

Influência das mudanças climáticas nas zonas de ocorrência da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil

Celso Garcia Auer, Gabriela Scheinpflug Brito,
Marcos Silveira Wrege e Álvaro Figueredo dos Santos

Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores internacionais de madeira de eucalipto, com cerca de 5,6 milhões de hectares plantados em 2015, sendo que 11,6% do total dos plantios concentram-se na região Sul (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2016). As principais finalidades dos plantios são: papel e celulose, seguidos do setor de siderurgia a carvão vegetal e de painéis de madeira.

As condições brasileiras propiciam excelentes rendimentos de produtividade com plantios intensivos de eucaliptos; contudo seu cultivo pode ter limitações relacionadas às condições edáficas, climáticas e ataque de pragas e de doenças. A região Sul do Brasil apresenta verão com temperaturas altas e inverno com temperaturas mais amenas, associadas com alta umidade relativa do ar (WREGE et al., 2011), fatores que favorecem a ocorrência de várias doenças de plantas.

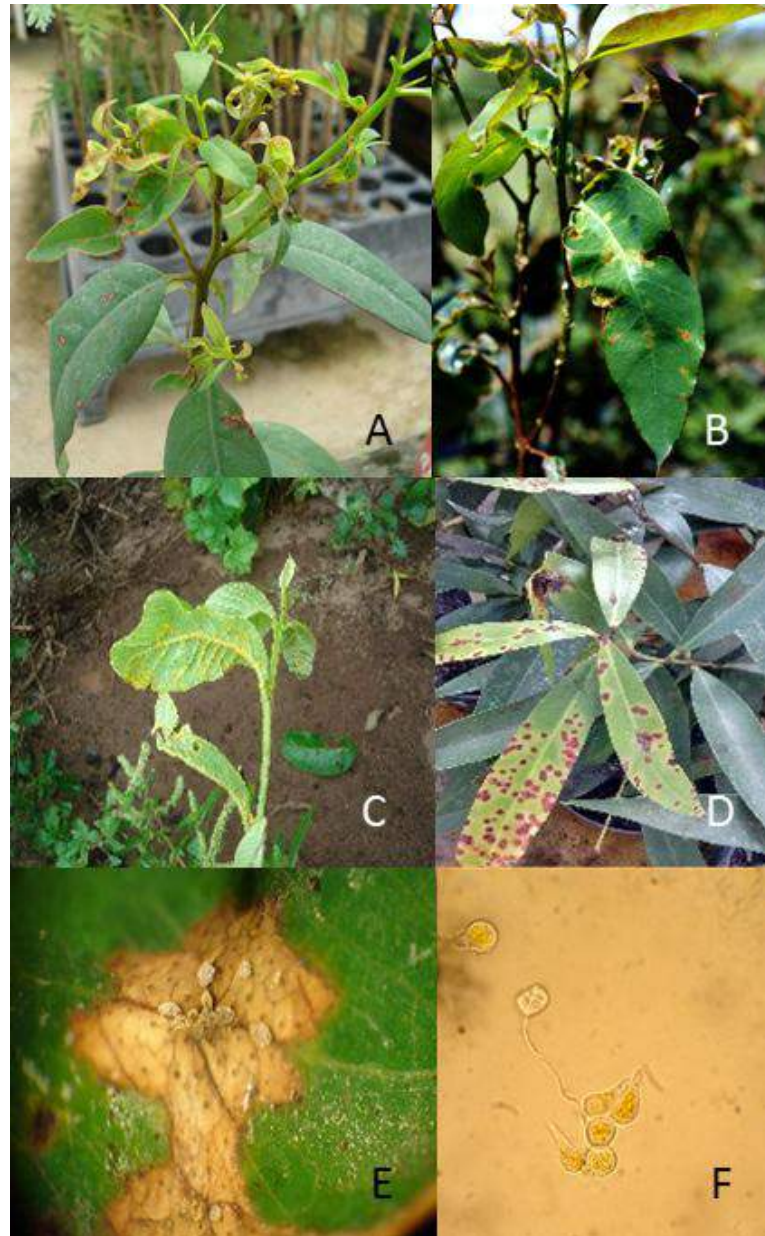
Os plantios comerciais com eucaliptos foram considerados livres de doenças importantes até a década de 1970. Entretanto, com o avanço da eucaliptocultura, surgiram várias epidemias destacando-se o cancro, a ferrugem e as manchas foliares (ALFENAS et al., 2009; AUER et al., 2016). A ferrugem causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter tem sido considerada a mais preocupante pelos

impactos potenciais que causa em clones comerciais suscetíveis, derivados de híbridos (AUER; SANTOS, 2011).

O fungo *Puccinia psidii* é nativo da América do Sul (FERREIRA, 1989) e foi descrito pela primeira vez no Brasil em 1884, em folhas de goiabeira. Está presente em folhas, flores e frutos de espécies nativas da família Myrtaceae (Figuras 1A a 1D), sendo denominada de ferrugem das mirtáceas. Contudo, adaptou-se ao eucalipto e seu impacto principal tem sido em viveiros e plantios jovens (FERREIRA, 1989).

A ferrugem do eucalipto atinge mudas e árvores jovens (Figura 1A e 1B) ou na rebrota de tocos, geralmente com até dois ou três anos de vida, dependendo da espécie. O fungo produz uredósporos, os principais propágulos que infectam as folhas e brotações produzindo pústulas (Figura 1E) de cor amarelada, em função da coloração dos uredósporos (Figura 1F). A doença reduz a capacidade fotossintética das plantas, por atacar as folhas jovens e as brotações, diminuindo o rendimento volumétrico dos plantios. Em casos severos, pode levar as plantas à morte (AUER et al., 2010) e à redução de produção de celulose (FURTADO et al., 2009). A ferrugem pode ser controlada com fungicidas em viveiro e plantios jovens (SANTOS; AUER, 2011) ou pelo plantio de clones resistentes ao patógeno (ALFENAS et al., 2009).

A combinação das condições favoráveis para a ferrugem (temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar) pode ser encontrada na maior parte do território brasileiro (ALFENAS et al., 2009; FERREIRA, 1989). Temperaturas que variam entre 18°C a 25°C e período mínimo de oito horas de umidade relativa acima de 90% são favoráveis à doença (FERREIRA, 1989; RUIZ, 1988).



Fotos: Celso Garcia Auer.

Figura 1. Ferrugem das mirtáceas causada por *Puccinia psidii*. (A) Muda de *Eucalyptus grandis* com sintomas nas folhas jovens. (B) Árvore jovem de *Eucalyptus grandis* com ferrugem. (C) Brotação de goiaba (*Psidium guajava*) com pústulas de ferrugem. (D) Planta de jambo (*Syzygium jambos*) com queima de ponteiro decorrente da ferrugem. (E) Detalhe de pústula ao microscópio. (F) Detalhe dos uredósporos ao microscópio.

Além dos fatores bióticos danosos à silvicultura, as espécies cultivadas poderão ser impactadas em seu desenvolvimento com as mudanças nos padrões climáticos, principalmente pelas projeções futuras de aumento de temperatura e de mudança no regime de chuvas. Assim, o cultivo do eucalipto deverá ser reavaliado, buscando-se novos sistemas de cultivo que minimizem os efeitos das mudanças climáticas, pois as plantas deverão ser afetadas, bem como as doenças serão desenvolvidas. Embora se projete a intensificação destas mudanças ao longo do século atual, existem incertezas de como os padrões das doenças serão alterados.

Apesar das projeções indicarem mudanças de outras variáveis climáticas, a temperatura e a precipitação são os principais fatores abióticos que interferem no desenvolvimento das doenças. Certamente, com o aumento da precipitação, as condições ambientais serão mais propícias ao desenvolvimento de doenças fúngicas. O incremento das condições favoráveis, no tocante à temperatura, ocorre até o momento em que os limites superiores são atingidos, além dos quais efeitos deletérios começam a ser detectados na germinação de esporos e crescimento dos fitopatógenos (GARRETT et al., 2006).

Vários estudos foram feitos sobre o zoneamento das condições de favorabilidade da ferrugem em âmbito mundial (BOOTH et al., 2000; BOOTH; JOVANOVIĆ, 2012), contudo, a escala de estudo necessita ser menor para ser mais precisa. No Brasil, o zoneamento da ferrugem foi estabelecido para o país (ALVARES et al., 2016) e também para alguns estados como São Paulo (SILVA et al., 2013) e Paraná (BORA et al., 2016). Nesta ótica, a doença é claramente influenciada pelas condições climáticas presentes, e com a previsão de alterações nos padrões climáticos mundiais a importância das doenças em eucalipto pode aumentar ou reduzir (ALFENAS et al., 2009).

Séries temporais de dados climáticos analisadas no Brasil revelaram incrementos nas médias das temperaturas mínimas do ar, variando conforme a região. Em média, em três décadas, teria havido um aumento generalizado de 1,5°C (RICCE et al., 2008; STEINMETZ et al., 2005).

Dessa forma, dentro de uma perspectiva de alterações nos padrões de temperatura e da pluviosidade, o impacto de tais alterações foi analisado quanto à distribuição espacial da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil, segundo as estações do ano, desenvolvida por Brito (2013). Mapas atuais e cenários futuros foram construídos a partir de um período base, referente às normais climáticas entre 1961-1990 para o molhamento foliar (HAMADA et al., 2008) e de 1976-2005 para as demais variáveis (WREGGE et al., 2011) e dos cenários de mudanças climáticas do 4º Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), abordando um cenário menos pessimista (B1) e um cenário mais pessimista (A2) para as próximas décadas (MEEHL; STOCKER, 2007). O cenário A2 considera a manutenção dos padrões de emissões de gases de efeito estufa (GEE) observados nas últimas décadas, o que implicaria em concentrações atmosféricas de CO₂ de cerca de 850 ppm no ano de 2100, enquanto o B1 é o cenário de menores emissões ou cenário menos pessimista, tendendo à estabilização das emissões de GEE e concentração, no final deste século, de cerca de 550 ppm (NAKICENOVIC et al., 2000).

Para elaborar os mapas, com o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), foram utilizadas as temperaturas médias mensais e as médias mensais do período de molhamento foliar, variáveis correlacionadas aos parâmetros do processo de infecção da planta pelo fungo.

Para determinar a faixa de temperatura ótima utilizou-se como referência dados originais dos trabalhos de Ruiz (1988) e Masson

(2009). A faixa de temperatura ideal para infecção da planta é de 18 a 25°C, enquanto que temperaturas entre 15 a 18°C e entre 25 a 30°C são consideradas intermediárias, e temperaturas inferiores a 15°C ou superiores a 30°C são consideradas desfavoráveis para infecção (RUIZ, 1988). O período de molhamento foliar de 4 horas foi adotado como período mínimo para infecção, com base em levantamentos de índice de severidade da ferrugem no litoral da Bahia por Masson (2009), onde altos índices de infecção podem ser registrados com mais de 3 horas de período de molhamento foliar. Os mapas das estações do ano foram gerados a partir da média das variáveis mensais (por exemplo, o verão é formado por dezembro, janeiro e fevereiro).

A ferrugem em eucalipto no período atual

A ferrugem do eucalipto é comumente encontrada nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil (estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia), onde existe a maioria dos plantios comerciais de eucalipto, e condições climáticas favoráveis (ALVARES et al., 2016). Na região Sul do Brasil, a área de ocorrência nos três estados vem aumentando, parte pela expansão da eucaliptocultura com base em espécies ou clones suscetíveis, e parte atribuída às mudanças climáticas globais com o aumento da temperatura e redução de áreas favoráveis à ocorrência de geadas (AUER; SANTOS, 2011).

A distribuição espacial da ferrugem depende das condições geográficas locais, como foi evidenciado por Silva et al. (2013). As epidemias tendem ser maiores no sentido do Norte para o Sul no estado de São Paulo. As temperaturas amenas, maior umidade relativa do ar, maior potencial de inóculo pela existência de grande número de mirtáceas nativas suscetíveis na Mata Atlântica, seriam fatores para explicar esta situação. Outro aspecto a ser abordado

é que sob condições de temperaturas mais altas e menor umidade relativa do ar pode haver redução na severidade da ferrugem, por exemplo, em certas épocas do ano no estado de São Paulo (FURTADO et al., 2008) e no Paraná (BORA et al., 2016).

Alvares et al. (2016), ao utilizar o modelo de Ruiz et al. (1989) e aplicar uma nova variável Tng (temperatura média noturna), mostraram que as zonas climáticas favoráveis para a ferrugem do eucalipto são muito dinâmicas com alta variabilidade temporal e espacial no Brasil. Este tipo de resultado pode ser visualizado ao longo das estações do ano para a região Sul (Figura 2), onde o percentual de área favorável à doença decresce do verão para o inverno, voltando a aumentar na primavera (Figura 5).

O estágio fenológico da árvore também é importante, pois o fungo necessita de tecidos jovens para infectar e desenvolver a doença (RUIZ et al., 1989). Assim, materiais genéticos que apresentem uma fase juvenil mais extensa tornam-se suscetíveis por um período maior de tempo impactando negativamente o seu crescimento.

Cenários climáticos futuros para a ferrugem em eucalipto

A tendência futura do comportamento da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil é de maior amplitude da área de ocorrência, em razão do aumento da favorabilidade. Prevê-se o aumento da temperatura do ar para faixas térmicas favoráveis ao desenvolvimento da doença, que permitiria a expansão da ferrugem para localidades atualmente consideradas desfavoráveis ou pouco favoráveis (Figuras 3 e 4). Simulações feitas por Mafia et al. (2011) mostraram que a importância da ferrugem passaria de alta, para um potencial futuro médio, para todo o Brasil, sem explicitar a região Sul. Estudo de Moraes et al., (2008 citado por MAFIA et al., 2011), indicou a concentração das áreas favoráveis à doença nas regiões Sudeste e Sul, ao longo das décadas de 2020, 2050 e 2080.

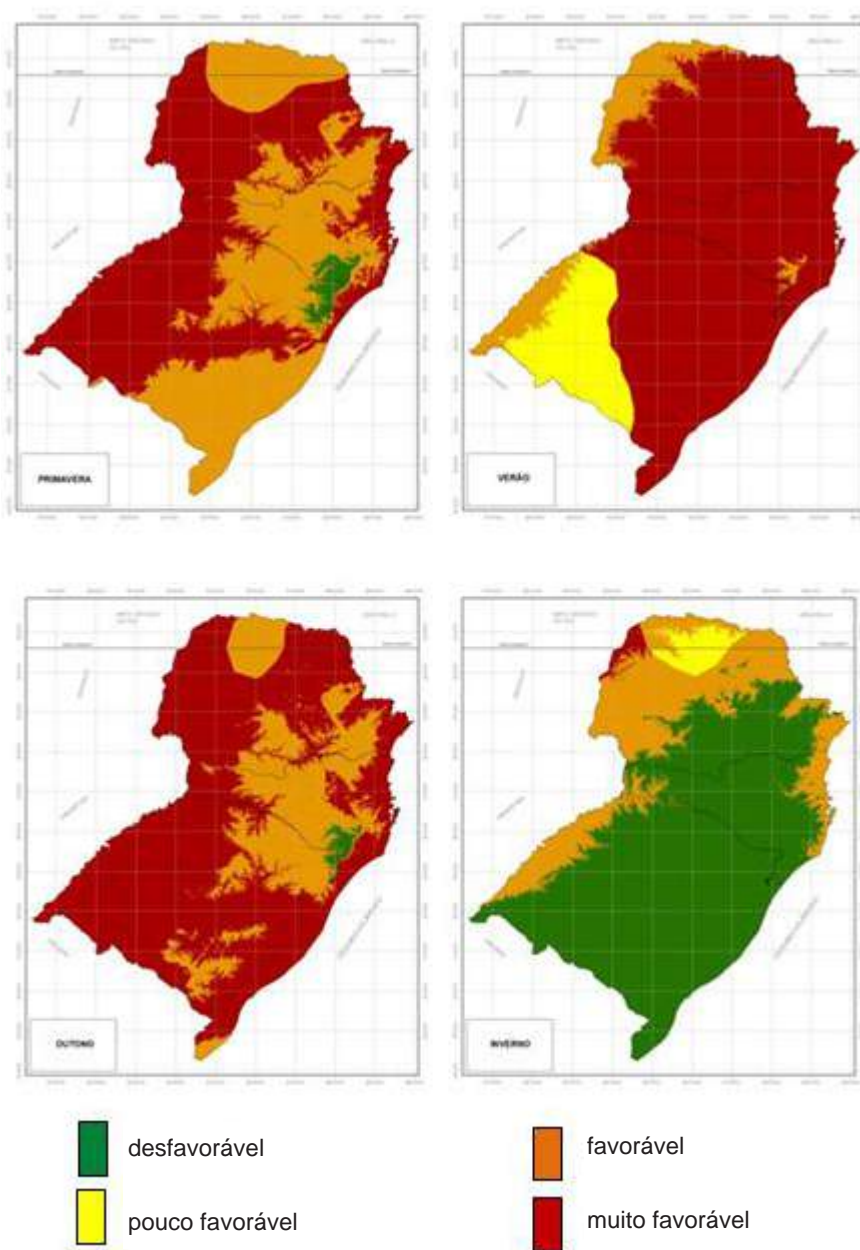


Figura 2. Zonas de ocorrência da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil no período atual.

Existe uma relação muito estreita entre a temperatura e a altitude e pode-se dizer que, na média, ocorre decréscimo de 0,8°C na temperatura do ar a cada 100 metros de altitude. Assim, as zonas de menor altitude, na região Sul do Brasil são mais quentes, favorecendo o desenvolvimento do patógeno e conseqüentemente da ferrugem, principalmente nas latitudes menores, como o Norte e Noroeste do Paraná. Com os aumentos de temperatura do ar, projetados pelos cenários do IPCC, a tendência é de aumentar a área apta à ocorrência da doença, expandindo-se para zonas mais ao Sul e nas regiões de maior altitude, onde atualmente ainda é muito frio para a germinação de uredósporos e infecção por *Puccinia psidii*.

Outro aspecto está relacionado com o efeito da temperatura no hospedeiro. As áreas mais frias são inadequadas para o plantio das espécies de eucalipto mais produtivas e também suscetíveis à ferrugem, como por exemplo *Eucalyptus grandis* e o híbrido “uro-grandis”. Com a expansão das áreas plantadas, principalmente nas zonas de maior altitude, é esperado que haja maior registro de ocorrências da doença nessas regiões, onde, atualmente, ainda não é possível realizar o seu plantio, exceto das espécies mais adaptadas ao clima mais frio, como *Eucalyptus benthamii*, que não apresenta registro de suscetibilidade em condições de campo (SCHULTZ, 2011), somente em condições experimentais (ALFENAS et al., 2009). Outra espécie plantada em regiões frias é *Eucalyptus dunnii*, pouco suscetível em plantios comerciais.

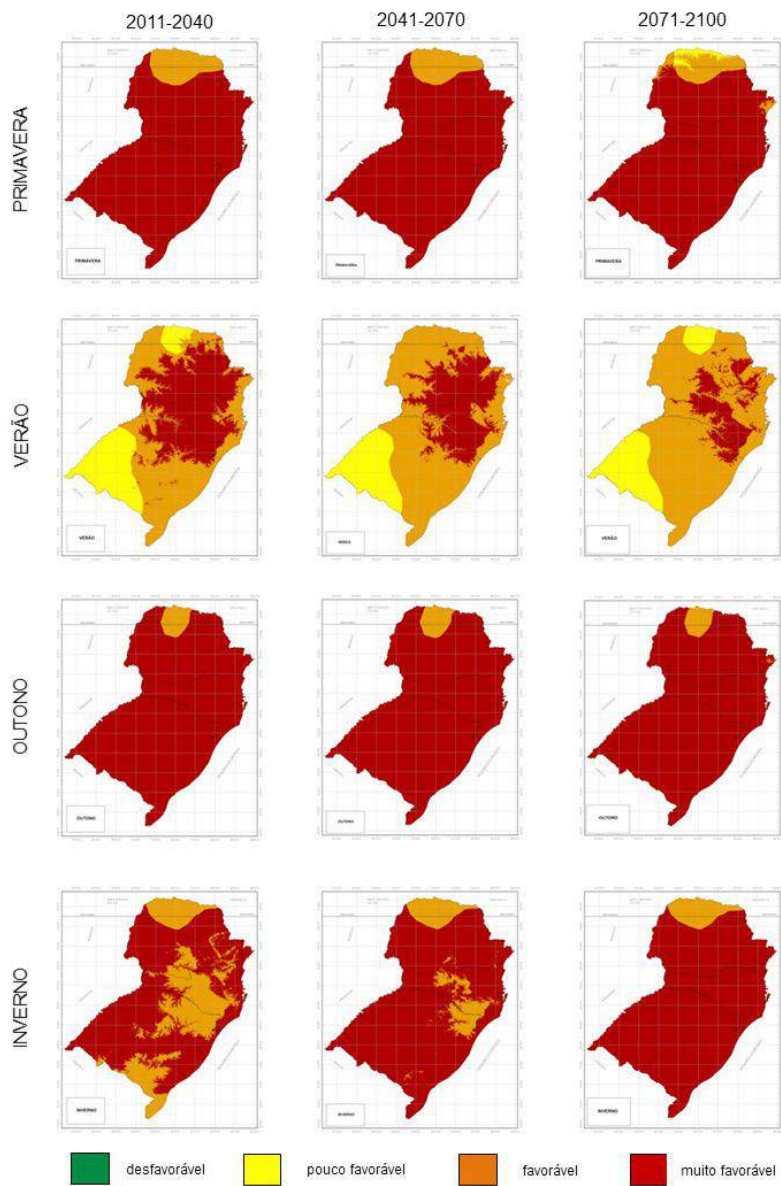


Figura 3. Zonas de ocorrência da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil no cenário futuro B1 da mudança climática nos períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.

Influência das mudanças climáticas nas zonas de ocorrência da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil

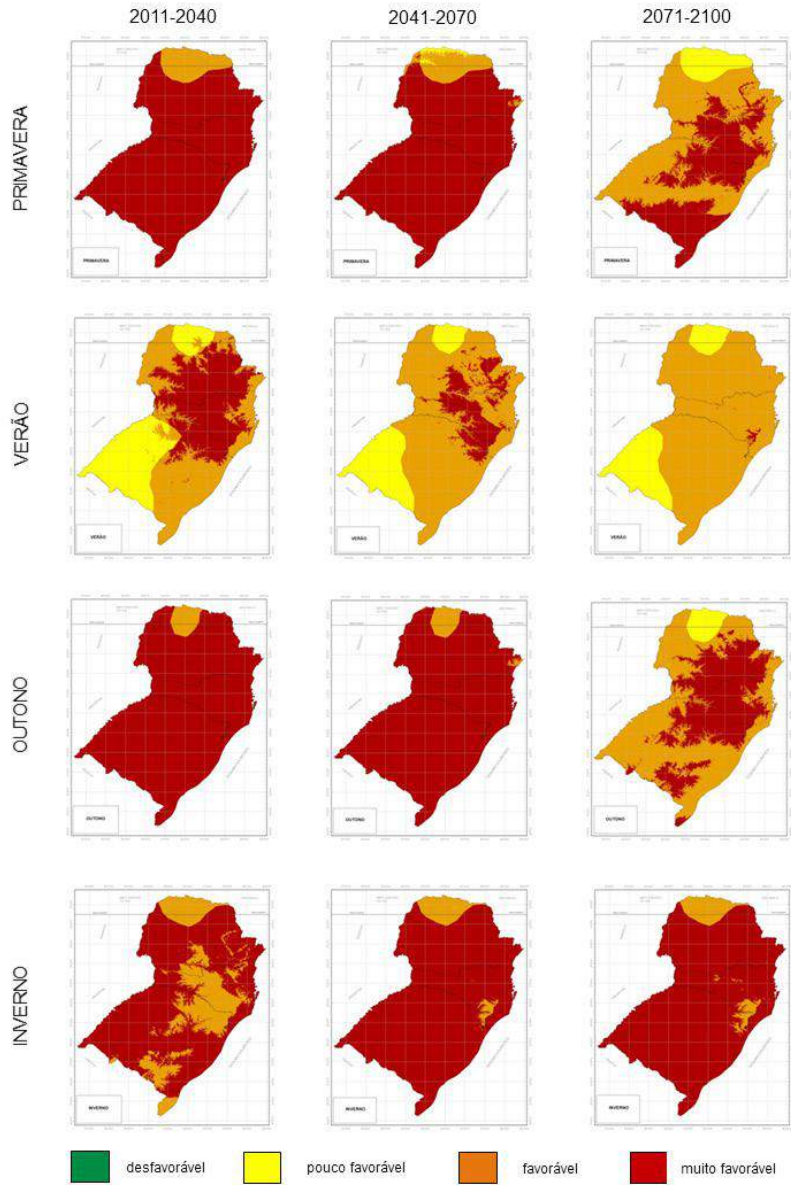


Figura 4. Zonas de ocorrência da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil no cenário futuro A2 da mudança climática nos períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.

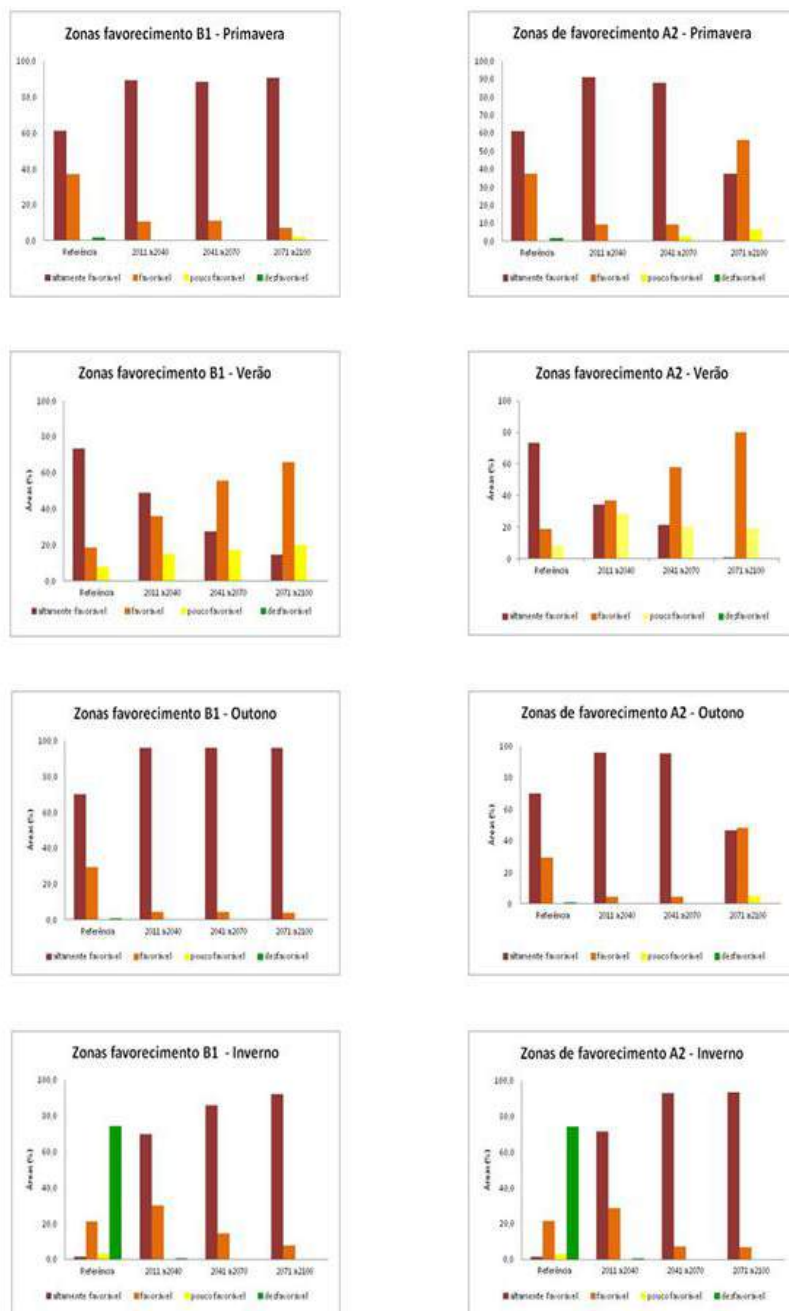


Figura 5. Variação da área de favorecimento de ocorrência da ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil nas décadas de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 (cenários B1 e A2) nas estações do ano, em função das mudanças climáticas.

Em relação à umidade relativa do ar, é esperado que ocorra aumento significativo em cenários climáticos futuros, o que atualmente já é bastante elevada na região Sul do Brasil, contribuindo, também, para aumentar o risco de ocorrência da doença. A umidade relativa do ar é baixa apenas nas regiões situadas no interior do continente, mais distantes das zonas costeiras, como a Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Apesar das temperaturas serem mais elevadas nesta região, existe baixo risco de ocorrência da doença, pelo fato da umidade relativa do ar ser baixa.

As condições devem se tornar mais favoráveis ao desenvolvimento do fungo nas estações do ano consideradas mais frias, como o outono, a primavera, e o inverno (Figuras 3, 4 e 5). Na situação presente (Figura 2), existe uma favorabilidade maior no verão em relação às outras estações, e condições desfavoráveis no inverno. Analisando as projeções e o cenário climático futuro B1 percebe-se que a favorabilidade praticamente aumenta em todas as estações (Figuras 3 e 5), ao longo das décadas, com maior incremento no cenário A2 (Figuras 4 e 5). Quando se consideram os cenários climáticos B1 e A2, a favorabilidade à ferrugem do eucalipto passa de muito favorável a favorável, e pouco favorável por causa das temperaturas médias se tornarem elevadas, passando à faixa de temperatura desfavorável à germinação de uredósporos e infecção por *Puccinia psidii*.

A tendência, assim, é de aumentar o tempo em que as condições climáticas são favoráveis, podendo intensificar a incidência de áreas com ataque do fungo, principalmente nas zonas de maior altitude, devido ao aumento de temperatura, risco que atualmente é menor, por causa de temperaturas baixas, desfavoráveis ao desenvolvimento do patógeno, embora a umidade relativa do ar seja alta.

As zonas de menor risco à doença na região Sul do Brasil ficarão concentradas nas regiões Norte do Paraná, principalmente no Vale

do Paranapanema e na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, devido à baixa umidade relativa do ar, e além disso, à temperaturas do ar desfavoráveis, muito elevadas para o desenvolvimento do fungo. As regiões de altitude devem passar de favoráveis a muito favoráveis, por oferecerem condições climáticas favoráveis, principalmente a umidade relativa e as temperaturas do ar. As maiores alterações são esperadas para o inverno, que passa da condição de desfavorável, na maior parte de sua área, para favorável e muito favorável. No verão, espera-se situação inversa, quando as regiões passam de muito favorável, na maior parte da área, para pouco favorável e a favorável (Figuras 3 e 4), devido ao aumento de temperatura e redução da umidade relativa do ar, e da redução do período de chuvas.

Considerações finais

O eucalipto é a principal espécie florestal plantada em sistema intensivo de cultivo no Brasil e provavelmente continuará sendo dessa forma por muitas décadas, mantendo a tendência atual de expandir a área de plantio para novas regiões, onde novas doenças potenciais poderão surgir. As variações de temperatura, de pluviosidade e de umidade relativa do ar que ocorrerão em função das mudanças climáticas, em um primeiro momento, tendem a favorecer os plantios comerciais de espécies e híbridos do gênero *Eucalyptus*. Por outro lado, os mesmos fatores que favorecem a expansão da área de aptidão para o eucalipto na região Sul tendem a favorecer o desenvolvimento das doenças, entre elas a ferrugem do eucalipto. O aumento de área favorável à ferrugem na região Sul é esperado por causa da redução do frio, aumento da pluviosidade e da umidade relativa do ar, principalmente nos períodos mais frios. No verão, preveem-se condições muito desfavoráveis à ferrugem, principalmente no cenário climático futuro mais pessimista A2.

Deve-se considerar que as projeções apresentadas neste capítulo precisam ser avaliadas, pois existem outros fatores que podem interferir no ciclo das relações patógeno-hospedeiro, dentre estes os materiais genéticos plantados e suas respostas às mudanças climáticas. Com certeza, o cenário atual do clima não será o mesmo no futuro, o que torna fundamental acompanhar a epidemiologia da ferrugem do eucalipto nas próximas décadas. O desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos efeitos diretos da temperatura sobre a ferrugem causada por *Puccinia psidii*, da resposta de clones comerciais e de sua resistência às mudanças climáticas, bem como as ações de mitigação dos gases de efeito estufa visando atenuar os efeitos das mudanças climáticas, são estratégicos e podem auxiliar no controle desta doença no futuro.

Referências

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças de eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2009. 500 p.
- ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; MATTOS, E. M.; MIRANDA, A. C.; MORAES, W. B.; SILVA, P. M. M.; FURTADO, E. L.; STAPE, J. L. Climatic favourability zones for *Eucalyptus* rust in Brazil. **Forest Pathology**, v. 47, n. 1, e12301, 2016.
- AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos. Doenças em eucaliptos destinados à produção de energia na região Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 68, p. 373-379, 2011.
- AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos. BORA, K. C.; **A ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 252).
- AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos; FURTADO, E. L. Doenças do eucalipto. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia**; doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, p. 359-372.

BOOTH, T. H.; JOVANOVIĆ, T. Assessing vulnerable areas for *Puccinia psidii* (eucalyptus rust) in Australia. **Australasian Plant Pathology**, v. 41, n. 4, p. 425-429, 2012.

BOOTH, T. H.; OLD, K. M.; JOVANOVIĆ, T. A preliminary assessment of high risk areas for *Puccinia psidii* (*Eucalyptus* rust) in the Neotropics and Australia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 82, n. 1-3, p. 295-301, 2000.

BORA, K. C.; BRITO, G. S.; AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos; WREGGE, M. S. Favorabilidade climática para a ferrugem do eucalipto no estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 24-42, 2016.

BRITO, G. S. **Cenários climáticos futuros para a ocorrência da ferrugem do eucalipto na região sul do Brasil**. 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

FURTADO, E. L.; DIAS, D. C.; OHTTO, C. T.; ROSA, D. D. **Doenças do eucalipto no Brasil**. Botucatu: [s. n.], 2009. 74 p.

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, 2008. p. 273-286.

GARRETT, K. A.; DENDY, S. P.; FRANK, E. E.; ROUSE, M. N.; TRAVERS, S. E. Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, v. 44, p. 489-509, 2006.

HAMADA, E.; GONÇALVES, R. R. V.; MARENGO, J. A.; GHINI, R. Cenários climáticos futuros para o Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Ed.). **Mudanças climáticas**: impactos sobre doenças de plantas no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 25-73.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ**. São Paulo, 2016. 100 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, **Forth Assessment Report**. 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar4/>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

MAFIA, R. G.; ALFENAS A. C.; LOOS. R. A. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre doenças na eucaliptocultura no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Ed.). **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. p. 213-225.

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), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

MEEHL, G. A.; STOCKER, T. F. (Coord.). Global climate projections. In: SOLOMON, S., QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (Ed.). **Climate change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 747-845.

NAKICENOVIC, N.; AICAMO, J.; GRUBLER, A; et al. **Special report on emissions scenarios (SRES), a special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University, 2000. Disponível em: <<http://pure.iiasa.ac.at/6101/2/sres-en.pdf>>. Acesso em: 28.abr. 2017

RICCE, W. da S.; CARAMORI, P. H.; CAVIGLIONE, J. H.; MORAIS, H.; PEREIRA, L. M. P. Estudo das temperaturas mínimas e máximas no Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 8., 2008, Alto Caparaó. **Anais...** Uberlândia: Ed. da UFU, 2008. p. 200-210.

RUIZ, R. A. R. **Epidemiologia e controle químico da ferrugem (*Puccinia psidii* Winter) do eucalipto**. 1988. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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**, v. 14, n. 6, p. 55-61, 1989.

SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G. **Controle químico da ferrugem do eucalipto em plantios jovens**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 274).

SCHULTZ, B. **Doenças bióticas e abióticas em *Eucalyptus benthamii* Maiden.** 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O. J. W.; WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar na região de Pelotas, sua relação com o aquecimento global e possíveis consequências para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005. 1CD-ROM.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da região Sul do Brasil:** estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.