

**CONTEÚDO DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE *Enterolobium contortisiliquum* E
Sesbania virgata EM DIFERENTES SOLUÇÕES NUTRITIVAS**

MAYKOM FERREIRA INOCÊNCIO¹, JANICE GUEDES DE CARVALHO²

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de quatro soluções nutritivas no conteúdo total de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* e *Sesbania virgata*. O experimento foi realizado no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. As quatro soluções nutritivas utilizadas no estudo foram a de Hoagland e Arnon completa, Hoagland e Arnon com a substituição de 50% do potássio por sódio, Hoagland e Arnon com sódio adicional e a de Bolle-Jones completa. As plântulas recém germinadas foram colocadas em vasos Leonard com capacidade de 1L, onde a solução nutritiva foi trocada a cada sete dias e com a reposição da água perdida por evapotranspiração realizada diariamente. As mudas foram colhidas aos 50 dias após a germinação e foram submetidas a lavagem, secagem e moagem. O material foi analisado quimicamente quanto aos teores de macronutrientes e calculado o conteúdo (teor x matéria seca) para as raízes e parte aérea e o conteúdo total foi obtido pela soma dos dois compartimentos. As modificações na solução de Hoagland e Arnon promoveram aumento nos conteúdos de macronutrientes nas duas espécies avaliadas. Em relação às soluções nutritivas de Hoagland e Arnon e Bolle-Jones, no *E. contortisiliquum* não houve diferenças entre elas nos conteúdos de macronutrientes, porém o acúmulo de macronutrientes na primeira solução foi superior a segunda na *S. virgata*.

Palavras-chaves: Leguminosas florestais, solução de Hoagland e Arnon, solução de Bolle-Jones.

INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas em solução nutritiva com uma composição química definida data desde o século XIX, denominada de solução de Knopp (RESH, 2002). Até 1938 as soluções nutritivas baseavam-se apenas nos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), porém criou-se uma solução nutritiva balanceada com macro e micronutrientes para a cultura do tomateiro (HOAGLAND & ARNON, 1950). Apesar das modificações sugeridas por muitos autores, a maioria deles não coloca o Na⁺ como componente das soluções nutritivas utilizadas para o cultivo de plantas. Faquin (2005) e Korndorfer (2006) apontam as vantagens do Na⁺ atuando como ativador de enzimas, na osmorregulação, na permeabilidade da membrana citoplasmática, entre outras funções.

O *E. contortisiliquum* também conhecido como tamboril e orelha-de-macaco é uma espécie da família Leguminosae (Fabaceae), heliófita, higrófito e se desenvolve rapidamente em solos degradados (LORENZI, 1998). A *S. virgata* é uma espécie da família Leguminosae (Fabaceae), subfamília *Papilonoideae*, arbórea, pioneira e eficiente na fixação biológica de nitrogênio formando simbiose específica com o *Azorhizobium doebereineriae* (CHAVES et al., 2003). O fruto é um legume indeiscente com duas a seis sementes do tipo reniforme, endospermica e desprovida de tegma.

A importância de se conhecer os conteúdos de macronutrientes em mudas de espécies florestais se destina no manejo da adubação de base e/ou cobertura. No entanto para a pesquisa sobre nutrição mineral de plantas, o conteúdo de macronutrientes reflete o maior crescimento das plantas e a escolha de uma solução nutritiva que ofereça condições adequadas de desenvolvimento da planta, favorece ao pesquisador avaliar com maior critério as necessidades nutricionais na planta e verificar também quais os nutrientes que mais limitam o crescimento da planta. A partir dos resultados de casa-

¹ Doutorando em Ciência do Solo, DCS/UFLA, maykomagronomia@yahoo.com.br

² Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo, DCS/UFLA, janicegc@ufla.br

de-vegetação é possível obter informações que auxiliem ao pesquisador a realizar trabalhos em nível de campo ou de viveiros, como é o caso das mudas, em adequar a nutrição das espécies (FAQUIN, 2005).

O objetivo do estudo foi avaliar o conteúdo total de macronutrientes em mudas *E. contortisiliquum* e *S. virgata* em quatro soluções nutritivas.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e descrição dos tratamentos

O ensaio foi realizado em casa-de-vegetação no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, no delineamento inteiramente casualizado. O esquema fatorial foi 2x4, sendo duas espécies florestais (*E. contortisiliquum* e *S. virgata*) e quatro tratamentos, representados pelas soluções nutritivas (T1: Hoagland e Arnon completa (HOAGLAND e ARNON, 1950); T2: Hoagland e Arnon com 50% de substituição de K⁺ por Na⁺; T3: Hoagland e Arnon completa com Na⁺ adicional – o que equivale a 50% da concentração de potássio e T4: Bolle-Jones completa (BOLLE-JONES, 1954)), conforme a Tabela 1. Cada tratamento foi composto de quatro repetições, sendo cultivada uma planta por parcela, totalizando 32 unidades experimentais.

Tabela 1 - Composição química das soluções nutritivas utilizados no experimento (Lavras, MG).

Composição da solução nutritiva	Tratamentos (mL L ⁻¹ de solução de cultivo)			
	T1	T2	T3	T4
NH ₄ H ₂ PO ₄	1,0	1,0	1,0	-
KNO ₃	6,0	3,0	6,0	-
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	4,0	4,0	4,0	6,0
MgSO ₄ .7H ₂ O	2,0	2,0	2,0	4,0
NaNO ₃	-	3,0	3,0	-
NaH ₂ PO ₄	-	-	-	1,0
Mg(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	-	-	-	3,0
K ₂ SO ₄	-	-	-	2,0
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	1,0
Solução a ¹	1,0	1,0	1,0	1,0
Solução b ²	1,0	1,0	1,0	1,0

T1: Hoagland e Arnon completa; T2: Hoagland e Arnon com 50% de substituição de K⁺ por Na⁺; T3: Hoagland e Arnon completa com Na⁺ adicional e T4: Bolle-Jones completa.

¹ Solução a (para micronutrientes, exceto o Fe): 2,86 g de H₃BO₃; 1,54 g MnSO₄.H₂O; 0,22 g ZnSO₄.7H₂O; 0,08 g CuSO₄.5H₂O e 0,02 g H₂MoO₄.H₂O.

² Solução b (para Fe-EDTA): 26,1g de EDTA; 89,2 mL NaOH 1,0 N e 24,9 g FeSO₄.7H₂O.

³ Fator de estudo. As substituições do experimento foram 6, 4, 3, 2 e 0 mL de KNO₃ 1M por 0, 2, 3, 4 e 6 mL de NaNO₃ 1M, caracterizando em percentagem a substituição de 0; 33,3; 50; 66,6 e 100% de K⁺ por Na⁺.

Germinação das sementes e tratamentos culturais

Inicialmente, as sementes das duas espécies florestais passaram por um processo de escarificação para quebra da dormência. As sementes de *E. contortisiliquum* foram tratadas em ácido sulfúrico (H₂SO₄ puro para análise) por 45 minutos e depois lavadas com água destilada e deixadas em repouso por uma hora, enquanto as sementes de *S. virgata* foram escarificadas de modo semelhante ao *E. contortisiliquum*, no entanto permaneceram por 50 minutos em contato no ácido sulfúrico. Após o processo de escarificação, as sementes de cada espécie foram dispostas separadamente em placas estéreis, sobre uma camada dupla de papel filtro previamente umedecida com água destilada.

As plântulas recém emergidas foram colocadas em vasos Leonard com capacidade de 1L com força iônica de 40% de cada solução nutritiva. A realização da troca da solução foi feita a cada sete dias e a partir da terceira troca a força iônica passou para 100%. A reposição da água perdida pela evapotranspiração foi realizada diariamente sendo uma vez até os 30 dias e de duas daí por diante.

Colheita e análise química do material vegetal

Aos 50 dias após a germinação procedeu-se a colheita das mudas as quais foram separadas em parte aérea e raiz e submetidas a lavagem em água corrente e destilada, sendo colocados em sacos de papel e submetidos a secagem em estufa (65 - 70 °C) até atingir massa constante. Após a secagem o material foi mensurado em balança analítica A matéria seca da parte aérea e das raízes foram trituradas em moinho tipo Willey e submetidos às análises química dos macronutrientes (Malavolta et al.,1997) para a obtenção dos teores e depois o cálculo do conteúdo (teor x matéria seca). O conteúdo total foi obtido pelo somatório dos conteúdos da parte aérea e das raízes.

Análise estatística

Os valores encontrados dos para o conteúdo total de macronutrientes em mudas de *E. contortisiliquum* e *S. virgata* foram submetidos à análise de variância e o teste de médias pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram que as soluções nutritivas interferiram nos conteúdos de macronutrientes (Tabela 2). De maneira geral para o *E. contortisiliquum*, os tratamentos com a substituição de 50% de potássio por sódio e sódio adicional promoveram maior conteúdo de macronutrientes, enquanto que as soluções nutritivas de Hoagland e Arnon e Bolle-Jones completas apresentam com o menor desempenho e não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 2. Conteúdo total de macronutrientes em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* em diferentes soluções nutritivas (Lavras, MG).

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	mg planta ⁻¹					
HAcompl	58,50 b	5,40 b	32,69 b	12,67 b	4,14 b	5,05 b
HAKNa	88,05 a	9,79 a	56,57 a	18,91 a	6,17 a	8,07 a
HANa+	99,60 a	9,26 a	68,88 a	20,26 a	7,45 a	10,71 a
BJcompl	66,02 b	8,60 a	35,50 b	9,30 b	4,76 b	6,45 b
Média	78,04	8,26	48,41	15,28	5,63	7,57
C.V. (%)	12,78	18,03	14,40	19,11	22,37	25,27

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada espécie não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com a substituição de 50% de K por Na na solução nutritiva de Hoagland e Arnon (T2) não interferiu na absorção de K pelas mudas, isso pode indicar que *E. contortisiliquum* é uma planta adaptada a diminuição da disponibilidade de K. Por isso que dentre as características específicas da espécie, o *E. contortisiliquum* é uma planta pioneira e tolerante a condições adversas (LORENZI, 1998), ou as concentrações de nutrientes na solução atenderam a demanda nutricional da espécie (FRANCO & PRADO, 2006).

Na literatura não se sabe ao certo qual é a classificação do *E. contortisiliquum* quanto a tolerância ao sódio (FAQUIN, 2005), mas provavelmente é uma espécie classificado no grupo I da classificação de Korndorffer (2006), que descreve culturas que na presença de Na há aumento na sua produtividade e conseqüentemente no conteúdo de nutrientes. Pelos dados obtidos, fica evidente a importância de Na para essa espécie, porque os tratamentos que apresentaram melhor desempenho foram aqueles que possuíam Na em maiores quantidades nas soluções nutritivas. Além disso, as soluções nutritivas consideradas como tradicionais, não atenderam a demanda nutricional da espécie, sendo que as duas modificações utilizadas (adição de sódio e a substituição parcial de potássio por sódio) favoreceram o desenvolvimento da planta e o conteúdo de macronutrientes. Com isso pode pensar que há necessidade de realizar adaptações nas soluções nutritivas a fim de oferecer melhores condições ao crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente nos estudos de base sobre nutrição mineral de plantas. No caso do Na, a literatura aponta que esse elemento químico é benéfico,

pois pode substituir o potássio parcialmente o potássio na ativação de enzimas, na osmorregulação, além de aumentar a absorção de nutrientes, regulando assim os sítios de absorção.

Como não houve diferença entre os tratamentos que foram modificações da solução nutritiva de Hoagland e Arnon, a opção pela utilização do tratamento onde houve substituição de K por Na seria mais adequada, uma vez que houve redução da quantidade de K sem a redução dos conteúdos de macronutrientes. Sendo que esse maior conteúdo em relação aos demais tratamentos está diretamente ligado a produtividade (FAQUIN, 2005; KORNDORFFER, 2006). Porém, como é apresentado na literatura é necessário que se tenha um mínimo necessário de K para o desenvolvimento das plantas, pois existem enzimas que são ativadas apenas pelo K (MARSCHNER, 1995). Com isso pode-se recomendar o uso do *E. contortisiliquum* na recuperação ou ao menos na revitalização de áreas (LORENZI, 1998) que apresentam teores de Na que a maioria das culturas não suportam, aliado a aplicação de K, que favorecerem a ativação das enzimas específicas da planta. Como a espécie é classificada como pioneira, a área a ser recuperada aumentaria a sua diversidade ecológica, pois o *E. contortisiliquum* promoveria uma diversidade dos exudatos no solo, e conseqüentemente da biologia do solo, além da instalação de plantas como pequenos arbustos, gramíneas até o plantas clímax.

Para a *S. virgata*, os melhores tratamentos que favoreceram os maiores conteúdos de macronutrientes nas mudas foi semelhante ao encontrado para o *E. contortisiliquum* (Tabela 3). Mas ao contrário do *E. contortisiliquum*, a solução nutritiva de Hoagland e Arnon, embora apresentasse resultado inferior às suas modificações, foi melhor que a solução de Bolle-Jones. Isso indica que cada espécie apresenta uma especificidade com as soluções nutritivas e é necessário estudos refinados sobre quais as melhores soluções nutritivas a serem utilizadas nos estudos de nutrição mineral de plantas, pois com a escolha inadequada, pois interferir nos resultados obtidos e comprometer a interpretação dos resultados. Aliado a isso, os pesquisadores tem que avaliar modificações nessas soluções nutritivas consideradas como referência, pois as culturas têm necessidades específicas quanto a sua nutrição. Porém, na literatura apontam poucas soluções nutritivas em uso no Brasil, mas como observado no presente estudo, apenas com uma modificação simples na metodologia, possibilitou um maior acúmulo de macronutrientes nas mudas, devido ao aumento na produção de biomassa. Outro fato importante na nutrição de espécies florestais é a deficiência de informações a respeito da nutrição, principalmente na produção de mudas. Na literatura, os poucos trabalhos tratam da nutrição de espécies florestais e há pouca ou nenhuma informação sobre plantas pioneiras, na recuperação de áreas degradadas e, ou, sodificadas. Nesse contexto, existe ainda uma grande lacuna a ser preenchida sobre alterantivas de fertilidade do solo e nutrição mineral para o aumento da produção de biomassa de espécies tolerantes as condições adversas do solo, a fim de recuperar áreas agrícolas ou ao menos possibilitar a revegetação e criar um ecossistema mais favorável e equilibrado.

Tabela 3. Conteúdo total de macronutrientes em mudas de *Sesbania virgata* em diferentes soluções nutritivas (Lavras, MG).

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
HAcompl	269,23 b	34,20 a	165,17 a	94,36 b	24,44 b	23,22 b
HAKNa	331,41 a	39,79 a	164,04 a	123,18 a	36,41 a	36,70 a
HANA+	325,38 a	42,11 a	183,97 a	107,80 a	24,94 b	32,62 a
BJcompl	154,96 c	22,65 b	73,42 b	46,33 c	7,76 c	13,11 c
Média	270,24	34,69	146,65	92,92	23,39	26,41
C.V. (%)	10,69	13,50	12,62	12,78	21,03	17,37

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada espécie não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre os nutrientes avaliados, o K mesmo com a redução do nutriente na solução nutritiva (HAKNa), não sou diagnosticado diferenças quanto ao conteúdo do macronutriente nas mudas de *S. virgata*. Isso indica que os teores de nutriente na solução de Hoagland e Arnon estão acima da exigência da planta e com isso há gastos adicionais por parte do pesquisador, uma vez que há o fornecimento de um nutriente em uma dose maior do que a planta necessita.

Além da competição entre Ca, Mg e $N-NH_4^+$, o controle osmótico possivelmente foi prejudicado nesse tratamento. Um dos principais nutrientes no controle da absorção excessiva de Na é o Ca, responsável pela manutenção da permeabilidade seletiva das membranas, por ser constituinte da lamela média na forma de pectatos de Ca (HANSEN & MUNNS, 1988). O Na em altas concentrações pode interferir na absorção de Ca e Mg, pela competição dos mesmos sítios de absorção das raízes, porém em baixas concentrações estimula a absorção desses nutrientes por aumentar a permeabilidade das membranas (MARSCHNER, 1995). Por isso o caule é uma das partes da planta que pode ser considerada a mais afetada, pois grande parte do Ca^{2+} está presente na parede celular em tecidos mais lignificados.

De maneira geral, a solução de Bolle-Jones, apresentou um conteúdo médio muito inferior aos demais tratamentos, provavelmente por alguma limitação na composição química da solução nutritiva.

Pode ser observado que os tratamentos influenciaram os conteúdos dos macronutrientes nas duas espécies avaliadas. Porém houve também a influência entre as espécies (Tabela 4). Essa diferença se deu principalmente pelo maior desenvolvimento vegetativo das mudas de *S. virgata*. Nesse caso, o resultado não foi influência das soluções nutritivas utilizadas, mas sim de uma característica genética das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2004). Como foi observado no experimento, as mudas de *E. contortisiliquum* tiveram um rápido crescimento inicial, devido a reserva nutricional no tegumento da semente. Porém com o esgotamento dessa reserva, por volta dos 30 dias após a germinação, houve uma redução acentuada do crescimento das mudas, independentemente do tratamento. Entretanto, foi observado um crescimento lento da *S. virgata*, uma vez que suas sementes possuíam uma reserva nutricional restrita. A partir dos 20 dias, o crescimento dessa espécie foi acelerado, devido principalmente ao sistema radicular muito agressivo. Nesse caso, para recuperação de áreas que possuem algum tipo de restrição química, a implantação de mudas de *S. virgata* seria recomendada para essa finalidade.

Tabela 4. Conteúdo total de macronutrientes em mudas de *Sesbania virgata* em diferentes soluções nutritivas (Lavras, MG).

Espécie	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	mg planta ⁻¹					
<i>Enterolobium</i>	78,04 b	8,26 b	48,41 b	15,28 b	5,63 b	7,57 b
<i>Sesbania</i>	270,24 a	34,69 a	146,65 a	92,92 a	23,39 a	26,41 a
Média	174,14	21,48	97,53	54,10	14,51	16,99
C.V. (%)	32,46	29,95	36,44	41,82	56,34	44,22

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada espécie não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Além disso, a *S. virgata* é uma planta que tolera condições adversas de fertilidade do solo, porém responde a melhoria das condições químicas e como tem um sistema radicular profunda, recupera os nutrientes perdidos em profundidade, denominando-se uma planta que atua na biociclagem. O cuidado com a escolha da solução nutritiva ou do solo a ser utilizado é muito importante no desenvolvimento inicial de mudas de qualquer espécie. Existem espécies mais sensíveis a deficiência induzidas, como por exemplo, o Na diminuindo a disponibilidade de Ca (LACERDA et al., 2004) e N (BOSCO et al., 2009). Nesse caso, provavelmente o efeito salino do Na nos HAKNa e HANa+ poderia provocar um desenvolvimento inferior ao esperado. Além desses estudos, alguns trabalhos podem ser citados no estudo de concentrações de N no meloeiro (*Cucumis melo*) (FOGAÇA et al., 2007).

Devido os resultados obtidos, são necessários mais estudos sobre soluções nutritivas em mais espécies florestais, a fim de fornecer subsídios ao estudo de nutrição mineral de plantas e possibilitar a geração de conhecimento nessa área que ainda necessita de informações básicas quanto a necessidade nutricional de espécies florestais, principalmente aquelas destinadas a recuperação de áreas degradadas.

CONCLUSÃO

As diferentes soluções nutritivas influenciam os conteúdos de macronutrientes nas duas espécies avaliadas, sendo os melhores tratamentos encontrados foram à substituição de K por Na e o Na adicional na solução nutritiva de Hoagland e Arnon, independente da espécie avaliada.

Modificações em soluções nutritivas largamente utilizadas no Brasil podem ser alternativas viáveis para o melhor desenvolvimento de plantas e pode ajudar nos estudos de nutrição mineral de planta.

As espécies apresentam respostas diferentes quanto ao uso de soluções nutritivas tradicionais (Hoagland e Arnon e Bolle-Jones). Sendo que para o *E. contortisiliquum* não houve diferença entre as duas soluções nutritivas, entretanto para a *S. virgata* a solução de Hoagland e Arnon se mostrou melhor em relação a de Bolle-Jones.

O maior conteúdo de macronutrientes foi obtido pela *S. virgata* em razão de seu maior crescimento inicial. A *S. virgata* se apresenta como uma espécie mais indicada para a recuperação de áreas que sofrem por teores de Na acima do adequado para a maioria das culturas.

A adição de Na possibilitar um maior conteúdo de macronutrientes nas plantas.

Os teores de K na solução de Hoagland e Arnon pode estar acima do necessário para a cultura, uma vez que a substituição de 50% de K por Na não houve diferença nos conteúdos de macronutrientes.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

- BOLLE-JONES, E.W. Nutrition of (*Hevea brasiliensis*). II. Effects of nutrient deficiencies on growth, chlorophyll, rubber and contents of Tjirandji seedlings. J. Rub. **Research Institut of Malaya**, v. 14, n.2, p. 209, 1954.
- BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, n.2, p.157-164, abr./jun. 2009.
- CHAVES, R. Q.; CORRÊA, G. F. Micronutrientes no sistema solo-*Pinus caribaea* Morelat em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 769-778, nov./dez. 2003.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras, UFLA/FAEPE, 2005. 183p.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: **Sistema de Análise de Variância**. Lavras – MG: UFLA. 2000
- FOGAÇA, M. A. F. ANDRIOLO, J. L.; GODOI, R. S.; GIEH, R. F. H. Concentração de nitrogênio da solução nutritiva, na produtividade e na qualidade de frutos de melão cultivado em substrato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p.72-78, jan./fev. 2007.
- FRANCO, C. F.; PRADO, R. M. Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes. **Acta Scientiarum – Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 199-205, abr./jun. 2006.
- HANSEN, E. H.; MUNNS, D. N. Effect of CaSO₄ and NaCl on mineral content of *Leucaena leucocephala*. **Plant Soil**, v. 107, p. 101-105, 1988.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley: California Agriculture Experiment Station, 1950. 32p. (Bulletin, 347).
- KORNDORFER, G.H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M.S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.355-374.
- LACERDA, C. F.; MORAIS, H. M. M.; PRISCO, J. T.; FILHO, E. G.; BEZERRA, M. A. Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 258-263, jul./ago. 2006.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa, Plantarum, 1998. 352p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York, Academic Press, 1995. 889p.
- RESH, H. M. **Hydroponic food production**. 6.ed. Califórnia, Woodbridge, 2002. 567 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad: SANTARÉM, E. R. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.