



## **FERTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS: APLICAÇÃO DE AZOTO E BORO EM PINHEIROS-MANSOS EM AMBIENTE CONDICIONADO**

A fertilização precoce das espécies florestais é uma medida que contribui para um adequado crescimento inicial, necessário a uma maior produtividade e ao aumento da sua resistência em situações desfavoráveis.



## Importância da adubação em viveiro

A necessidade da fertilização de plantações de espécies florestais não é assunto recente. Os primeiros trabalhos de investigação em nutrição de árvores remontam a Ebermayer, 1876 e 1882, na Alemanha, e estão associados ao menor desenvolvimento registado em zonas de floresta de onde foi retirada a camada orgânica superficial (folhada) para uso em camas de gado (Smethurst, 2009). Este comportamento alertou os investigadores para a necessidade de estudar a importância deste estrato orgânico no fornecimento de nutrientes e na criação de condições favoráveis ao desenvolvimento das micorrizas responsáveis pela maior disponibilização destes elementos. Contudo, a fertilização de plantações florestais de forma recorrente para obter maior volume e maior quantidade de material (madeira, semente...) só se começou a praticar a partir dos anos 50 do século XX (Ballard, citado por Smethurst, 2009).

A aplicação de nutrientes deverá atender a vários aspetos que distinguem os sistemas florestais dos sistemas agrícolas, nomeadamente: tempo entre colheitas, ciclo de nutrientes, erosão do solo, topografia, irrigação, temperatura do solo, espessura do solo utilizada e horizontes superficiais orgânicos. Em termos fisiológicos, a resposta das espécies silvícolas não é idêntica à maior parte das espécies arbustivas ou de menor porte, recorrendo durante o seu desenvolvimento aos nutrientes armazenados que se translocam dos tecidos mais velhos para os tecidos mais novos, ficando menos dependente dos nutrientes disponíveis no solo para a sua absorção. Por esta razão, é fundamental que as espécies sejam fertilizadas durante a fase anterior à sua plantação, constituindo reserva na planta para posteriores necessidades, e aumentando a capacidade para fazer face às alterações que se verificam no clima, com particular realce para os períodos longos sem precipitação. O fornecimento de nutrientes numa primeira fase é crucial, gerando um maior desenvolvimento a nível global das plantas com consequências vantajosas para a sua sobrevivência.

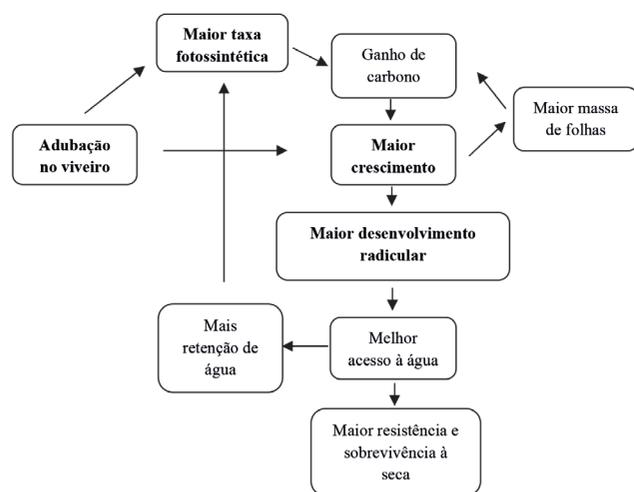
O modelo (Burdett, citado por Luis *et al.*, 2009) que se indica a seguir, retirado de observações em ensaios experimentais com espécies florestais, apre-

Rui Fernandes, Cristina Sempiterno & M. Encarnação  
Marcelo

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



senta de forma sequencial os efeitos provocados pela adubação em viveiro, gerando **maior taxa fotossintética** e, com isso, **maior crescimento** e maior massa de folhas, traduzindo-se numa fase posterior por um **maior desenvolvimento radicular**. Um aumento de volume (peso) de raízes permite que sejam explorados níveis mais profundos do solo e em maior extensão para obtenção de água, conferindo, desta forma, maior capacidade para resistir a longos períodos de tempo sem precipitação.



### Aplicação de N e de B a pinheiros jovens

A fim de mostrar os efeitos da fertilização numa fase inicial do crescimento para além do tempo de viveiro, estudou-se a resposta de uma espécie florestal, o pinheiro-manso (*Pinus pinea* L.) à aplicação de dois nutrientes, o azoto e o boro. Estes elementos apresentam-se com teores baixos no solo, particularmente nos arenosos, estando, além disso e numa forma geral, sempre sujeitos a perdas por lixiviação. O ensaio, delineado em blocos completos casualizados com três repetições e 10 tratamentos experimentais (T1 a T10), decorreu em ambiente condicionado (estufa de vidro sem climatização artificial) durante cerca de três anos. Os tratamentos T1 a T5 receberam cinco níveis crescentes de boro (0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 mg/kg de terra) e não receberam azoto. Este nutriente foi aplicado aos restantes tratamentos, T6 a T10, aos quais também foi administrado boro nas mesmas modalidades. Foi utilizada terra colhida na camada superficial (0–0,20 m) dum

solo podzólico (PZ), 10 kg por vaso e planta, sendo aplicada uma solução nutritiva contendo outros nutrientes em falta de modo a suprir limitações passíveis de interferir com o estudo em causa. Este ensaio está incluso num projeto mais amplo (Grupo Operacional FERTIPINEA), cujo objetivo foi o de caracterizar e conhecer as necessidades nutricionais desta espécie, através de ensaios de campo e de observações efetuadas em várias condições edafoclimáticas do País, tendo como objetivo principal estabelecer recomendações de fertilização para as fases de instalação de povoamentos, até à entrada em produção de pinha e para o período da sua produção. O azoto produziu diferenças relevantes no desenvolvimento global da cultura, como é ilustrado pela Figura 1, onde se comparam duas plantas, com azoto (T9) e sem azoto (T4), mas não se encontraram diferenças ao nível estatístico ( $p=0,05$ ) no que diz



**Figura 1** – Plantas que receberam o nível 3 de boro, com azoto (T9) (dir.) e sem azoto (T4) (esq.).

respeito à aplicação de boro (foi aplicado 1 mg de B/kg de terra para o valor máximo, T5), seja nos tratamentos sem N (T1 a T5) ou com este nutriente (T6 a T10) (Figura 2). A soma dos comprimentos dos ramos (Figura 3) e o peso seco das raízes (Figura 4), representados por gráficos de barras para cada um dos tratamentos do ensaio, mostram a ausência de significância em relação ao boro.

Aplicaram-se 87,2 mg de N/kg de terra nos tratamentos com azoto, na forma de nitrato de amônio (reagente *p.a.*), valor testado com sucesso num ensaio anterior em oliveiras, o que perfaz a quantidade de 872 mg de azoto que cada planta recebeu por ano. As doses preconizadas para obter resposta por parte das plantas não podem ser extrapoladas para o hectare de forma linear, pois, neste tipo de ensaios, os valores deverão ser sempre superiores aos que se devem aplicar no terreno para compensar a quantidade de nutriente disponíveis, dado o reduzido volume de terra (cerca de 7 dm<sup>3</sup>) onde se desenvolvem.

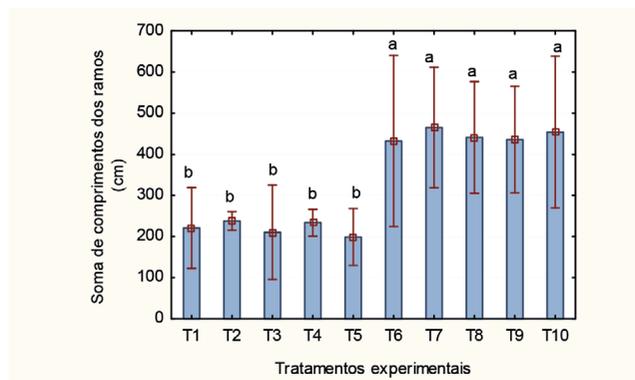
No entanto, os resultados obtidos deverão ser uma referência para os ensaios de fertilização a executar no campo e, desta forma, poderão contribuir para o cálculo da quantidade de nutrientes a aplicar em condições reais.

Atualmente, está a decorrer nas mesmas instalações um ensaio com pinheiros-mansos recebendo doses crescentes de azoto, de forma a tentar obter informação mais detalhada sobre a resposta desta espécie a este elemento.

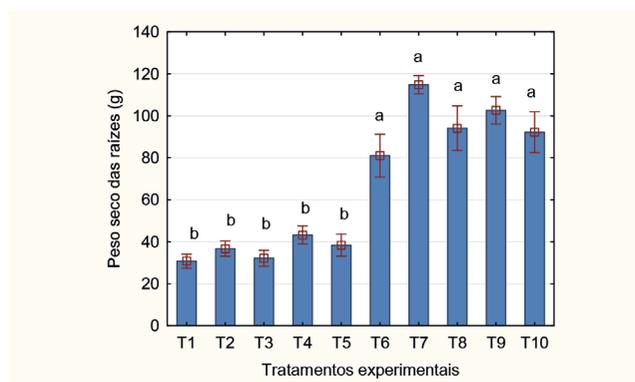
A ausência de resposta significativa ( $p=0,05$ ) dos vários parâmetros em relação à aplicação de boro, quer nos tratamentos com azoto (Figura 2), quer nos que não levaram azoto, poderá ter sido devida à duração do ensaio, pelo que não se poderão tirar conclusões definitivas. No entanto e como era previsível, obtiveram-se respostas significativas ( $p\leq 0,05$ ) e diretamente proporcionais nas concentrações deste elemento nas agulhas em relação às diferentes quantidades de B aplicados (valores não apresentados).



Figura 2 – Plantas que receberam azoto e todos os níveis de boro (tratamentos T6 a T10).



**Figura 3** – Valores médios da soma dos comprimentos dos ramos em todos os tratamentos. (Barras assinaladas por letras iguais representam valores sem diferença significativa,  $p=0,05$ )



**Figura 4** – Valores médios do peso seco das raízes em todos os tratamentos. (Barras assinaladas por letras iguais representam valores sem diferença significativa,  $p=0,05$ )

Observou-se uma resposta significativa ( $p \leq 0,05$ ) ao azoto em relação ao diâmetro de base, à altura das plantas, à massa da parte aérea, ao somatório do comprimento dos ramos (Figura 3) e à massa da parte radicular (Figura 4).

O peso seco das raízes foi duas a três vezes maior para o caso das plantas que receberam azoto (T6 a T10) em relação às que não o receberam (T1 a T5). Tanto a parte aérea como a parte subterrânea das plantas beneficiaram da ação deste nutriente, dando origem a espécies potencialmente mais aptas para resistirem às alterações do meio ambiente.

## Conclusões

As recomendações de fertilização para as espécies florestais, incluindo a prescrição da aplicação de nutrientes na fase inicial de desenvolvimento, re-

querem estudos adequados em ambiente condicionado e, posteriormente, em condições naturais. Estas ações experimentais deverão ser conduzidas de forma a adaptar-se às espécies, ao sistema em que se enquadram, às perspectivas económicas e, necessariamente, às características do solo e do clima.

No estudo apresentado, a aplicação de azoto deu origem a um maior desenvolvimento das jovens plantas de pinheiro-manso, constituindo uma forma de lhes dar numa fase inicial uma maior capacidade potencial, validando o modelo teórico, para fazer frente, no terreno, aos cada vez mais frequentes períodos de seca prolongada. Naturalmente que ensaios em condições reais deverão comprovar este pressuposto teórico.

A resposta ao boro não se fez sentir nos parâmetros usados para a avaliação do desenvolvimento das plantas, ficando em aberto a continuação desta linha de trabalho, em condições de campo, pois é um elemento que facilmente se apresenta em carência nos solos arenosos. 🌱

## Bibliografia

- Ballard, R. (1984). Fertilization of plantations. In: Bowen, G.D.; Nambiar, E.K.S. (eds), *Nutrition of plantation forests*. Academic, London, pp. 327–360.
- Burdett, N.A. (1990). Physiological processes in plantations establishment and development of specifications for forest planting stock. *Can J For Res*, **20**:415–427.
- Luis, V.C.; Puértolas, J.; Climent, J.; Peters, J.; Gonzalez-Rodriguez, A.M.; Morales, D. & Jimenez, M.S. (2009). Nursery fertilization enhances survival and physiological status in Canary Island pine (*Pinus canariensis*) seedlings planted in a semiarid environment. *Eur J Forest Res*, **128**:221–229. <https://doi.org/10.1007/s10342-009-0257-7>.
- Smethurst, P.J. (2009). *Forest fertilization: trends in knowledge and practice compared to agriculture*. Proceedings IPI-OUAT-IPNI International Symposium.



Este trabalho foi cofinanciado pelo PDR2020: Grupo Operacional FERTIPINEA – Nutrição e fertilização do pinheiro-manso em sequeiro e regadio – PDR2020-101-031330 (INIAV).