

# Mudanças Climáticas Globais e o Melhoramento Genético Florestal

---

*Rosana Clara Victoria Higa*  
*Antonio Rioyei Higa*

Foram analisadas as possíveis conseqüências das mudanças climáticas globais no desenvolvimento das plantas e nas diferentes etapas que compõem um programa de melhoramento genético, baseado em regeneração via sementes.

Segundo o relatório do Grupo de Trabalho I do IPCC (Intergovernmental Pannel of Climate Change), Mudanças Climáticas 2001: a Base Científica, a temperatura da superfície do globo terrestre aumentou  $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  durante o século 20. Diferentes cenários de emissões de gases de efeito estufa (SRES: Special Report on Emission Scenarios) indicam que a temperatura média vai subir de 1,4 a 5,8 °C até o ano de 2100 em relação ao ano de 1990 e o nível dos oceanos deverá subir de 0,09 a 0,88m até o ano de 2100. O aquecimento deverá ser variável entre diferentes regiões e serão acompanhados por quedas e aumentos nas taxas de precipitação. Também poderão ocorrer mudanças na variabilidade do clima com alterações na frequência e intensidade de fenômenos climáticos extremos.

Durante os últimos cem anos, a temperatura média anual do Brasil subiu aproximadamente 0,5 °C (Hulme e Sheard, 1999). Os três anos mais quentes (1995, 1997 e 1998), ocorreram na década de 90, a mais quente deste século. Este aquecimento ocorreu em todas as estações do ano, sendo mais pronunciado no período de junho a agosto. Os registros de precipitação

---

<sup>1</sup>Engenheira-Agrônoma, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Florestas, rhiga@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Doutor, Professor da Universidade Federal do Paraná, arhiga@florestas.ufp.br

existentes desde o início do século indicam um aumento da precipitação anual em cerca de 4%, ao longo do século 20. Grande parte deste crescimento tem ocorrido nos períodos de março a maio. As projeções apontam para um aumento de 0,2 e 0,6 °C por década durante o período de junho a agosto, sendo que os maiores aumentos serão observados na Amazônia, onde a precipitação deverá diminuir entre 5 e 20% durante o período de março a maio. O estado do Rio Grande do Sul pode observar um aumento na precipitação entre 5 e 20%. No Pantanal do Mato Grosso, os anos mais úmidos serão duas ou três vezes mais freqüentes, com maior risco de enchentes. A zona seca do nordeste sofre variações opostas numa primeira metade do ano entre dezembro e maio (se tornando mais úmida) e numa segunda, de junho a novembro (se tornando mais seca) (Hulme e Sheard, 1999).

Essas alterações têm sido atribuídas ao aumento na concentração dos chamados gases de efeito estufa na atmosfera. Entre eles o CO<sub>2</sub> é considerado o gás que mais contribui para a intensificação do efeito estufa. Sua concentração subiu de 280 partes por milhão, no período que antecede à Revolução Industrial, para quase 360 partes por milhão nos dias de hoje (Brasil, 1999). O aumento na concentração desses gases é decorrente da atividade antrópica.

O tema vem gerando grandes preocupações na comunidade técnico-científica em nível mundial, pelos prováveis impactos aos diferentes ecossistemas. A área florestal está entre as mais preocupantes, pois, entre outros efeitos, são citados aumento no período de crescimento vegetativo em regiões de altas latitudes, alterações na distribuição natural de animais e plantas, “declínio” de populações naturais, precocidade de florescimento de espécies florestais, severidade de pragas e doenças.

Alguns estudos discutem os efeitos das mudanças climáticas em espécies florestais de interesse para os Brasil, como o *Pinus taeda*, espécie florestal mais plantada nas regiões frias do planalto sulino brasileiro. De acordo com Groninger et al. (1999) as principais respostas fisiológicas do *P. taeda* em relação ao aumento do CO<sub>2</sub> atmosférico, são: as taxas de fotossíntese poderão ser inicialmente aceleradas através da maior disponibilidade de CO<sub>2</sub> e maior eficiência fotossintética (efeito fertilizador no CO<sub>2</sub>); respiração, condutância estomática e evapotranspiração não serão afetadas ou podem decrescer; ponto de compensação poderá diminuir com conseqüente aumento

do período de retenção das folhas (beneficia as folhas sombreadas); área foliar poderá aumentar, mas a densidade foliar (área foliar por unidade de comprimento de galhos) poderá diminuir; arquitetura da copa poderá ser alterada em função de modificações nas estruturas dos galhos; sistema radicular poderá aumentar, beneficiando a resistência ao déficit hídrico.

Quais seriam, então, os principais efeitos das mudanças climáticas globais nos programas de melhoramento genético clássico de uma espécie florestal? Para essa análise, é importante lembrar que uma estratégia de melhoramento genético para espécies florestais envolve uma série de etapas discutidas a seguir, onde o ambiente (clima e solo) desempenham papel fundamental:

- a) **Zonas de melhoramento** são áreas ambientalmente homogêneas onde um material genético selecionado poderá ser plantado. Isso significa que os locais de plantios deverão ser caracterizados quanto ao clima e solo e, agrupados em zonas relativamente semelhantes. Os principais fatores climáticos que afetam o desenvolvimento (sobrevivência, crescimento e reprodução) das espécies florestais utilizadas em reflorestamentos no Brasil, são a geada e o déficit hídrico (seca). Alterações climáticas significativas na temperatura, que alterem a intensidade e ocorrência de geadas em um determinado local podem, portanto, influir na definição da Zona de Melhoramento.
- b) **A espécie/procedência** deve ser adaptada ao clima e solo do local de plantio (Zona de Melhoramento), além de produzir madeira com qualidade para o mercado local e apresentar rentabilidade econômica competitiva. Resultados observados em plantios localizados na divisa dos Estados do Paraná e São Paulo, entre as latitudes 24°00' S e 24°30' S, região de transição entre os climas tropical e subtropical, ilustram bem o efeito climático na escolha da espécie. A produtividade atual do *P. taeda* e *P. elliotii* é 25 m<sup>3</sup>/ha.ano e a produtividade dos Pinus tropicais é 35 m<sup>3</sup>/ha.ano, ou seja, 40% superior. Isso mostra a importância do clima no estabelecimento das Zonas de Melhoramento e, conseqüentemente, na escolha de espécies/procedências e na complexidade da seleção das árvores que irão compor a População de Melhoramento e os Pomares de Sementes. Caso haja um aumento significativo na temperatura, as sementes de *P. taeda* utilizadas atualmente não seriam mais adequadas para as áreas de plantio da

espécie ou, numa situação mais crítica, a própria espécie deveria ser substituída por outra mais tropical.

- c) **A seleção das árvores** para compor a População de Cruzamento e para compor o Pomar de Sementes é baseada na performance do indivíduo em relação a produtividade (volume) e qualidade da madeira (retidão do fuste, ramificação, etc). Estas são características quantitativas bastante influenciadas pelo ambiente.
- d) **A população de cruzamento** é normalmente composta por várias centenas de indivíduos selecionados. Assim, as árvores selecionadas podem ser agrupadas em uma única população ou várias sub-populações. Geralmente utiliza-se várias sub-populações no caso do programa envolver várias Zonas de Melhoramento.
- e) **Os cruzamentos** entre as árvores selecionadas podem ser controlados ou abertos. Em ambos os casos, os processos são significativamente influenciados pelo ambiente, principalmente pelo clima. Observações fenológicas realizadas em um banco clonal de *P. taeda*, estabelecido em Sengés, PR, no período de 1999 a 2000, mostram que a precipitação influiu na época de florescimento.

Com base nos aspectos discutidos anteriormente e, considerando que o ciclo (rotação) de uma espécie florestal pode demandar vários anos (sete anos para os eucaliptos e acácia-negra destinados a produção de celulose ou energia; vinte anos para o *P. taeda* destinados a serraria), conclui-se que os efeitos das possíveis mudanças climáticas não devem ser negligenciados no planejamento de um programa de melhoramento genético de uma espécie florestal.

Como não se tem certeza do que possa acontecer, recomenda-se selecionar genótipos (espécies/procedências/progênes/indivíduos) mais generalistas (plásticos e estáveis) e/ou implantar um programa de melhoramento abrangendo toda a área efetiva e potencial de plantio, com uma **População de Cruzamento** formada por um número muito grande de árvores (várias centenas). As sementes das árvores que deverão compor a **População de Selecionada** deverão ser plantadas na forma de testes de progênes, não somente nas áreas potenciais de plantios, mas também de locais representativos dos climas futuros, conforme os vários cenários possíveis.

## Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia, Gabinete do Ministro, Coordenação de Pesquisa em Mudança de Clima. ***Efeito estufa e a convenção sobre a mudança do clima***. [Brasília], 1999. 38 p.

GRONINGER, J. W.; JOHNSEN, K. H.; SEILER, J. R.; WILL, R. E.; ELLSWORTH, D. S.; MAIER, C. A. Elevated carbon dioxide in the atmosphere – What might it mean for Loblolly pine plantation forestry? ***Journal of Forestry***, v. 97, n. 7, p. 4-10, 1999.

HULME, M.; SHEARD, N. ***Cenários de alterações climáticas para o Brasil***. Norwick: Climatic Research Unit, 1999. 6 p.

THOMAS, R. B.; LEWIS, J. D.; STRAIN, B. R. Effects of leaf nutrient status on photosynthetic capacity in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) seedlings grown in elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. ***Tree Physiology***, v. 14, p. 947-960, 1994.