

AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE CLONES DE EUCALIPTO ÀS INFECÇÕES NATURAIS DE *Cryphonectria cubensis*, COM NOVA METODOLOGIA¹

Francisco Alves Ferreira² e Doraci Milani³

RESUMO - Apresenta-se uma metodologia de avaliação de suscetibilidade ou resistência de clones de *Eucalyptus grandis* às infecções naturais da doença cancro, causado por *Cryphonectria cubensis*, no Estado do Amapá, com as árvores tendo cinco anos de idade. Os parâmetros usados relacionam-se, direta ou indiretamente, com a expressão dos mecanismos de defesa das árvores em nível de casca e lenho, quais sejam: a) frequência de incidência da doença; b) frequência de mortalidade por ela causada; e c) frequência de lesões e de cancos, com os seus respectivos posicionamentos, se basais e altos, e os seus aprofundamentos ou superficialidades nos troncos, bem como os seus tamanhos, se pequenos ou grandes. Para cada genótipo calculou-se um índice de doença por infecções naturais (IDIN). Para facilitar as comparações entre os genótipos testados, o IDIN do clone mais suscetível foi dividido por um fator, de modo a deixá-lo igual a 100. Esse mesmo fator dividiu também os IDINs dos demais genótipos. Finalmente, os clones foram agrupados nas categorias AS (altamente suscetíveis), MS (moderadamente suscetíveis), MR (moderadamente resistentes) e AR (altamente resistentes ou imunes). Cada categoria agrupou genótipos cuja média de seus IDIN foi significativamente diferente da das demais, mediante o teste de contraste de médias.

Palavras-chave: Cancro do eucalipto, *Cryphonectria cubensis*, resistência, controle e avaliação.

EVALUATION OF THE RESISTANCE OF Eucalyptus spp. CLONES NATURALLY INFECTED BY Cryphonectria CANKER DISEASE USING A NEW METHODOLOGY

ABSTRACT - A new methodology is presented for susceptibility or resistance evaluation of *Eucalyptus grandis* clones, at five years of age, naturally infected by *Cryphonectria* canker in the state of Amapá, Brazil. The adopted parameters were frequencies of disease incidence, mortality, frequencies of lesions and cankers considering trunk position, depth, and size. These parameters are directly or indirectly related to the expression of defense mechanisms at bark and xylem levels. A disease index in percentage (IDIN) was calculated for each clone. To facilitate comparing IDIN's of the genotypes, the IDIN of the most susceptible clone was divided by a factor to allow it to be equal to 100. The IDINs values of the other genotypes were also divided by the same factor. The clones were grouped into the categories HS (highly susceptible), MS (moderately susceptible), MR (moderately resistant), and HR (highly resistant). Each category included clones whose average of IDIN was significantly different from the other averages, according to the test of average contrast.

Key words: *Cryphonectria* canker, *Cryphonectria cubensis*, resistance, control and evaluation.

Nas décadas de 1970 e 80, várias empresas eucaliptocultoras dos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo procuraram conhecer a suscetibilidade ou a resistência de espécies, procedências e clones de *Eucalyptus* spp. ao cancro do eucalipto, causado por *Cryphonectria cubensis* (Bruner) Hodges, por meio de inoculações artificiais e de levantamentos de percentuais

de plantas mortas pela doença e de plantas sobreviventes naturalmente infectadas em plantações e testes experimentais. A partir desses trabalhos, chegou-se à conclusão de que a resistência à doença era relativamente abundante tanto em nível inter e intra-espécies e inter e intraprocedências (Ferreira et al., 1977; Ferreira et al., 1978 a; b; Krugner, 1983). Assim, com o objetivo de obter o controle

¹ Recebido para publicação em 1.9.2003 e aceito para publicação em 30.4.2004.

² Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, 36570-000 Viçosa-MG. ³ Cia. International Paper, Rod. SP 340, Km 171, 13840-970 Mogi-Guaçu-SP.

da doença, via resistência de plantas, e, simultaneamente, a melhoria silvicultural e da qualidade da madeira, as empresas passaram a propagar vegetativamente, em larga escala, árvores silviculturalmente superiores e isentas da doença, provenientes de plantações altamente afetadas pela doença, em idade de rotação. Os clones dessa propagação foram plantados na região de ocorrência da doença e tiveram os seus comportamentos estudados, comparativamente, descartando-se aqueles com desempenhos inferiores, com relação aos aspectos silvicultural, qualidade da madeira, suscetibilidade às doenças cancro e ferrugem (*Puccinia psidii* Winter) e à suscetibilidade a pragas desfolhadoras. O sucesso obtido com o processo citado, espelhado pela homogeneidade, sanidade e maior produtividade das plantações, foi enorme e reconhecido, inclusive no exterior (Gadgil et al., 2000). Enquanto isto, a partir do final da década de 1970 e no transcorrer das de 80 e 90, os conhecimentos dos mecanismos de defesas das árvores em nível de casca e lenho começaram também a ser mais divulgados e discutidos (Mullick, 1977; Shigo, 1979; Boddy & Rayner, 1983; Biggs, 1985; Pearce, 1987; Ferreira, 1989). Atualmente, um profissional florestal com esses conhecimentos e que tenha acompanhado o trabalho de melhoramento para a resistência ao cancro no Brasil sabe que a seleção clonal realizada foi excessivamente severa, e que priorizou a imunidade à doença, tendo-se rejeitado numerosos genótipos com elevada resistência em nível de casca, em que as lesões eram somente superficiais, com a periderme necrofilática barrando o aprofundamento das lesões.

Na década de 1990, com a conscientização por parte das empresas eucaliptocultoras brasileiras no sentido de que o melhoramento genético das plantações deve ter fluxo contínuo, cerca de 1 a 10% da área anual a ser plantada comercialmente com clones tem sido destinada ao estabelecimento de plantações com mudas a partir de sementes oriundas de polinização cruzada, para propiciar variabilidade genética necessária ao melhoramento. Assim, nesses últimos anos, várias empresas têm testado, comparativamente, clones derivados desse processo e também daquele por permuta de materiais genéticos (clones) com outras co-irmãs. À luz dos já bem divulgados conhecimentos sobre as expressões dos mecanismos de defesa das árvores em nível de casca e lenho, hoje em dia é imprescindível que uma avaliação da resistência ao cancro nesses genótipos contenha parâmetros, direta e, ou, indiretamente, relacionados com os citados conhecimentos. Com este princípio, chega-se ao objetivo desta comunicação, que é divulgar uma avaliação de resistência

ao cancro em clones de *E. grandis* W. Hill ex Maiden. Essa avaliação deu-se aos cinco anos da implantação de um teste de competição de clones de *E. grandis* em região de cerrado do Estado do Amapá, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, tendo cada uma, inicialmente, 25 plantas. Em geral, as parcelas tinham porcentual de falhas abaixo de 10%, que não foi arrolado na avaliação de resistência ao cancro. Alguns clones não foram avaliados em razão do excesso de falhas em alguma (s) de sua (s) parcela (s). Os parâmetros (em percentuais) avaliados foram: a) incidência da doença; b) mortalidade por ela causada; c) lesão e cancro com os respectivos posicionamentos basal ou alto nos troncos, os seus aprofundamentos ou superficialidade e tamanhos nos troncos, bem como a frequência de cancro e o seu posicionamento, se basal ou alto, e os seus tamanhos nos troncos. Assim, em cada parcela de determinado clone foram levantados:

- 1- Porcentual de árvores vivas infectadas naturalmente pela doença (**PCC**);
- 2- Porcentual de árvores mortas pela doença (**MCC**);
- 3- Porcentual de árvores com lesão profunda, alta, significativa (**LPAS**) ou insignificante (**LPBI**);
- 4- Porcentual de árvores com **cancro, alto, significativo (CAS)**, ou **insignificante (CHI)**;
- 5- Porcentual de árvores com lesão profunda, basal significativa (**LPBS**), ou insignificante (**LPBI**);
- 6- Porcentual de árvores com cancro basal, significativa (**CBS**), ou insignificante (**CBI**);
- 7- Porcentual árvores com lesão superficial alta, significativa (**LSAS**), ou insignificante (**LSAI**); e
- 8- Porcentual árvores com lesão superficial basal, significativa (**LSBS**), ou insignificante (**LSBI**).

Definições e Esclarecimentos

- a) O termo **lesão** (causada por patógeno fúngico) em órgãos lenhosos refere-se a uma área de casca colonizada pelo patógeno, que se inicia com o formato circular e, paulatinamente, evolui para o formato elíptico (Ferreira, 1997; Ferreira & Milani, 2002), podendo ser **superficial** (sem atingir o câmbio vascular), com trincamentos superficiais ou pouco profundos), ou **profunda** (atingindo o câmbio vascular), com trincamentos profundos na casca, podendo ainda ser **alta**, se situada a uma altura do tronco ≥ 30 cm acima do colo, ou **basal**, se a sua evolução ascendente no tronco deu-se a partir da

interface solo/caule, e, quanto ao tamanho, podendo ser **significante**, se seu tamanho no sentido vertical da elipse (lesão alta) ou semi-elipse (lesão basal) for ≥ 30 cm, ou **insignificante** se ≤ 20 cm.

- b) o termo **cancro**, em órgãos lenhosos, significa uma área do tronco que teve lesão profunda e que atualmente encontra-se circundada por calo; sendo o **calo** uma periderme necrofilática, recobrendo lenho pós-agressão ou pós-lesão (Ferreira, 1997; Ferreira & Milani, 2002). **Cancro alto** é aquele cuja lesão profunda que lhe deu origem progrediu a partir de uma posição elevada do tronco (inserção de galho), situada a uma altura do tronco ≥ 30 cm a partir do colo, podendo ser **significante**, se seu tamanho no sentido vertical ≥ 30 cm, ou **insignificante**, se ≤ 20 cm. **Cancro basal** é aquele cuja evolução da lesão basal profunda que lhe deu origem deu-se a partir das imediações da interface tronco/solo, podendo ser **significante**, se tamanho for ≥ 30 cm, ou **insignificante**, se ≤ 20 cm.

Árvores mortas pela doença são aquelas que, além de mortas, portam vestígios de terem tido anelamento(s) do tronco pela evolução de lesão(ões) profunda(s), ou por interligamento de cancos ou pelo quebraamento do tronco à altura de algum cancro.

A caracterização de cada árvore, com relação à suscetibilidade ao cancro, mesmo que tenha apresentado diferentes tipos, tamanhos e profundidades de lesões e cancos, foi feita com base no sintoma que tenha refletido a sua maior suscetibilidade. Em ordem decrescente de suscetibilidade, a relação dos parâmetros/sintomas é a que se segue: mortalidade pela doença; lesão profunda, alta, significante; cancro alto, significante; lesão profunda, basal, significante; cancro alto insignificante; cancro basal, significante; lesão superficial, alta, significante; cancro basal, insignificante; lesão superficial, alta, insignificante; lesão superficial, basal, significante; e lesão basal, superficial, insignificante; árvore sadia.

CÁLCULO DO ÍNDICE DOENÇA POR INFECÇÕES NATURAIS DE CADA GENÓTIPO, POR SÍTIO, IDADE E PARCELA (IDIN)

$$\text{IDIN} = \% \text{PCC} (1^*) + \% \text{MCC} (8^*) + \% \text{LPAS} (6^*) + \% \text{CAS} (6^*) + \% \text{LPBS} (4^*) + \% \text{CBS} (4^*) + \% \text{LPAI} (3^*) + \% \text{CAI} (3^*) + \% \text{LSAS} (3^*) + \% \text{LPBI} (2^*) + \% \text{CBI} (2^*) + \% \text{LSAI} (2^*) + \% \text{LSBS} (1,5^*) + \% \text{LSBI} (1^*)$$

* Número entre parênteses é peso multiplicador.

Na fórmula do índice de doença, o peso numérico, entre parênteses, reflete a maior ou menor importância de um parâmetro avaliado, em relação a outro, quanto à suscetibilidade. Para a escolha desse peso numérico, foram levados em consideração aspectos etio-epidemiológicos em que uma lesão profunda ou cancro vale mais do que uma lesão superficial; uma lesão ou cancro em posição alta no tronco vale mais que uma lesão ou cancro em posição basal; e o maior tamanho de uma lesão ou cancro, refletido pela designação significante (≥ 30 cm), vale mais do que uma lesão ou cancro com menor tamanho, refletido pela designação insignificante (≤ 20 cm).

O motivo de considerar as lesões profundas altas ou os cancos altos como mais importantes, quanto à suscetibilidade, do que os correspondentes basais, é porque as lesões altas ou os cancos altos são originários de colonização pelo patógeno via inserção de galho, que é um sítio de penetração de baixa eficiência, ou seja, de cada dez inoculações artificiais somente uma, em média, apresenta pegamento da infecção (Ferreira, 2001). Assim, se um genótipo apresentar maior porcentual de plantas com lesões altas do que um outro, ele deve ser considerado mais suscetível. Por outro lado, o início das lesões e dos cancos basais pode ser bem mais afetado por fatores abióticos, haja vista que em genótipos já conhecidos como suscetíveis ou moderadamente suscetíveis o porcentual de árvores com lesões ou cancos basais é bem maior do que o porcentual de árvores com lesões ou cancos altos (Ferreira, 1989). Tal fato se deve à maior frequência de portas-de-entrada para o patógeno na interface tronco/solo, onde injúrias por temperatura excessiva na superfície do solo e injúrias mecânicas têm maior probabilidade de ocorrerem. Essas injúrias geram porção morta de tecido de casca, por onde o patógeno pode se estabelecer para o início do seu processo infeccioso. Ressalta-se que *C. cubensis* não penetra por periderme intacta de eucalipto, mas o faz com eficiência se a defesa dada pela periderme for quebrada por eventos abióticos (Ferreira, 2001).

Com o levantamento feito em cada repetição (parcela) de determinado genótipo, obteve-se um porcentual médio de cada parâmetro avaliado, que consta na fórmula do cálculo do IDIN. Cada clone teve o seu IDIN médio calculado, e o clone mais suscetível teve o maior IDIN médio (719,2). Para facilitar a comparação de determinado genótipo em relação àquele mais suscetível, o valor do IDIN deste último foi dividido por um fator (7,192) para deixá-lo com valor igual a 100%, e esse mesmo fator dividiu todos os IDINs dos demais clones (Quadro 1).



Quadro 1 – Índices de doença (IDINs) de clones de *Eucalyptus grandis* com cinco anos de idade, no Estado do Amapá, com infecções naturais de *Cryphonectria cubensis*

Table 1 – Disease index in percentage (DIIN) of 5-year-old *Eucalyptus grandis* clones in Amapá, Brazil, naturally infected by *Cryphonectria cubensis*

Clone	IDIN*	Observação	Clone	IDIN*	Observação
I	100*	AS** a***	XIII	12	MR c***
II	79	AS a	XIV	7	AR d
III	45	MS** b	XV	7	AR d
IV	29	MS b	XVI	6	AR d
V	27	MS b	XVII	3	AR d
VI	23	MS b	XVIII	3	AR d
VII	23	MS b	XIX	2	AR d
VIII	20	MR** c	XX	2	AR d
XIX	19	MR c	XXI	2	AR d
X	19	MR c	XXII	0	AR d
XI	16	MR c	XXIII	0	AR d
XII	13	MR c	XXIV	0	AR d
			XXV	0	AR d

* = Fator 7,192 que dividiu o IDIN de cada clone e que deixou o IDIN do clone mais suscetível = 100%.

** = AS = altamente suscetível; MS = moderadamente suscetível; MR = moderadamente resistente; e AR = altamente resistente.

*** = Grupos de clones com letras minúsculas diferentes tiveram respectivos IDINs médios estatisticamente diferentes pelo teste de contraste de médias (P=0,05).

Constata-se, no Quadro 1, que o agrupamento dos clones nas categorias AS (altamente suscetíveis) ou MS (moderadamente suscetíveis), ou MR (moderadamente resistentes), ou AR (altamente resistentes) muitas vezes deixa a desejar, quando se comparam os valores dos IDINs do(s) último(s) clone(s) de alguma categoria com o(s) do(s) primeiro(s) da próxima. Todavia, individualmente, uma categoria agrupa genótipos cuja média de seus IDINs foi significativamente diferente da das demais, mediante o teste de contraste de médias.

Os clones a serem usados no controle do cancro do eucalipto por resistência de plantas, na forma de plantios iniciais ou de reposição florestal, pós-corte raso, em locais ecologicamente análogos ao sítio em que se realizou a avaliação, deverão ser aqueles selecionáveis dentro das categorias MR e AR (Quadro 1) como portadores de melhores desempenhos silviculturais e de qualidade da madeira para a finalidade-destino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIGGS, A. R. Suberized boundary zones and chronology of wound response in tree bark. **Phytopathology**, v. 75, p. 1191-1195, 1985.

BODDY, L.; RAYNER, A. D. M. Origins of decay in living deciduous trees: the role of moisture content and a reappraisal of the expanded concept of tree decay. **New Phytology**, v. 94, p. 623-641, 1983.

FERREIRA, F. A.; MILANI, D. **Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil** - Visual Diagnosis and control of abiotic and biotic eucalyptus diseases in Brazil. Viçosa: International Paper & Universidade Federal de Viçosa, 2002. 98 p.

FERREIRA, F. A. Eucalipto (*Eucalyptus* spp.). Controle de doenças. In: RIBEIRO DO VALE, F. X.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) **Controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. v.1. p. 289-333.

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

FERREIRA, F. A.; ALFENAS, A. C.; FREITAS, A. L. Determinação de resistência de 16 procedências de *Eucalyptus* ao cancro causado por *Diaporthe cubensis* Bruner, no Vale do Rio Doce, MG. **Revista Árvore**, v. 2, n. 2, p. 119-129, 1978a.

FERREIRA, F. A. et al. Avaliação da resistência de *Eucalyptus* spp. ao cancro por *Diaporthe cubensis* Bruner por meio de inoculações. **Fitopatologia Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 81-85, 1978b.

FERREIRA, F. A. et al. Níveis de incidência natural de cancro em *Eucalyptus* spp. no Nordeste do Estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, v. 1, n. 2, p. 89-106, 1977.

FERREIRA, F. A. Portas de entrada para *Cryphonectria cubensis* em troncos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 25, n. 4, p. 513-519, 2001.

GADGIL, P. et al. Management of disease in eucalypt plantations. In: KEAN, P. J.; PODGER, F. D.; BROWN, B. N. (Eds.) **Diseases and pathogens of eucalypts**. Colling Wood: CSIRO, 2000. p. 519-527.

KRUGNER, T. L. Variação na resistência do hospedeiro e no grau de patogenicidade do patógeno no sistema *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Fitopatologia Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 47-64, 1983.

MULLICK, D. B. The non-specific nature of defense in bark and wood during wounding, insect and pathogen attack. **Recent Advances Phytochemistry**, v. 11, p. 395-442, 1977.

PEARCE, R. B. Antimicrobial defences in wood plants. In: PEGG, G. F.; AYRES, P. G. (Eds.) **Fungal Infection of plants**. Cambridge: University Press, 1987. p. 219-238.

SHIGO, A. L. Tree decay: an expanded concept. Washington: USDA, 1979. 73 p. (Agriculture Bulletin, 419)