

CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE TENTO
CAROLINA (*ADENANTHERA PAVONINA*)

*Liming and phosphorus fertilization on the growth of carolina tent (*Adenantha pavonina*) seedlings*

Sammela Emanuely dos Santos¹ Cristiane Ramos Vieira²

Resumo: Quando se utiliza o solo como substrato na produção de mudas, se faz necessário à sua correção e adubação. Diante disso, realizou-se experimento para analisar os efeitos da correção do solo, associada a adubação fosfatada, no crescimento de mudas de tento carolina. Para isso, o solo foi calcareado e adubado, conforme os tratamentos: T1 – testemunha; T2 – V50% + 50 kg ha⁻¹ de P; T3 - V50% + 100 kg ha⁻¹ de P; T4 - V50% + 150 kg ha⁻¹ de P; T5 – V50% + 200 kg ha⁻¹ de P; T6 – V60% + 50 kg ha⁻¹ de P; T7 – V60% + 100 kg ha⁻¹ de P; T8 – V60% + 150 kg ha⁻¹ de P; T9 – V60% + 200 kg ha⁻¹ de P; distribuídos em delineamento inteiramente casualizado e sete repetições. As sementes foram colocadas para germinar e, quando as plântulas atingiram 10 cm de altura, iniciou-se a análise do crescimento. Verificou-se que, as proporções em T3 e T4 permitiram as melhores condições para a produção de mudas de tento carolina, considerando as análises morfológicas realizadas. Recomendando-se quantidade de calcário para elevar a saturação por bases para 50% e a complementação com 100 kg ha⁻¹ de P (T3).

Abstract: When using the soil as substrate in the production of seedlings, it is necessary to correct and fertilize it. Therefore, an experiment was carried out to analyze the effects of soil correction, associated with phosphorus fertilization, on the growth of carolina tent seedlings. For this, the soil was limed and fertilized, according to the treatments: T1 – control; T2 – V50% + 50 kg ha⁻¹ of P; T3 - V50% + 100 kg ha⁻¹ of P; T4 - V50% + 150 kg ha⁻¹ of P; T5 – V50% + 200 kg ha⁻¹ of P; T6 – V60% + 50 kg ha⁻¹ of P; T7 – V60% + 100 kg ha⁻¹ of P; T8 – V60% + 150 kg ha⁻¹ of P; T9 – V60% + 200 kg ha⁻¹ of P; distributed in a completely randomized design with seven replications. The seeds were placed to germinate and, when the seedlings reached 10 cm in height, the growth analysis began. It was verified that the proportions in T3 and T4 allowed the best conditions for carolina tent seedlings production, considering the morphological analyzes carried out. A quantity of limestone is recommended to increase base saturation to 50% and supplementation with 100 kg ha⁻¹ of P (T3).

Palavras-chave:

Tento vermelho, saturação por bases, fósforo, produção de mudas.

Keywords:

Red tent, base saturation, phosphorous, seedlings production.

¹ Graduanda em Agronomia, Faculdade de Agronomia da Universidade de Cuiabá. E-mail: sammelaemanuely@gmail.com.

² Doutora em Agricultura Tropical, Docente do curso de Agronomia da Universidade de Cuiabá. E-mail: cris0986@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros, especialmente os de Cerrado, dificilmente são utilizados para a produção de mudas sem a necessidade de ter sua capacidade nutritiva complementada e/ou sua acidez corrigida. De acordo com Resende et al. (2014), em geral, esses solos possuem fertilidade baixa, devido ao alto grau de intemperização e ao seu material de origem.

Na produção de mudas, a composição do substrato deve ser uma das maiores preocupações, pois, um de seus objetivos é fornecer às plantas os nutrientes que precisam para crescer até estarem aptas para o plantio no campo. Segundo Andrade et al. (2018), a obtenção de mudas de boa qualidade exige a utilização de substrato que forneça os nutrientes necessários ao pleno desenvolvimento da planta. A adubação é uma prática agrícola que visa repor os nutrientes e ajustar a fertilidade do solo, componentes essenciais para a construção de um sistema de produção eficiente (ARAÚJO et al. 2017). Porém, a terra de subsolo tem sido usada como base de substrato, pois é isento de sementes de plantas indesejáveis e microorganismos patogênicos. Apesar de ser um material ácido e conter níveis baixos de nutrientes, tornando-se necessária sua correção para que possa ser utilizado (MIRANDA et al., 2013).

No entanto, além da adubação, existe a necessidade de corrigir a acidez do solo. Sem essa prática, muitas vezes, realizada a partir da aplicação do calcário, não se tem eficiência do adubo, o que acaba comprometendo sua capacidade nutritiva. Nesse sentido, Ernani et al. (2000) explicam que, as práticas de manejo da fertilidade do solo, como o uso da calagem e a adubação fosfatada, são primordiais, pois elevam o rendimento das culturas, principalmente onde predominam solos extremamente ácidos e deficientes em P.

A aplicação de calcário eleva o pH, neutraliza o Al tóxico, fornece Ca e Mg, propicia melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, e melhora a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no solo (NATALE et al., 2012). Dessa forma, diminui a acidez potencial do solo; melhora o teor de bases, a capacidade de troca de cátions e a saturação por bases do solo; contribuindo para elevar a produtividade das plantas (OLIVEIRA et al., 2015).

De acordo com Tucci (1991), após a correção da acidez do solo, o fator nutricional que mais limita o crescimento das mudas é o baixo teor de P disponível. Porém, a calagem em solos ácidos é a maneira mais eficiente para aumentar a disponibilidade de fósforo, elevando o pH e, conseqüentemente, a densidade de cargas negativas, acarretando maior repulsão entre o P e a superfície adsorvente, reduzindo a capacidade máxima de adsorção de P do solo (NOVAIS e MELLO, 2007). Sendo que, a solubilidade do fertilizante e a conseqüente disponibilidade de P são bastante influenciadas pelo pH do solo e pela composição da fonte (HOROWITZ e MEURER, 2004). Por isso, o P, é um macronutriente que tem merecido maior atenção na produção de mudas, em virtude de sua escassez natural em solos intemperizados, característica dos solos brasileiros, principalmente da região Amazônica (MARTINS et al., 2018).

Dentre as espécies com potencial produtivo e cujas características de formação e nutrição precisam ser conhecidas, está o tento carolina (*Adenantha pavonina*). Uma espécie florestal exótica utilizada em plantios em áreas urbanas, porém, com potencial para a recuperação de áreas degradadas.

O tento vermelho é uma espécie florestal pertencente à família Fabaceae, também conhecida como tento carolina, olho-de-dragão ou tento. É nativa da Índia e Malásia, introduzida no Brasil para a arborização urbana e rural (LORENZI et al., 2003). Atualmente, é encontrada nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Região Nordeste (RODRIGUES et al., 2009). Essa espécie possui fins ornamentais, na arborização de ruas e praças, para sombreamento, artesanato e medicamentos, sendo suas sementes e madeira utilizadas como fitoterápicos (KISSMANN et al., 2008).

Porém, para ter um plantio florestal, há que se produzir mudas de qualidade, o que dependerá das condições químicas e físicas do substrato utilizado, pois, segundo Valeri e Corradini (2015), a

obtenção de mudas vigorosas, rústicas e bem nutridas permitem a superação do estresse pós-plantio. Os estudos com base na aplicação de calcário e de adubos e os efeitos no crescimento de mudas de espécies florestais, têm relatado resultados diversos. O que corrobora a necessidade de obter as informações de forma mais específicas.

Freitas et al. (2017a) verificaram que a dose de P mais adequada para a produção de mudas de *Cassia grandis*, na saturação de 25% foi de 600 mg dm⁻³. Para as mudas de *Dalbergia nigra*, Carlos et al. (2018) recomendaram saturação por bases entre 48 e 54,7% e 500 mg dm⁻³ de P. Para a *Plathymenia foliolosa*, Freitas et al. (2017b) não verificaram a influência da calagem, porém, recomendaram 300 mg dm⁻³ de P.

Diante disso, esse estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o crescimento inicial das mudas de tento carolina, submetidas a diferentes combinações de saturação por bases e doses de P.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia da Universidade de Cuiabá, situada no campus Beira Rio I, em Cuiabá – MT, nas coordenadas 15°37'28"S e 56°05'11"O. O clima predominante da região é o tropical de savana, segundo classificação de Köppen. A casa de vegetação possui um ambiente protegido, porém, sem controle de temperatura.

As sementes de tento carolina foram coletadas de árvores situadas em propriedade rural privada, com vegetação de Cerrado, em área pertencente ao município de Várzea Grande – MT. Essas sementes foram coletadas ao chão ou diretamente das árvores quando os frutos já estavam abertos. Em seguida, foram armazenadas em sacolas plásticas e levadas ao viveiro. Antes de serem semeadas, passaram por processo de superação de dormência a partir da escarificação física, utilizando lixa d'água nº 80, para escarificação na região do hilo. Somente após este processo foram colocadas para germinar nas sacolas plásticas já preparadas com solo, calcário e adubo, conforme cada tratamento testado no experimento.

O solo ao qual o calcário e o adubo fosfatado foram aplicados foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico com textura franco arenosa, coletado em área de Cerrado nativo do Instituto Federal de Mato Grosso, campus de São Vicente da Serra. Desse solo, uma amostra foi retirada, para proceder com as análises química e granulométrica, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo

pH	K	P	H+Al	Al	Ca	Mg	SB
CaCl ₂	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³					
4,50	70,20	1,43	6,25	0,25	1,92	0,67	2,77
T	t	V	m	MO	Areia	Silte	Argila
cmol _c dm ⁻³	%			g kg ⁻¹			
9,02	3,02	30,71	8,28	34,61	538	54,30	407,70

pH em CaCl₂ – relação 1:2,5; H+Al – em acetato de cálcio; Al, Ca e Mg - em KCl 1N; P e K – em Mehlich; SB – soma de bases; T – capacidade de troca de cátions a pH 7,0; t – CTC efetiva; V% - saturação por bases, em %; m% - saturação por Al, em %; MO – Matéria orgânica a partir da queima em mufla; Areia, silte e argila – método do densímetro.

O corretivo utilizado (Tabela 2) foi um calcário dolomítico com 79% de PRNT, aplicado ao solo antes da semeadura. A quantidade aplicada teve como base a saturação por bases existente e os níveis a serem testados, utilizando-se o método da elevação da saturação por bases (Equação 1). A aplicação do calcário se deu no formato de lua inteira, com posterior tapamento para que o material não ficasse exposto.

Tabela 2. Características químicas e físicas do calcário

CaO	MgO	PN	PRNT	Ação residual
%				
24,0	17,1	84,4	79	15,0

$$NC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = (V2 - V1) \times T \times f/100 \text{ (Equação 1)}$$

Onde: NC = necessidade de calagem, em toneladas por hectare; V2 = saturação por bases desejada, em %; V1 = saturação por bases atual, em %; T = CTC a pH 7,0; f = fator de correção do PRNT do calcário, f = 100/PRNT.

Após 15 dias, foram realizadas as aplicações de adubo fosfatado, em formato de meia lua, tendo como fonte o superfosfato simples, com 18% P₂O₅, 25% CaO e 12% S.

Os tratamentos testados foram: T1 – testemunha (condição natural do solo – 30,7%); T2 – V50% + 50 kg ha⁻¹ de P; T3 - V50% + 100 kg ha⁻¹ de P; T4 - V50% + 150 kg ha⁻¹ de P; T5 – V50% + 200 kg ha⁻¹ de P; T6 – V60% + 50 kg ha⁻¹ de P; T7 – V60% + 100 kg ha⁻¹ de P; T8 – V60% + 150 kg ha⁻¹ de P; T9 – V60% + 200 kg ha⁻¹ de P. Em delineamento inteiramente casualizado, com sete repetições.

Após o preparo do solo, o material foi mantido em período de reação por sete dias, sob irrigação diária. Posteriormente, realizou-se a semeadura do tento carolina (sementes escarificadas), colocando-se duas sementes em cada sacola plástica. Transcorridos sete dias, observou-se as primeiras germinações, sendo que, nos casos com mais de uma germinação, houve o transplante das plântulas para a repetição em que nenhuma semente tinha germinado. Obtendo-se, dessa forma, sete repetições por tratamento. Após mais 15 dias, efetuou-se as medições de altura (H) e de diâmetro de colo (DC) das mudas para se conhecer as condições iniciais do experimento. A altura foi medida com régua graduada, do solo até a última folha da muda; enquanto o diâmetro foi medido na região do colo, utilizando um paquímetro digital.

Outras medições em altura e em diâmetro serão realizadas, a cada 30 dias, durante 90 dias de crescimento, totalizando quatro medições para estas características. Ao final de 90 dias, além de altura e diâmetro, foi obtida a massa seca das plantas. Para isso, as mudas serão retiradas do substrato, seccionadas em parte aérea e parte radicular; sendo que, as raízes foram lavadas para retirada do excesso de solo. Esse material foi devidamente armazenado, identificado e, posteriormente, levado para estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante. Após secagem, o material foi pesado em balança semi-analítica, para obtenção da massa seca. Com esses dados, foi possível determinar a relação altura/diâmetro de colo (H/DC), a relação massa seca da parte aérea/ massa seca da parte radicular (MSA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), com base em Dickson et al. (1960).

Os dados obtidos foram interpretados por meio da análise de variância e posterior comparação de média, utilizando o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Em seguida, os gráficos foram plotados empregando-se o programa estatístico R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento das mudas de tento carolina foi influenciado pelas diferentes proporções de calcário e de adubo fosfatado, conforme análise realizada até os 90 dias e demonstrada nas tabelas e figuras abaixo.

Quanto ao crescimento em altura verifica-se que não houve diferença estatística (Tabela 3) para as condições iniciais das plantas. Porém, após 30 dias de crescimento já se observou as melhores condições em T3 com V50% + 100 kg ha⁻¹ de P (média de 16,86 cm) e em T4 com V50% + 150 kg ha⁻¹ de

P (média de 15,71 cm). Nesses tratamentos, as médias obtidas foram 19,2% e 13,3% superiores em relação à média no tratamento testemunha, respectivamente.

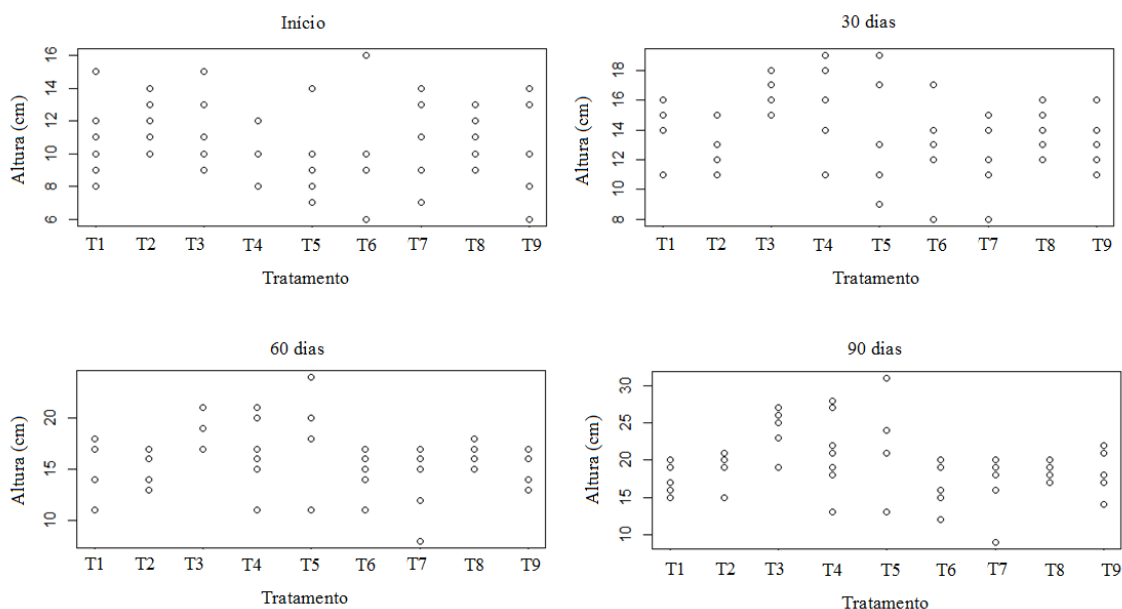
Tabela 3. Análises estatísticas para altura (H, em cm) e diâmetro de colo (DC em mm), realizada por período de 30 dias para mudas de tento carolina submetidas a diferentes proporções de calcário e adubo fosfatado

Trat	H inicial	H30	H60	H90	DC inicial	DC30	DC60	DC90
T1	11,00 a	13,62 b	14,57 b	15,71 b	2,03 a	2,13 b	2,28 d	2,62 b
T2	11,71 a	13,71 b	15,71 a	18,28 b	2,03 a	2,60 a	2,76 a	3,03 a
T3	11,43 a	16,86 a	19,28 a	23,14 a	1,69 b	2,69 a	2,87 a	3,18 a
T4	10,57 a	15,71 a	16,71 a	21,14 a	1,80 b	2,35 b	2,79 a	2,97 a
T5	9,28 a	13,57 b	16,14 a	19,86 a	2,20 a	2,52 a	2,68 b	2,97 a
T6	10,14 a	12,86 b	15,00 b	16,71 b	1,86 b	2,16 b	2,60 b	2,75 b
T7	10,28 a	11,86 b	13,14 b	15,71 b	1,77 b	2,45 a	2,62 b	2,81 b
T8	10,86 a	14,43 b	16,28 a	18,28 b	1,71 b	2,12 b	2,47 c	2,59 b
T9	10,57 a	13,43 b	15,14 b	18,71 b	1,50 b	2,13 b	2,45 c	2,74 b
F	1,57 ^{ns}	2,69*	3,14*	2,35*	5,91**	6,65**	22,88**	3,83*
CV (%)	14,29	17,15	17,16	20,75	10,52	9,17	4,88	9,33

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. H inicial – média para altura inicial das mudas; H30 – média para altura aos 30 dias; H60 – média para altura aos 60 dias; H90 – média para altura aos 90 dias; DC inicial – média para diâmetro de colo inicial das mudas; DC30 – média para diâmetro de colo aos 30 dias; DC60 – média para diâmetro de colo aos 60 dias; DC90 – média para diâmetro de colo aos 90 dias. T1 – testemunha (condição natural do solo – 30,7%); T2 – V50% + 50 kg ha⁻¹ de P; T3 - V50% + 100 kg ha⁻¹ de P; T4 - V50% + 150 kg ha⁻¹ de P; T5 – V50% + 200 kg ha⁻¹ de P; T6 – V60% + 50 kg ha⁻¹ de P; T7 – V60% + 100 kg ha⁻¹ de P; T8 – V60% + 150 kg ha⁻¹ de P; T9 – V60% + 200 kg ha⁻¹ de P.

A altura que cada muda apresentou para que se obtivessem essas médias podem ser observadas na Figura 1. É possível constatar ainda que, ao longo do estudo, a diferença no crescimento em altura das mudas foi se tornando cada vez menor, até o período de 90 dias, no qual se observou os valores mais próximos entre si. Isso é interessante porque demonstra uma condição de crescimento semelhante para as plantas dentro dos tratamentos testados.

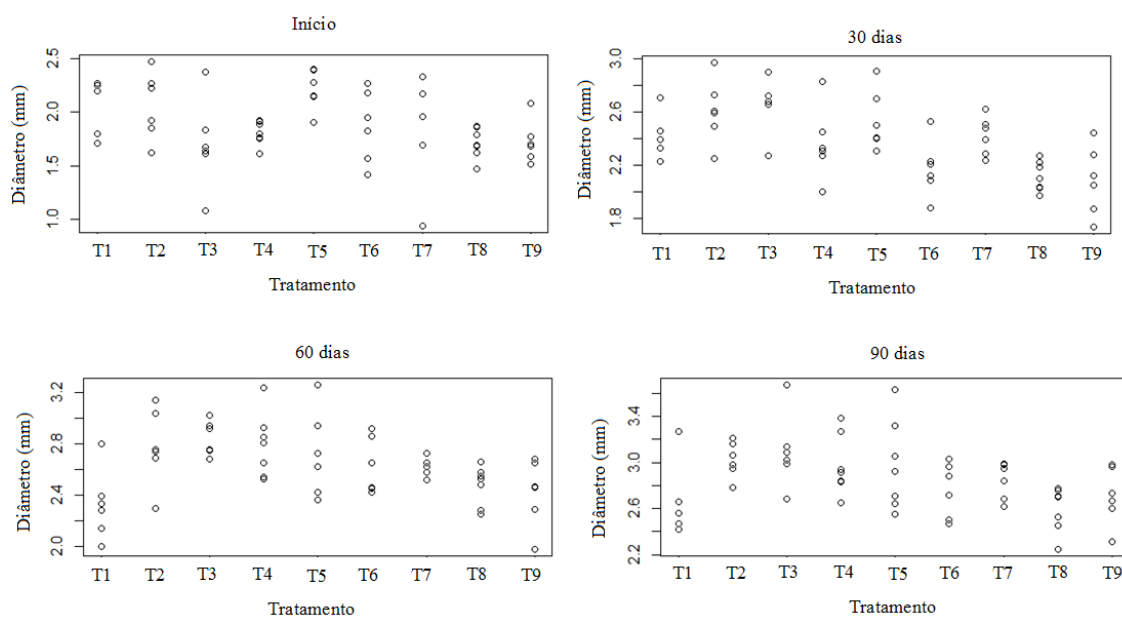
Figura 1. Altura (em cm) de mudas de tento carolina, durante 90 dias de submissão a diferentes proporções de calcário e adubo fosfatado.



Aos 60 dias, além dos tratamentos que se destacaram no período anterior, tem-se T2 com V50% + 50 kg ha⁻¹ de P (média 15,71 cm); T5 com V50% + 200 kg ha⁻¹ de P (média de 16,14 cm) e T8 com V60% + 150 kg ha⁻¹ de P (média de 16,28 cm). No entanto, ao final (90 dias), dentre esses tratamentos citados, apenas T5 (média de 19,86 cm) continuou se destacando, juntamente com T3 (média de 23,14 cm) e T4 (média de 21,14 cm). Nesse período, o crescimento em altura em T3, T4 e T5 foram, respectivamente, 32,1%, 25,7% e 20,9% superiores em relação à média para altura das mudas no tratamento testemunha (15,71 cm). Ultrapassando a média de 20 cm de altura apenas em T3 e T4. Isso se faz interessante porque, segundo Gomes e Paiva (2011), a altura é uma das características morfológicas mais analisadas durante a produção de muda, pois se correlaciona positivamente com o seu crescimento no campo.

Diferentemente do ocorrido para a altura, o crescimento em diâmetro, ao início do estudo, apresentou diferença estatística (Tabela 3), com médias superiores em T1 sem adição de calcário e/ou adubo (média de 2,03 mm), T2 com adição de V50% + 50 kg ha⁻¹ de P (média de 2,03 mm) e T5 com V50% + 200 kg ha⁻¹ de P (média de 2,20 mm). O que não ocorreu nos meses posteriores, quando o tratamento testemunha passou a ser um dos que proporcionaram o menor crescimento em diâmetro para as mudas de tento carolina. A evolução nesse crescimento também pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2. Diâmetro de colo (em mm) de mudas de tento carolina, durante 90 dias de submissão a diferentes proporções de calcário e adubo fosfatado.



Aos 30 dias de crescimento, T2 e T5 continuaram se destacando. Além destes, T3 com V50% + 100 kg ha⁻¹ de P (média de 2,69 mm) e T7 com V60% + 100 kg ha⁻¹ de P (média de 2,45 mm) apresentaram médias estatisticamente semelhantes. Na análise posterior, aos 60 dias, as maiores médias foram observadas em T2 (2,76 mm), T3 (2,87 mm) e T4 (2,79 mm), que foram, respectivamente, 17,4%, 20,5% e 18,3% superiores em relação à média para o diâmetro de colo em T1. Resultados importantes porque esses tratamentos também se destacaram quanto ao crescimento em altura, demonstrando que o crescimento total da planta tende a se equilibrar depois de um período de submissão aos tratamentos testados.

Ao final do estudo, T2 (3,03 mm), T3 (3,18 mm) e T4 (2,97 mm) continuaram se destacando. No entanto, a média em T4 foi semelhante à de T5 (2,97 mm). O que é importante porque, T3, T4 e T5 também promoveram as maiores médias para o crescimento em altura após 90 dias de análise. Dessa

forma, obtendo-se as maiores médias para crescimento em tratamentos semelhantes, podendo-se descartar, por exemplo, problemas quanto ao estiolamento das mudas.

O crescimento em diâmetro é outra característica morfológica que se analisa para qualificar uma muda, já que, chega a explicar 70 a 80 % das diferenças que existem no peso de matéria seca das mudas (GOMES e PAIVA, 2011). Além disso, mudas com o maior incremento em diâmetro possuem maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes (SOUZA et al., 2006). O que se explica pelo fato de, a haste e a região do colo espesso serem indicativos da presença de substâncias de reserva nos tecidos internos da planta, permitindo dizer que a muda apresenta aspecto sadio e está nutricionalmente apta para o plantio a campo (SCREMIN-DIAS et al., 2006).

Xavier et al. (2009) recomendam altura de 20 a 40 cm e 2 mm de diâmetro de colo para que as mudas estejam aptas ao plantio no campo. Sendo assim, quanto ao diâmetro, qualquer um dos tratamentos teria proporcionado condições ideais, mesmo nas condições iniciais de crescimento. Porém, quanto à altura, os valores recomendados foram atingidos, em média, apenas em T3 e T4. Para Sturion e Antunes (2000) a avaliação dos parâmetros de altura de plantas e diâmetro do caule deve ser utilizada para averiguar a qualidade das mudas florestais, pois reflete o acúmulo de reservas e assegura maior resistência e fixação no solo.

Na Tabela 4 pode-se observar a análise estatística para a produção de massa seca das mudas e para os indicativos de qualidade: relação H/DC, MSA/MSR e IQD.

Tabela 4. Análises estatísticas para massa seca da parte aérea (MSA, em g), massa seca parte radicular (MSR, em g), relação H/DC, relação MSA/MSR e índice de qualidade de Dickson (IQD), após 90 dias, de mudas de tento carolina submetidas a diferentes proporções de calcário e adubo fosfatado

Tratamento	MSA	MSR	H/DC	MSA/MSR	IQD
T1	0,32 b	0,18 c	6,81 a	1,82 b	0,06 b
T2	0,42 b	0,25 b	6,03 b	1,64 b	0,10 a
T3	0,95 a	0,33 a	7,33 a	3,50 a	0,12 a
T4	0,90 a	0,31 a	7,03 a	3,07 a	0,11 a
T5	0,89 a	0,25 b	6,58 a	3,76 a	0,11 a
T6	0,34 b	0,18 c	6,09 b	1,95 b	0,06 b
T7	0,41 b	0,24 b	4,85 c	1,62 b	0,10 a
T8	0,40 b	0,19 c	7,07 a	2,13 b	0,06 b
T9	0,45 b	0,23 b	6,78 a	2,03 b	0,08 a
F	47,04**	6,81**	15,66**	9,40**	11,09**
CV (%)	18,01	21,86	7,73	29,75	20,95

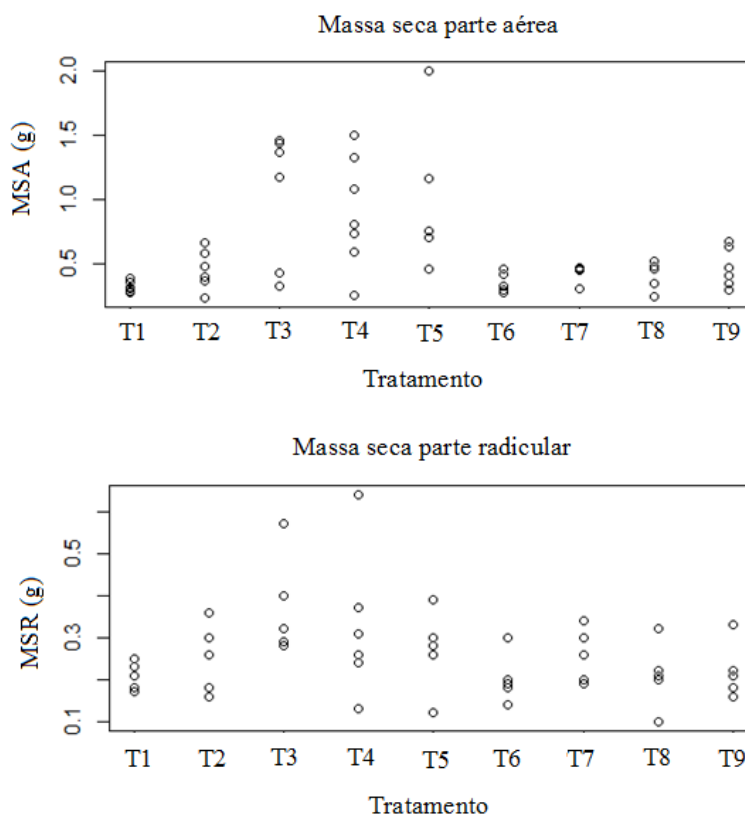
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

T1 – testemunha (condição natural do solo – 30,7%); T2 – V50% + 50 kg ha⁻¹ de P; T3 - V50% + 100 kg ha⁻¹ de P; T4 - V50% + 150 kg ha⁻¹ de P; T5 – V50% + 200 kg ha⁻¹ de P; T6 – V60% + 50 kg ha⁻¹ de P; T7 – V60% + 100 kg ha⁻¹ de P; T8 – V60% + 150 kg ha⁻¹ de P; T9 – V60% + 200 kg ha⁻¹ de P.

Concordando com os dados obtidos para o crescimento em altura e em diâmetro, as maiores produções de massa seca da parte aérea se deram nos tratamentos 3 com adição de V50% + 100 kg ha⁻¹ de P (média de 0,95 g), 4 com V50% + 150 kg ha⁻¹ de P (média 0,90 g) e 5 com V50% + 200 kg ha⁻¹ de P (média de 0,89 g). As médias nesses tratamentos foram, respectivamente, 66,3%, 64,4% e 64% superiores em relação à média para produção de massa seca no tratamento testemunha (média de 0,32 g). Corroborando o crescimento total mais equilibrado nesses tratamentos e, portanto, a necessidade de adicionar calcário para elevar a saturação por bases do solo para 50% e a adição de, ao menos 100 kg ha⁻¹ de P para melhorar as condições de crescimento para as mudas de tento carolina. Isso também pode ser observado na Figura 3, a qual demonstra todos os dados obtidos e que proporcionaram as

médias analisadas.

Figura 3. Massa seca da parte aérea (em g) e massa seca da parte radicular (em g) de mudas de tento carolina, após 90 dias de submissão a diferentes proporções de calcário e adubo fosfatado.



Segundo Maeda e Bognola (2012) isso por ter ocorrido porque a calagem aumenta a eficiência de utilização do P, fornece Ca e Mg e pode melhorar as condições de disponibilidade dos demais nutrientes presentes no solo, para a produção de matéria seca da parte aérea, como observado pelos autores ao estudar o *Eucalyptus dunnii* Maiden e no presente caso.

Além disso, a produção de massa seca da parte aérea está relacionada com a altura das plantas, mas também, com a sua capacidade fotossintética. Segundo Fernandes et al. (2019) esta é uma das melhores características para avaliar a qualidade das mudas, apesar de destrutiva, pois reflete a fotossíntese líquida da planta. Sendo assim, plantas com maior massa seca e quantidade de folhas podem apresentar maior taxa fotossintética, o que auxilia na sua nutrição e, portanto, no crescimento das suas outras partes. Kirschbaum (2011) corrobora a importância da fotossíntese para o crescimento das plantas, quando enfatiza que, 30% de aumento na taxa fotossintética pode resultar em aumento de 10% no crescimento das plantas. Por isso, o incremento na matéria das folhas é um fator significativo no crescimento vegetal, uma vez que a folha é o órgão responsável pela fotossíntese (TATAGIBA et al., 2015).

As maiores produções para massa seca da parte radicular foram observadas em T3 V50% + 100 kg ha⁻¹ de P (média de 0,33 g) e T4 com V50% + 150 kg ha⁻¹ de P (média 0,31 g) que foram, respectivamente, 45,4% e 41,9% superiores em relação à média em T1 (0,18 g). Concordando com dados obtidos para a produção de massa seca da parte aérea e a necessidade de aplicar calcário e adubo fosfatado quando se utiliza solo no processo de produção de mudas de tento carolina. De acordo com Gomes e Paiva (2011) o adequado suprimento em P no início do crescimento da planta é importante para a formação dos primórdios vegetativos, uma vez que as raízes de plantas jovens absorvem fosfato mais rapidamente que raízes de plantas mais velhas. Por isso, explicam que, quanto mais abundante for o

sistema radicular, maior a chance de sobrevivência da planta no campo. Além disso, a elevação do pH e conseguinte neutralização do Al^{3+} tóxico favoreceram o desenvolvimento radicular, fato que contribui para maior absorção de água e nutrientes, como o Ca^{2+} principalmente, fornecido pelo calcário, agindo nos meristemas de crescimento (OLIVEIRA et al., 2018).

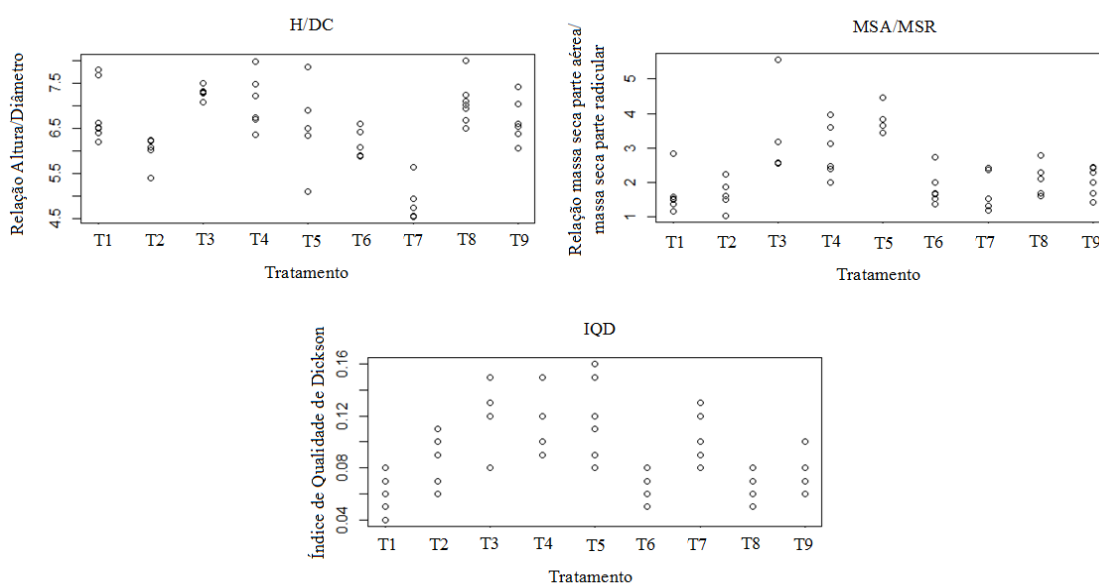
A partir da Figura 3 também é possível analisar como se deu essa produção de massa seca dentre as mudas em cada tratamento. É importante constatar que, as mudas que se destacam quanto às outras características morfológicas também são as que se destacam quanto à produção de massa seca da parte radicular, pois, auxilia a explicar o processo de crescimento, corroborando o que já foi observado anteriormente. Isso ocorre porque a água e os nutrientes que são absorvidos a partir do substrato utilizado, são carregados para a parte aérea das mudas, permitindo o processo fotossintético da mesma e, dessa forma, contribuindo para o seu crescimento total.

Silva et al. (2013) verificaram que, na fase inicial, o sistema radicular do cedro (*Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand.) foi favorecido pela calagem, o que se refletiu em uma maior sobrevivência em campo, pois, proporcionou mudas mais resistentes. O aumento na biomassa da raiz após calagem e/ou adubação fosfatada também foi observado por Prates et al. (2012), Costa Filho et al. (2013) e Freitas et al. (2013).

As relações H/DC e MSA/MSR são analisadas para saber se o crescimento da planta está ocorrendo de maneira favorável. A relação H/DC, por exemplo, esclarece se existe grande diferença entre o crescimento da parte aérea e da parte radicular, este último indicado pelo diâmetro de colo. De acordo com Moreira e Moreira (1996) a relação H/D pode ser utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (ARTHUR et al., 2007).

Verifica-se que, T3 e T4 se destacaram, juntamente com outros tratamentos, com as maiores médias. Sendo que, na Figura 4 pode-se observar a relação considerando cada muda analisada.

Figura 4. Relação altura/diâmetro de colo (H/DC), relação massa seca parte aérea/massa seca parte radicular (MSA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de tento carolina, após 90 dias de submissão a diferentes proporções de calcário e adubo fosfatado.



Nesse caso, interessariam as menores médias, porém, esses tratamentos (T3 e T4) se destacaram quanto ao crescimento em altura, em diâmetro e produção de massa seca, dessa forma, esses resultados não parecem indicar proporções de crescimento desfavoráveis entre a altura e o diâmetro das

mudas. Além disso, Birchler et al. (1998) recomendam que a média obtida para essa característica seja menor que 10, o que foi observada em todos os tratamentos analisados.

Semelhantemente, podemos destacar as médias para a relação MSA/MSR, que indicam a diferença entre a produção de massa seca da parte aérea em relação à parte radicular. Verifica-se que, T3 e T4 também se destacaram quanto a essa relação, porém, essas médias não estão indicando problemas de crescimento nesses tratamentos, já que, esses foram os mais favoráveis para a produção de massa seca das mudas de tento. A partir da Figura 4 observa-se que, em T3 e T4, a relação obtida para cada muda apresentou certa dispersão, em função da maior produção de massa seca da parte aérea, porém, sem afetar a qualidade das mudas.

Dessa forma, T3 e T4 foram alguns dos tratamentos nos quais as mudas apresentaram médias superiores ao analisar o IQD, comprovando que proporcionaram a obtenção de mudas de qualidade. O que também pode ser constatado a partir da Figura 4.

Segundo Fonseca et al. (2002), esta é uma característica utilizada para indicar a qualidade das mudas porque, no seu cálculo são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa das mudas, ponderando os resultados de vários atributos empregados na avaliação da qualidade dessas mudas. Por isso, Gomes e Paiva (2011) dizem que, quanto maior o valor do IQD, melhor o padrão de qualidade das mudas a serem levadas para transplante em campo.

4 CONCLUSÕES

A utilização de calcário para elevar a saturação por bases e de adubo fosfatado para complementar os teores de P do solo, promovem a obtenção de um substrato mais favorável para a produção de mudas de tento carolina.

As condições de T3 (V50% + 100 kg ha⁻¹ de P) e T4 (V50% + 150 kg ha⁻¹ de P) foram as melhores para a produção de mudas de tento carolina. No entanto, considerando uma questão econômica, recomenda-se a utilização de calcário em quantidade suficiente para elevar a saturação por bases para 50% e a complementação com 100 kg ha⁻¹ de P.

5 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R.H.M.; FREITAS, E.C.S.; PAIVA, H.N.; MEDEIROS, R.A. Adubação fosfatada na produção de mudas de *Cassia ferruginea* e *Cassia grandis*. **Nucleus**, Ituverava, v.15, n.1, p.41-50, 2018.
- ARAÚJO, E.O.; FERREIRA, C.R.G.; SCHIOCHET, J.; ALMEIDA, W.S. Doses e fontes de fósforo sob a eficiência nutricional de genótipos de feijão-caupi. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Jandaia, v.15 n.27, p.149-159, 2018.
- ARTHUR, G.A.; CRUZ, P.C.M.; FERREIRA, E.M. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, 2007.
- BIRCHLER, T.; ROSE, R.W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigación Agraria**, v.7, n.1/2, p.109-121, 1998.
- CARLOS, L.; VENTURIN, N.; VENTURIN, R.P.; ALVES, J.M.; SILVA, P.O. Liming and Phosphating in *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. seedlings. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.25, n.4, p.1-10, 2018.

COSTA FILHO, R.T.; VALERI, S.V.; CRUZ, M.C.P. Calagem e adubação fosfatada no crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em Latossolo vermelho-amarelo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.1, p.89-98. 2013.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v.36, p.10-13. 1960.

ERNANI, P.R.; NASCIMENTO, J.A.L.; CAMPOS, M.L.; CAMILLO, R.J. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p.537-544, 2000.

FERNANDES, M.C.O.C.; FREITAS, E.C.S.; PAIVA, H.N.; OLIVEIRA NETO, S.N. Crescimento e qualidade de mudas de *Citharexylum myrianthum* em resposta à fertilização nitrogenada. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.6, n.1, p.507-513, 2019.

FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; PINTO, J.R.S.; TOSTA, M.S.; DOMBROSKI, J.L.D. Fertilizante fosfatado no desenvolvimento de mudas de pinheira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.2, p.319-327. 2013.

FREITAS, E.C.S.; PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; OLIVEIRA, NETO, S.N. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.2, p.509-519, 2017a.

FREITAS, E.C.S.; PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; OLIVEIRA NETO, S.N. Effect of phosphate fertilization and base saturation of substrate on the seedlings growth and quality of *Plathymeria foliolosa* Benth. **Revista Árvore**, Viçosa, v.41, n.1, p.1-9, 2017b.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2011. 116p.

HOROWITZ, N.; MEURER, E.J. Eficiência agronômica de fosfatos naturais. In: YAMADA, T.; ABDALA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2004. p.665-682.

KIRSCHBAUM, M.U.F. Does enhanced photosynthesis enhance growth? Lessons learned from CO₂ enrichment studies. **Plant Physiology**, v.155, n.1, p.117-124, 2011.

KISSMANN, C.; SCALON, S.P.Q.; SCALON FILHO, H.; RIBEIRO, N. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenanthera pavonina* L. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.32, n.2, p.668-674, 2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 173p.

MAEDA, S.; BOGNOLA, I.A. Influência de calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial de eucalipto e nos níveis críticos de P. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.32, n.72, p.401-407, 2012.

MARTINS, W.B.R.; FERREIRA, G.C.; SOUZA, F.P.; DIONISIO, L.F.S.; OLIVEIRA, F.A. Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. **Floresta**, Curitiba, v.48, n.1, p.37- 48, 2018.

MIRANDA, J.F.; BATISTA, I.M.P.; TUCCI, C.A.F.; ALMEIDA, N.O.; GUIMARÃES, M.A. Substrato para produção de mudas de macacaúba (*Platymiscium ulei* Harms) no município de Autazes, AM. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.555-562, 2013.

MOREIRA, F.M.S.; MOREIRA, F.W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v.26, n.1/2, p.3-16, 1996.

NATALE, W.; ROZANE, D.E.; PARENT, L.E.; PARENTI, S.E. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.1924-1306, 2012.

NOVAIS, R.F.; MELLO, J.W.V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p.133-204.

OLIVEIRA, I.A.; MARQUES JUNIOR, J.; COSTA CAMPOS, M.C.; AQUINO, R.E.; FREITAS, L.; SILVA SIQUEIRA, D.; CUNHA, J.M. Variabilidade espacial e densidade amostral da suscetibilidade magnética e dos atributos de Argissolos da Região de Manicoré, AM. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.29, n.3, p.668-681, 2015.

OLIVEIRA, R.; SOUZA, N.F.; PIETROSKI, M.; FERBONINK, G.F. Mudanças de *Tectona grandis* produzidas em diferentes níveis de saturação por bases do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.5, n.2, p.31-38, 2018.

PRATES, F.B.S.; LUCAS, C.S.G.; SAMPAIO, R.A.; BRANDÃO JUNIOR, D.S.; FERNANDES, L.A.; JUNIO, G.R.Z. Crescimento de mudas de pinhão-mansão em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.2, p.207-213. 2012.

RESENDE, J.M.A.; JÚNIOR, J.M.; MARTINS FILHO, M.V.; DANTAS, J.S.; SIQUEIRA, D.S.; TEIXEIRA, D.B. Variabilidade espacial de atributos de solos coesos do leste maranhense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.38, n.4, p.1077-1090, 2015.

RODRIGUES, A.P.D.C.; OLIVEIRA, A.K.M.; LAURA, V.A.; YAMAMOTO, C.R.; CHERMOUTH, K.S.; FREITAS, M.H. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.617-623, 2009.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z.R.H.; SOUZA, P.R. **Manual de Produção de mudas de espécies florestais nativas**. Campo Grande: Editora UFMS, 2006. 62p.

SILVA, P.M.C.; UCHÔA, S.C.P.; BARBOSA, J.B.F.; BASTOS, V.J.; ALVES, J.M.A.; FARIAS, L.C. Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*). **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.7, n.1, p.63-69. 2013.

SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R.B.; LIMA, J.S.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes con-

dições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

STURION, J.A.; ANTUNES, B.M.A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa, 2000. p.125-150.

TATAGIBA, S.D.; TOLEDO, J.V.; PEZZOPANNE, J.E.M.; ZANETTI, S.S.; CECÍLIO, R.A. Crescimento de mudas clonais de eucalipto em condições de déficit hídrico. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.25, n.1, p.16-20, 2015.

TUCCI, C.A.F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**. 1991. 142f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa: UFV, 2009. 272p.

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de eucaliptos e pinus. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. 2. ed. Piracicaba: IPEF, 2015. p.167-190.