

Foto: Celso Garcia Auer



A ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil

Celso Garcia Auer¹
Álvaro Figueredo dos Santos²
Karen Christiane Bora³

A ferrugem causada por *Puccinia psidii* é uma doença comum em espécies arbóreas nativas da família Myrtaceae e que também ataca mudas e árvores jovens de eucalipto. A ferrugem do eucalipto reduz a fotossíntese e o crescimento das árvores severamente afetadas. O fungo também ataca as brotações recém emitidas dos tocos, após a exploração florestal, podendo levá-las à morte. As perdas ocasionadas pela doença podem fazer com que a reforma do povoamento seja necessária poucos meses após o corte (FERREIRA; MILANI, 2002).

Expressão econômica

A ferrugem representa uma das principais causas de danos e prejuízos nos reflorestamentos de eucalipto no Brasil (ALFENAS et al., 2009). Demuner e Alfenas (1991) relataram que, em 1986, cerca de 122 hectares foram severamente atacados na região de Teixeira de Freitas, BA, resultando em perdas ao redor de U\$ 73 mil. Segundo Furtado et al. (2009), a ferrugem pode causar perdas de até 30% no incremento anual das árvores.

Distribuição geográfica

A ferrugem do eucalipto apresenta ampla distribuição no Brasil, ocorrendo em mirtáceas nativas e cultivadas (FERREIRA, 1989). Segundo este autor, a doença tem se apresentando importante nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil. Na região Sul, a doença pode ser encontrada nos três estados (Figura 1).

Hospedeiros

Mendes et al. (1998) citam cerca de 13 diferentes gêneros de plantas, envolvendo mais de 25 espécies nativas e exóticas existentes no Brasil, suscetíveis à *P. psidii*. Algumas plantas relatadas como hospedeiras a *P. psidii* (HENNEN et al., 1982; VIEGAS, 1961; FERREIRA, 1989) foram: *Callistemon speciosus* (calistemon), *Syzygium jambos* (jambeiro), *Eugenia involucrata* (cerejeira-do-rio-grande), *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Myrcia jaboticaba* (jaboticabeira), *Psidium araca* (araçá) e *Psidium guajava* (goiabeira). No caso dos eucaliptos, Alfenas et al. (2009) mencionaram *Eucalyptus*

¹Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, auer@cnpf.embrapa.br

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, alvaro@cnpf.embrapa.br

³Biológa, Mestranda do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFPR, karenzinha_chris@hotmail.com

grandis, *E. cloeziana*, *E. dunnii*, *E. benthamii*, *E. phaeotricha*, *E. globulus* e *E. nitens* como espécies suscetíveis. Inoculações artificiais em *Heteropyxis natalensis*, pertencente à família Heteropyxidaceae, ordem Mirtales, mostraram que esta espécie também é suscetível à ferrugem (ALFENAS et al., 2009).

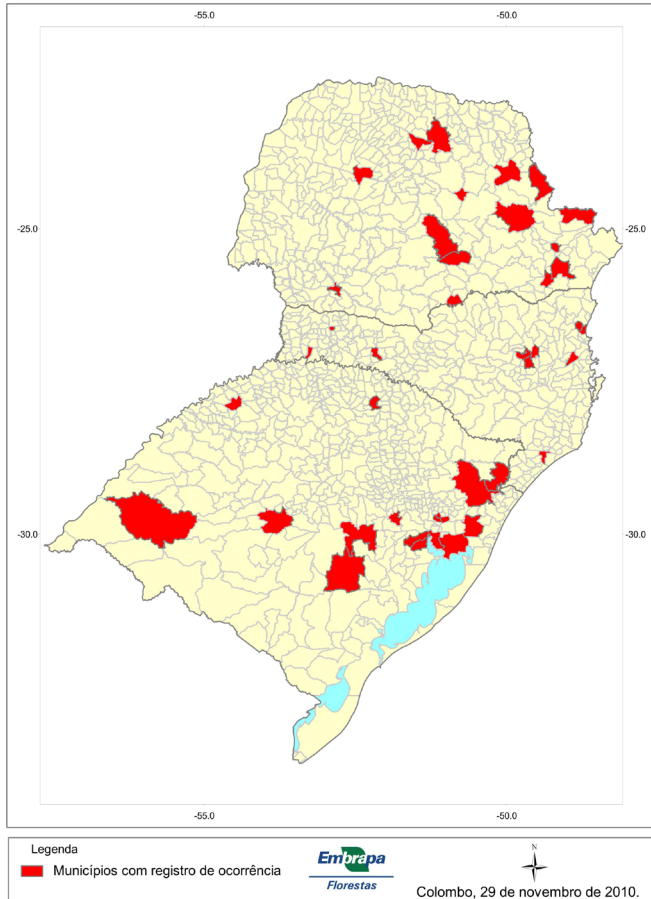


Figura 1. Distribuição da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil.

Sintomas

O ataque da ferrugem restringe-se aos órgãos tenros das plantas, ou seja, aos primórdios foliares com seus pecíolos e aos terminais de galhos, ramos e haste principal. Segundo Ferreira (1989), os primeiros indícios de ataque são pontuações minúsculas, levemente salientes, verde-claras ou vermelho-amareladas. Depois de um ou dois dias, essas pontuações tornam-se pústulas contendo uredínias e urediniósporos amarelos (Figuras 2 e 3).

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 2. Pústulas sobre folhas de eucalipto.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 3. Visualização de pústulas ao microscópio.

Nos dias subsequentes ao surgimento das primeiras pústulas, surgem as infecções secundárias dentro de uma mesma planta, especialmente pela disseminação dos urediniósporos, por causa do orvalho ou da chuva. Em poucos dias, sob condições favoráveis, os órgãos tenros de um terminal de galho ou haste principal ficam totalmente tomados pela doença. Nesse estágio, a ferrugem do eucalipto é facilmente reconhecida pela intensa e típica esporulação uredinióspórica do patógeno, de coloração amarelo-gema-de-ovo, que aparece nos órgãos atacados (Figura 4). Os rebentos foliares e seus pecíolos, bem como as partes mais apicais dos galhos e haste principal, que são os órgãos mais suscetíveis à ferrugem, ficam encarquilhados e totalmente tomados pela esporulação. As folhas adultas ou maduras não são atacadas em condições de campo e têm-se comportado como imunes às infecções.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 4. Esporulação sobre muda de eucalipto.

A esporulação amarela é a característica mais importante para a diagnose da ferrugem do eucalipto em condições de campo, mas começa a desaparecer com cerca de uma a duas semanas depois de sua manifestação nos órgãos atacados. Assim, os terminais de galhos e haste principal apresentam áreas hiperatrofiadas, verrucosas, com forte coloração escura (Figura 5), que aparentemente são reações da planta às infecções. O atraso no desenvolvimento das árvores doentes é uma das consequências da ferrugem em árvores de eucalipto.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 5. Verrugose após ataque de *Puccinia psidii* sobre brotações de eucalipto.

A ferrugem do eucalipto raramente mata plantas, exceto quando ataca com severidade brotações novas de tocos após corte raso. As plantas mais atacadas, depois da fase de secamento das pústulas, recuperam-se da doença, emitindo intensa brotação (Figura 6), a qual poderá ser novamente atacada pela ferrugem, dependendo das condições ambientais reinantes.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 6. Brotação intensa de árvore jovem de eucalipto após ataque de *Puccinia psidii*.

Etiologia

O agente causal desta doença é *Puccinia psidii* Winter, pertencente ao filo Basidiomycota, classe Urediniomycetes, família Pucciniaceae.

O fungo possui um ciclo de vida incompleto, no qual se conhecem seus estágios I – écio (FIGUEIREDO et al., 1984), II – urédia, III – télia e IV – basídio (FERREIRA, 1989). O estágio espermogonial é desconhecido, sendo provável que não exista. O estágio ecial apresenta a mesma morfologia do estágio uredinial presente somente no jambeiro (FIGUEIREDO et al., 1984), e provavelmente deve ocorrer somente nas mirtáceas nativas. O estágio uredinial é produzido em eucaliptos sob condições naturais ou em inoculações artificiais. Os urediniósporos (Figura 7) variam quanto à forma (piriformes, esféricos ou ovalados), com pequenas verrucosidades na parede externa, medindo 10-20 μm x 15-25 μm (FERREIRA, 1989).

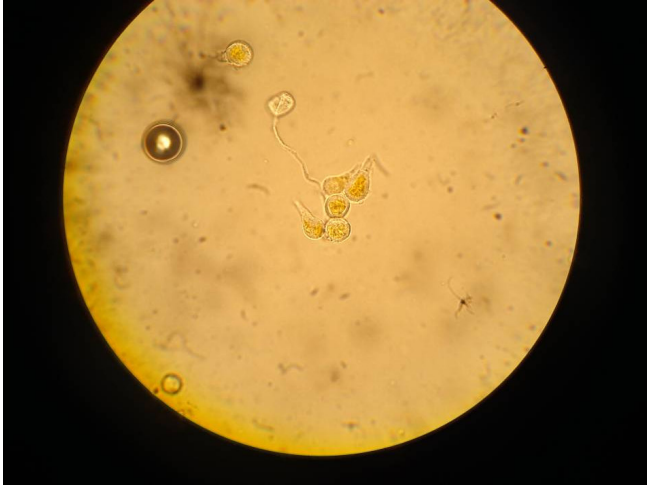


Figura 7. Urediniosporos de *Puccinia psidii* ao microscópio.

Os estágios telial III e basidial IV têm sido pouco encontrados em condições de campo em eucalipto (FERREIRA, 1989). Em plantas de jambeiro, os teliósporos são encontrados no verão. Os teliósporos são pedicelados, bicelulares, clavados, achatados, com uma papila apical na parede da célula posterior e medindo $15-28 \mu\text{m} \times 30-60 \mu\text{m}$. As duas células, ou apenas uma, germinam em condições naturais e em meio ágar-água, produzindo basídios e basidiósporos. Quando a germinação se processa em placas com ágar-água, em ambiente com umidade saturada, a maioria dos teliósporos germina, produzindo basídios de tamanhos variando entre $20 \mu\text{m}$ a $130 \mu\text{m}$ de comprimento (FERREIRA, 1989).

Epidemiologia

A germinação de urediniosporos de *P. psidii* encontrados no Paraná mostraram que a temperatura mais favorável foi $15 \text{ }^\circ\text{C}$, enquanto que nas temperaturas de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e $30 \text{ }^\circ\text{C}$, a germinação foi praticamente nula (CRUZ et al., 2009), similar ao comentado por Ferreira (1989), para as condições do Nordeste Brasileiro. De acordo com Ruiz et al. (1989), temperaturas na faixa entre $18 \text{ }^\circ\text{C}$ e $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (com ótimo em $23 \text{ }^\circ\text{C}$), períodos prolongados de molhamento foliar (orvalho noturno ou garoas por períodos superiores a 6 h, por 5 a 7 dias consecutivos) e órgãos juvenis (folhas jovens e terminais de crescimento) são as condições favoráveis à infecção. Os órgãos foliares adultos, a ausência de molhamento e temperaturas acima de $30 \text{ }^\circ\text{C}$ e abaixo de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ desfavorecem a infecção.

A penetração dos urediniosporos é geralmente direta, através da cutícula e epiderme, mediante

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

Medidas de controle

Controle químico com fungicidas

Em relação ao controle químico da ferrugem, a literatura apresenta alguns fungicidas para aplicação em eucalipto contra o patógeno (FERREIRA, 1989; ALFENAS et al., 2009). São considerados eficientes os produtos mancozeb, oxicloreto de cobre, triadimenol e triforine (FERREIRA, 1989) e azoxystrobin (ALFENAS et al., 2009).

No controle da ferrugem, na cultura da goiaba, estão registrados os produtos à base de oxicloreto de cobre, sulfato de cobre, óxido cuproso, ciproconazol, azoxystrobina, azoxystrobina + difenoconazol, bromuconazol, tebuconazol e tebuconazol + trifloxistrobina, enquanto que na cultura da jabuticaba são recomendados produtos à base de oxicloreto de cobre, hidróxido de cobre, óxido cuproso e calda bordalesa (AGROFIT, 2003).

Em casos de ataque intenso no viveiro, o controle químico com fungicidas é eficiente (FERREIRA; MILANI, 2002). Em condições de plantio, o controle químico pode ser uma alternativa viável em árvores jovens com idade entre seis meses e um ano de idade. Contudo, a recomendação técnica de fungicidas para o controle da ferrugem em eucalipto não pode ser feita pela falta de produtos registrados para essa cultura.

Controle com uso de material genético resistente

A medida considerada mais adequada ao controle da ferrugem do eucalipto é o plantio de material genético resistente (KRUGNER; AUER, 2005). Indivíduos resistentes têm sido selecionados em condições de campo e multiplicados por meio da clonagem (macro e micropropagação vegetativa) para formarem jardins clonais, dos quais se retiram brotações e minibrotações para a

formação de mudas (ALFENAS et al., 2009). Tais clones selecionados são distribuídos em plantios multiclonais de modo a controlar a ferrugem e permitir uma descontinuidade espacial contra o patógeno. Os avanços dos estudos apontam para as pesquisas na herança gênica no patossistema *Eucalyptus-Puccinia psidii*, no sequenciamento de genes de clones de eucalipto e na busca de genes de resistência para a inserção em clones de alta produtividade, porém altamente suscetíveis à doença (ALFENAS et al., 2009).

Utilização de mapas de risco para escape à doença

A relação entre as condições climáticas presentes nas áreas de cultura e a ocorrência de doenças é importante ferramenta decisória para os programas de controle (VALE et al., 2004). O zoneamento climático pode reunir informações de condições favoráveis à ferrugem e indicar as áreas de risco e classificá-las em baixo, médio ou alto (MASSON, 2009). Tal como o mapeamento geográfico, o zoneamento de áreas de risco facilita a indicação de espécies ou clones de eucalipto em função de seu grau de suscetibilidade à ferrugem.

Dentro da busca do conhecimento do clima e sua relação com a ocorrência de doenças, também tem sido discutido os efeitos das mudanças climáticas globais sobre as doenças de plantas (VALE et al., 2004; GHINI; HAMADA, 2008). Em especial sobre a ferrugem do eucalipto, Furtado et al. (2008) apresentaram algumas considerações sobre os possíveis impactos. Assim, será possível antever os impactos das mudanças climáticas sobre o eucalipto e ferrugem, em cenários futuros do clima na Terra.

Referências

- AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 13 maio 2010.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças de eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2009. 500 p.
- CRUZ, K. R. O.; SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G. Efeito de diferentes temperaturas na germinação de urediniosporos de *Puccinia psidii*. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 8., 2009, Colombo. **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 186). EVINCI. Resumo.
- DEMUNER, N. L.; ALFENAS, A. C. Fungicidas sistêmicos para controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em *Eucalyptus cloeziana*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 3, p. 174-7, 1991.
- FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa, MG: SIF, 1989. 570 p.
- FERREIRA, F. A.; MILANI, D. **Diagnose visual e controle de doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil**. Mogi Guaçu: International Paper, 2002. 98 p.
- FIGUEIREDO, M. B.; COUTINHO, L. N.; HENNEN, J. F. Estudos para determinação do ciclo vital de *Puccinia psidii* Winter. **Summa Pytopathologica**, Piracicaba, v. 10, p. 32, 1984. Edição dos resumos do 6º Congresso Paulista de Fitopatologia, 1984, Botucatu.
- FURTADO, E. L.; SANTOS, C. A. G.; MASSON, M. V. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a ferrugem do eucalipto no Estado de São Paulo. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Ed.). **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 273-286.
- FURTADO, E. L.; DIAS, D. C.; OHTO, C. T.; ROSA, D. D. **Doenças do eucalipto no Brasil**. Botucatu, 2009. 74 p.
- GHINI, R.; HAMADA, E. proposta metodológica para discussão dos impactos das mudanças climáticas globais sobre doenças de plantas. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Ed.). **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 15-24.
- HENNEN, J. F.; HENNEN, M.; FIGUEIREDO, M. B. Índice das ferrugens (Uredinales) do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 49, supl. 1, p. 1-201, 1982.
- KRUGNER, T. L.; AUER, C. G. Doenças dos eucaliptos. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 319-332.
- MASSON, M. V. **Ferrugem do eucalipto: planejamento evasivo, estimativa de dano e análise da viabilidade do controle químico**. 2009. 167 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- MENDES, M. A. S.; SILVA, V. L.; DIANESE, J. C.; FERREIRA, M. A. S. V.; SANTOS, C. E. N. dos; GOMES NETO, E.; URBEN, A. F.; CASTRO, C. **Fungos em plantas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-CENARGEN. 1998. 555 p.
- RUIZ, R. A. R.; ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; VALE, F. X. R. Influência da temperatura, do tempo de molhamento foliar, do fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii* em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, n. 6, p. 55-61, 1989.
- VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, Perfil, 2004. 531 p.
- VIEGAS, A. P. **Índice de fungos da América do Sul**. Campinas: Instituto Agronômico, 1961. 921 p.

**Comunicado
Técnico, 252**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
Fone / Fax: (0**) 41 3675-5600
E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2010): conforme demanda

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

**Comitê de
Publicações**

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Antonio Aparecido Carpanezi, Cláudia Maria Branco de Freitas Maia, Cristiane Vieira Helm, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski, José Alfredo Sturion, Marilice Cordeiro Garrastazu, Sérgio Gaiad*

Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Revisão de texto: *Mauro Marcelo Berté*
Normalização bibliográfica: *Elizabeth Denise Roskamp Câmara*
Editoração eletrônica: *Mauro Marcelo Berté*