

# Boro na silvicultura



A deficiência de boro é a limitação de micronutrientes mais comum na silvicultura. Ela ocorre em muitos países, principalmente em plantações exóticas de eucalipto e pinheiros, mas também em plantações e estandes naturais de espécies nativas em solos alterados por fertilização de macronutrientes, calagem, incêndio ou erosão.

### Sintomas da deficiência

Os sintomas da deficiência normalmente são característicos, mas podem ser confundidos com concentrações foliares variáveis, ocorrência errática e possíveis danos climáticos. Os sintomas de deficiência de boro nos pinheiros variam de acordo com a espécie e poderão ser distintamente sazonais em termos de ocorrência e, em geral, são induzidos pelo estresse ambiental. O crescimento na primavera de gemas não afetadas parece normal e é só em meados do verão ou depois que os brotos principais apresentam sintomas claramente discerníveis. Suprimentos limitados ou mesmo interrupções breves (como aquelas causadas pela seca) na absorção de boro podem provocar danos irreversíveis nos brotos que crescem rapidamente. Com frequência, o resultado é um líder subdividido.

O *Pinus sylvestris* (uma espécie uninodal): Apresenta uma vazão abundante de resina e várias alterações na dominância apical como as primeiras evidências externas da deficiência de boro. A gema apical poderá ser pequena, demonstrar má formação e retardamento na expansão, ou estar morta. As gemas laterais adjacentes poderão ou não ser afetadas de forma semelhante. Ocorre o inchaço, a rachadura, o empenamento ou a morte do líder como em outras espécies de pinheiro, e também o escurecimento e a formação de cavidades no núcleo. As agulhas próximas às extremidades afetadas normalmente são curtas e deformadas, de coloração verde escuro ou desbotadas.

Outros sintomas observados em várias espécies são:

- *Pinus strobus* e *Pinus sylvestris*: Polecimento dos perflhos apicais. As extremidades das agulhas principais assumem uma coloração amarelo claro/laranja e têm bordas marrons claras.
- *Pinus sylvestris*: As mudas são curtas com raízes espessas, suculentas e um pouco frágeis. As gemas, que são pequenas, permanecem moribundas e as agulhas jovens, cloróticas. A má formação das agulhas é comum.
- *Pinus radiata*: Morte descendente dos brotos e das extremidades, copas mortas e com má formação, extremidades marrons das raízes com amplo desenvolvimento de cortiça na superfície. O perflho dos brotos das mudas que não recebeu suprimento de boro morreu depois de cinco meses.
- *Thuja plicata*: O broto em crescimento murcha rapidamente e as agulhas nos brotos jovens assumem uma coloração bronzeada.
- *Pinus patula*, *P. khasya*, com frequência em *P. caribaea hondurensis*: Os brotos principais se tornaram muito tortos, porém saudáveis com folhagem normal e sem vazão de resina.
- *Pinus elliotii*: Vazão de resina, morte das gemas e sintomas de polecimento nas extremidades. Normalmente, ocorrem más formações nas agulhas antes de outros sintomas externos.

# Boro na silvicultura



### O boro e a fisiologia das árvores

O boro é um nutriente relativamente imóvel nas plantas. Diferente de muitos outros nutrientes (por ex., nitrogênio e magnésio), ele não é redistribuído para os perfilhos por ciclos internos. A absorção circulante pelas raízes parece determinar as concentrações que são incorporadas nos brotos e na folhagem à medida que se formam.

A fertilização com boro aumenta o teor total de carboidratos das raízes micorrízicas. A fertilização foliar + do solo gerou um aumento de 24% no total de carboidratos nas raízes micorrízicas, enquanto somente a fertilização foliar diminuiu o teor total de carboidratos.

Aumentos significativos nos açúcares em resposta à fertilização de boro foram observados em plantas ectomicorrízicas e não micorrízicas. A baixa disponibilidade de boro limita o crescimento radicular e a deficiência afeta a simbiose micorrízica mais do que as raízes delgadas isoladas.

As folhas poderão ter um leve padrão em mosaico de clorose nas áreas entre nervos e manchas marrons avermelhadas entre as nervuras e nas margens. As raízes poderão permanecer curtas, espessas, inchar nos nós e se abrir na longitudinal.

### Onde a deficiência de boro é mais comum?

A deficiência de boro foi mais comum em:

- Solos de rochas ígneas ácidas e sedimentos de água doce
- Solos ácidos a partir dos quais o teor original foi lixiviado
- Areias com pouco silte, argilas ou micas, turfas ácidas e esterco
- Solos com cal livre, incluindo alguns solos ácidos após calagem intensiva

Manifestações claras da deficiência de B e/ou de redução de boro foliar poderão ser induzidas com a adição de macronutrientes. A calagem e a fertilização de N podem provocar uma deficiência grave de boro. É provável que a calagem afete a absorção de boro, enquanto a fertilização de N causa uma diluição devido ao aumento no crescimento.

Estresses ambientais, especialmente seca, em geral induzem ou acentuam a deficiência de boro em locais com deficiência marginal. Embora as árvores normalmente se recuperem com o retorno das chuvas normais, a incidência de vários líderes em estandes afetados poderá ser alta e isso diminuir seu valor econômico. Observou-se que as aplicações de boro previnem o pericínio mesmo quando anos de seca se seguiram à aplicação de boro.

### Testes no solo e análises das plantas

Os testes no solo são mais úteis para determinar o pH e estabelecer níveis suficientes de nutrientes antes do plantio, mas uma amostra foliar é necessária para determinar quão bem a árvore está utilizando os nutrientes do solo. A North Carolina State University recomenda obter amostras ao final de cada fluxo de crescimento quando os brotos tiverem parado de se desenvolver e as agulhas estiverem totalmente alongadas.

Estudos na Austrália com boro solúvel em água quente em horizontes de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de 0,29 e 0,19 ppm causaram sintomas de deficiência grave de boro em mudas de *P. radiata*. Os valores dos testes de solo nem sempre são correlacionados aos valores dos tecidos das plantas.



## Boro na silvicultura



### Recomendações de boro para silvicultura

As deficiências de boro no pinheiro de Natal (Fraser Fir) foram tratadas com a adubação foliar de *Solubor*® (453 gramas por 379 litros) ou pulverizações de *Solubor* (1,36 a 2,27 kg por acre) aplicadas no solo.

Não exceda 113 gramas de boro por 379 litros para a adubação foliar em pinheiros de Natal. Aplicações de 2,27 kg de boro/acre foram adequadas para corrigir a deficiência de boro em *P. radiata* em condições de seca.

### Concentrações de tecido

Cultura	Teor de boro na folha, ppm boro				
	Deficiente	Baixo	Normal	Alto	Excesso
Bétula	<14		28-33		
Algodão americano	<9		68		
Eucalipto	<35		40-70		
Azevinho	<20	20-25	>30		
<i>Pinus radiata</i>	<10			>20	
Seringueira			>80		
Pinho silvestre	<10		25-30		
Abeto	*8		25-30		

*Diagnostic Criteria for Plant and Soils* Ed. H.D. Chapman.  
Shorrocks - Boron Deficiency and Its Cure.

### Soil applications (suggested rates of application)

Cultura	<i>Granubor</i> ® (15% B)		<i>Solubor</i> ® (20,5%)	
	<i>Fertibor</i> ® (15% B)	lbs / acre	lbs / acre	gals / acre
Bétula	0,4 - 1,8	0,2 - 1,2		3 - 24
Algodão americano	0,4 - 1,8	0,2 - 1,2		3 - 24
Eucalipto	1,1 - 3,5	0,7 - 2,4		14 - 47
Pinheiros	6,3 - 31,2	4,5 - 22,3		10,7 - 53,5
Vime	12,5 - 37,9	8,9 - 26,8		21,4 - 64,2

## Boro na silvicultura



### Referências

1. NC State University Christmas Tree Newsletter May/June 1998.
2. Atalay, A et. al. "Boron fertilization and carbohydrate relations in mycorrhizal and nonmycorrhizal shortleaf pine." *Tree Physiology* 4, 3 (1988): 275-280.
3. Stone, EL. "Boron deficiency and excess in forest trees: A review." *Forest Ecology and Management* 37 (1990): 49-75.
4. Brække, HF and Salih, N. "Reliability of Foliar Analyses of Norway Spruce Stands in a Nordic Gradient." *Silva Fennica* 36, 2 (2002): 489-504.
5. Moorhead, DJ. "Evaluating Christmas Tree Fertility." *Georgia Christmas Tree Association Tree Talk* 10, 2 (1996): 14-23.
6. Hopmans, P and Flinn, DW. "Boron deficiency in *Pinus radiata* D. Don and the effect of applied boron on height growth and nutrient uptake." *Plant and Soil* 79 (1984): 295-298.
7. Carter and Scagel. "Nutritional aspects of distorted growth in immature forest stands of southwestern coastal British Columbia." *Canadian Journal of Forest Research* 16, 1 (1986): 36-41.
8. Owen, JH. "Targeted Micronutrient Applications for Fraser Fir Christmas Trees." *Christmas Tree Newsletter*. NC State University June 1998.
9. Will. *New Zealand Forest Research Bulletin* No. 97 1985.
10. Duryea, ML and Dougherty, PM, eds. *Forest Regeneration Manual*. Kluwer Academic Publishers, 1991.