

## EFEITO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO EM ESTACAS DE *Populus deltoides* Bartr. ex Marsh CULTIVADAS EM VASO

EFFECT OF LIME APPLICATION IN SHOOT CUTTINGS OF *Populus deltoides* Bartr. ex Marsh IN  
SOIL POTS

Jean Gabriel da Silva Medeiros<sup>1</sup> Juarez Martins Hoppe<sup>2</sup>

### RESUMO

Com este trabalho estudou-se o comportamento do *Populus deltoides* referente ao seu desenvolvimento, quando submetido a diferentes doses de calcário. A pesquisa foi realizada no Centro Tecnológico de Silvicultura, na Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria, RS. O experimento constituiu-se de 48 unidades experimentais ordenadas em delineamento inteiramente casualizado, tendo seis tratamentos com oito repetições. Cada unidade experimental era constituída por um vaso de três litros contendo uma única estaca de *Populus deltoides*. Os tratamentos constituíram-se em cinco doses diferentes de calagem (T<sub>2</sub>: 7 toneladas de calcário/ha; T<sub>3</sub>: 14 toneladas de calcário/ha; T<sub>4</sub>: 21 toneladas de calcário/ha; T<sub>5</sub>: 29 toneladas de calcário/ha; T<sub>6</sub>: 38 toneladas de calcário/ha) mais a testemunha, determinados com base na análise do solo utilizado no experimento. As mudas foram avaliadas, após 120 dias da data de plantio, quanto ao seu crescimento em altura, diâmetro do colo e peso seco da parte aérea. As melhores médias foram alcançadas pelos tratamentos sem calagem e com sete toneladas de calcário por ha em todos os parâmetros observados. Os demais tratamentos apresentaram médias inferiores, eles não possuem diferença significativa ao nível de 5% entre si, para todos os parâmetros observados.

**Palavras-chave:** *Populus deltoides*, estacas, calagem.

### ABSTRACT

This work intended to study the behavior of *Populus deltoides* regarding its development when submitted to different doses of lime. The research was carried out in the Silviculture Technology Center, at Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS. The experiment was constituted by forty eight (48) experimental units completely randomized, with six (06) treatments and eight repetitions (08). Each experimental unit was constituted by a vase of three liters containing only one shoot cutting of *Populus deltoides*. The treatments were constituted by five different doses (T<sub>2</sub>: 7 tons of lime/ha; T<sub>3</sub>: 14 tons of lime/ha; T<sub>4</sub>: 21 tons of lime/ha; T<sub>5</sub>: 29 tons of lime/ha; T<sub>6</sub>: 38 tons of lime/ha) plus the testimony, determined with base in the soil analysis used in the experiment. The plants were evaluated, after 120 days of the plantation date, considering its growth in height, its diameter of the neck and its weigh dry of the aerial part. The best average were reached by the treatments without lime and with seven tons of lime for ha in all the parameters observed. The other treatments presented inferior averages, which do not possess significant difference to each other at the level of 5%, for all the observed parameters.

**Key words:** *Populus deltoides*, shoot cuttings, liming.

### INTRODUÇÃO

O gênero *Populus* apresenta uma grande variedade de espécies amplamente distribuídas no hemisfério norte. O *Populus deltoides* (Álamo), originário do leste da América do Norte, é amplamente utilizado em florestamentos e reflorestamentos para a produção de madeira, vigas de pontes, mourões, arborização e paisagismo.

O álamo possui uma grande importância econômica nos países do MERCOSUL, especialmente na Argentina, onde é o terceiro gênero mais plantado, Uruguai e Chile, totalizando mais de 140.000 ha plantados na região. (FAO, 1979).

Já no Brasil, o álamo vem sendo utilizado para a produção de palitos de fósforo, arborização,

1. Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
2. Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). hoppe@ccr.ufsm.br

Recebido para publicação em 12/11/2001 e aceito em 12/08/2002.

paisagismo, ou como espécie alternativa para a produção de chapas do tipo OSB. Os primeiros plantios homogêneos foram implantados no estado de Santa Catarina na década de 80, obtendo bons resultados quanto ao crescimento inicial quando comparado com plantios em clima temperado.

A alta rentabilidade do Álamo e o seu grande uso na Europa e EUA é um incentivo para a sua propagação e exploração. Pouco se conhece das exigências fisiológicas da espécie nos solos subtropicais, uma vez que todos os experimentos realizados com o Álamo foram feitos em solos de clima temperado com características físicas e químicas diferentes. Isso cria a necessidade de desenvolver estudos referentes ao comportamento dessa espécie em solos subtropicais com a finalidade de obter respostas quanto aos diferentes níveis de acidez, com o intuito de aumentar a sua produtividade, especialmente no que diz respeito aos tratamentos silviculturais e às exigências nutricionais da espécie.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é estudar o efeito de diferentes doses de calcário aplicadas ao solo utilizado para o desenvolvimento de estacas de *Populus deltoides* cultivadas em vasos.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O gênero *Populus* pertence à família Salicaceae cuja característica principal é a existência de flores unissexuais com perianto ausente ou insignificante. Sua reprodução é feita primeiramente mediante processos vegetativos e hibridizam-se com frequência. (FAO, 1979).

As salicáceas são arbustos ou árvores de madeira mole, em regra, com ramos flabeliformes elásticos. As folhas são ovais, quase-orbiculares nas espécies do gênero *Populus*. As flores são unissexuais e desprovidas de perianto. Acham-se reunidas em amentilhos masculinos e femininos. Possuem de dois até muitos estames, com anteras ditecas e dois ovários, raramente vários carpelos uniculares. Seu fruto é do tipo cápsula com muitas sementes pequenas. Habitam de preferência as zonas extratropicais até a zona fria, com cerca de 200 espécies distribuídas em dois gêneros: *Populus* e *Salix*. (Schultz, 1963).

A espécie *Populus deltoides* é a mais importante do gênero para o ocidente, é de médio a grande porte com 24 a 30m de altura e um diâmetro à altura do peito (DAP) de 90 a 120cm. Não muito comum nas regiões dos Appalaches e no noroeste do EUA, esta espécie, juntamente com suas variedades, cobrem uma extensa área das Montanhas Rochosas e da costa sul do Atlântico. É muito comum em solos de aluvião cortando as planícies e as pradarias onde um cinturão verde de *Populus*, desenvolvendo-se normalmente, indicam uma fonte ou um curso d'água. (Harlow e Harrar, 1969)

Nos melhores solos de aluvião do vale do Mississipi, o crescimento do *Populus deltoides* é extremamente rápido, podendo alcançar até 1,5 m no primeiro ano de idade. Essa espécie é muito tolerante e pode ocorrer em talhões puros ou mistos. Como as outras espécies do gênero, o *Populus deltoides* libera uma grande quantidade de sementes, as quais podem viajar pelo ar ou pela água por muitos quilômetros. Sua germinação é alta cerca, de 60 a 90%, e podem ser reproduzidos por estacas, as quais podem alcançar até 9 m em dois anos. (Harlow e Harrar, 1969)

Mudas com adequado teor nutricional constituem uma suposição de adequado desenvolvimento e boa formação de sistema radicial, com melhor capacidade de adaptação ao novo local após o plantio. A manipulação dos níveis de fertilização contribui também para a melhoria dos valores dos parâmetros morfológicos, (Carneiro, 1995).

Segundo o mesmo autor, é conhecido o fato de que, em condições favoráveis, como as de viveiro, bons fenótipos podem ser produzidos até por pobres genótipos. Um dos fatores a observar, para melhora as condições do viveiro, é o pH do substrato. Um pH baixo ou uma acidez elevada é prejudicial, porque reduz sensivelmente a atividade de bactérias e actinomicetos e, conseqüentemente, a formação de nitratos e sulfatos.

Um pH muito elevado ou elevada alcalinidade diminui demasiadamente a disponibilidade de fósforo, boro, cobre, zinco, ferro e manganês às plantas. (EMBRAPA, 2000).

Além disso, a absorção de nutrientes também depende de uma série de fatores, alguns internos, ligados à própria planta ou tecido considerado, e outros externos, entre eles: a presença de cálcio mantém a integridade funcional das membranas, estimulando a absorção de outros cátions, desde que não esteja em concentração muito elevada, o que poderia causar inibição. (Ferri, 1979).

Com a aplicação de calcário ao solo, Andrade *et al.* (1994) obtiveram um ganho de 39,28% e 11,26%, para árvores provenientes de mudas e brotações, respectivamente, em relação aos volumes das testemunhas, para a espécie *Eucalyptus sp.*

As quantidades de calcário a serem usadas são as correspondentes à necessidade de calcário do solo, entretanto, mesmo se empregando o método "SMP" a experiência demonstra que nem sempre o pH atingido no solo é o desejado, Malavolta (1981), necessitando-se de testes a campo para determinar a real quantidade de calcário a ser utilizada.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Centro Tecnológico de Silvicultura (CTS), na Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria, RS.

O clima da região é do tipo Cfa, definido pela temperatura média de 22°C no mês mais quente e entre -3 e 18°C no mês mais frio. As chuvas estão distribuídas por todos os meses do ano, sendo junho o mês mais chuvoso, com 166 mm, e dezembro o mês de menor ocorrência de chuvas, com 94 mm. A região apresenta déficit hídrico médio de 85 mm, distribuídos de dezembro a março. A umidade relativa média anual está em torno de 81%. A formação de geadas é freqüente, com uma média de 22 ocorrências por ano, os ventos mais comuns são do sudeste e do leste, esse último predominante no mês de abril. (Moreno, 1961).

O solo utilizado no experimento pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, com textura média, relevo ondulado e substrato arenito. Caracteriza-se por apresentar solos profundos, avermelhados de textura superficial arenosa, friável e bem-drenados. São solos ácidos, com saturação de bases baixa a média e pobres em matéria orgânica, e na maioria dos nutrientes. (Lemos *et al.*, 1973).

De acordo com (EMBRAPA, 1999), é um argissolo vermelho distrófico arênico. Nessa classificação estão incluídos solos com textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte B textural que ocorre entre 50 e 100 cm de profundidade.

As estacas utilizadas no experimento foram coletadas de matrizes de *Populus deltoides* existentes junto ao CTS, sendo que cada estaca média em torno de 25 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro médio. As matrizes foram selecionadas, levando em consideração seu estado nutricional, fitossanitário, fuste e o DAP, as estacas foram coletadas dos ramos novos do ano e levando em consideração o seu bom desenvolvimento.

O experimento constituiu-se 48 unidades experimentais ordenadas em delineamento inteiramente casualizado, tendo seis tratamentos com oito repetições. Cada unidade experimental era constituída por um vaso de três litros contendo uma única estaca de *Populus deltoides*.

Os tratamentos constituíram-se em cinco doses diferentes de calcário mais a testemunha, determinados com base na análise do solo utilizado no experimento. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos do Centro de Ciências Rurais da UFSM, os níveis nutricionais do solo estão indicados na Tabela 1.

TABELA 1: Análise de solo utilizado no experimento.

TABLE 1: Soil analysis used in the experiment.

Textura	% Argila	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P	K	% M.O.	Al	Ca	Mg	CTC	% Sat.
	M/V	1:1		mg/L		M/V	Cmol <sub>c</sub> /L			Efetiva	Bases
3	29	4,4	4,4	8,0	108	4,2	3,5	6,6	3,6	14,0	41

Segundo ROLAS (1994), os níveis de nitrogênio, fósforo e potássio podem ser considerados, respectivamente, médio, baixo e suficiente.

Para esse nível de acidez foram definidos os seguintes tratamentos:

T<sub>1</sub>: tratamento testemunha (sem calagem);

T<sub>2</sub>: 7 toneladas de calcário/ha;

T<sub>3</sub>: 14 toneladas de calcário/ha;

T<sub>4</sub>: 21 toneladas de calcário/ha;

T<sub>5</sub>: 29 toneladas de calcário/ha;

T<sub>6</sub>: 38 toneladas de calcário/ha.

As doses de calcário foram definidas com base no índice SMP conforme indicado por ROLAS, 1994, para calcário com PRNT de 100%. Os tratamentos acima citados modificaram os níveis de pH do solo para os seguintes níveis: T<sub>1</sub>, pH 4,4; T<sub>2</sub>, pH 5,0; T<sub>3</sub>, pH 5,5; T<sub>4</sub>, pH 6,0; T<sub>5</sub>, pH 6,5 e T<sub>6</sub>, pH 7,0.

Para a manutenção do experimento e eliminação de fontes de erro, foi determinada a capacidade máxima de retenção de água do solo em laboratório, sendo esta mantida em 70% para todos os tratamentos, pela realização de regas constantes a cada dois dias.

Os vasos foram mantidos em casa de vegetação onde ficaram protegidas das chuvas ou intempéries semelhantes, reduzindo a influência dos fatores ambientais com fonte de erro.

As mudas foram avaliadas, após 120 dias do plantio, quanto ao seu crescimento em altura, diâmetro do colo e peso seco da parte aérea. Os dados obtidos foram analisados mediante a análise da variância com relação aos tratamentos e o teste de Duncan ao nível alfa de 5%, com o auxílio do pacote estatístico SPSS 7.5 for Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos no experimento demonstraram que a espécie *Populus deltoides* é influenciada pelo nível de acidez do solo. As diferentes doses de calcário aplicadas ao solo, que serviu de substrato no vaso, resultaram em indivíduos diferenciados. Isso fica evidente ao analisar as estatísticas obtidas no experimento.

Nas Tabelas 2, 3 e 4, podem-se ver respectivamente a análise de variância para, diâmetro do colo, altura dos brotos e peso seco da parte aérea. Em ambos os casos, o valor de F calculado ficou acima do valor de F tabelado, para um índice alfa de 5%, informando que os tratamentos foram significativos a 95% de probabilidade.

TABELA 2: Análise da variância para os efeitos dos tratamentos sobre o diâmetro do colo dos brotos.

TABLE 2: Variance analysis for the treatments effects on the shoot diameter.

Componentes	SQ	GL	QM	F	Prob. > F
Tratamentos	65,8946	5	13,1789	3,22	0,0148
Resíduos	171,6290	42	4,0864	-	-
Total	237,5236	47	-	-	-

Em que: SQ = soma dos quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = valor de F da análise da variância; Prob. > F = probabilidade do valor de F tabelado ser maior que o F calculado.

TABELA 3: Análise da variância para os efeitos dos tratamentos sobre a altura dos brotos.

TABLE 3: Variance analysis for the treatments effects on the shoot height.

Componentes	SQ	GL	QM	F	Prob. > F
Tratamentos	2211,9752	5	442,3950	4,46	0,0023
Resíduos	4157,4884	42	98,9878	-	-
Total	6369,4636	47	-	-	-

Em que: SQ = soma dos quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = valor de F da análise da variância; Prob. > F = probabilidade do valor de F tabelado ser maior que o F calculado.

TABELA 4: Análise da variância para os efeitos dos tratamentos sobre o peso seco da parte aérea dos brotos.

TABLE 4: Variance analysis for the treatment effects on the dry weight of the shoots aeri al part.

Componentes	SQ	GL	QM	F	Prob. > F
Tratamentos	16,0291	5	3,2058	3,33	0,01256
Resíduos	40,3442	42	0,9605	-	-
Total	56,3733	47	-	-	-

Em que: SQ = soma dos quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = valor de F da análise da variância; Prob. > F = probabilidade do valor de F tabelado ser maior que o F calculado.

Um outro parâmetro observado no experimento foi a porcentagem de sobrevivência dos brotos para os diferentes tratamentos. Os resultados estão demonstrados na Figura 1, onde se pode ver que o tratamento sem calagem possuiu um percentual de sobrevivência da ordem de 100%, seguido pelos tratamentos T2, T3 e T5, com 75% de sobrevivência. O pior tratamento foi o tratamento T4 com 37,5% de sobrevivência.

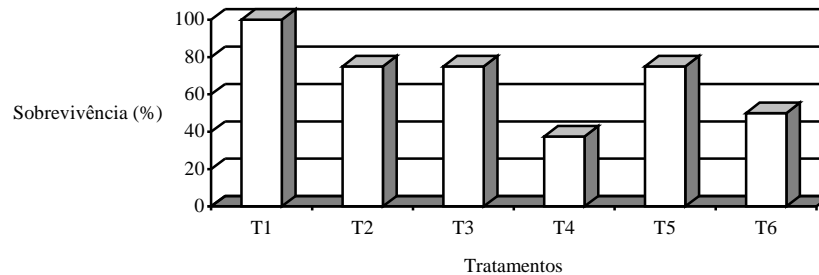


FIGURA 1: Representação gráfica das médias referentes à sobrevivência de cada tratamento, expressas em porcentagem.

FIGURE 1: Graphic representation of the referring averages to the survival of each treatment expressed in percentage.

O teste de médias Duncan, com índice de 5%, revelou que os tratamentos diferem entre si. Para o parâmetro diâmetro do colo (Tabela 5), o melhor tratamento foi o sem calagem, com uma média de 5,28 mm, o qual não diferiu estatisticamente dos tratamentos T2, T5 e T3, com médias 3,36; 3,15 e 3,06 mm respectivamente. As piores médias foram obtidas nos tratamentos T4 e T6, sendo que ambas não diferiram entre si ao nível de 5% e são estatisticamente iguais aos tratamentos T2, T5 e T3.

TABELA 5: Valores médios dos diâmetros (mm) dos brotos de *Populus deltoides*.

TABLE 5: Medium values of the diameters (mm) of the *Populus deltoides* shoots.

Tratamento	Diâmetros médios (mm)
Testemunha (sem calagem)	5,28 a
7 toneladas de calcário/ha	3,36 ab
29 toneladas de calcário/ha	3,15 ab
14 toneladas de calcário/ha	3,06 ab
38 toneladas de calcário/ha	2,00 b
21 toneladas de calcário/ha	1,61 b

Em que: Média seguida da mesma letra indica não haver diferença significativa nas médias pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Para o parâmetro peso seco da parte aérea (Tabela 6) o tratamento de melhor média foi o tratamento T1, seguido pelo tratamento T2. Ambos não diferiram entre si no teste de Duncan. O mesmo teste demonstrou que o pior tratamento foi o T4, com uma média igual a 0,33 g para o parâmetro em questão, contudo não houve diferença significativa entre esse tratamento e os tratamentos T6, T3 e T5.

TABELA 6: Massa seca (g) da parte aérea dos brotos de *Populus deltoides*.

TABLE 6: Dry weight of the *Populus deltoides* shoots aerial part.

Tratamento	Peso seco da parte aérea (g)
Testemunha (sem calagem)	2,03 a
7 toneladas de calcário/ha	1,58 ab
29 toneladas de calcário/ha	0,91 bc
14 toneladas de calcário/ha	0,87 bc
38 toneladas de calcário/ha	0,61 bc
21 toneladas de calcário/ha	0,33 c

Em que: Média seguida da mesma letra indica não haver diferença significativa nas médias pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

As médias das alturas dos tratamentos (Tabela 7) diferenciaram-se significativamente no teste de Duncan. A melhor média novamente ficou com o tratamento T1, com 23,00 cm, seguido pelo tratamento T2, com 19,98 cm de média das alturas. Como nos outros parâmetros as piores médias estão nos tratamentos T4 e T6, com 4,31 e 6,31 cm respectivamente.

TABELA 7: Média das alturas (cm) dos brotos de *Populus deltoides*.

TABLE 7: Average height (cm) of the *Populus deltoides* shoots.

Tratamento	Média das alturas (cm)
Testemunha (sem calagem)	23,00 a
7 toneladas de calcário/ha	19,98 ab
29 toneladas de calcário/ha	10,94 bc
14 toneladas de calcário/ha	10,92 bc
38 toneladas de calcário/ha	6,31 c
21 toneladas de calcário/ha	4,31 c

Em que: Média seguida da mesma letra indica não haver diferença significativa nas médias pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Como foi possível verificar, em ambos os parâmetros observados, que o melhor tratamento foi o T1, ou seja, o substrato não recebeu calagem, seguido pelo tratamento T2, com sete toneladas de calcário por ha. Sendo os demais tratamentos agrupados entre as piores médias.

As doses de calcário aplicadas em cada tratamento foram definidas pelo do índice SMP do solo utilizado como substrato, no caso 4,4. Com esse índice, o solo possuía um pH em água igual a 4,4, o qual corresponde ao pH do substrato utilizado em T1. Já a aplicação de 7 toneladas de calcário por ha (tratamento T2) elevaria o pH do substrato de 4,4 para 5,0. Com esses dados, é possível verificar que as melhores médias de ambos os parâmetros observados são obtidas com substratos de pH em torno de 4,5 a 5,0, ou seja uma acidez considerada alta.

Segundo Lopes (1989), com exceção do ferro, cobre, manganês e zinco, que apresentam diminuição na sua disponibilidade com a elevação do pH, todos os demais (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, molibdênio e cloro) têm sua disponibilidade aumentada pelo uso racional da calagem em solos ácidos.

Nesse sentido, Malavolta (1981) afirma que o decréscimo na disponibilidade do Cu, Fe, Mn e Zn explica-se pelo menos em parte, pela insolubilização por meio de formação de óxidos e hidróxidos, e, talvez, pela precipitação com o fosfato. Segundo o mesmo autor, com a elevação do pH, há um decréscimo também na disponibilidade de B, o que ocorre provavelmente por causa da formação de compostos pouco solúveis com a matéria orgânica na presença de  $Ca^{+2}$  o que contraria, em parte, o efeito da elevação do pH na mineralização da matéria orgânica, fonte desse elemento.

Essas alterações nas quantidades disponíveis dos micronutrientes, ocorrida com a adição de calcário ao solo utilizado no experimento, explicam, em parte, os resultados observados no experimento. Pois, tendo, com base em Ferri (1979), a falta, ou carência nos micronutrientes Cu, Fe, Mn, Zn e B, pode causar uma série de deformações, anomalias e até a morte dos vegetais.

Em algumas estacas, observou-se o início de uma brotação, vindo esta a secar e morrer completamente alguns dias após. Essa mortalidade das gemas é um dos sintomas da carência de B, segundo afirma Ferri (1979).

Entretanto, não foi observado, durante o experimento, sintomas típicos de clorose nas folhas novas, o que seria um indício da falta de Fe. Porém, alguns sinais típicos da carência de Cu foram observados, tais como deformação no limbo e necrose em manchas irregulares.

Outra questão a ser discutida é o fato da diferença significativa existente entre as médias das alturas observadas nos tratamentos (T1:23,00 cm, T2:19,98 cm, T5:10,94 cm, T3:10,92 cm, T4:4,31 e T6: 6,31 cm). Essa diferença se explica, em parte, pela carência de Zn, pois esse micronutriente provoca o encurtamento dos entrenós e a redução do tamanho das células.

A alteração da disponibilidade de macro e micronutrientes nos solos bem como a alteração das suas propriedades químicas, após a prática da calagem é descrita por Carneiro (1995).

## CONCLUSÃO

A espécie mostrou-se sensível à aplicação de calcário, quando em solo argissolo vermelho distrófico arênico.

A prática da calagem não se mostrou necessária para *Populus deltoides* nas condições do experimento, pois o tratamento sem calcário apresentou a maior porcentagem de sobrevivência. E o mesmo tratamento obteve as melhores médias para os parâmetros observados; diâmetro do colo, altura do broto e peso seco da parte aérea.

O uso de corretivos para essa espécie deve ser motivo de mais estudos, sobretudo, com relação às interações com macro e micronutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, A. M. de; VITAL, B. R.; BARROS, N. F. de; *et al.* Efeito da fertilização mineral e da calagem do solo na produção e na qualidade da madeira de Eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 69 - 78, 1994.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. 1999. 412p.
- EMBRAPA. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia; Colombo: EMBRAPA - CNPF, 2000. 351p.
- FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1979. v. 1.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. **Poplars and Willows**. Rome: FAO, 1979. 328p. (Forestry Series, 10).
- HARLOW, W. M.; HARRAR, E. S. **Textbook of Dendrology**. 5. ed. New York: Mcgraw Book, 1969. 512p.
- LEMOS, R. C.; AZOLIN, M. D.; ABRAÃO, P. V. R. *et al.* **Levantamento e reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias: Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo, ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubações**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1981. 596p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.
- ROLAS. Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS – Núcleo Regional Sul, 1994. 224p.
- SCHULTZ, A. R. **Introdução ao estudo da botânica sistemática**. 3. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1963. v. 2.