

## CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM SOLO SALINO-SÓDICO TRATADO COM ÁCIDO SULFÚRICO

Rivaldo Vital dos Santos<sup>1</sup> e Sylvia Sátyro Xavier Tertuliano<sup>2</sup>

### RESUMO

O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação, com o objetivo de se avaliar a tolerância de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo salino-sódico. O solo, após seco, destorroado, peneirado e homogeneizado, foi colocado em vasos com capacidade para 2ℓ. O experimento envolveu 5 espécies, 2 tratamentos de corretivo e 3 repetições, totalizando 30 vasos e os tratamentos corresponderam à omissão e presença de ácido sulfúrico (2,4ml.vaso<sup>-1</sup>). As espécies cultivadas foram: algaroba (*Prosopis juliflora*), leucena (*Leucaena leucocephala*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), jucá (*Caesalpinia ferrea*) e tamboril (*Enterolobium contorsiliquum*). Após 50 dias da germinação constatou-se que a algaroba e o tamboril apresentaram maior crescimento da parte aérea e que a aplicação do ácido sulfúrico no solo acentuou tal resultado.

**Palavras-chave:** solo salino-sódico, ácido sulfúrico, mudas

### GROWTH OF ARBOREAL SPECIES IN SALINE-SODIC SOIL TREATED WITH SULPHURIC ACID

### ABSTRACT

The study was carried out in a greenhouse with the objective of evaluating the tolerance of seedling of arboreal species cultivated in saline-sodic soil. The soil after drying and sieving was homogenized and placed in 2ℓ capacity pots. The experiment involved 5 species, 2 amendment (sulphuric acid) levels and 3 repetitions, totalizing 30 pots, the treatments corresponding to the omission and presence of sulphuric acid (2.4ml.vaso<sup>-1</sup>). The cultivated species were: *Prosopis juliflora*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Caesalpinia ferrea* and *Enterolobium contorsiliquum*. 50 days after germination it was verified that the algaroba and the tamboril presented larger growths of the aerial part and that the application of the sulphuric acid in the soil accentuated this result.

**Key words:** saline-sodic soil, sulphuric acid, seedling

### INTRODUÇÃO

Os solos com problemas salinos, comuns nas regiões áridas e semi-áridas, são caracterizados por uma profunda heterogeneidade, apresentando manchas desnudas, e propriedades químicas e físicas desfavoráveis às plantas. Especificamente, os solos sódicos apresentam, normalmente,

reação alcalina, com valores de pH superiores a 8,5 e elevada concentração de cátions de sódio adsorvido no complexo trocável, resultando num solo impermeável e difícil de ser trabalhado.

O manejo dos solos salinizados é muito difícil, pois se o excesso de sais solúveis fosse lavado pela água de irrigação, prática recomendada para os solos salinos, o prejuízo seria

<sup>1</sup> Prof. Adjunto, Dr, DEF/UFPB, CP. 064, fone (083)421-3397. E-mail: rvital@cstr.ufpb.br

<sup>2</sup> Estagiária/Engenharia Florestal/UFPB/Campus VII, Patos, PB

grande para esses solos, pois passariam a sódicos, com todas as desvantagens desses: reação fortemente alcalina e partículas dispersas, resultando em solo impermeável, pesado e difícil de ser trabalhado, caso ocorra aumento na concentração de sais solúveis, o pH abaixe e as partículas apresentam maior floculação. O manejo desses solos é sempre imprevisível, a menos que se eliminem tanto o excesso de sais como o de sódio trocável e se restabeleçam as condições físicas do solo, práticas que, em geral, requerem a aplicação de corretivos apropriados.

A avaliação no Perímetro Irrigado de São Gonçalo revela que 40% da área é afetada por sais (Cordeiro et al., 1988) com severas restrições ao desenvolvimento dos vegetais. As plantas desenvolvidas em ambientes salinos apresentam-se raquíticas. Os efeitos da salinidade e sodicidade observados durante o crescimento das plantas têm sido descritos por vários autores (Bernstein, 1975; Greenway & Munns, 1980; Shannon et al., 1994). Uma das alternativas encontradas para diminuir o impacto desses solos sobre os vegetais é a aplicação de corretivos que venham reduzir o excesso de sódio, baixar o pH e, conseqüentemente, liberar mais nutrientes às plantas. A presença de sais de sódio tende ainda a restringir a taxa de mineralização do N, já que, com o aumento de sua concentração no solo, em geral a mineralização do N orgânico é reduzida (Naidu & Rengasamy, 1993). Mesmo os sais contidos naturalmente em compostos orgânicos inibem a decomposição de matéria orgânica e, portanto, a mineralização do N (Tester & Parr, 1983).

Para reduzir o efeito nocivo dos ambientes sódicos aos vegetais, tem-se utilizado corretivos neutros no solo, constatando-se que mais comum é o sulfato de cálcio desidratado ou gesso. Apesar de melhorar a permeabilidade do solo, reduzindo o adensamento, aumentando a percolação de água e a quantidade de íons sódio lixiviados, tal corretivo tem pouco efeito na redução do pH do solo (Santos, 1995). Há necessidade de se usar um corretivo que reduza a concentração dos íons carbonatos e bicarbonatos. A neutralização de tais íons elimina seus efeitos indiretos e diretos sobre as plantas e diminui o pH da solução dos solos sob condições de sodicidade, melhorando a fertilidade do solo. Santos & Muraoka (1997) descrevem as interações entre a fertilidade e a salinidade dos solos e enfatizam a sua importância na produção das culturas.

A utilização de corretivos associados ao cultivo de espécies arbóreas pode ser uma alternativa promissora para a reintegração de solos salinizados, à exploração agrícola. Os efeitos benéficos da implantação de árvores nesses solos explicam-se pelo fato de que seu sistema radicular atinge camadas mais profundas, aumentando a permeabilidade do solo e a lixiviação dos sais. Segundo Shukla & Misra (1993) as espécies arbóreas são, em geral, eficientes, por melhorarem as características físico-químicas do solo.

Ante o exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a tolerância de espécies arbóreas cultivadas em solo salino-sódico, tratados com corretivos químicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, localizada no viveiro florestal do CSTR, Campus VII, Patos, PB, em área caracterizada pelas coordenadas geográficas: latitude 7°30'00" S, longitude 37°30' N e altitude de 250m. Utilizou-se solo salino-sódico proveniente do Perímetro Irrigado de São Gonçalo,

coletado a 0 - 20cm, peneirado em malha 2mm, destorroado e homogeneizado; em seguida, a terra foi passada para vasos com capacidade para 2ℓ. As características químicas do solo encontram-se na Tabela 1. Com o intuito de aumentar a permeabilidade do solo, aplicaram-se, previamente, 12g.kg<sup>-1</sup> de gesso em todos os vasos. O experimento envolveu 5 espécies, omissão e presença de ácido sulfúrico e 3 repetições, totalizando 30 parcelas. A dosagem de ácido sulfúrico concentrado aplicada foi de 2,4ml.vaso<sup>-1</sup>, baseando-se na dose de ácido necessária para reduzir o pH do solo a 6,5, como descrito em Costa Silva et al. (1997a). Por segurança o ácido foi previamente diluído (1:5); as espécies cultivadas foram: algaroba (*Prosopis juliflora*), leucena (*Leucaena leucocephala*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), jucá (*Caesalpinia ferrea*) e tamboril (*Enterolobium contorsiliquum*). Antes da semeadura quebrou-se a dormência das sementes, mantendo-as durante 10 segundos em água quente (60°C); inicialmente, semearam-se 6 sementes por vaso e oito dias após a germinação fez-se o desbaste mantendo-se 3 plantas por vaso, a semeadura ocorreu após a adição do corretivo. Ao longo do experimento, a terra contida nos vasos foi mantida úmida, a 65% da capacidade de campo. Durante dois meses o ensaio foi acompanhado com visitas diárias e anotações sobre os aspectos gerais do comportamento das espécies em relação à germinação e ao desenvolvimento das mudas. Transcorridos 50 dias da germinação, as plantas foram cortadas rente ao solo, secas e pesadas. Os parâmetros avaliados foram medição semanal da altura das mudas e peso de material vegetal seco. A análise estatística utilizada foi o teste de médias (Tukey).

Tabela 1. Características químicas do solo

| pH   | CE                 | P                   | Ca                      | Mg  | K    | Na   | PST |
|------|--------------------|---------------------|-------------------------|-----|------|------|-----|
|      | dS.m <sup>-1</sup> | mg.dm <sup>-3</sup> | cmol.c.dm <sup>-3</sup> |     |      |      |     |
| 10,4 | 8,0                | 9,8                 | 1,2                     | 0,6 | 0,24 | 32,7 | 94  |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Logo após uma semana da semeadura, a algaroba e o tamboril germinaram apresentando, nos tratamentos com ácido sulfúrico, crescimento rápido, com folhas maiores e mais verdes. O jucá, a sabiá e a leucena, que germinaram simultaneamente, demonstraram menor crescimento que a algaroba e o tamboril; a diferença entre essas espécies é que, após as seis semanas da germinação, algumas plantas de sabiá apresentaram-se secas, o que não ocorreu com a leucena; enquanto as mudas de jucá se apresentaram, desde sua germinação até os últimos dias do acompanhamento, raquíticas, com plântulas amareladas e de menor tamanho.

Até os 30 primeiros dias observou-se que a algaroba, juntamente com o tamboril, apresentou maior desenvolvimento que as demais espécies; no entanto, o tamboril, após a quinta semana, teve seu crescimento estabilizado. As mudas de sabiá, a leucena e o jucá exibiram, após a germinação, menor crescimento e, dentre essas, o sabiá demonstrou crescimento mínimo; no entanto, todas as mudas demonstraram maior crescimento na presença de ácido sulfúrico (Tabela 2).

Em relação ao efeito do ácido sulfúrico sobre as espécies arbóreas, verificou-se que o mesmo proporcionou aumento significativo no crescimento das espécies algaroba e tamboril,

o que demonstrou maior produção de biomassa e, possivelmente, aumento na tolerância dessas espécies às condições salinas e sódicas. Nas demais espécies, tais constatações foram observadas, porém em menor proporção. As mudas de leucena, sabiá e jucá, sem o ácido, mostravam-se raquíticas, com baixa percentagem de germinação, crescimento irregular e manchas amareladas nas folhagens.

Tabela 2. Altura\* das espécies arbóreas nas sucessivas semanas após a germinação.

| Espécies | Semanas     |       |       |       |       |       |
|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | 1           | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|          | Altura - cm |       |       |       |       |       |
| Algaroba | 10,8a       | 13,8a | 16,8a | 20,1a | 23,8a | 27,6a |
| Tamboril | 10,7a       | 13,7a | 16,4a | 19,6a | 20,2b | 19,7b |
| Jucá     | 5,5b        | 7,4b  | 9,2b  | 10,8b | 11,9c | 12,6c |
| Leucena  | 3,8b        | 4,6c  | 4,9c  | 5,9c  | 6,8d  | 7,6d  |
| Sabiá    | 3,4b        | 4,3c  | 4,3c  | 4,9c  | 5,7d  | 2,4e  |

\*Média de 6 repetições. Na vertical, os números seguidos de letras diferentes diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey

A Tabela 2 demonstra que a algaroba e o tamboril apresentaram maior crescimento que o jucá, a leucena e a sabiá, em todos os períodos em que foram feitas medições. Observa-se, ainda, que entre aquelas duas espécies com maior altura, a partir da quinta semana a algaroba demonstrou maior crescimento que o tamboril. O crescimento das espécies arbóreas cultivadas no solo salino-sódico foi o seguinte: algaroba > tamboril > jucá > leucena > sabiá. O efeito do ácido sulfúrico aumentou o desenvolvimento de praticamente todas as mudas, exceto as de sabiá (Tabela 3) que apresentaram desenvolvimento tardio e lento e, em muitos vasos, as mudas encontravam-se secas no final do experimento. A substituição do sódio, a dos ânions carbonatos e bicarbonatos e a redução provocada no pH do solo, podem ser a causa desse aumento no crescimento vegetal, já que a aplicação de corretivo ácido em solo salino-sódico acarreta redução no pH e maior disponibilidade de nutrientes. Trabalho conduzido por Costa Silva et al. (1997a,b) tem demonstrado que a aplicação de ácido sulfúrico (1,54; 3,08; 4,61; 6,16; 7,69; 9,23 e 10,77ml.kg<sup>-1</sup>) reduziu o pH de um solo salino-sódico, de 10,4 para até 3,0, e aumentou a disponibilidade de P, de 12,8 para 24,7mg.kg<sup>-1</sup>. A redução na disponibilidade de nutrientes, no caso o Zn, com a elevação do pH de um solo de reação alcalina, tem sido observada por Gupta et al., (1987). Mathers (1970) aplicando níveis crescentes de ácido sulfúrico (0; 2,5; 25; 250; 2500mg.kg<sup>-1</sup>) em um solo com reação alcalina, verificou

Tabela 3. Efeito do ácido sulfúrico no crescimento\* das mudas de espécies arbóreas

| Espécies | Ácido sulfúrico (ml vaso <sup>-1</sup> ) |       |
|----------|--|-------|
|          | 00                                       | 2,4   |
|          | altura (cm)                              |       |
| Algaroba | 17,2a                                    | 20,3b |
| Tamboril | 15,3a                                    | 18,3b |
| Jucá     | 9,1a                                     | 10,1a |
| Leucena  | 5,1a                                     | 6,1a  |
| Sabiá    | 4,6a                                     | 3,7a  |

\*Média de três repetições. Na horizontal, números seguidos pela mesma letra não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey

aumento significativo na produção de matéria seca do sorgo no maior nível de ácido sulfúrico, atribuindo este comportamento à redução do pH da zona de aplicação (15,2cm) devido à reação do ácido com o carbonato do solo. Na realidade, a literatura que trata da disponibilidade de nutrientes, sua absorção pelas plantas e o crescimento dessas quando cultivadas em solos sódicos ou salino-sódicos, tratados com corretivos ácidos, é escassa. Verificou-se, ainda, que a adição do ácido também provocou aumento na produção de material vegetal, fresco ou seco, menos para a sabiá (Tabelas 4 e 5). Fixando-se a variável cultura, observou-se que, a partir da terceira semana, a aplicação do ácido sulfúrico proporcionou aumento significativo no crescimento vegetal (Tabela 6) resultados que estão de acordo com aqueles obtidos por Souza et al. (1997) quando verificaram que a leucena, o feijão guandu e a algaroba apresentaram aumento significativo

Tabela 4. Efeito do ácido sulfúrico na produção de material vegetal verde\* das espécies arbóreas

| Espécies | Ácido sulfúrico (ml.vaso <sup>-1</sup> ) |      |
|----------|--|------|
|          | 00                                       | 2,4  |
|          | g.vaso <sup>-1</sup>                     |      |
| Algaroba | 5,3a                                     | 7,8b |
| Tamboril | 5,6a                                     | 7,7b |
| Jucá     | 2,0a                                     | 2,3a |
| Leucena  | 2,5a                                     | 3,0a |
| Sabiá    | 1,0a                                     | 0,3b |

Média de três repetições. Na horizontal, números seguidos pela mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 5. Efeito do ácido sulfúrico na produção de material vegetal seco\* das espécies arbóreas

| Espécies | Ácido sulfúrico (ml.vaso <sup>-1</sup> ) |       |
|----------|--|-------|
|          | 00                                       | 2,4   |
|          | g.vaso <sup>-1</sup>                     |       |
| Algaroba | 2,07a                                    | 3,24b |
| Tamboril | 2,33a                                    | 3,03b |
| Jucá     | 0,87a                                    | 1,17a |
| Leucena  | 1,54a                                    | 1,12a |
| Sabiá    | 0,43a                                    | 0,14a |

\*Média de três repetições. Na horizontal, números seguidos pela mesma letra não diferem a 5% de probabilidade segundo teste de Tukey

Tabela 6. Efeito do ácido sulfúrico no crescimento\* das espécies arbóreas nas sucessivas semanas após a germinação

| Semanas        | Ácido sulfúrico (ml.vaso <sup>-1</sup> ) |        |
|----------------|--|--------|
|                | 00                                       | 2,4    |
|                | altura (cm)                              |        |
| 1 <sup>a</sup> | 6,70a                                    | 6,98a  |
| 2 <sup>a</sup> | 8,09a                                    | 9,33a  |
| 3 <sup>a</sup> | 9,27a                                    | 11,38b |
| 4 <sup>a</sup> | 11,03a                                   | 13,53b |
| 5 <sup>a</sup> | 12,79a                                   | 14,57b |
| 6 <sup>a</sup> | 13,59a                                   | 14,43b |

\*Média de três repetições. Na horizontal, números seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey

de crescimento devido à adição de ácido sulfúrico (0; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2ml.kg<sup>-1</sup> terra) em solo salino-sódico. O aumento na produção de material vegetal seco de feijoeiro e nos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, também tem sido constatado após a incorporação de outras fontes ácidas, como o ácido fosfórico (Santos, 1996) ou de sais neutros, como o gesso (Santos, 1995) em solo salino-sódico.

## CONCLUSÃO

As espécies que apresentaram maior crescimento, nas condições adversas dos solos salino-sódicos, foram a algaroba e o tamboril, cujo comportamento foi acentuado com a aplicação de ácido sulfúrico sendo, portanto, dentre as espécies estudadas, as mais indicadas a serem cultivadas sob tais condições de salinidade; quanto ao sabiá, foi a espécie de menor crescimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNSTEIN, L. Effects of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Review of Phytopathology**, New York, v.13, 1975, p.295-312.
- CORDEIRO, G.G.; BARRETO, A.N.; CARVARAL, A.C.N. **Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do projeto de irrigação de São Gonçalo (2ª parte)**. Documentos 54, Petrolina: EMBRAPA, 1988. 57p.
- COSTA SILVA, M.C.; SANTOS, R.V.; BASTOS, P.M. Efeito do ácido sulfúrico no pH de um solo salino-sódico. In: V ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 5. João Pessoa: 1997a. p.130.
- COSTA SILVA, M. da C.; SANTOS, R.V. dos; BASTOS, P. de M. Efeito do ácido sulfúrico no pH de um solo salino-sódico. V ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 5. João Pessoa: 1997b. p.130
- GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Stanford, v.13, p.49-90, 1980.
- GUPTA, R.K.; ELSHOUT, VAN DEM SEF; ABROL, I.P Effect of pH on Zn adsorption precipitation reactions in an alkali soil. **Soil Science**, Baltimore, v.143, p.198-204, 1987.
- MATHERS, A.C. Effect of ferrous sulfate and sulphuric acid on grain sorghum yields. **Agronomy Journal**, Madison, v.62, n.5, 1970.
- NAIDU, R.; RENGASAMY, P. Ion interactions and constraints to plant nutrition in Australian sodic soils. **Australian Journal Soil Research**, Victoria, v.31, p.801-19, 1993.
- SANTOS, R.V. dos. **Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna (*Vigna unguiculata* (L.) WALP)**. Piracicaba. USP, 1995. 120 p. Tese Doutorado.
- SANTOS, R.V. dos. Correção de um solo salino-sódico: Absorção de macronutrientes pelo feijoeiro. In : XXII REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 1996, Manaus. **Resumo expandido**. Manaus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.578-579.
- SANTOS, R.V. dos.; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. DE. ed. **Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 9, p.288-317.
- SHANNON, M.C.; GRIEVE, C.C.; FRANCOIS, L.E. Whole-plant response to salinity. In: WILKINSON, Robert E. ed. **Plant-environment interactions**. New York, 1994. cap.7, p.199-244.
- SHUKLA, A.K.; MISRA, P.N. Improvement of sodic soil under tree cover. **The Indian Forester**, New Delhi v.119, n.1, p.43-52, 1993.
- SOUZA, Z.S. ; SANTOS, R.V.; SOUTO, J.S. Efeito do ácido sulfúrico no crescimento de 3 leguminosas cultivadas em solo salino-sódico. In: V ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 5. João Pessoa, 1997. p.131.
- TESTER, C. F.; PARR. Decomposition of severea sludge compost in soil and effect of indigenou salinity. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.12, n.1, p.123-127, 1983.