida à noite e períodos maiores, mostra ser desnecessário deixar as plantas em ambiente saturado de água por longos períodos, como o fizeram FERREIRA e SILVA (1982), evitando-se queimaduras dos limbos foliares, quando a inoculação é feita em condições de casa de vegetação, e a formação de calos verificada em algumas mudas de certas procedências de *E. grandis*.

Os resultados sugeriram que a luz é um fator que também exerce influência nos processos de germinação e/ou penetra

ção de uredosporos de *P. psidii* em eucalipto. Mesmo no ensaio de avaliação do tempo de câmara-úmida (item 4.1.1.), seis horas de incubação no escuro foram suficientes para que houvesse um pouco de infecção, o que não aconteceu em seis horas sob luz. Entretanto neste ensaio houve uma pequena variação da temperatura durante o período de seis horas sob luz (24,4 a 31,7°C) em relação ao período de seis horas no escuro (25,6 a 28,6°C).

Mas a influência inibidora que a luz durante o período de câmara-úmida exerce na frequência de infecção de *P. psidii* em eucalipto foi apenas parcial e não total como o é para *Hemileia vastatrix* em cafeeiro, conforme mencionado por CHAVES et alii (1970). Resta saber, entretanto, se o efeito da luz é sobre o fungo e/ou sobre o hospedeiro e/ou sobre a interação de ambos (COLHOUN, 1973, KRÜGNER, 1978), bem como se há efeito da intensidade luminosa e da duração do período de luminosidade ou de ausência de luminosidade (BEVER, 1934; Yirgou, 1965 citado por COLHOUN, 1973).

Para a avaliação da resistência de *Eucalyptus* a *P. psidii*, como fizeram FERREIRA e SILVA (1982), a concentração de $1,2 \cdot 10^6$ uredosporos/ml pode ser adequada, mas para a quantificação desta resistência esta concentração pode ser elevada. Considerando-se o método de avaliação empregado por estes autores (tamanho das pústulas) e o fato de que os materiais que possibilitam alta frequência de infecção têm densidade de pústulas/área foliar muito elevada, e, conseqüentemente, as pústulas de tamanho menor, como também observaram IMHOFF et alii (1982), um material pode ser enquadrado em categoria de resistência superior àquela que realmente ele apresenta. No presente trabalho, quando se inoculou *E. grandis* Bom Despacho com suspensão $2 \cdot 10^3$ uredosporos/ml, aparentemente houve infecção suficiente para a avaliação da resistência de *Eucalyptus* a *P. psidii* através da análise dos parâmetros monocíclicos, porém a inoculação do clone 35 mostrou ser necessário concentra

ção de uredosporos mais elevada. Assim sendo, 10000 uredosporos/ml é uma concentração de inóculo eficaz para a avaliação da resistência proposta, adaptando-se bem à variabilidade genética do hospedeiro. Além disto é a concentração de inóculo usada em vários trabalhos de avaliação de resistência de hospedeiros a ferrugens (COELHO e CHAVES, 1975; VAN DER PLANK, 1975; MENTEN, 1980; RIBEIRO DO VALE et alii, 1981b), promovendo densidade de pústulas/área foliar que minimizam as interferências no valor dos outros parâmetros (PARLEVLIET, 1979; IMHOFF et alii, 1982).

A diferença observada quanto ao parâmetro frequência de infecção da inoculação das diferentes faces foliares, pressupõe menor penetração dos tubos germinativos dos uredosporos através das faces dorsais das folhas do eucalipto. Contudo não se pode eliminar a hipótese da retenção de menor volume de suspensão de uredosporos nas faces dorsais das folhas em relação ao que fica retido nas faces ventrais.

Necessário se torna, então, conhecer o mecanismo de penetração de uredosporos de *P. psidii* em eucalipto: se se através dos estômatos como faz *H. vastatrix* em cafeeiro (CHAVES et alii, 1970; Harr e Guggenheim, 1978 citados por PAUL, 1980) e *U. phaseoli* em feijoeiro (WYNN, 1976) ou diretamente através da cutícula como *P. pachyrhizi* em soja (LITTLEFIELD, 1981; STAPLES e TOENNIESSEN, 1981). Sendo a penetração através das aberturas naturais, deve-se inocular ambas as faces foliares do eucalipto, já que o número de estômatos pode variar entre as faces foliares de um material para outro (PRYOR, 1976). Em sendo penetração direta, basta apenas inocular as faces ventrais, o que facilita muito a aplicação do inóculo às folhas, além de melhorar a padronização da inoculação.

A ocorrência de infecção do eucalipto por *P. psidii* a 25°C e não a 30°C, demonstra que o ponto de temperatura máxima para este processo está entre estes valores de

temperatura. Por outro lado, é provável que o eucalipto seja infectado por *P. psidii* a temperatura inferior a 17°C, já que os uredosporos do mesmo germinam a 15°C (FERREIRA, 1981). Os valores exatos de temperatura máxima e mínima para a infecção do eucalipto por *P. psidii* podem, no entanto, serem variáveis dependendo da interação com outros fatores ambientes (COLHOUN, 1973; ROTEM et alii, 1978).

A inexistência de diferença estatística significativa para frequência de infecção entre as temperaturas avaliadas, não corresponde ao esperado, pois FERREIRA (1981) verificou que 15°C foi a melhor temperatura para a germinação dos uredosporos do fungo causador da ferrugem do eucalipto. Todavia, o efeito da temperatura sobre o patógeno pode ser diferente daquele exercido sobre a interação hospedeiro-patógeno (COLHOUN, 1973; KRÜGNER, 1978). Há ainda que considerar que, quando se está avaliando frequência de infecção, considera-se além da germinação dos esporos, a penetração, colonização e reprodução do fungo nos tecidos do hospedeiro.

O efeito da temperatura no período latente e na quantidade de ferrugem como observado neste estudo, está de acordo com o que se tem relatado (STAKMAN e HARRAR, 1957; Rayner, 1961 citado por CHAVES et alii, 1970; COLHOUN, 1973; ROTEM et alii, 1978). Desta forma verifica-se que o período latente pode variar de cinco ou menos até mais de 10 dias, embora nas epidemias naturais deva ser de cinco a sete dias como mencionado por FERREIRA (1981). Consequentemente, a época (número de dias após a inoculação) de avaliação dos parâmetros monoclícos depende da temperatura do ambiente e certamente de outros fatores.

Do que se discutiu deduz-se que, além dos aspectos relativos ao hospedeiro e/ou ao patógeno, é preciso padronizar as condições ambientes para se avaliar a resistência de

diferentes genótipos do hospedeiro ao patógeno, como referido por PARLEVLIET (1979) ou então inoculá-los todos de uma só vez com a população do patógeno, para evitar o efeito da variação do ambiente. Neste último caso, porém, as respostas dos genótipos avaliados só poderão ser comparadas, com segurança, entre si. Para comparação com outros genótipos além dos avaliados em conjunto, só com as devidas restrições, principalmente em se tratando da resistência que reduz a taxa de infecção, r , (VAN DER PLANK, 1963; 1968) que geralmente é influenciada pelo ambiente.

5.2. Resistência de *Eucalyptus* sp a *Puccinia psidii*

No presente estudo, apesar das relativas diferenças observadas no valor dos parâmetros monocíclicos avaliados, nem sempre se detectou significância estatística para estas variações. Certamente o pequeno número de repetições utilizado seja a causa do referido fato. As discussões que seguem são baseadas nos dados originados deste pequeno número de repetições, mesmo porque ainda não foi determinado o número ideal de repetições para avaliação da resistência proposta.

5.2.1. Parâmetros monocíclicos para *Eucalyptus* - *P. psidii*

As variações observadas no presente trabalho entre as espécies, procedências e clones de *Eucalyptus*, quanto aos parâmetros monocíclicos (componentes da resistência), são bastante relatadas para outras doenças (GUZMAN, 1964; HEAGLE e MOORE, 1970; PARLEVLIET, 1975; UMAERUS e LIHNELL, 1976; PARLEVLIET e KUIPER, 1977; NEERVOORT e PARLEVLIET, 1978; JOHNSON e WILCOXSON, 1978; PARLEVLIET, 1979). Destas variações advem maior ou menor grau de resistência do hospedeiro, em consequência da restrição que este oferece à infecção e/ou à colonização e/ou à reprodução do patógeno (PARLEVLIET, 1979).

O grau de resistência do material vegetal é, entretanto, variável em função do isolado com que foi inoculado, devido à variação em patogenicidade dos isolados. Verifica-se assim que para o sistema *Eucalyptus* - *P. psidii* também é preciso trabalhar com o máximo de isolados do fungo quando se quer avaliar a resistência do hospedeiro, a fim de evitar erros de sub ou super-estimação desta resistência. Por outro lado, a avaliação da patogenicidade de isolados de *P. psidii* deve ser realizada utilizando-se alguns genótipos diferentes de *Eucalyptus*.

Além do período latente médio relativamente curto, que segundo FERREIRA (1981) explica a severidade dos ataques de *P. psidii* ao eucalipto no campo, a elevada frequência de infecção e alta produção de uredosporos verificada nos materiais mais suscetíveis, ajudam a explicar o fato.

Os picos de produção de uredosporos observados durante o período infeccioso, certamente são consequência do comportamento do patógeno no interior dos tecidos do hospedeiro, como afirmado por IMHOFF et alii (1982). Entretanto algum efeito da temperatura e/ou de outro fator ambiente pode ter ocorrido (MELCHING et alii, 1979), já que os estudos de avaliação de resistência foram realizados em condições de casa de vegetação.

5.2.2. Os resultados obtidos e as teorias sobre resistência de plantas às doenças

VAN DER PLANK (1963) estipulou dois tipos de resistência de plantas às doenças: resistência vertical (RV) e resistência horizontal (RH). Quando a variedade do hospedeiro é resistente a algumas raças do patógeno, mas não a todos, é porque ela possui RV (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975; ROBINSON, 1969; 1973; 1976). O clone o que apresentava-se com ferrugem no campo, (IKEMORI, comunicação pessoal) é resistente ver-

ticamente aos isolados utilizados neste trabalho, uma vez que nenhum deles reproduziu-se neste clone.

Os autores antes citados, além de outros, referem-se que a hipersensibilidade constitui-se em um dos mecanismos frequentes de RV. Este tipo de reação foi observado em algumas combinações isolados de *P. psidii* - clone de *E. grandis* e procedências de *Eucalyptus*, evidenciando assim também a presença de RV, e, conseqüentemente de virulência do patógeno (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975; ROBINSON, 1969; 1973; 1976).

As interações estatisticamente significativas para clones - isolados detectadas nas análises de variância, são também uma das indicações de que RV está presente nos materiais estudados (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975; ROBINSON, 1969; 1973; 1976). Entretanto a impossibilidade de ordenamento constante das variedades quanto ao nível de resistência independente da raça do patógeno, ou destas raças quanto a sua patogenicidade independente da variedade, é o método seguro para afirmar a presença de RV (VAN DER PLANK, 1968; 1978; BERGAMIN Fº, 1983). Este fato é verificado entre os clones de *E. grandis* testados que em alguns casos não podem ser ordenados sempre da mesma forma independente de qualquer dos isolados de *P. psidii* utilizados neste estudo. Desta forma a teoria de Flor, de que para cada gene de resistência no hospedeiro há um complementar de virulência no patógeno (FLOR, 1942; 1955; 1956; 1959; 1971), aplica-se a relação clones de *E. grandis* - isolados de *P. psidii* aqui estudada. Apenas a título de exemplificação, nota-se que a produção de uredosporos por pústula do clone 35 inoculado com IC₃₅ (Figura 5), foi bem superior àquela dos outros isolados. Isto em decorrência da superação da RV deste clone por este isolado.

A RV presente nos clones de *E. grandis* testados, de acordo com vários trabalhos (CATEN, 1974; CLIFFORD e CLOTIER, 1974; PARLEVLIET, 1976; 1977a; 1977b; 1978; 1981a; 1981b; 1983; PARLEVLIET e ZADOKS, 1977; NELSON; 1978; MENTEN, 1980; JOHNSON, 1981a; 1981b) é RV incompleta (RVi) ou RV sem especi-

ficidade hospedeiro-patógeno (VAN DER PLANK, 1978). Como VAN DER PLANK (1963; 1968; 1975) afirmou que RH está presente em todos os hospedeiros ainda não extintos por patógenos, os clones testados devem possuí-la em maior ou menor nível, uma vez que estão plantados em região de ocorrência da ferrugem do eucalipto.

Utilizando-se de metodologia de análise similar àquela feita por VAN DER PLANK (1978) com dados de CLIFFORD e CLOTIER (1974), é possível determinar quanto da resistência dos clones testados à *P. psidii* é RVi e quanto é RH. O certo seria ter vários isolados adaptados a cada clone para que fosse eliminado o efeito de diferentes agressividades. Como no presente estudo isto não foi feito, para a quantificação da RVi foi considerado apenas o isolado mais adaptado ao clone (Tabelas 9 a 13). Para tanto foi considerado aquele isolado que causou maior quantidade de doença no clone testado, considerando-se o parâmetro monocíclico, ou seja: aquele isolado que, no clone, promoveu menor período latente e/ou maior frequência de infecção e/ou maior intensidade de infecção e/ou maior produção de uredosporos e/ou maior período infeccioso (VAN DEN ZAAG, 1959; LAPWOOD, 1961; VAN DER PLANK, 1963; ZADOKS, 1972; PARLEVLIET e VAN OMMEREN, 1975; JOHNSON e WILCOXSON, 1978; KUHN et alii, 1978).

Verifica-se que o nível de resistência horizontal e vertical dos clones testados em relação a *P. psidii* é variável para os parâmetros monocíclicos avaliados (Figura 23). Em alguns casos, como por exemplo a produção de uredosporos por pústula no clone 35, o componente vertical da resistência mostrou-se proporcionalmente elevado, como o cultivar Vada de cevada em relação às culturas de *Puccinia hordei* (VAN DER PLANK, 1978). Chama a atenção o fato do clone 2, que mostrou-se como o mais suscetível a *P. psidii* através da análise dos parâmetros monocíclicos, ter geralmente o menor nível de RH em relação a estes parâmetros, em comparação com os outros clones. No outro extremo, o clone 35 considerado como mais resistente, foi aquele que geralmente mostrou maior nível de RH (Fig. 23).

Tabela 9. Período latente médio (horas) exibido por folhas marcadas de seis clones de *E. grandis* inoculados com sete isolados de *P. psidii*.

	Isolado I ₃	Outros isolados		Isolado I ₃	Outros isolados
Clone 1	138	169	Clone 2	149	165
Outros clones	163	178	Outros clones	161	179
	Isolado I ₃	Outros isolados		Isolado I ₁	Outros isolados
Clone 3	141	188	Clone 4	157	188
Outros clones	163	175	Outros clones	171	173
	Isolado I _j	Outros isolados		Isolado I ₂	Outros isolados
Clone 5	155	172	Clone 35	162	187
Outros clones	172	176	Outros clones	166	173

Tabela 10. Frequência de infecção média (lesões/3 cm² de área foliar) de sete isolados de *P.psidi* inoculados em folhas marcadas de seis clones de *E. grandis*.

	Isolado IG	Outros isolados		Isolado I ₃	Outros isolados
Clone 1	3,0	1,3	Clone 2	11,7	3,3
Outros clones	7,1	3,3	Outros clones	8,6	2,3
	Isolado I ₃	Outros isolados		Isolado IG	Outros isolados
Clone 3	4,2	1,6	Clone 4	9,5	2,4
Outros clones	10,1	2,7	Outros clones	5,8	3,1
	Isolado I ₃	Outros isolados		Isolado I ₃	Outros isolados
Clone 5	25,5	3,9	Clone 35	5,5	1,8
Outros clones	5,8	2,2	Outros clones	9,8	2,6

Tabela 11. Intensidade de infecção média (% da área foliar com ferrugem) de sete isolados de *P.psidi* inoculados em folhas marcadas de seis clones de *E. grandis*.

	Isolado I ₄	Outros isolados		Isolado I ₃	Outros isolados
Clone 1	20,0	4,2	Clone 2	28,7	10,3
Outros clones	5,2	8,9	Outros clones	19,1	5,0
	Isolado I ₃	Outros isolados		Isolado IG	Outros isolados
Clone 3	13,7	4,3	Clone 4	15,0	5,2
Outros clones	22,1	6,2	Outros clones	11,1	7,9
	Isolado I ₃	Outros isolados		Isolado I ₃	Outros isolados
Clone 5	55,0	7,1	Clone 35	4,7	2,2
Outros clones	13,9	5,7	Outros clones	23,9	6,7

Tabela 12. Uredosporos produzidos por pústula (média) em folhas marcadas de seis clones de *E. grandis* inoculados com sete isolados de *P. psidii*.

	Isolado I ₂	Outros isolados		Isolado I ₂	Outros isolados
Clone 1	7131	1889	Clone 2	5493	2624
Outros clones	2238	1520	Outros clones	2566	1373
	Isolado IC ₃₅	Outros isolados		Isolado I ₃	Outros isolados
Clone 3	4486	1460	Clone 4	2895	1273
Outros clones	2391	1668	Outros clones	1530	1902
	Isolado I ₂	Outros isolados		Isolado IC ₃₅	Outros isolados
Clone 5	2777	750	Clone 35	2013	414
Outros clones	3109	1748	Outros clones	2885	1878

Tabela 13. Período infeccioso médio (dias) de seis clones de *E. grandis* inoculados com sete isolados de *P. psidii*.

	Isolado I ₃	Outros isolados		Isolado I ₂	Outros isolados
Clone 1	17,5	13,2	Clone 2	25,0	17,8
Outros clones	15,5	13,7	Outros clones	16,0	12,4
	Isolado I ₂	Outros isolados		Isolado I ₃	Outros isolados
Clone 3	22,0	12,2	Clone 4	19,5	11,8
Outros clones	16,6	13,6	Outros clones	15,2	13,9
	Isolado I ₂	Outros isolados		Isolado IC ₃₅	Outros isolados
Clone 5	18,5	12,2	Clone 35	19,5	9,8
Outros clones	17,3	13,5	Outros clones	15,0	14,4

Figura 23. Resistência horizontal (RH) e vertical (RV) de clones de *E. grandis* a sete isolados de *P. psidii*, quanto aos parâmetros monocíclicos.

(1) o valor T foi obtido dividindo-se o maior valor da interação clone-isolado por parâmetro monocíclico, por todos os valores. Por exemplo, na tabela 10, o valor 25,5 foi dividido por todos valores da tabela.

Apesar de vertical, a RVi afeta principalmente a taxa de infecção, r (CATTEN, 1974; CLIFFORD e CLOTIER, 1974 ; PARLEVLIET, 1975; 1977a; ZADOKS, 1972; WILCOXSON et alii , 1975; HABGOOD, 1976; KUHN et alii, 1978), que é a consequência epidemiológica mais geral da RH (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975) . Consequentemente a RVi em culturas de plantas perenes deve ter a viabilidade que a RH sugerida por ROBINSON (1971) e por BERGAMIN Fº (1976) têm para este tipo de plantas. Ainda mais considerando que a RVi é relativamente durável em relação a RV típica (ABDALLA, 1970; ROBERTS e CALDWELL, 1970; THURSTON, 1971; ROBINSON, 1973; PARLEVLIET, 1977b; PARLEVLIET e ZADOKS, 1977; JOHN - SON, 1978; NELSON, 1978).

5.2.3. Os resultados obtidos e o comportamento de *Eucalyptus* spp a *P. psidii* em outras observações.

A variação do comportamento de espécies de *Eucalyptus*, em relação a ferrugem, observada a nível de campo (KRÜGNER, 1980; FERREIRA e SILVA, 1982; MORAES et alii; 1982) e em condições artificiais (FERREIRA e SILVA, 1982), foi também constatada no presente trabalho. Apesar de não haver acentuada diferença na resistência a ferrugem das espécies de *Eucalyptus* testadas, *E. pellita* mostrou ser a mais resistente delas. Plantas desta espécie têm sido encontradas livres de ferrugem em locais e épocas favoráveis a ocorrência da doença (MORAES et alii, 1982), o que vem em apoio aos resultados obtidos.

Entre procedências de uma mesma espécie, também ocorreu variação no comportamento quanto a resistência a *P. psidii* concordando com a referência de KRÜGNER (1980) e com as detecções de FERREIRA e SILVA (1982) e de MORAES et alii (1982). Apesar de apenas duas, as procedências de *E. pellita* testadas aqui mostraram tal variação. O mesmo ocorreu entre as procedências de *E. grandis*, tendo considerado o material originado

por sementes quanto o originado da multiplicação das brotações dos tocos.

Do material utilizado neste trabalho, a procedência 9559 de *E. grandis*, é o único do qual se tem resultados de observações mais científicas. Segundo citação de FERREIRA e SILVA (1982), Silva (1980) não detectou ferrugem em plantas desta procedência em um ensaio de campo no nordeste do Estado do Espírito Santo. FERREIRA e SILVA (1982) através de inoculação artificial, verificaram que 76% das mudas desta procedência se comportaram como resistentes a ferrugem e 24% como moderadamente suscetíveis. No presente estudo esta procedência também se comportou como das mais resistentes, concordando com as evidências citadas.

Os fatos apresentados no parágrafo anterior permitem inferir que a resistência dos materiais originados de sementes e dos originados por estaquia, utilizados neste trabalho, foi sub-estimada, em face ao exagerado vigor vegetativo das mudas inoculadas, provocado por condições ótimas para o seu desenvolvimento. Sendo a procedência 9559 de *E. grandis* resistente a ferrugem no campo, todos os materiais aqui testados devem também mostrar bom nível de resistência neste ambiente. Através da análise dos parâmetros monocíclicos avaliados neste estudo não houveram diferenças demasiadamente extremas no comportamento destes clones, procedências e espécies de *Eucalyptus*, quanto a ferrugem em inoculação artificial. (Ressalva-se que a comparação do material originado por estaquia com a procedência 9559 é meio incerta pois foram avaliados em épocas diferentes).

Na realidade, a inferência feita anteriormente deve ser verdadeira, já que procedências de *E. pellita* têm se mostrado promissoras em ensaios de campo realizados em regiões de ocorrência de ferrugem. *E. grandis* Coffs Harbour, embora qua-

se sô plantada em áreas desfavoráveis a ocorrência da ferrugem, nunca fora relatada como portadora desta enfermidade, mesmo em condições de viveiro. O material propagado vegetativamente também deve ser relativamente resistente a ferrugem no campo, pois é originário da região sujeita a ocorrência de epidemias (Ara-cruz, ES) sendo já estabelecido na região. Assim sendo, os materiais mais suscetíveis devem já ter sido eliminados da região pela atuação direta (retardando o crescimento) ou indireta (abafamento pelas plantas mais resistentes) da ferrugem (KRÜGNER, 1980).

Além da variação no comportamento em relação a ferrugem manifestada pelas espécies e procedências de *Eucalyptus*, foi também observado neste estudo variabilidade entre as plantas de uma mesma procedência, confirmando as observações de KRÜGNER (1980) e de FERREIRA e SILVA (1982). Dificilmente as plantas de qualquer das procedências testadas aqui foram todas infectadas na mesma proporção por um dos isolados de *P. psidii* inoculados. Isto quando todas elas foram infectadas, pois geralmente algumas não o foram. Mas a variação entre indivíduos de uma procedência foi melhor verificada entre os clones inoculados. Os clones 1, 2 e 3, que são procedentes da África do Sul mostraram respostas distintas um do outro, quanto aos parâmetros monocíclicos avaliados. O clone 2 foi o mais suscetível de todos os clones testados e o clone 3 um dos mais resistentes. O mesmo se verificou em relação aos materiais de outras procedências, como os clones 5 e 6 que são de Zimbabwe e os clones 4 e 35 que são de Rio Claro, SP.

5.2.4. Extensão prática do presente trabalho

KRÜGNER (1980) referiu que, caso fosse necessário, a seleção de material resistente a ferrugem seria a alternativa recomendável para o controle desta enfermidade. Já FER-

REIRA e SILVA (1982) e MORAES et alii (1982) acreditavam na necessidade de se plantar espécies e procedência resistentes a ferrugem.

Considerando que o eucalipto é suscetível a ferrugem apenas enquanto os tecidos estão no estágio juvenil, que geralmente corresponde ao primeiro ou até o segundo ano de vegetação no campo (KRÜGNER, 1980), o cultivo desta essência se comporta como cultura anual em relação a referida enfermidade. Consequentemente a resistência vertical clássica (VAN DER PLANK, 1963; 1968) poderia ter grande êxito, apesar da necessidade de se aplicar as estratégias que promovam maior durabilidade deste tipo de resistência (VAN DER PLANK, 1963; 1968; 1975), como referido por KRÜGNER (1977).

Mas, geralmente nos hortos das empresas que cultivam eucalipto todos os anos é feito plantio e exploração, o que significa ter plantas juvenis ininterruptamente (vale lembrar que também as brotações das touças são juvenis). Assim, a aplicação das estratégias que retardam a superação da resistência vertical é um tanto quanto dificultada. Há que considerar, todavia, que não há relatos de superação deste tipo de resistência em eucalipto por *P. psidii*. Contudo os resultados deste trabalho demonstram a existência de virulência (VAN DER PLANK, 1963; 1968) entre isolados de *P. psidii*, o que é uma regra geral para os fungos causadores de ferrugens.

Embora útil a resistência vertical para o sistema *Eucalyptus*-*P. psidii*, melhor aplicação a este sistema terá a resistência horizontal (ROBINSON, 1971), ou em última análise a resistência que reduz a taxa de desenvolvimento da epidemia (VAN DER PLANK, 1978; 1982; PARLEVLIET, 1979), que pode ser resistência horizontal ou vertical incompleta, como verificado neste trabalho para os clones de *E. grandis*.

Apesar de que a avaliação mais real da taxa que reduz o desenvolvimento da epidemia deva ser executada em condições naturais de epidemia no campo (teste policíclico) (NELSON e MACKENZIE, 1973; BERGAMIN Fº e KIMATI, 1978; RIBEIRO, 1978; MENTEN, 1980; BERGAMIN Fº, 1983), avaliando-se os componentes da resistência (PARLEVLIET, 1979), pode-se ter uma idéia do comportamento do material no campo. Desta forma, avaliando-se a resistência de espécies e/ou procedências e/ou clones de *Eucalyptus* a *P.psidi* como se fez nesta pesquisa, é possível predizer os genótipos potencialmente mais importantes para serem cultivados e, ao mesmo tempo, evitar gastos de tempo, serviço e capital com ensaios de campo para a finalidade proposta. ZADOKS (1972; 1978) mencionou que a avaliação dos componentes da resistência sob condições controladas, pode fornecer mais informações aos fitopatologistas e fitomelhoristas que as avaliações da quantidade de doença sob condições de campo. Porém este mesmo autor (ZADOKS, 1972) referiu que uma avaliação final do material que se mostrar mais promissor através dos testes monocíclicos, deverá ser feita em "miniplots", em condições naturais de epidemia.

Apesar de pouco seguras as comparações dos resultados do comportamento dos materiais avaliados neste trabalho, em relação a ferrugem, com aqueles originados de outras observações (FERREIRA e SILVA, 1982; MORAES et alii, 1982), verificou-se que aqueles materiais que se mostraram mais resistentes neste estudo são também resistentes no campo. Esta aparente correlação entre os resultados obtidos em condições artificiais e os obtidos em condições naturais, é meramente uma simples evidência da viabilidade da avaliação da resistência de *Eucalyptus* a *P. psidi* através da análise dos componentes da resistência, dispensando laboriosos testes de campo.

Para o sistema *Eucalyptus* - *P.psidi* maior eficiência terá a resistência que reduz a taxa de aumento da popu

lação do patógeno, como já discutido, por ser uma resistência relativamente estável e durável (PARLEVLIET et alii, 1980). Assim, necessário se faz a determinação deste parâmetro epidemiológico para, posteriormente, correlacioná-lo com os parâmetros monocíclicos avaliados neste estudo, a semelhança do que fez MENTEN (1980).

No presente estudo, como em vários outros (PARLEVLIET e VAN OMMEREN, 1975; OHM e SHANER, 1976; PARLEVLIET e KUIPER, 1977; ESKES et alii, 1979; PARLEVLIET et alii, 1980), não houve ou foi baixa a correlação entre os parâmetros monocíclicos. É de se esperar, portanto, que dos cinco parâmetros monocíclicos avaliados no presente estudo, nem todos correlacionem bem com a taxa (r) de desenvolvimento da doença. Pode inclusive ocorrer alta correlação de r com apenas um destes cinco parâmetros avaliados. Caso isto se verifique, ainda mais viável ficará a avaliação da resistência de genótipos de *Eucalyptus* a *P. psidii* em condições artificiais.

De acordo com PARLEVLIET (1979), período latente é o componente crucial que determina a taxa de infecção r quando um grande número de ciclos reprodutivos do patógeno é necessário para constituir a epidemia. Pela duração do período latente observada neste trabalho e também pela verificada por FERREIRA (1981), presume-se que este parâmetro poderá ter alta correlação com r , como verificado em vários outros sistemas (ZADOKS, 1972; 1977, CLIFFORD e CLOTIER, 1974; PARLEVLIET, 1975; PARLEVLIET e VAN OMMEREN, 1975; ESKES, 1978a; 1978b; NEERVOORT e PARLEVLIET, 1978; ESKES et alii, 1979; JOHNSON e WILCOXSON, 1979; OHM e SHANER, 1976; PARLEVLIET et alii, 1980). Porém, como as variações no valor deste parâmetro entre genótipos do hospedeiro foram pequenas, o aumento da doença aparentemente deva correlacionar-se melhor com o parâmetro produção de uredosporos.

Pelo discutido nota-se ser necessário a realização de pesquisas complementares a esta, a fim de que, em futuro breve, se possa fazer uma triagem segura, em condições artificiais, de material a ser cultivado em áreas propensas a ocorrência de ferrugem em níveis epidêmicos, para que sejam minimizados os prejuízos em decorrência desta enfermidade, favorecendo assim a estabilidade da eucaliptocultura no Brasil.

6. CONCLUSÕES

Com base no que se colheu nesta pesquisa, pode - se concluir que :

- 1 - Para avaliação da resistência de *Eucalyptus* a *Puccinia psidii*, através da análise dos parâmetros monocíclicos , deve-se proceder a inoculação das mudas com suspensão de uredosporos na concentração de 10^4 /ml, pulverizando-se ambas as faces foliares até o ponto de início de escorrimento. As plantas inoculadas devem permanecer em ambiente com ar saturado de umidade durante 12 horas, preferencialmente na ausência de luz e com temperatura do ambiente entre os limites de 17 e 25°C.
- 2 - Deve ser utilizado o maior número possível de isolados de *P.psidii*, com variabilidade quanto ao hospedeiro e região geográfica de origem.
- 3 - Os parâmetros monocíclicos período latente, frequência de infecção, intensidade de infecção, produção de uredosporos e período infeccioso mostram efeito estatisticamente significativo de genótipos de *Eucalyptus*, de isolados de *P.psidii* e da interação entre genótipos do hospedeiro e isolados do fungo.

- 4 - Foi possível discriminar genótipos de *Eucalyptus* mais resistente a *P. psidii* e isolados do fungo mais patogênicos ao hospedeiro, através da análise destes parâmetros.
- 5 - Não houve ou foi baixa a correlação entre os parâmetros monóclicos citados.
- 6 - As reações observadas para o sistema *Eucalyptus* sp-*P. psidii* demonstram a presença de resistência horizontal, vertical completa e incompleta no hospedeiro e, conseqüentemente, de agressividade e virulência no patógeno.

7. LITERATURA CITADA

- ABDALLA, M.M.F., 1970. Inbreeding, heterosis, fertility, plasmon differentiation and *Phytophthora* resistance in *Solanum verrucosum* Schlechtd., and some interspecific crosses in *Solanum*. Agricultural Research Reports. Wageningen, 748 . 5p.
- ABREU, M. S. DE, 1978. Identificação de parâmetros para avaliação da resistência horizontal de *Coffea* sp à *Hemileia vastatrix* Berk. & Br.. UFV, Viçosa, 64p. (Tese de mestrado).
- AGRIOS, G.N., 1978. Plant Pathology. 2^a ed. New York, San Francisco, London, Academic Press. 703p.
- AHN, S.W. e S.H. OU, 1982. Quantitative resistance of rice to blast disease. Phytopathology. St. Paul, 72:279-282.
- BERGAMIN Fº, A., 1976. Possibilidades do emprego da resistência vertical no melhoramento do cafeeiro contra *Hemileia vastatrix*. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 2:103-108.

- BERGAMIN Fº, A., 1983. Consequências epidemiológicas da resistência no sistema *Coffea arabica* L. - *Hemileia vastatrix* Berk. & Br.. ESALQ/USP, Piracicaba, 111 + XXXVIp. (Tese de Livre-docência).
- BERGAMIN Fº, A. e H. KIMATI, 1978. Variedades resistentes . In: GALLI, F., Coord. Manual de Fitopatologia. 2ª edição. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres Ltda., Vol. 1, p. 297-324 .
- BEVER, W.M., 1934. Effect of light on the development of the uredial stage of *Puccinia glumarum*. Phytopathology . St. Paul, 24:507-516.
- CADENA-GÓMEZ, G. e P. BURITICÁ-CÊSPEDES, 1981. Determinación cuantitativa de resistencia a *Hemileia vastatrix* em plantas de *Coffea canephora* variedad Conilon. Ceni-Café. Chinchina, 14:15-34.
- CAMPINHOS JR., E., 1982. Produção de propágulos vegetativos (por enraizamento de estacas) de *Eucalyptus* spp em viveiro. 10p. (datilografado).
- CAMPINHOS JR., E. e Y.K. IKEMORI, 1983. Nova técnica para a produção de mudas de essências florestais. IPEF. Piracicaba, 23:47-52.
- CASTILHO, A., M.C. DEL P. MARTINS, G.M. CHAVES e L.A. MAFFIA , 1982. Técnicas de inoculação e seleção de cultivares de goiabeira com resistência à ferrugem (*Puccinia psidii*) . Fitopatologia Brasileira. Brasília, 7:511.
- CASTRO, H.A. DE, T.L. KRÜGNER, C.H.F. IDERIHA, M.S.C. CAPPELLO e A.B. MARCHI, 1983. Inoculação cruzada de *Eucalyptus* , Goiaba (*Psidium guajava*) e Jambeiro (*Syzigium jambos*) com *Puccinia psidii* Winter. Fitopatologia Brasileira. Brasília, no prelo.

- CATEN, C.E., 1974. Intra-racial variation in *Phytophthora infestans* and adaptation to field resistance to potato blight. Annals of Applied Biology. Cambridge, 77:259-270.
- CHAVES, G.M. e M.S. DE ABREU, 1978. Identificação de parâmetros para avaliação de resistência inespecífica contra *H. vastatrix* Berk et Br. em mudas de café. In: 6º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Ribeirão Preto, SP, 24 a 27 de outubro de 1978, p.18-19.
- CHAVES, G.M., J. DA CRUZ FILHO, M.G. DE CARVALHO, K. MATSUOKA, D.T. COELHO e C. SHIMOYA, 1970. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) - revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. Seiva. Viçosa, Edição especial, 75p.
- CLIFORD, B.C., 1972. The histology of race non-specific resistance to *Puccinia hordei* Otth. in barley. Proc. 5th. European and Mediterranean Cereal Rust Conference, Prague, 1:75-79
- CLIFORD, B.C., 1974. Relation between compatible and incompatible infection sites of *Puccinia hordei* on barley. Transactions British Mycological Society. London, 63:215-220.
- CLIFORD, B.C. e R.B. CLOTHIER, 1974. Physiologic specialization of *Puccinia hordei* on barley hosts with non-hypersensitive resistance. Transactions British Mycological Society. London, 63:421-430.
- CLIFORD, B.C. e H.W. RODERICK, 1981. Detection of cryptic resistance of barley to *Puccinia hordei*. Transactions British Mycological Society. London, 76:17-24.

- COELHO, R.S.B. e G.M. CHAVES, 1975. Comparação de dois métodos de amostragem na identificação de raças de *Uromyces phaseoli typica* Arth. Experientiae. Viçosa, 19:149-186.
- COLHOUN, J., 1973. Effects of enviromental factors on plant disease. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 11 : 343-364.
- DEHEN, D., 1977. Untersuchungen zur resistenz von sommerweizen gegenüber gelbrost (*Puccinia striiformis*) in feld und unter kontrollierten bedingungen während der ontogenese der wirtspflanze. Göttingen, Georg-August-Universität, 200p. (Tese de doutoramento).
- DIMOCK, A.W. e K.F. BAKER, 1951. Effect of climate on disease development, injuriousness, and fungicidal control, as exemplified by snapdragon rust. Phytopathology. St. Paul, 41: 536-552.
- DUTZMANN, S. e J. KRANZ, (1982). Vergleich von zwei methoden zum messen der sporulation von *Erysiphe graminis*, s/p. (datilografado).
- EMBRAPA, 1976. Avaliação de doenças e perdas de colheitas. In: EMBRAPA. Manual de métodos de pesquisas em feijão. Goiânia, GO, CNPAF, p.27-58.
- ESKES, A.B., 1978a. Segregação transgressiva para resistência a *Hemileia vastatrix* em populações F₃ do cruzamento entre a cultivar Catuaí com a introdução 1164-4 de Agaro, de *Coffea arabica*. In: 6º Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras, Ribeirão Preto, p.53-55.

- ESKES, A.B., 1978b. Avaliação do uso de discos de folhas para medir o nível de resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: 6º Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras, Rio de Janeiro, p.114-115.
- ESKES, A.B., 1980. Bases genéticas da resistência horizontal a patógenos em plantas. Ciência e Cultura. São Paulo, 32:1464-1472.
- ESKES, A.B., M.S. BRAGHINI, K. KROON e J. HOOGASTRATEN, 1979. Parâmetros para medir o grau de suscetibilidade à *Hemileia vastatrix* em cultivares e populações de *Coffea arabica*. In: 7º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Araxá, p. 70-71.
- FERREIRA, F.A., 1981. Ferrugem do eucalipto - ocorrências, temperatura para germinação de uredosporos, produção de teliosporos, hospedeiro alternativo e resistência. Fitopatologia Brasileira. Brasília, 6:603-604.
- FERREIRA, F.A. e A.R. SILVA, 1982. Comportamento de procedências de *Eucalyptus grandis* e de *E. saligna* à ferrugem (*P. psidii*). Fitopatologia Brasileira. Brasília, 7:23-28.
- FLOR, H.H., 1942. Inheritance of pathogenicity in *Melampsora lini*. Phytopathology. St. Paul, 32:653-659.
- FLOR, H.H., 1955. Host-parasitic interaction in flax rust its genetics and other implications. Phytopathology. St. Paul, 45:680-685.
- FLOR, H.H., 1956. The complementary gene system in flax and flax rust. Advances in Genetics. New York, 8:29-54.

- FLOR, H.H., 1959. Genetic controls of host-parasite interactions in rust disease. In: HOLTON, C.S., G.W. FISHER, R. W. FULTON, H. HART e S.E.A. McCALLAN, Eds. Plant pathology - problems and progress 1908-1958, Madison, Univ. Wisconsin Press., p. 132-144.
- FLOR, H.H., 1971. Current status of the gene-for-gene concept. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 9:275-296.
- GROTH, J.V. e N.V.R.R.URS, 1982. Differences among bean cultivars in receptivity to *Uromyces phaseoli* var. *typica*. Phytopathology. St. Paul, 72:374-378.
- GUZMAN, J., 1964. Nature of partial resistance of certain clones of three *Solanum* species to *Phytophthora infestans*. Phytopathology. St. Paul, 54:1398-1404.
- HABGOOD, R.M., 1976. Differential aggressiveness of *Rhynchosporium secalis* isolates towards specified barley genotypes. Transactions British Mycological Society. London, 66:201 - 204.
- HAYDEN, E.D., 1956. Differences in infectibility among spring wheat varieties exposed to spore showers of race 15B of *Puccinia graminis tritici*. Phytopathology. St. Paul, 46 : 14.
- HEAGLE, A.S. e M.B. MOORE, 1970. Some effects of moderate adult resistance to crown rust of oats. Phytopathology. St. Paul, 60:461-466.
- HILL, J.P. e R.R. NELSON, 1982. The heritability of three parasitic fitness attributes of *Helminthosporium maydis* race T. Phytopathology. St. Paul, 72:525-526.

- HODGSON, W.A., 1961. Laboratory testing of the potato for partial resistance to *Phytophthora infestans*. American Potato Journal. New Jersey, 38:259-264.
- HOOKEER, A.L., 1967. The genetics and expression of resistance in plants to rust on the genus *Puccinia*. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 5:163-182.
- HORSFALL, J.G. e E.B. COWLING, 1978. Pathometry - the measurement of plant disease. In:HORSFALL, J.G. e E.B. COWLING , Eds. Plant disease - an advanced treatise. New York, San Francisco, London, Academic Press, Vol. 2, p.119-136.
- IMHOFF, M.W., K.J. LEONARD e C.E. MAIN, 1982. Patterns of bean rust lesion size increase and spore production. Phytopathology. St. Paul, 72:441-446.
- JAMES, E.C., 1971a. An illustrated series of assessment keys for plant diseases - their preparation and usage. Canadian Plant Disease Survey. Ottawa, 51:39-65.
- JAMES, W.C., 1971b. A manual of assessment keys for plant diseases. Publication Nº. 1458 - Canada Department of Agriculture. St. Paul, The American Phytopathological Society , s/p.
- JAMES, W.C., 1974. Assessment of plant diseases and losses . Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 12:27-48.
- JOFFILY, J., 1944. Ferrugem do eucalipto. Bragantia. Campinas, 4:475-487.
- JOHNSON, R., 1978. Practical breeding for durable resistance to rust diseases in self-pollinating cereals. Euphytica . Wageningen, 27:529-540.

- JOHNSON, R., 1981a. Durable disease resistance. In: JENKYN , J.F. e R.T. PLUMB, Eds. Strategies for the control of cereal disease. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne , Blackwell Scientific Publications, p. 55-63.
- JOHNSON, R., 1981b. Durable resistance - definition, genetic control, and attainment in plant breeding. Phytopathology . St. Paul, 71:567-568.
- JOHNSON, R. e D.E. BOWIER, 1974. A rapid method for measuring production of yellow rust spores on single seedlings to assess differential interactions of wheat cultivars with *Puccinia striiformis*. Annals of Applied Biology. Cambridge, 77:251-258.
- JOHNSON, R. e A.J. TAYLOR, 1976. Spore yield of pathogens in investigation of the race-specificity of host resistance . Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 14:251-258.
- JOHNSON, D.A. e R.D. WILCOXSON, 1978. Components of slow rusting in barley infected with *Puccinia hordei*. Phytopathology. St. Paul, 68:1470-1474.
- JOHNSON, D.A. e R.D. WILCOXSON, 1979. Inheritance of slow rusting of barley infected with *Puccinia hordei* and selection of latent period and number of uredia. Phytopathology . St. Paul, 69:145-151.
- KOCHMAN, J.K. e J.F. BROWN, 1975. Host and enviromental effects on post-penetration development of *Puccinia graminis avenae* and *P. coronata avenae*. Annals of Applied Biology. Cambridge, 81:33-41.

- KRÜGNER, T.L., 1977. Breeding forest trees for stable disease resistance. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 3:149-154.
- KRÜGNER, T.L., 1978. Ação do ambiente sobre doenças de plantas. In: GALLI, F., Coord. Manual de Fitopatologia. 2^a Ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda., Vol. 1, p. 215-226.
- KRÜGNER, T.L., 1980. Doenças do eucalipto. In: GALLI, F., Coord. Manual de fitopatologia. 2^a Ed. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda., Vol. 2, p. 275-296.
- KRÜGNER, T.L., (1982). Principais doenças de *Eucalyptus* e *Pinus* no Brasil - uma análise da situação atual. 10p. (datilografado).
- KUHN, R.C., H.W. OHM e G.E. SHANER, 1978. Slow leaf-rusting resistance in wheat against twenty two isolates of *Puccinia recondita*. Phytopathology. St. Paul, 68:651-656.
- LAPWOOD, D.H., 1961. Laboratory assessment of the susceptibility of potato haulm to blight (*Phytophthora infestans*). European Potato Journal. Wageningen, 4:117-128.
- LARGE, E.C., 1966. Measuring plant disease. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 4:9-28.
- LITTLEFIELD, L.J., 1981. Biology of the plant rusts - an introduction. Ames, Iowa State University Press. 103p.
- MEHTA, Y.R., 1978. Doenças do trigo e seu controle. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda. - Summa Phytopathologica. 190p.

- MEHTA, Y.R., 1981. Conidial production, sporulation period and extension of lesion *Helminthosporium sativum* on flag leaves of wheat. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 16:77-99.
- MEHTA, Y.R. e S. IGARASHI, 1979. Partial resistance in wheat against *Puccinia recondita* - a new view on its detection and measuring. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 5:90-100.
- MEHTA, Y.R. e J.C. ZADOKS, 1970. Uredospore production and sporulation period of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* on primary leaves of wheat. Netherlands Journal of Plant Pathology. Wageningen, 76:267-276.
- MELCHING, J.S., K.R. BROMFIELD e C.H. KINGSOLVER, 1979. Infection on Wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause soybean rust. Phytopathology. St. Paul, 69:1262-1265.
- MENTEN, J.O.M., 1980. Avaliação de resistência horizontal e vertical e de tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Ung. ESALQ/USP, Piracicaba, 213p. (Tese de doutoramento).
- MENTEN, J.O.M. e A. BERGAMIN Fº, 1981a. Determinação da resistência de linhagens de feijoeiro a *Uromyces appendiculatus* através da análise epidemiológica do desenvolvimento da ferrugem. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 7:18.
- MENTEN, J.O.M. e A. BERGAMIN Fº, 1981b. Componentes monocíclicos da resistência do feijoeiro a *Uromyces appendiculatus* e suas relações com os parâmetros epidemiológicos X_0 e r . Summa Phytopathologica. Piracicaba, 7:4-5.

- MORAES, S.A., M.H. SUGIMORI, I.J.A. RIBEIRO, A.A. ORTALANI e M.J. PEDRO Jr., 1976. Período de incubação de *H. vastatrix* Berk. et Br. em três regiões do Estado de São Paulo. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 2:32-38.
- MORAES, T.S. DE A., E.L. GONÇALVES, G.C. DE REZENDE, C.J.MENDES e W. SUITER Fº, 1982. Evolução da ferrugem causada pela *Puccinia psidii* Winter em *Eucalyptus* spp - dados preliminares. Circular técnica - IPEF. Piracicaba, (144):1-12.
- NEERVOORT, W.J. e J.E. PARLEVLIET, 1978. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. V. Analysis of the components of partial resistance in eight barley cultivars. Euphytica. Wageningen, 27:33-39.
- NELSON, R.R., 1978. Genetics of horizontal resistance to plant diseases. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 16: 359-378.
- NELSON, R.R. e D.R. MACKENZIE, 1973. The detection and stability of disease resistance. In: NELSON, R.R., Ed. Breeding plants for disease resistance - concepts and applications. University Park and London, The Pennsylvania State University Press, p. 26-39.
- OHM, H.W. e G.E. SHANER, 1976. Three components of slow leaf rusting at different growth stages in wheat. Phytopathology. St. Paul, 66:1356-1360.
- PARLEVLIET, J.E., 1975. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. I. Effect of cultivar and development stage on latent period. Euphytica. Wageningen, 24:21-27.

PARLEVLIET, J.E. 1976. Evaluation of concept of horizontal resistance in barley - *Puccinia hordei* host-pathogen relationship. Phytopathology. St. Paul, 66:494-497.

PARLEVLIET, J.E., 1977a. Evidence of differential interaction in the polygenic *Hordeum vulgare* - *Puccinia hordei* relation during epidemic development. Phytopathology. St. Paul , 67:776-778.

PARLEVLIET, J.E., 1977b. Plant pathosystems - an attempt to elucidate horizontal resistance. Euphytica. Wageningen , 26:553-556.

PARLEVLIET, J.E., 1978. Aspects and problems with horizontal resistance. Crop Improvement. Ludhiana, 5:1-10.

PARLEVLIET, J.E., 1979. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 17:203-222.

PARLEVLIET, J.E., 1981a. Race-non-specific disease resistance. In: JENDYN, J.F. e R.T. PLUMB, Eds. Strategies for the control of cereal disease. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, Blackwell Scientific Publications, p. 47-54.

PARLEVLIET, J.E., 1981b. Disease resistance in plants and its consequences for plant breeding. In: FRY, K.J., Ed. Plant breeding II. Ames, The Iowa State University Press , p.309-364.

PARLEVLIET, J.E., 1983. Can horizontal resistance be recognized in the presence of vertical resistance in plants exposed to a mixture of pathogen races? Phytopathology. St. Paul, 73:379.

- PARLEVLIET, J.E. e H.J. KUIPER, 1977. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. IV. Effect of cultivars and development stage on infection frequency. Euphytica. Wageningen, 26:249-255.
- PARLEVLIET, J.E. e A. VAN OMMEREN, 1975. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. II. Relationship between field trials, microplot test and latent period. Euphytica. Wageningen, 24:293-303.
- PARLEVLIET, J.E. e J.C. ZADOKS, 1977. The integrated concept of disease resistance - a new view including horizontal and vertical resistance in plants. Euphytica. Wageningen, 26:5-21.
- PARLEVLIET, J.E., W.H. LINDHOUT, A. VAN OMMEREN e H.J. KUIPER, 1980. Level of partial resistance to leaf rust, *Puccinia hordei*, in westeuropean barley and how to select for it. Euphytica. Wageningen, 29:1-8.
- PAUL, V., 1980. Biology and distribution of *Hemileia vastatrix* Berk. et Br., the pathogen of coffee rust. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer. Leverkusen, 33:97-107.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de estatística experimental. 5^a Ed., São Paulo, Livraria Nobel S/A. 430p + 15 tabelas.
- PRYOR, L.D., 1976. Biology of Eucalyptus. Studies in Biology No. 61. Southampton, The Camelot Press Ltd. 82p.
- RIBEIRO, I.J.A., 1978. Avaliação da resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. em cultivares de *Coffea arabica* L. em condições naturais de epidemia. ESALQ/USP Piracicaba, 77p. (Dissertação de Mestrado).

- RIBEIRO DO VALE, F. X., L. ZAMBOLIM e G.M. CHAVES, 1981a. Reações de diferentes cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) a *Phakopsora pachyrhizi*. Fitopatologia Brasileira. Brasília, 6:558-559.
- RIBEIRO DO VALE, F.X., G.M. CHAVES, M.C. DEL P. MARTINS e L. ZAMBOLIM, 1981b. Efeito do tempo de permanência de água na superfície foliar sobre a incidência da ferrugem em soja. Fitopatologia Brasileira. Brasília, 6:602.
- ROBERTS, J.J. e R.M. CALDWELL, 1970. General resistance (slow mildewing) to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* in knox wheat. Phytopathology. St. Paul, 60:1310.
- ROBINSON, R.A., 1969. Disease resistance terminology. Review of Applied Mycology. London, 48:593-606.
- ROBINSON, R.A., 1971. Vertical resistance. Review of Plant Pathology. Palo Alto, 50:233-239.
- ROBINSON, R.A., 1973. Horizontal resistance. Review of Plant Pathology. Palo Alto, 52:483-501.
- ROBINSON, R.A., 1976. Plant pathosystems. Berlin, Heidelberg New York, Springer-Verlag. 184p.
- ROUSE, D.I., D.R. MACKENZIE, R.R. NELSON e V.J. ELLIOTT, 1981. Distribution of wheat powdery mildew incidence in field plots and relationship to disease severity. Phytopathology. St. Paul, 71:1015-1020.
- ROTEM, J., Y. COHEN e F. BASHI, 1978. Host and enviromental influences on sporulation in vivo. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto, 16:83-101.

- ROWELL, J.B., 1981. The relationship between slow rusting and specific resistance gene for wheat stem rust. Phytopathology. St. Paul, 71:1184-1186.
- RUSSEL, G.E., 1978. Plant breeding for pest and disease resistance. London, Butterworths. 485p.
- SCALI, M.H., A. CARVALHO e L.C. MÔNACO, 1974. Resistência horizontal à ferrugem (*H. vastatrix*) em cultivares de *Coffea*. Ciência e Cultura. São Paulo, 26:241.
- SHANER, G., 1973. Reduced infectivity and inoculum production as factors of slow mildewing in knox wheat. Phytopathology. St. Paul, 63:1307-1311.
- SHANER, G., H.W. OHM e R.E. FINNEY, 1978. Response of susceptible and slow leaf-rusting wheat to infection by *Puccinia recondita*. Phytopathology. St. Paul, 68:471-475.
- STAKMAN, E.C. e J.J. CHRISTENSEN, 1960. The problem of breeding resistant varieties. In: HORSFELL, J.G. e A.E. DIMOND, Eds. Plant pathology - an advanced treatise. New York, Academic Press, Vol. 3. p.567-624.
- STAKMAN, E.C. e J.G. HARRAR, 1957. Principles of plant pathology. New York, Ronald Press Co. 581p.
- STAPLES, R.C. e G.H. TOENNIESSEN, Eds., 1981. Plant disease control - resistance and susceptibility. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, John Wiley & Sons. 337p.
- SUBRAHMANYAM, P., D. MCDONALD, R.W. GIBBONS e P.V. SUBRA RAO, 1983. Components of resistance to *Puccinia arachis* in peanuts. Phytopathology. St. Paul, 73:253-256.

- SZTEJNBERG, A. e I. WHAL, 1976. Mechanisms and stability of slow stem rusting in *Avena sterilis*. Phytopathology. St. Paul, 66:74-80.
- TENG, P.S., M.J. BLACKIE e R.C. CLOSE, 1977. A simulation analysis of crop yield loss due to rust disease. Agricultural Systems. Barking, 2:189-198.
- THURSTON, H.D., 1971. Relationship of general resistance-late blight of potato. Phytopathology, St. Paul, 61:620-626.
- TOMERLIN, J.R. e A.L. JONES, 1983. Effect of temperature and relative humidity on the latent period of *Venturia inaequalis* in apple leaves. Phytopathology. St. Paul, 73:51-54.
- TOMERLIN, J.R., M.G. EVERSMEYER, C.L. KRAMER e L.E. BRONDER , 1983. Temperature and host effects on latent period and infectious periods and on urediniospore production of *P. recondita* f.sp. *tritici*. Phytopathology. St. Paul, 73 : 414-419.
- TORRES, E. e J.A. BROWNING, 1968. The yield of uredospores per unit of sporulation area as a possible measure of tolerance of oats to crown rust. Phytopathology. St. Paul , 58:1070.
- UMAERUS, V. e D. LIHELL, 1976. A laboratory method for measuring the degree of attack by *Phytophthora infestans*. Potato Research. Wageningen, 19:91-107.
- VAN DER PLANK, J.E., 1963. Plant diseases - epidemics and control. New York, London, Academic Press. 349p.
- VAN DER PLANK, J.E., 1968. Disease resistance in plants. New York, London, Academic Press. 206p.

- VAN DER PLANK, J.E., 1975. Principles of plant infection. New York, San Francisco, London, Academic Press. 216p.
- VAN DER PLANK, J.E., 1978. Genetic and molecular basis of plant pathogenesis. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag. 167p.
- VAN DER PLANK, J.E., 1982. Host-pathogen interaction in plant disease. New York, Academic Press. 207p.
- VAN DER ZAAG, D.E., 1959. Some observations on breeding for resistance to *Phytophthora infestans*. European Potato Journal. Wageningen, 2:278-286.
- VARGAS, E., 1980. La roya. In: SCHWARTZ, W.F. e GÁLVEZ, G.E., Eds. Problemas de produção del frijol. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p.17-36.
- VILLAREAL, R.L., 1980. The slow leaf blast infection in rice (*Oryza sativa* L.). The Pennsylvania State University, University Park, 107p. (Tese de Doutorado).
- VILLAREAL, R.L., R.R. NELSON, D.R. MACKENZIE e W.R. COFFMAN, 1981. Some components of slow-blasting resistance in rice. Phytopathology. St. Paul, 71:608-611.
- WILCOXSON, R.D., B. SKOVMAND e A.H. ATIF, 1975. Evaluation of wheat cultivars for ability to retard development of stem rust. Annals of Applied Biology. Cambridge, 80:275-281.
- WYNN, W.K., 1976. Apressorium formation over stomates by the rust fungus - response to a surface contact stimulus. Phytopathology. St. Paul, 66:136-146.

- YARWOOD, C.E., 1961. Uredospore production by *Uromyces phaseoli*. Phytopathology. St. Paul, 51:22-27.
- ZADOKS, J.c., 1971. Systems analysis and dynamics of epidemics. Phytopathology. St. Paul, 61:600-610.
- ZADOKS, J.C., 1972. Modern concepts of diseases resistance in cereals. In: LUPTON, F.G.H., G. JENKINS e R. JOHNSON, Eds. The way ahead in plant breeding. Proc. Sixth Congress of Eucarpia, Cambridge, p.89-98.
- ZADOKS, J.C., 1977. Simulation models of epidemics and their possible use in the study of disease resistance. In: IAEA e FAO, Org. Induced Mutations Against Plant Diseases. Vienna, Proc. Symposium 31 de janeiro a 4 de fevereiro, p.109-118.
- ZADOKS, J.C., 1978. Methodology of epidemiological research. In: HORSFALL, J.G. e E.B. COWLING, Eds. Plant disease - an advanced treatise. New York, Academic Press, Vol.2, p. 63-96.
- ZADOKS, J.C. e R.D. SCHEIN, 1979. Epidemiology and plant disease management.. New York, Oxford, Oxford University Press. 427p.

A P P E N D I C E

Tabela 1. Período latente (horas após a inoculação para ocorrência de 50% das pústulas)
manifestado por clones de *E. grandis* inoculados com isolados de *P. psidii* .

Clone	Isolados							Média
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	IC _{3 5}	IG	IJ	
1	168,9 ⁽¹⁾	155,7	137,6	146,3	162,2	214,2	165,2	164,35
2	154,6	159,2	148,9	153,7	161,9	205,5	157,9	163,14
3	174,2	188,2	140,8	153,4	179,1	235,4	197,0	181,19
4	157,5	173,0	173,5	166,4	214,0	239,6	164,2	184,04
5	161,0	154,7	171,8	160,0	159,2	227,5	154,6	169,83
35	194,4	162,4	181,6	165,2	162,5	241,7	177,2	183,59
Média	168,44	165,55	159,06	157,52	173,22	227,35	169,38	

(1) Média de duas repetições

Tabela 2. Frequência de infecção (número de lesões por 3 cm² de área foliar) exibida pelos clones de *E. grandis* dez dias após a inoculação dos isolados de *P. psidii*.

Clone	Isolados					Média	
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	IC _{3 5}	IG	IJ
1	0,8 ⁽¹⁾	0,65	2,25	2,50	0,88	3,00	0,58
2	0,40	2,75	11,75	2,00	7,00	6,25	1,65
3	0,18	1,55	4,25	2,25	1,25	3,50	0,75
4	0,30	2,25	5,50	3,75	0,16	9,50	2,30
5	1,00	3,75	25,50	2,50	2,75	11,75	1,75
35	0,45	0,60	5,50	3,25	1,30	4,50	0,75
Média	0,46	1,65	7,82	2,32	1,90	5,86	1,11

(1) Média de duas repetições

Tabela 3. Intensidade de infecção (% da área foliar afetada) exibida pelos clones de *E. grandis* dez dias após a inoculação dos isolados de *P. psidii*.

Clone	Isolados							Média
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	IC _{3 5}	IG	IJ	
1	2,50 ⁽¹⁾	2,25	10,50	20,00	3,75	5,00	1,25	6,46
2	1,63	11,25	28,75	7,50	12,25	26,25	2,88	12,93
3	0,80	6,30	13,75	3,50	4,00	10,25	1,26	5,69
4	0,75	7,00	11,75	5,25	0,76	15,00	6,00	6,64
5	0,50	13,25	55,00	5,08	11,25	11,00	1,75	13,98
35	0,15	1,00	4,75	4,75	4,13	3,00	0,10	2,55
Média	0,90	5,86	17,79	6,58	5,16	10,43	1,89	

(1) Média de duas repetições

Tabela 4. Período infeccioso (dias produzindo uredosporos) exibido pelos clones de *E. grandis* à inoculação dos isolados de *P. psidii*.

Clone	Isolados						Média
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	IC ₃₅	IG	
1	12,0 ⁽¹⁾	16,5	17,5	16,5	11,5	12,0	13,86
2	12,5	25,0	22,0	18,5	20,0	18,0	18,86
3	9,0	22,0	15,5	12,0	16,5	10,5	13,57
4	10,0	11,5	19,5	16,5	11,0	12,0	12,93
5	13,0	18,5	12,0	10,5	16,0	12,0	13,14
35	9,5	11,5	9,0	9,5	19,0	7,5	11,21
Média	11,0	17,50	15,92	13,92	15,75	12,00	11,42

(1) Média de duas repetições

Tabela 5. Produção de uredosporos por pústula dos clones de *E. grandis* inoculados com os isolados de *P. psidii*.

Clone	Isolados						Média
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	IC ₃₅	IG	
1	798,6 ⁽¹⁾	7131,8	1631,9	5979,1	1361,1	333,3	1236,1 2638,87
2	527,7	5493,0	3402,7	2687,4	3958,3	3201,3	1972,2 3034,70
3	375,0	1527,7	1576,3	3659,6	4486,0	965,2	659,7 1892,84
4	641,6	902,7	2895,8	2722,2	2124,9	250,0	999,9 1505,35
5	430,5	2777,7	597,2	277,7	2499,9	375,0	326,3 1040,67
35	486,1	493,0	444,4	486,1	2013,8	215,2	360,0 642,70
Média	543,29	3054,37	1758,09	2635,39	2740,72	890,04	828,52

(1) Média de duas repetições.

Tabela 6. Período latente (horas após a inoculação para ocorrência de 50% das pústulas) manifestado por procedências de *Eucalyptus* inoculadas com isolados de *F. psidi-dii*.

Procedência	Isolados				Média
	I ₁	I ₂	I ₄	I _J	
12419	145,0 ⁽¹⁾	147,7	161,0	174,2	154,50
10966	145,6	169,8	167,5	— ⁽²⁾	166,75
9559	150,6	166,2	148,7	160,2	156,37
12381	156,8	165,9	161,5	198,4	167,24
Coffs Harbour	150,6	186,1	162,5	191,6	171,93
12584	164,6	165,8	169,5	192,3	175,29
Média	152,24	166,96	161,79	183,37	165,15

(₁) Valor de uma observação ou média de duas a quatro repetições

(₂) Não houve produção de uredosporos nas lesões (hipersensibilidade).

Tabela 7. Frequência de infecção (número de lesões por 3m cm² de área foliar) exibida pelas procedências de *Eucalyptus* dez dias após a inoculação dos isolados de *P. psidii*.

Procedência	Isolados				Média	
	I ₁	I ₂	I ₄	IJ	IG	
12419	7,8 ⁽¹⁾	0,5	2,3	11,1	7,2	5,83
10966	10,5	0,5	3,8	4,7	4,0	4,73
9559	10,8	3,1	11,7	6,0	7,3	7,83
12381	39,3	2,2	14,0	9,0	12,1	15,35
Coffs Harbour	13,8	0,3	8,6	12,7	5,2	8,18
12584	27,6	1,5	9,2	15,8	7,2	12,30
Média	18,36	1,39	8,32	9,92	7,21	

(1) Média de quatro repetições

Tabela 8. Intensidade de infecção (% da área foliar afetada) exibida pelas procedências de *Eucalyptus* dez dias após a inoculação dos isolados de *P. psidii*.

Procedência	Isolados				Média
	I ₁	I ₂	I ₄	I _J	
12419	24,0 ⁽¹⁾	0,6	2,7	12,7	23,1
10966	20,8	1,5	5,5	3,0	7,6
9559	21,2	6,6	18,7	17,5	13,3
12381	24,3	7,1	18,7	23,1	24,3
Coffs Harbour	16,8	1,4	15,3	15,0	11,0
15584	13,1	2,6	15,6	29,0	7,3
Média	20,09	3,32	12,79	16,74	14,48

(1) Média de quatro repetições

Tabela 9. Período infeccioso (dias produzindo uredosporos) exibido pelas procedências de *Eucalyptus* à inoculação dos isolados de *E. psidii*.

Procedência	Isolados				Média
	I ₁	I ₂	I ₄	I _J	
12419	17,5 ⁽¹⁾	20,0	20,5	19,0	20,20
10966	21,5	22,5	13,0	00,0	15,50
9559	12,5	21,0	18,5	16,0	16,60
12381	22,5	19,0	20,5	20,0	19,20
Coffs Harbour	19,5	14,0	14,5	21,0	17,10
12584	27,0	24,0	18,5	15,5	21,30
Média	20,08	20,08	17,58	15,25	18,58

(₁) Média de duas repetições.

Tabela 10. Produção de uredosporos por pústula das procedências de *Eucalyptus* inoculadas com os isolados de *P. psidii*.

Procedência	Isolados				Média
	I ₁	I ₂	I ₄	I _J	
12419	5722,1 ⁽¹⁾	1680,5	2652,7	6819,3	3486,0 4072,19
10966	9666,5	3999,9	1916,6	0,0	1569,4 3430,57
9559	2513,8	5777,7	3749,9	2166,6	2166,6 3274,97
12381	2013,8	2847,2	1388,8	2638,8	1138,8 2005,54
Coffs Harbour	1472,2	1194,4	1291,6	1791,6	638,8 1277,77
12584	1527,7	1708,3	1999,9	1749,9	1499,9 1697,21
Média	3819,41	2868,03	2166,65	2527,76	1749,99

(1) Média de duas repetições