

EFEITO DA RELAÇÃO Ca:Mg DO CORRETIVO NO DESENVOLVIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.)

Regis Pereira Venturin¹, Ana Rosa Ribeiro Bastos², Andrea Vita Reis Mendonça³ e Janice Guedes de Carvalho²

RESUMO: Foi desenvolvido um experimento em casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se vasos de 5 kg contendo Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, camada de 0-20 cm para avaliar o efeito da relação Ca:Mg do corretivo no desenvolvimento e nutrição mineral de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). A quantidade do corretivo aplicada foi determinada pelo método da saturação por bases para a elevação desta a 60%. Os tratamentos constaram de cinco relações entre Ca:Mg (1:0; 1:1; 2:1; 4:1 e 8:1) estabelecidas com base em equivalentes miligramas, utilizando-se CaCO₃ e MgCO₃ puros para análise, CaCO₃ + Mg Solúvel (MgSO₄.7H₂O), Mg Solúvel apenas e testemunha (sem calagem). Os tratamentos influenciaram o crescimento e teores foliares de nutrientes das mudas de aroeira. As melhores respostas obtidas em altura de plantas e diâmetro do caule foram dos tratamentos CaCO₃ + Mg Solúvel, seguido das relações 2:1, 1:1 e 8:1, exceto este último para diâmetro do caule. Na matéria seca das plantas, verificou-se comportamento semelhante tendo o tratamento CaCO₃ + Mg Solúvel alcançado o melhor desenvolvimento para peso seco de raiz, caule e folhas, de 8,62; 4,27 e 10,63 g, respectivamente. Os teores foliares dos nutrientes nos tratamentos que apresentaram melhores respostas variaram de 21,1 a 25,1 g kg⁻¹ de N; 0,72 a 1,0g kg⁻¹ de P; 13,7 a 16,6g kg⁻¹ de K; 13,4 a 14,8g kg⁻¹ de Ca; 2,2 a 4,3g kg⁻¹ de Mg; 18,35 a 22,52mg kg⁻¹ de B e 16,4 a 18,57mg kg⁻¹ de Zn.

PALAVRAS-CHAVE: *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.; Ca:Mg; nutrição mineral; teor foliar; matéria seca.

EFFECTS OF THE Ca:Mg RELATION ON THE DEVELOPMENT AND MINERAL NUTRITION OF AROEIRA PLANTS (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.)

ABSTRACT: An experiment was carried out in a greenhouse at the Soil Science Department, Federal University of Lavras, using pots containing 5kg of dystrophic Dark-Red Latosol, layer of 0-20 cm to evaluate the effects of Ca:Mg relation in lime on the development and mineral nutrition of aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) plants. The applied amount of lime was determined by the method of base saturation up to 60%. The treatments consisted of five Ca:Mg relations (1:0; 1:1; 2:1; 4:1 and 8:1), which were established on the basis of equivalent milligrams using pure grade calcium and magnesium carbonates, and of calcium carbonate plus magnesium sulphate, magnesium sulphate only and a control. The treatments affected the plant growth and foliar contents of nutrients. With regard to plant height and stem diameter, the best results were obtained in the treatment with calcium carbonate plus magnesium sulphate, followed by lime with Ca:Mg relations of 2:1, 1:1 and 8:1, with the exception of the last one for stem diameter. Behavior was similar with regard to dry matter, with calcium carbonate plus

¹ EPAMIG- Faz. Exp. Machado, Machado – MG. epamig@gold.com.br.

² Departamento de Ciência do Solo/UFLA, Lavras-MG, Caixa Postal 37, 37200-000, arosa@ufla.br; janicegc@ufla.br.

³ Departamento de Ciências Florestais/UFLA, Lavras-MG, Caixa Postal 37, 37200-000. avrmendonca@bol.com.br.

magnesium sulphate giving rise to the greatest weights of 8.62; 4.27 and 10.63 g for roots, stem and leaves, respectively. The foliar contents of nutrients in the treatments that showed best responses varied from 21.1 to 25.1g kg⁻¹ for N; 0.72 to 1.0g kg⁻¹ for P; 13.7 to 16.6g kg⁻¹ for K; 13.4 to 14.8g kg⁻¹ for Ca; 2.2 to 4.3g kg⁻¹ for Mg; 18.35 to 22.52mg kg⁻¹ for B and 16.4 to 18.57mg kg⁻¹ for Zn.

KEY WORDS: *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.; Ca:Mg; mineral nutrition; foliar content; dry weight.

1. INTRODUÇÃO

A exploração contínua e intensa de madeiras de alto valor econômico coloca em risco de extinção espécies como a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.), muito procurada em todo o país para construções rurais, confecção de postes e mourões, além de apresentar potencial nas indústrias do couro e medicamentos. Dessa forma, futuros programas de reflorestamento com espécies nativas que visem amenizar o grau de destruição que atinge as áreas degradadas e de proteção do país, bem como outros que almejem a produção de madeiras e demais produtos, ficam comprometidos devido à diminuição da população e do banco genético destas espécies.

A produção de mudas de qualidade que resistam às condições adversas do meio ambiente e o menor tempo de formação destas mudas são, dentre os fatores que determinam o sucesso de um reflorestamento, uns dos mais importantes, senão fatores fundamentais. Neste sentido, observa-se que aumentos expressivos no crescimento e qualidade das mudas têm sido alcançados pela correta adubação do substrato de formação delas. Assim, tendo em vista que na formação de mudas normalmente são utilizados solos e subsolos pobres em nutrientes que não atendem adequadamente às exigências das espécies, o uso de fertilizantes químicos ou orgânicos de forma balanceada na confecção de substratos para a formação de mudas torna-se imprescindível para a atividade (Marques e Yared, 1984; Costa Filho, 1992; Barbosa, 1994).

Conhecida popularmente como aroeira do sertão, aroeira da serra, aroeira do campo,

aroeira preta, aroeira vermelha, aroeira legítima, aroeira, aderna, arindeúva, orindeúva, urundeuva entre outros, a *Myracrodruon urundeuva* é uma espécie florestal pertencente à família *Anacardiaceae*, a qual compreende uma das maiores da ordem *Sapindales* (Joly, 1966; Rizzini, 1978 e Moraes *et al.*, 1992). A aroeira, considerada como espécie calcífila e normalmente encontrada em solos ricos, exige ainda mais a correção dos problemas de fertilidade do solo para seu estabelecimento, problemas que, nas nossas condições, normalmente estão relacionados com a correção do pH e elevação dos teores de Ca e Mg do solo, feito via de regra pela calagem. Todavia, a aplicação de calcário calcítico, ou mesmo dolomítico, em solos naturalmente pobres, pode afetar sua relação Ca:Mg (Büll e Nakagawa, 1995) com efeitos negativos na nutrição e crescimento das plantas. Isto é explicado, segundo Lima *et al.* (1981), pelo fato de que se o equilíbrio Ca:Mg não é adequado, há condições para a deficiência induzida de um dos nutrientes, como consequência de antagonismos na absorção, definido por Mengel e Kirkby (1987) como competição entre íons tipo antagonismo de cátions.

A associação de seu habitat a áreas parcialmente ocupadas por rochas calcárias contribui para que a aroeira seja considerada, de acordo com Heringer e Ferreira (1973), como uma espécie altamente exigente em cálcio e por isso, segundo Costa Filho (1992), possivelmente também em magnésio.

De acordo com Costa Filho (1992), a adubação mineral tem sido sistematicamente utilizada no Brasil com bons resultados, para espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*.

Contudo, sua utilização para essências florestais nativas, como é o caso da aroeira do sertão, tem sido menos freqüente.

Neste contexto, Melo, Lima e Ribeiro (1981), estudando o desenvolvimento inicial da aroeira em diferentes solos de cerrado, concluíram pela impossibilidade de obtenção de mudas de boa qualidade sem o melhoramento das suas condições químicas. Os mesmos autores encontraram os melhores resultados nos tratamentos com menores deficiências minerais que ocorreram nove semanas após o transplântio, em média variando de 7,6 a 10,6 mg para matéria seca de caule e 18,9 a 24,6 mg para matéria seca de folhas.

Costa Filho (1992), pesquisando resposta à calagem, fósforo e potássio por mudas de aroeira, concluiu que o cálculo da calagem com base no método do Al, Ca e Mg trocáveis, utilizado em Minas Gerais, não é recomendável porque parece subestimar a necessidade de calagem desta espécie. Revelou ainda o mesmo autor que a calagem é o fator que mais limitou o crescimento em altura das plantas, com quaisquer doses de potássio ou fósforo.

Barbosa *et al.* (1995), trabalhando com resposta de mudas de aroeira em solos sob diferentes saturações por bases, encontraram os melhores resultados com a elevação da saturação por bases para 60%.

Estudando a relação Ca:Mg no meio de cultura do milho, Key, Kurtiz e Toker (1962) encontraram que os rendimentos da cultura não são afetados por qualquer relação destes cátions na faixa de variação entre 50:1 e 1:1 e nem pela CTC do meio, desde que as espécies catiônicas estejam presentes em quantidades adequadas para as exigências das plantas. Entretanto, quando a concentração de Mg excede a de Ca, os rendimentos caem bruscamente e as plantas exibem nítidos sintomas de deficiência de cálcio. Büll e Nakagawa (1995), trabalhando com a cultura do alho, obtiveram os mesmos resultados

com a relação Ca:Mg influenciando a produção de bulbos apenas acima de 1,2:1.

Do mesmo modo, Rosolém, Machado e Brinholii (1984), trabalhando com sorgo sacarino, não encontraram influência da relação Ca:Mg maior que 1 sobre a produção de matéria seca, mas, concluíram que esta relação menor que 7,4 deprimia a produtividade, em função das menores absorções de Ca e Mg.

Câmara, Carvalho e Assis (1993), trabalhando com esta mesma relação no desenvolvimento de mudas de urucum, encontraram os maiores valores na relação 1:1 e uma diminuição nos teores foliares de K, quando se aumentava o Mg no substrato.

Arantes (1983), avaliando os efeitos de diferentes relações Ca:Mg (2:1; 5:1; 15:1; 45:1) em dois níveis de corretivo (40 e 60%) na produção de matéria seca, nas concentrações de K, Ca e Mg e no equilíbrio catiônico da parte aérea do milho, concluiu que a relação Ca:Mg de 5:1 estabelecida no nível de 60% forneceu a maior produção de matéria seca, discordando de alguns autores que citam que a produção de matéria seca do milho não é influenciada pelas relações Ca:Mg.

Isso pode ser verificado no trabalho de Oliveira (1993) que, estudando o rendimento de matéria seca e nutrição do milho em função da relação Ca:Mg no solo, relata que variações de 1 a 12:1 na referida relação não afetaram o rendimento de matéria seca, revelando apenas uma tendência de aumento de matéria seca com o aumento da relação Ca:Mg no solo. Fato semelhante foi encontrado por Lima *et al.* (1980) para a cultura da cenoura, que relatam a mesma tendência no comportamento da produção deste tubérculo, em função da relação Ca:Mg no solo.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar a influência da relação Ca:Mg do calcário sobre o crescimento e nutrição da aroeira do sertão na fase de viveiro, bem como

contribuir para o conhecimento da exigência nutricional desta espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado no Departamento de Ciência do Solo da UFLA em casa de vegetação, utilizando vasos de 5 kg contendo solo LE distrófico, camada de 0-20 cm, coletado no município de Lavras-MG. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constando de oito tratamentos e quatro repetições.

A quantidade do corretivo aplicada foi determinada pelo método de saturação por bases para a elevação desta a 60%. Os tratamentos constaram de cinco relações entre Ca:Mg (1:0; 1:1; 2:1; 4:1 e 8:1), estabelecidas com base em equivalentes miligramas, utilizando-se CaCO_3 e MgCO_3 puros para análise (p.a.), $\text{CaCO}_3 + \text{Mg Sol.}$ (magnésio solúvel), na forma de sulfato de magnésio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), apenas Mg Sol. (magnésio solúvel) na forma anteriormente citada e uma testemunha (sem calagem). Nos tratamentos que não levaram sulfato de magnésio, foi feita a correção do nível de enxofre na forma de sulfato de amônio na adubação inicial. Esta adubação foi realizada quatro dias antes do transplântio, com as doses recomendadas, segundo Malavolta (1980).

A semeadura foi feita em vermiculita e as plântulas foram posteriormente transplantadas para os vasos definitivos.

A umidade dos vasos foi mantida em torno de 60% do volume total de poros, conforme proposto por Freire *et al.* (1980) e aferida diariamente por meio de pesagens, completando-se o peso com água desmineralizada.

Foram avaliados peso de matéria seca de caule, folhas, raiz e teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, B e Zn, aos 150 dias após transplântio, além da altura das plantas e diâmetro do caule aos 60, 90, 120 e 150 dias após transplântio.

Aos 150 dias, as plantas foram retiradas dos vasos, lavadas com água destilada e

submetidas à secagem em estufa (65-70°C) com circulação de ar forçada. Após atingirem peso constante, foram determinados o peso seco de folhas, do caule e da raiz.

As folhas e caules foram moídos separadamente e submetidos à análise química, segundo metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

As análises de variância seguiram os métodos tradicionais, conforme sugerido por Gomes (1987). Para o estudo de comparações múltiplas, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de significância, conforme o mesmo autor, além de uma análise de regressão para as variáveis de crescimento ao longo do período. Foram feitos também estudos de correlação linear entre os teores foliares e a matéria seca de folha, caule e raiz das plantas de aroeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

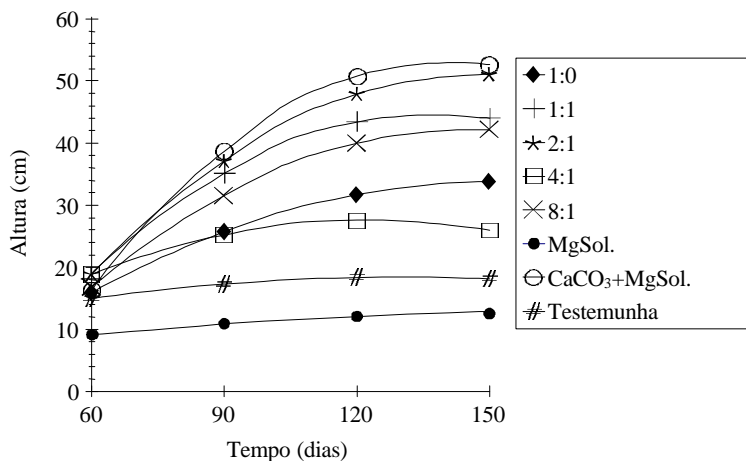
Os dados obtidos no presente estudo, bem como o resultado das análises estatísticas, encontram-se nas Figuras 1 e 2 e nas Tabelas 1 e 2, nas quais pode-se observar que os tratamentos afetaram significativamente todas as variáveis mensuradas, ao contrário do relatado por Key, Kurtiz e Toker (1962), trabalhando com a cultura do milho e por Büll e Nakagawa (1995) com a cultura do alho, em que a relação Ca:Mg influenciou a produção de bulbos e de matéria seca do milho apenas acima de 1,2:1 e 1:1, respectivamente. Rosolém, Machado e Brinholii (1984) também não encontraram influência da relação Ca:Mg na produção de matéria seca do milho, mas concluíram que a relação menor que 7,4 deprimia a produtividade. Os resultados do presente estudo concordaram com o trabalho de Câmara, Carvalho e Assis (1993) que relataram a influência desta mesma relação no desenvolvimento de mudas de urucum e com o de Arantes (1983), que verificou que a relação Ca:Mg de 5:1 estabelecida no nível de 60% do

corretivo forneceu a maior produção de matéria seca. Porém este mesmo autor observou que a produção de matéria seca estabelecida no nível de 40% do corretivo não foi influenciada pelas relações Ca:Mg.

Pela Figura 1 nota-se que a maior altura foi obtida com a aplicação de $\text{CaCO}_3 + \text{Mg Sol.}$ com valores de até 52 cm, seguida dos tratamentos com relação Ca:Mg 2:1, 1:1 e 8:1. Para a variável diâmetro (Figura 2), nota-se um comportamento semelhante com o tratamento $\text{CaCO}_3 + \text{Mg Sol.}$ promovendo valores de 7 cm de diâmetro. A exceção deve ser feita para o tratamento 8:1 que mostrou um dos piores resultados quanto à variável diâmetro.

Observam-se nesse tratamento altos teores de nitrogênio (Tabela 2), que podem ter sido estimulados pelas altas concentrações de Ca da relação 8:1, tendo, dessa forma, maiores valores

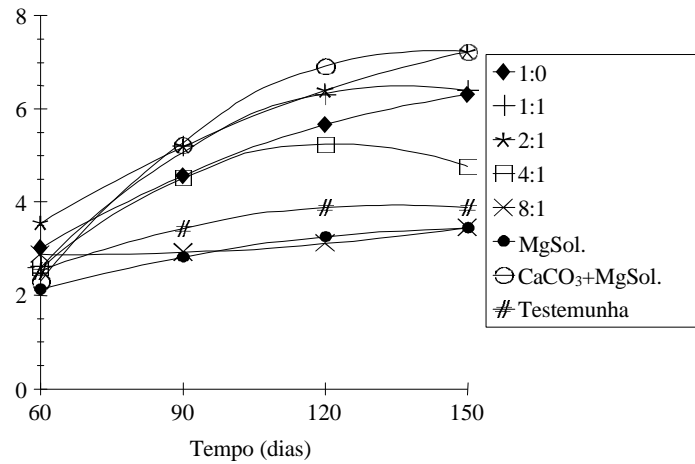
para altura de plantas, devido ao estiolamento das mesmas e, conseqüentemente, menores valores para diâmetro, haja visto terem apresentado menores valores para peso seco de caule. O fato do tratamento 8:1 ter resultado em pequenos diâmetros demonstra que as mudas formadas com este tratamento são de baixa qualidade pois, segundo Sturion (1981), o diâmetro é considerado como a variável que melhor indica o padrão de qualidade das mudas, apresentando estreita correlação com a porcentagem de sobrevivência delas após transplântio. Os piores desempenhos para diâmetro e altura foram obtidos nos tratamentos testemunha e Mg Sol. sem calcário, o que era previsto pelo fato dessa espécie ser considerada calcífila (Heringer e Ferreira, 1973; Costa e Filho, 1992).



- 1:0- $Y = -14,89 + 0,64X - 0,0021X^2$, $r^2 = 0,98$;
- 1:1- $Y = -36,29 + 1,18X - 0,0043X^2$, $r^2 = 0,99$;
- 2:1- $Y = -40,45 + 1,24X - 0,0042X^2$, $r^2 = 0,98$;
- 4:1- $Y = -5,57 + 0,54X - 0,0022X^2$, $r^2 = 0,94$;
- 8:1- $Y = -31,66 + 1,017X - 0,0035X^2$, $r^2 = 0,99$;
- MgSol.- $Y = 4,12 + 0,10X - 0,00028X^2$, $r^2 = 0,98$;
- $\text{CaCO}_3 + \text{MgSol.}$ - $Y = -59,13 + 1,60X - 0,0057X^2$, $r^2 = 0,99$;
- Testemunha- $Y = 6,68 + 0,18X - 0,00069X^2$, $r^2 = 0,95$;

Figura 1. Altura das plantas em função do tempo para os diversos tratamentos.

Figure 1. Height of plants as a function of time for the different treatments.



- 1:0- $Y=-1,42+0,089X-0,00025X^2$, $r^2=0,97$;
- 1:1- $Y=-5,93+0,18X-0,00067X^2$, $r^2=0,99$;
- 2:1- $Y=-0,87+0,087X-0,00022X^2$, $r^2=0,99$;
- 4:1- $Y=-4,91+0,165X-0,00067X^2$, $r^2=0,95$;
- 8:1- $Y=3,24-0,011X-0,000083X^2$, $r^2=0,90$;
- MgSol.- $Y=-0,005+0,0044X-0,00014X^2$, $r^2=0,99$;
- CaCO₃+MgSol.- $Y=-7,63+0,21X-0,00074X^2$, $r^2=0,99$;
- Testemunha- $Y=-0,63+0,068X-0,00025X^2$, $r^2=0,98$;

Figura 2. Diâmetro de caule das plantas em função do tempo para os diversos tratamentos.
Figure 2. Stem diameter of plants as a function of time for the different treatments.

É importante salientar que os bons resultados obtidos no tratamento com CaCO₃ + Mg Sol., acenam com a possibilidade do uso de calcário calcítico mais uma fonte de magnésio solúvel, em regiões onde isto for economicamente favorável.

O peso da matéria seca de folha, caule e raiz é mostrado na Tabela 1. Nota-se que o tratamento CaCO₃ + Mg Sol. promoveu também os maiores pesos de matéria seca para raiz, caule e folhas com valores de 8,62; 4,27 e 10,63 g, respectivamente. Os tratamentos 1:0, 1:1, 2:1; 8:1 e 4:1 resultaram em respostas iguais ao tratamento CaCO₃ para matéria seca de raiz, com 9,23; 9,55; 10,62; 9,06 e 8,37 g, respectivamente. A testemunha e Mg Sol. apresentaram os menores valores (2,82 e 0,98).

Tabela 1. Peso seco de folhas, caule e raiz das plantas de aroeira submetidas a diferentes tratamentos.

Table 1. Dry weight of leaves, stem and root of aroeira plants submitted to different treatments.

Tratamento	Peso seco (g)		
	Raiz	Caule	Folha
1:0	9,23a	2,27c	4,35c
1:1	9,55a	2,42c	3,15d
2:1	10,62a	3,15b	3,53d
4:1	9,06a	3,42b	7,28b
8:1	8,37ab	1,54d	3,47d
MgSol.	0,98d	0,18e	0,41e
CaCO ₃ +MgSol	10,63a	4,27a	8,62a
Test	2,82bc	0,46e	1,06e
CV (%)	9,98	10,45	12,75

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para o peso seco de caule, os dados seguiram a ordem decrescente de 4,27; 3,42 e 3,15; 2,42 e 2,27; 1,54; 0,46 e 0,18, respectivamente, para os tratamentos CaCO₃ + Mg Sol., 8:1, 2:1, 1:1, 1:0, 4:1, testemunha e Mg Sol. Para o peso seco de

folha, os dados seguiram a ordem decrescente de 8,62; 7,28; 4,35; 3,53, 3,47 e 3,15; 1,06 e 0,41, respectivamente para os tratamentos CaCO₃ + Mg Sol.; 8:1; 1:0; 2:1, 4:1 e 1:1; testemunha e Mg Sol.

Tabela 2. Teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, B e Zn para a aroeira.
Table 2. P, K, Ca, Mg, B and Zn foliar content of aroeira plants.

Tratamento	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹	
	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn
1:0	21,1 ab	1,0 a	14,6 b	13,3 b	1,7 bc	6,85 de	19,4 c
1:1	24,4 ab	0,72 ab	9,0 d	13,4 b	4,3 a	22,52 a	20,3 c
2:1	23,6 ab	0,8 ab	9,1 d	11,3 bc	3,3 b	12,92 c	17,07 c
4:1	25,1 a	0,8 ab	10,4 cd	21,9 a	3,1 b	9,9 cd	16,4 c
8:1	21,6 ab	0,87 ab	13,7 bc	13,6 b	2,2 c	6,47 e	17,32 c
MgSol.	20,0 b	0,5 bc	18,6 a	8,0 c	1,4 de	2,05 f	41,04 a
CaCO ₃ +MgSol.	24,6 ab	1,0 a	16,6 ab	14,8 b	2,2 c	18,35 b	18,57 c
Testemunha	20,0 b	0,2 c	15,8 ab	7,2 c	1,0 e	12,8 c	35,47 b
CV (%)	7,99	16,75	12,34	15,33	12,49	12,95	10,39

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 2 são apresentados os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, B e Zn para os diversos tratamentos. Os tratamentos influenciaram todos os nutrientes analisados. Observando-se o comportamento dos teores foliares dos tratamentos com menor desenvolvimento vegetativo, testemunha e Mg Sol., nota-se que estes apresentaram os menores teores foliares para a maioria dos elementos, exceto para K e Zn. Acredita-se, no caso do K, que ocorra um efeito de concentração deste nutriente nas folhas, haja vista os dados de matéria seca de folhas encontrados nestes tratamentos. Além disso, a inexistência de cálcio nos tratamentos favoreceria a ocorrência deste efeito. Para o Zn, além do efeito de concentração, a ausência da calagem nos referidos tratamentos pode explicar o maior teor do nutriente encontrado nas folhas, uma vez que o aumento de pH promovido pela calagem diminuiria a disponibilidade de Zn e outros nutrientes no solo (Lopes, 1992).

Segundo Raij (1991), o aumento da relação Ca:Mg prejudica a absorção do segundo membro, o que pode ser observado neste trabalho, pois, o Mg atingiu o teor mais alto nas

folhas e caules das mudas submetidas à relação Ca:Mg 1:1 e esse teor foi diminuindo à medida em que se aumentava a relação Ca:Mg. Raij (1991) ainda comenta que as relações Ca:Mg mais estreitas dificultam a absorção de K. Isso explica a maior concentração de K nas folhas das plantas que estavam em solo natural sobre aplicação de Mg Sol., enquanto as menores concentrações de K foram observadas nas folhas das mudas referentes às relações Ca:Mg 1:1 e 2:1.

Ainda segundo Raij (1991), a presença de quantidades mais elevadas de Ca e Mg pode diminuir a quantidade de K trocável para certas culturas e, dessa maneira, solos com CTC mais elevada poderão necessitar de maiores aplicações de K. Já Arantes (1983) observou que o aumento no valor das relações Ca:Mg não influenciou as concentrações de potássio na parte aérea de milho, discordando dos resultados de alguns autores que afirmam que o aumento no valor das relações Ca:Mg era acompanhado de uma redução nas concentrações de potássio. Contudo, Arantes (1983) comenta que o efeito depressivo que deveria advir do aumento nas quantidades de cálcio nas relações mais largas, tenha sido

compensado pela diminuição da competição entre potássio e magnésio, com o aumento no valor da relação Ca:Mg.

Para os demais tratamentos observa-se que, de modo geral, os teores foliares mantiveram uma relativa coerência com o desenvolvimento das plantas nos vários tratamentos. Assim, os teores foliares nos tratamentos que apresentaram melhores respostas variaram de 21,1 a 25,1g kg⁻¹ de N; 0,72 a 1,0g kg⁻¹ de P; 13,7 a 16,6g kg⁻¹ de K; 13,4 a 14,8g kg⁻¹ de Ca; 2,2 a 4,3 g kg⁻¹ de Mg; 18,35 a 22,52mg kg⁻¹ de B e 16,4 a 18,57mg kg⁻¹ de Zn.

Segundo Costa e Filho (1992), relações mais estreitas entre cátions Ca⁺² e Mg⁺² devem resultar em um maior desenvolvimento da aroeira, devido às características da fertilidade dos solos de ocorrência natural da espécie. Todavia, observou-se, nos resultados desse trabalho, que tanto relações estreitas como relações maiores entre Ca e Mg resultaram em um bom desenvolvimento de mudas.

O estudo de correlações entre os componentes da matéria seca das plantas e os teores foliares encontra-se na Tabela 3. Foi encontrada correlação positiva entre o teor foliar de P com matéria seca de caule, folha e raiz e uma correlação negativa entre os teores foliares de Zn e a matéria seca de folha, caule e raiz das plantas de aroeira. Notou-se também uma correlação negativa entre os teores de P e Zn nas folhas de aroeira, com um valor de -0,8135, salientando o efeito antagônico entre estes dois elementos. Barbosa (1994), trabalhando com esta relação na aroeira, encontrou resultados semelhantes, comprovando a forte interação entre estes dois elementos. Com relação a matéria seca de raiz, observou-se também uma correlação positiva com a matéria seca de folha e caule e, também com os teores de N e Mg, encontrando uma correlação negativa com o K. Não foi observada correlação entre os teores de Ca com matéria seca de raiz.

Tabela 3. Índices de correlação entre teores foliares de nutrientes e matéria seca das plantas de aroeira.

Table 3. *Correlation coefficient for foliar contents of nutrients and dry weight of aroeira plants.*

Variáveis	Folha	Caule	Raiz	Zn
Folha	-	-	0,7465*	-
Caule	-	-	0,8906*	-
Raiz	-	-	-	-
N	-	-	0,7427*	-
P	0,7798*	0,7989*	0,8325*	-0,8135*
K	-	-	-0,6223	-
Mg	-	-	0,6469**	-
Zn	-0,7147*	-0,8046*	-0,9637*	-

*Significativo a 1%

**Significativo a 5%

4. CONCLUSÕES

- A relação Ca:Mg influenciou o desenvolvimento e nutrição das plantas de aroeira, entretanto, não se obteve um comportamento coerente que indicasse a tendência de resposta das plantas ao aumento ou redução da relação Ca:Mg.

- O tratamento CaCO₃ + Mg Sol. proporcionou os melhores resultados na formação das mudas, indicando que o uso de calcário calcítico mais uma fonte solúvel de magnésio é mais efetiva que o uso de calcário dolomítico.

- Os teores foliares das plantas desenvolvidas com o tratamento CaCO₃ + Mg Sol. foram os seguintes em g kg⁻¹: 24,6 N; 1,0 P; 16,6 K; 14,8 Ca; 2,2 Mg e 18,35 B; 18,57 Zn em mg kg⁻¹.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANTES, E.M. **Efeitos da relação Ca:Mg do corretivo e níveis de potássio na produção de matéria seca, concentrações de K, Ca, Mg e equilíbrio catiônico do milho (*Zea mays* L.).** Lavras: ESAL, 1983. 62p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BARBOSA, Z. **Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.**

- (**Aroeira do sertão**). Lavras: ESAL, 1994. 105p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- BARBOSA, Z.; VENTURIN, R.P.; CARVALHO, J.G. de; MORAIS, A.R. de Crescimento e composição química foliar de mudas de aroeira (*Myracodon urundeuva* Fr. All. Eng.) sob diferentes saturações por bases. I. Crescimento vegetativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG, SBCS, UVF, 1995.v.2, p.806-808.
- BÜLL, L.T.; NAKAGAWA J. Desenvolvimento, produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função de relações cálcio:magnésio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19,n.3, p.409-415, set./dez. 1995.
- CÂMARA, R.N.; CARVALHO, J.G. de; ASSIS, R.P. de. Efeito da relação Ca:Mg do corretivo no crescimento de mudas de urucum (*Bixa orellana* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: SBCS, 1993. v.3, p 227-228.
- COSTA FILHO, R.T. da. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* Fr. All. Engl.) em resposta à calagem, fósforo e potássio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, 1992. v.4, p.537-543.
- FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, V. G.; LOPES, A. S.; AQUINO, L. E. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação à níveis de água em solos da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n.5, p.5-8, jan./abr. 1980.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1987. 460 p.
- HERINGER, E.P.; FERREIRA, M.B. Árvores úteis da região geo-econômica do DF.: Aroeira, Gonçalves e Bibatão. O gênero *Astronium* e sua importância florestal. **Cerrado**, Brasília, v.5, n.22, p.24-33, dez. 1973.
- JOLY, A.B. **Botânica, introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1966. v.4, 634p.
- KEY, J.L.; KURTZ, L.T.; TUKER, B.B. Influence of ratio of exchangeable calcium-magnesium on yield and composition of soybean and corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.93, p 265-270, 1962.
- LIMA, J.A.; FONTES, R.R.; VIEIRA, J.V.; SOUZA, A.F. Efeito da relação Ca^{+2}/Mg^{+2} em diferentes níveis de calagem em solos de cerrado para a cultura da cenoura (*Daucus carota* L). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 20., 1980, Brasília. **Anais...** Brasília, 1980, p 93.
- LIMA, J.A.; DEFELIPO, B.V.; NOVAIS, R.F.; THIÉBAUT, J.T.L. Efeitos das relações Ca/Mg e (Ca+Mg)/K na correção da acidez de dois latossolos e na produção de matéria seca do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv Kada. **Revista Ceres**, Viçosa, v.28, n.156, p.103-115, mar./abr. 1981.
- LOPES, A.S. **Solos sob cerrado**: Manejo da fertilidade para a produção agropecuária. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 60p. (Boletim técnico, 5)
- MALAVOLTA E. **Elementos de nutrição mineral das plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A.G. Crescimento de mudas de *Didymopanax morototoni* Aublet. Doné. (morototó) em viveiro em diferentes misturas de solo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/410PF, 1984. p149-163.
- MELO, J.T. de; LIMA V.L.G. de F.; RIBEIRO, J.F. Desenvolvimento inicial de *Astronium urundeuva* Fr. All. Engl. (aroeira) em diferentes tipos de solo da região dos Cerrados. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32., 1981, Teresina. **Anais...** Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1981. p.283-298.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. 142p.
- MORAES, M.L.T. de; KAGEYAMA, P.Y.; SIQUEIRA, A.C.M. de F.; KANO, N.K.; CAMBUIM, J. Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* Fr. All. Engl. – Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. v.4, p.1241-1245.
- OLIVEIRA, E.L. de. Rendimento de matéria seca e absorção de cálcio e magnésio pelo milho em função da relação cálcio/magnésio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.6, p.383-388, 1993.
- RAIJ, B. van **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia. 2.ed., São Paulo: Edgard Bucher, 1978. 296p.

ROSOLEM, C.; MACHADO, J.R.; BRINHOLII, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K, e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.12, p.1443-1448, dez. 1984.

STURION, J. A. Produção de mudas *Mimosa scabellia* Benth. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. "BRACATINGA UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO", 4., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1981. (EMBRAPA-URPFCS Documentos, 5).