

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE PEQUI SOB EFEITO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES¹

GROWTH AND MINERAL NUTRITION IN SEEDLINGS OF PEQUI SUBJECTED TO NUTRIENT DEPRIVATION

Leandro Carlos² Nelson Venturin³ Renato Luiz Grisi Macedo⁴ Emilio Manabu Higashikawa⁵ Mauro Brino Garcia⁶ Elias de Sá Farias⁷

RESUMO

A implantação de espécies frutíferas e medicinais nativas do cerrado pode amenizar o aspecto ambiental negativo decorrente da destruição destes recursos naturais, bem como melhorar seu aproveitamento que atualmente se restringe às populações regionais. Entretanto, o êxito desse empreendimento depende em parte do conhecimento das exigências nutricionais dessas espécies. Com o objetivo de avaliar os aspectos nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento de mudas de *Caryocar brasiliense* Camb., conduziu-se um experimento em vasos, em casa de vegetação, num Latossolo Vermelho-Amarelo de baixa fertilidade. Foram empregados 12 tratamentos, sob a técnica do nutriente faltante, em um delineamento de blocos inteiramente casualizados com oito repetições. Adotaram-se os seguintes tratamentos: completo 1 (C1 - adubado com N, P, K, S, B, Cu, Fe, Zn e calagem), completo 2 (C2 - adubado com N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Zn, sem calagem), tratamentos completos omitindo-se quando pertinente cada um dos nutrientes (completo 1 - N, completo 1 - K, completo 1 - S, completo 1 - P, completo 1 - B, completo 1 - Zn, completo 1 - calagem, completo 2 - Ca, completo 2 - Mg), testemunha (solo natural). Aos 180 dias após o plantio foram medidos os diâmetros e a altura das plantas, que foram colhidas e separadas em parte aérea e sistema radicular. As amostras foram secas a 70°C, pesadas, e determinados os teores de nutrientes na biomassa seca da parte aérea, biomassa seca da raiz e biomassa seca total. De acordo com os resultados, conclui-se que a omissão de Zn, K e Mg não afeta o crescimento em altura das mudas de *Caryocar brasiliense*; durante o período de formação de mudas, nenhuma ausência de nutrientes afeta o desenvolvimento em diâmetro das plantas de *Caryocar brasiliense*; a biomassa seca total não é afetada pelas omissões dos nutrientes; a relação raiz/parte aérea demonstra que a espécie é adaptada a solos com baixo pH e baixos níveis de fósforo, típicos de cerrado; a espécie *Caryocar brasiliense* mostra baixa exigência nutricional durante o processo de formação de mudas, embora os resultados possam ter sido mascarados pelas reservas contidas nas sementes; os teores de nutrientes na biomassa seca da parte aérea do pequi são baixos, indicando baixa exigência nutricional da espécie.

Palavras-chave: nutrientes faltantes; *Caryocar brasiliense*; casa de vegetação; espécie do cerrado.

ABSTRACT

The establishment of fruit and medicinal native species of Savannah may soften the negative environmental

1 Trabalho desenvolvido com apoio CNPq e Fapemig

2 Engenheiro Florestal, Msc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. lcmaestro@gmail.com

3 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. venturin@def.ufla.br

4 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. rlgrisi@def.ufla.br

5 Engenheiro Florestal, Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. emilio.higashikawa@gmail.com

6 Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. garcia.floresta@gmail.com

7 Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. elias_ef_ufla@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 13/11/2009 e aceito em 19/10/2012

aspect arising from deforestation, and improve their utilization which today is restricted to local populations. However, it depends on a better understanding of the nutritional requirements of these species. It aims to assess the nutritional aspects and effects of nutrients in the absence of development of *Caryocar brasiliense* Camb. An experiment was conducted in pots, red-yellow Oxisol substrate of low fertility in the greenhouse. 12 treatments were employed under the technique of the missing nutrient in fully randomized block design with eight replicates. The following treatments were applied: complete 1 (C1-fertilized with N, P, K, S, B, Cu, Fe, Zn and lime), complete 2 (C2-fertilized with N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Zn, without lime), omitting treatments complete when each of the relevant nutrients (complete 1, complete 1-K, complete -S, complete 1-P, complete 1 - B, complete 1 - Zn, complete 1 - lime, complete 2-Ca, complete 2 - Mg) and control. The plants were harvested and separated into air shoot and root system. Samples were dried at 70 °C, weighed and determined the levels of nutrients in shoot dry matter. According to the results concluded that the omission of Zn, Mg and K do not affect height growth of *Caryocar brasiliense* seedlings; during the absence of nutrients affect the development of plants in diameter *Caryocar brasiliense*, the total dry matter is not affected by the omission of nutrients; root / shoot ratio shows that the species is adapted to soils with low pH and low phosphorus levels; *Caryocar brasiliense* species show low nutritional requirements during formation process of seedlings, although the results may have been masked by the reservations contained in the seeds; nutrient content in pequi shoot dry biomass is low, indicating low nutritional requirements of the species.

Keywords: missing nutrients; *Caryocar brasiliense*; greenhouse; species of 'Cerrado' region.

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado embora possua uma rica biodiversidade, ela não é utilizada satisfatoriamente para o desenvolvimento tecnológico, econômico e social no Estado de Minas Gerais. Assim, iniciativas precisam ser promovidas e incentivadas para se evitar a perda desta biodiversidade e para viabilizar o seu uso sustentável (DAVIDE & SILVA, 2008).

A grande diversidade de espécies frutíferas e medicinais nativas da região dos cerrados ainda é utilizada apenas pelas populações regionais como usos alimentares e medicinais. Conhecer a silvicultura dessas espécies é um fator essencial, visto que a exploração excessiva de tais recursos pode gerar perdas enormes para o futuro.

A *Caryocar brasiliense* Camb, conhecida como pequi, espécie da família Caryocaraceae, é uma árvore com altura de 6 a 10 m, com tronco tortuoso de 0,30 a 0,40 m de diâmetro. Possui folhas compostas trifolioladas, e folíolos pubescentes. É uma árvore semidecídua, heliófita, seletiva xerófila, ocorrendo tanto em formações primárias como em secundárias e pioneiras. Ocorre nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso, sob domínio do Cerrado (LORENZI, 2002).

Apolpados frutos é considerada como iguaria regional, servindo também para produzir sabão e alimento para a fauna. A madeira é moderadamente pesada, macia e de boa durabilidade natural,

com densidade de 0,90 g cm⁻³. Árvore ornamental, melífera e forrageira. Na medicina popular, os caroços são tônicos, a semente é expectorante, as folhas regulam a menstruação. Das sementes torradas obtém-se a castanha que é utilizada como alimento. A casca e as folhas produzem um corante amarelo, sendo a casca utilizada em curtume, e as raízes são tóxicas para os peixes (SILVA JUNIOR, 2005).

As pesquisas têm demonstrado que, com o passar dos tempos, a fertilização de espécies florestais melhora a produtividade, a qualidade e o estabelecimento dos plantios florestais.

A obtenção de mudas de qualidade para o plantio definitivo é importante para se obter sucesso no empreendimento florestal. Isto pode ser alcançado de maneira prática, rápida e fácil, observando-se parâmetros morfológicos. Segundo Duryea (1985), a qualidade pode ser definida como aqueles atributos necessários para que uma muda sobreviva e se desenvolva após o plantio no campo.

Para se determinar a qualidade de uma muda pronta para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos aspectos internos das mudas, denominados de fisiológicos (CARNEIRO, 1995). Os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, devendo ser ressaltado que algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o

desenvolvimento das mudas nos plantios no campo (FONSECA, 2000). Carneiro (1995) sugere como principais parâmetros morfológicos para determinar a qualidade de uma muda, a altura da parte aérea, o diâmetro do colo, a relação altura da parte aérea/diâmetro do colo, o peso das mudas, dentre outros, e como parâmetros fisiológicos o autor cita o estado nutricional, a ecofisiologia das raízes e o potencial de regeneração das raízes, dentre outros. Hunt (1990) recomendou o índice de qualidade de Dickson (IQD) como sendo bom indicador da qualidade de mudas.

O peso da biomassa seca da parte aérea é um indicativo do crescimento da haste, das ramificações e das acículas ou das folhas. Contudo, os mesmos fatores que influenciam o comprimento da parte aérea das plantas, como a disponibilidade de nutrientes no solo, dentre outros, atuam também sobre o seu peso (CARNEIRO, 1985).

Crescimento e desenvolvimento, da germinação até a senescência alteram a exigência nutricional de uma planta. De modo contrário, o estado nutricional de uma planta altera a taxa de desenvolvimento, a intensidade de crescimento e a característica morfológica específica (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Uma maneira rápida e econômica de se realizar estes estudos é através da utilização da técnica do nutriente faltante que avalia qualitativamente um dado nutriente no solo. Esta técnica é simples e segura para a identificação de deficiências nutricionais. Consiste em avaliar o desenvolvimento de uma espécie em casa de vegetação ou em campo, através de um tratamento completo (com todos os nutrientes necessários e em doses adequadas) e uma série de tratamentos, nos quais é feita a omissão de um nutriente de cada vez (SANCHES & SALINAS, 1981). Para evitar que o resultado seja influenciado pela deficiência de outros nutrientes, adiciona-se fonte dos demais nutrientes, em quantidades não limitantes e nem tóxicas (BRAGA et al., 1995).

A metodologia da técnica do nutriente faltante já foi utilizada por vários autores que estudaram diversas espécies florestais. Dentre eles, Silva et al. (2003) observaram que as omissões dos nutrientes N, P e Ca foram as que mais limitaram o crescimento em altura e em diâmetro das mudas de umbu (*Spondias tuberosa*) e que as mudas sob omissão de N e P apresentaram menor produção de biomassa seca da parte aérea.

Venturin et al. (2005) relataram que a

ausência dos nutrientes P e N afetou drasticamente o crescimento das mudas de candeia (*Eremanthus erythopapus*) e que os teores de K, Ca, S, B e Zn na biomassa seca da parte aérea foram reduzidos nas omissões destes nutrientes.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar os requerimentos nutricionais de *Caryocar brasiliense* Camb. (pequi) em estádio de mudas em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido de Janeiro a Agosto de 2008 em casa de vegetação do Departamento de Ciências Florestais na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Como substrato foi utilizado um Latossolo Vermelho-Amarelo, de baixa fertilidade natural, coletado em uma área de cerrado no município de Itumirim, MG, a uma profundidade de 0,20 a 0,40 m, evitando-se a camada fértil do solo que poderia mascarar o efeito dos fertilizantes.

Após a secagem ao ar, o solo foi peneirado e foi retirada uma amostra para análise física e química (Tabela 1). O solo foi armazenado em sacos plásticos e adicionados os nutrientes utilizados na técnica do nutriente faltante. Foi realizada a incubação por um período de vinte dias. Ao final da incubação, o solo foi depositado em vasos com capacidade de 3,8 kg de solo. Os vasos constituíram as parcelas, que ficaram localizados sobre uma bancada, na casa de vegetação, com os fundos vedados para evitar perda de nutrientes.

As análises físicas do solo constaram de determinação da textura (Método do Densímetro) e da densidade de partículas (Método do Balão Volumétrico), conforme EMBRAPA (1997), realizadas no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Lavras. As análises químicas foram feitas através dos seguintes métodos: pH (H_2O - Relação 1:2,5); matéria orgânica (Walkley e Black, 1934); P e K (HCl 0,05 molc L^{-1} + H_2SO_4 0,025 molc L^{-1}), segundo Vettori (1969); Ca, Mg, Al e H + Al (extrator KCl 1 molc L^{-1}); Zn, Cu, Fe e Mn (HCl 0,05 molc L^{-1} + H_2SO_4 0,25 molc L^{-1}) segundo Viets Junior & Lindsay (1973); S (Ca (H_2PO_4) . H_2 + 500 ppm P), conforme Tedesco et al. (1985); B (água quente) segundo descrição de Jackson (1970). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Lavras.

Foram testados 12 tratamentos em um delineamento experimental de blocos inteiramente

casualizados, com oito repetições, sendo um vaso por repetição e uma planta por vaso.

Os tratamentos constaram da adubação com elemento faltante da seguinte forma: completo 1 (C1 - adubado com N, P, K, S, B, Cu, Zn e calagem), completo 2 (C2 - adubado com N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Zn, sem calagem), tratamentos completos omitindo, quando pertinente, cada um dos nutrientes (completo 1 - N, completo 1 - K, completo 1 - S, completo 1 - P, completo 1 - B, completo 1 - Zn, completo 1 - calagem, completo 2 - Ca, completo 2 - Mg), testemunha (solo natural).

Para os tratamentos que receberam calcário, as doses foram baseadas em curvas de incubação determinadas via experimentos de laboratório, adotando-se o critério de aumentar saturação por

bases (V) a 70%. O corretivo foi o calcário dolomítico calcinado, micropulverizado, com 36% de CaO, 14% de MgO (PRNT igual a 100%).

As doses das fontes para o tratamento completo foram calculadas atendendo a adubação básica, de acordo com RAIJ (1991): 100 mg de N, 300 mg de P, 100 mg de K, 200 mg de Ca, 60 mg de Mg, 40 mg de S, 0,5 mg de B, 1,5 mg de Cu, 0,5 mg de Zn. Foram utilizados como fontes os seguintes sais p.a: NH_4NO_3 , H_3PO_4 , KH_2PO_4 , MgSO_4 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Na_2SO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , ZnCl_2 .

No tratamento C2, o Ca e o Mg foram fornecidos, respectivamente, na forma de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Devido a sua baixa taxa de germinação natural, as sementes de *Caryocar brasiliense* foram

TABELA 1: Componentes químicos e físicos do solo natural e após adubação com macro e micronutrientes (pequi).

TABLE 1: Chemical and physical components of the natural soil and after fertilization with macro and micronutrients.

Parâmetros	Solo não adubado - Natural	Solo após aplicação do tratamento
		completo 1
pH (H ₂ O)	5,4	5,9
P (mg dm ⁻³)	0,6	13,6
K (mg dm ⁻³)	25	168
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,4	0,5
Mg ²⁺ (mg dm ⁻³)	0,2	0,3
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0	0
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	1,9	1,5
SB (cmol _c dm ⁻³)	0,7	1,2
(t) (cmol _c dm ⁻³)	0,7	1,2
(T) (cmol _c dm ⁻³)	2,6	2,7
V (%)	25,8	45,1
m (%)	0	0
MO (dag kg ⁻¹)	0,5	0,3
P-rem (mg L ⁻¹)	9,4	20,5
Zn (mg dm ⁻³)	0,3	2,5
Fe (mg dm ⁻³)	12,6	13,9
Mn (mg dm ⁻³)	1,8	1
Cu (mg dm ⁻³)	0,4	1,4
B (mg dm ⁻³)	0,3	0,3
S (mg dm ⁻³)	20,7	46,1
Areia (dag kg ⁻¹)	68	68
Silte (dag kg ⁻¹)	7	7
Argila (dag kg ⁻¹)	25	25

Em que: SB = Soma de bases; t = capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva; T = CTC potencial; V% = Percentagem de saturação de bases; m = Percentagem de saturação de alumínio; MO = matéria orgânica.

escarificadas com ajuda de uma furadeira doméstica adaptada com escova de aço, visando à retirada dos espinhos que são inibidores da germinação (DOMBROSKI et al., 1998), em seguida foram tratadas com ácido giberélico (GA3) a 125 ppm por 3 dias, conforme Pereira et al. (2002), tal tratamento é usado para uniformizar e acelerar a germinação.

As sementes foram semeadas em uma sementeira no viveiro florestal da UFLA e as plântulas transplantadas para os vasos após 30 dias da semeadura. Foi transplantada uma plântula por vaso.

A umidade do solo foi mantida em torno de 60% do volume total de poros (VTP), conforme proposto por Freire et al. (1979), e aferida diariamente, através de pesagem, completando-se o peso com água desmineralizada.

O ensaio teve duração de seis meses. Ao término, os blocos foram desmontados e as raízes separadas do solo por lavagem em água corrente, obtendo-se as plântulas inteiras e individualizadas.

As características biométricas e suas relações, consideradas para avaliação das mudas, foram os dados de morfologia: altura da parte aérea (H); diâmetro do colo (D); relação biomassa seca da raiz e a biomassa seca da parte aérea (R/PA), o material foi seco em estufa de circulação forçada a 70°C, pesado em balança de precisão de 3 casas e posteriormente moído para ser levado para análise química, o índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960). O IQD foi calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{BST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{BSPA}{BSR}\right)}$$

Onde: IQD: Índice de qualidade de mudas de Dickson; BST: Biomassa seca total; H: Altura da planta até a gema apical; D: Diâmetro do colo; BSPA: Biomassa seca da parte aérea; BSR: Biomassa seca do sistema radicular.

Através do material seco da parte aérea foi determinada a concentração de macro e micronutrientes, segundo Sarruge & Haag (1974).

As análises foram feitas no laboratório de nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciências do Solo da UFLA.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott a 5%

de probabilidade para comparar as médias entre os tratamentos, conforme Gomes (1985). Para tal, foi utilizado o programa Sisvar 4.6. Os gráficos e tabelas foram gerados pelo programa Microsoft EXCEL 2003.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento das plantas

Os resultados das características morfológicas de altura, diâmetro e produção de matéria seca, bem como relação raiz/parte aérea e o índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD), estão apresentados na Tabela 2.

Para o crescimento em altura, os tratamentos com omissão de Zn, K e Mg mostraram resultados iguais ao completo. Isso se deve ao fato do pequi possuir uma semente grande e rica em nutrientes, principalmente o Zn. Keil (2007) verificou que as plantas de *Ocotea odorifera* (vell.) sob omissão de K apresentaram-se maiores em altura que o tratamento completo.

Não houve diferenças significativas para o crescimento em diâmetro para as mudas de pequi nos diferentes tratamentos (Tabela 2). Isso pode estar relacionado ao fato da espécie estar adaptada a solos pobres e ácidos e/ou apresentar sementes com amêndoa volumosa com um razoável teor de nutrientes que pode ter suprido de forma suficiente para a fase de formação das mudas. Lima et al. (2007) estudando o perfil lipídico do pequi apontaram um alto teor de lipídeos na amêndoa, destacando-se nos mesmos a presença dos ácidos graxos insaturados, predominando o ácido oléico como principal componente entre os ácidos graxos. Oliveira et al. (2008) constataram que a amêndoa é mais nutritiva em termos de minerais e lipídeos do que a polpa. Isso sugere que o pequi armazena nutrientes nas sementes para liberá-los às plântulas.

Segundo Souza et al. (2006), o diâmetro do coleto é fundamental na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após plantio.

Em relação à biomassa seca da parte aérea, todos os tratamentos foram semelhantes ao completo, exceto a testemunha e os tratamentos com omissão de P e calagem, que apresentaram menores valores.

A sequência de exigência nutricional apresentada pelas mudas de pequi em relação ao tratamento completo, considerando a produção de

TABELA 2: Altura (H), diâmetro do colo (D), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca de raiz (BSR), biomassa seca total (BST), relação raiz/parte aérea (R/PA) e Índice de Qualidade de Dickson para mudas de pequi nos diferentes tratamentos, aos 180 dias após transplantio.

TABLE 2: Height (H), diameter of the neck (D), dry weight of aerial plant (BSPA), dry root biomass (BSR), total dry biomass (BST), relation root / aerial (R / PA) and Quality Index of Dickson (IQD) to seedlings of pequi in different treatments, 180 days after transplanting.

Tratamentos	H (cm)	D (mm)	BSPA(g)	BSR(g)	BST(g)	R/PA	IQD
C1- calagem	27,30 b	5,74 a	4,60 b	1,54 b	6,14 a	0,365 c	0,794 b
Testemunha	26,73 b	5,65 a	4,69 b	3,36 a	8,05 a	0,755 a	1,318 a
C1 - P	29,73 b	5,76 a	5,99 b	2,75 b	8,73 a	0,479 b	1,198 b
C2 - Ca	28,99 b	5,63 a	6,36 a	2,37 b	8,73 a	0,387 c	1,102 b
C1	32,00 a	5,69 a	6,44 a	2,58 b	9,02 a	0,418 c	1,098 b
C1 - S	29,15 b	6,58 a	6,95 a	3,47 a	10,42 a	0,508 b	1,620 a
C2	27,46 b	5,44 a	6,99 a	2,36 b	9,36 a	0,339 c	1,167 b
C1 - N	28,14 b	6,02 a	7,05 a	2,68 b	9,73 a	0,395 c	1,387 a
C1 - B	29,90 b	5,70 a	7,22 a	2,24 b	9,47 a	0,312 c	1,128 b
C1 - Zn	33,52 a	5,94 a	7,62 a	3,09 a	10,71 a	0,394 c	1,309 a
C2 - Mg	34,56 a	6,31 a	7,68 a	3,65 a	11,33 a	0,488 b	1,506 a
C1 - K	36,27 a	5,78 a	8,41 a	2,35 b	10,76 a	0,287 c	1,094 b
Média	30,31	5,85	6,66	2,70	9,37	0,42	1,22
CV%	19,68	13,43	29,17	31,64	27,38	28,52	29,74

Em que: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

biomassa seca da parte aérea, em ordem decrescente foi: P > Ca > S > N > B > Zn > Mg > K.

Os maiores valores para biomassa seca do sistema radicular foram encontrados nos tratamentos com ausência de Mg, S e Zn.

A biomassa seca total não apresentou varia ção estatística, isso mostra que onde houve menor crescimento da parte aérea ocorreu o investimento em sistema radicular, como aconteceu nos tratamentos sob omissão de P, Mg e S. Esses tratamentos apresentaram maior relação raiz/parte aérea. Isso mostra que a espécie está realmente adaptada às condições de baixa fertilidade, criando mecanismos para se desenvolver mesmo nessas condições.

Os maiores valores para o índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) ocorreram nos tratamentos com omissão de Zn, N, S e Mg e testemunha. Nota-se que os valores maiores correspondem aos melhores tratamentos. Esses tratamentos apresentaram valores maiores que os dois tratamentos completos. Isso indica que a espécie não é muito exigente na sua fase de formação de mudas, não necessitando, portanto, de adubação durante a sua formação.

Nutrição mineral do pequi

Os teores dos nutrientes na biomassa seca da parte aérea (BSPA) das mudas estão apresentados na Tabela 3. Os baixos teores dos nutrientes apresentaram-se associados aos tratamentos sob omissão de cada nutriente.

Os teores dos macronutrientes e micronutrientes na biomassa seca da parte aérea de mudas no tratamento completo e nos tratamentos com as omissões dos nutrientes foram: a) tratamento completo: 12,47 (g kg⁻¹) de N; 0,832 (g kg⁻¹) de P; 12,2 (g kg⁻¹) de K; 6,61 (g kg⁻¹) de Ca; 2,017 (g kg⁻¹) de Mg e 2,43 (g kg⁻¹) de S (g kg⁻¹); 55,15 (mg kg⁻¹) de B e 49,23 de Zn (mg kg⁻¹) e b) tratamento com omissão: 10,37 (g kg⁻¹) de N; 0,595 (g kg⁻¹) de P; 5,2 (g kg⁻¹) de K; 2,80 (g kg⁻¹) de Ca; 1,66 (g kg⁻¹) de Mg e 1,8 (g kg⁻¹) de S; 22,64 (mg kg⁻¹) de B e 12,61 de Zn (mg kg⁻¹).

Os tratamentos com omissão de K e Ca apresentaram maiores teores de N do que o tratamento completo. A omissão de B obteve resultados semelhantes aos tratamentos completos para a absorção de N. Segundo Mendonça et al. (1999), a omissão de Ca propiciou maior teor de N

TABELA 3: Teor de nutrientes na biomassa seca da parte aérea (BSPA) de mudas de pequi submetidas a tratamentos com e sem omissão de nutrientes aos 180 dias após transplantio.

TABLE 3: Nutrient content in dry matter of aerial plant (BSPA) of pequi seedlings subjected to treatments with and without omission of nutrients.

Tratamentos	N		P		K		Ca		Mg		S		B		Zn	
	g kg ⁻¹															
	----- mg kg ⁻¹ -----															
C1 - B	13,13	b	0,92	a	12,80	b	6,96	c	1,93	b	2,03	c	22,64	b	44,51	c
Testemunha	8,37	c	0,79	b	5,80	d	4,28	e	1,26	d	0,33	d	27,14	b	16,26	f
C1 - K	15,00	a	0,85	a	5,20	d	8,22	b	2,46	a	4,90	b	54,11	a	85,63	b
C1	12,47	b	0,83	a	12,20	b	6,61	c	2,02	b	2,43	c	55,15	a	49,23	c
C1 - Calagem	15,53	a	1,04	a	15,40	a	3,50	f	1,04	d	4,97	b	55,78	a	114,46	a
C2 - Ca	12,93	b	0,79	b	12,60	b	2,80	f	1,22	d	0,87	d	56,42	a	115,06	a
C2	11,87	b	0,72	b	7,80	c	10,28	a	1,73	c	3,27	c	56,46	a	37,57	d
C2 - Mg	9,00	c	0,76	b	8,20	c	7,99	b	1,66	c	7,23	a	58,79	a	33,31	d
C1 - S	7,87	c	0,64	c	7,60	c	6,08	d	2,26	a	1,80	c	58,92	a	37,00	d
C1 - Zn	10,63	c	0,92	a	10,60	b	6,71	c	2,06	b	2,20	c	61,03	a	12,61	f
C1 - N	10,37	c	0,87	a	8,80	c	10,66	a	1,77	c	7,37	a	63,53	a	27,06	e
C1 - P	7,83	c	0,59	c	9,60	c	5,48	d	2,42	a	5,60	b	68,88	a	19,54	f

Em que: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

nas folhas de mudas de aroeira-do-sertão, devido à maior disponibilidade de N na forma amoniacal. Marques et al. (2004) encontraram resultados semelhantes para Ca e B nas folhas de paricá.

O teor de P foi menor no tratamento sob omissão do mesmo. O fósforo é uma molécula onipresente no metabolismo das plantas, estando presente em diversas atividades bioquímicas importantes, sendo parte do DNA, RNA, ATP dentre outros, sendo que sua falta afeta o desenvolvimento das plantas (EPSTEIN e BLOOM, 2004). Pode-se dizer que o P afetou o crescimento, mas que a espécie tem mecanismos para se desenvolver bem em ambientes com baixa disponibilidade de fósforo. A alta absorção de P se deu no tratamento sob omissão de Zn, devido à ausência de inibição competitiva entre o íon Zn e o H₂PO₄ (MALAVOLTA, 1989).

Os tratamentos com omissão de Ca, seguidos pela omissão de B e Zn, foram os tratamentos que apresentaram os maiores teores de K. O íon K⁺ é favorecido sinergicamente pelo Ca²⁺ em baixas concentrações (MALAVOLTA, 1989). A biomassa seca da parte aérea na ausência de K para o pequi foi igual a do tratamento completo e os menores teores de K foram encontrados na testemunha e no tratamento sob omissão de K. Isso demonstra o baixo requerimento da espécie por este nutriente. Keil (2007) estudando *Ocotea odorifera* mostrou resultados semelhantes, sendo o valor crítico foliar

de 5,8 g kg⁻¹.

O cálcio apresentou menores teores nos tratamentos sob omissão do mesmo. Os maiores teores foram encontrados no tratamento sob ausência de N, seguido pela omissão de K e Mg. A alta concentração de Ca nas ausências de K e Mg possivelmente está relacionada com a redução do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes (MALAVOLTA et al., 1997). Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erithropappus* (candeia).

Os menores teores de Mg foram apresentados no tratamento sob omissão do mesmo e nos tratamentos sob ausência de Ca. Os tratamentos sob omissão de P, K e S obtiveram maiores teores de Mg do que os tratamentos completos. Os teores altos de K se devem à redução da inibição competitiva entre K⁺ e Mg²⁺ (MALAVOLTA, 1989). Sorreano (2006) encontrou resultados semelhantes para a relação competitiva entre K e Mg no desenvolvimento das mudas de *Croton urucurana*.

Os tratamentos com ausência de N e Mg apresentaram os maiores teores de S na biomassa seca da parte aérea. Os mais baixos teores foram encontrados na testemunha e no tratamento com ausência de Ca. Para ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), o maior teor de S foi encontrado na

omissão de N (SOUZA et al., 2006).

O teor de B na biomassa seca da parte aérea para plantas de pequi foi inferior somente no tratamento sob ausência do mesmo e na testemunha. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente. O valor da biomassa seca da parte aérea na ausência de boro mostrou-se estatisticamente igual ao tratamento completo. Isso é um indicativo de que o pequi não é exigente em B na fase de formação de mudas.

Os maiores teores de Zn nas plantas de pequi foram encontrados nos tratamentos sob omissão de Ca, devido à inibição competitiva. Resultados semelhantes foram encontrados por Duboc et al. (1996) em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (2005) em *Eremanthus erithropappus* (candeia) e por Sorreano (2006) em *Aegiphila sellowiana* (tamanqueiro), em que os tratamentos com omissão de Ca obtiveram maiores teores de Zn.

Os teores de nutrientes na biomassa seca da parte aérea do pequi são baixos ao se comparar com outras espécies, e, apesar desses baixos teores, os valores de biomassa seca total e índice de qualidade de mudas de Dickson são estatisticamente iguais aos tratamentos completos, ou seja, a omissão de um nutriente não foi tão limitante ao crescimento, mostrando que os teores requeridos pela espécie são baixos. Tais resultados indicam que o pequi possui baixos níveis de exigência nutricional.

Porém, vale lembrar que o estabelecimento em campo está diretamente ligado à qualidade nutricional das mudas e que os valores médios de nutrientes na biomassa seca da parte aérea mostraram-se geralmente menores nos tratamentos sob as omissões.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho permitem concluir que:

- a) A omissão de Zn, K e Mg não afeta o crescimento em altura das mudas de *Caryocar brasiliense*;
- b) Durante o período de formação de mudas, nenhuma ausência de nutrientes afeta o desenvolvimento em diâmetro das plantas de *Caryocar brasiliense*;
- c) A biomassa seca total não é afetada pelas omissões dos nutrientes;
- d) A relação raiz/parte aérea demonstra que a espécie é adaptada a solos com baixo pH e baixos níveis de fósforo, típicos de cerrado;
- e) A espécie *Caryocar brasiliense* mostra baixa exigência nutricional durante o processo de formação

de mudas, embora os resultados possam ser mascarados pelas reservas contidas nas sementes;

f) Os teores de nutrientes na biomassa seca da parte aérea do pequi são baixos, indicando baixa exigência nutricional da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, F. A. et al. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 18-32, 1995.

CARNEIRO, J. G. A. **Efeito da Densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de Pinus Taeda L. em viveiro e após plantio**. Curitiba: UFPR, 1985. 125 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995. 451 p.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. da. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. 175 p.

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

DOMBROSKI, J. L. D.; PAIVA, R.; CARMO, I. P. de. Efeito de escarificação sobre a germinação do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 1, p. 68-73, abr. 1998.

DUBOC, E. et al. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang). **Revista Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 1-12, 1996.

DURYEA, M. L. Evaluating seedling quality importance to reforestation. In: _____. **Evaluating seedling quality principles, procedures, and predictive abilities of major tests**. Corvallis: Forest Research Laboratory Oregon State University, 1985. p. 1-6.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de Trema micrantha (L.) Blume., Cedrela fissilis Vell. e Aspidosperma polyneurom Müll. Arg produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2000.

FREIRE, J. C. et al. Métodos de aplicação de adubos na formação de mudas de *Eucalyptus grandis* F. Hill ex Maiden. **Silvicultura**, São Paulo, v. 14, p. 385-

- 386, 1979.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466 p.
- HUNT, G. A. Effect of styrobloc design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.
- JACKSON, M. L. **Análise química de solos**. Barcelona: Omega, 1970. 66 p.
- KEIL, S. S. **Efeito da omissão de nutrientes na composição de óleo de sassafrás (*Ocotea odorifera* (vell.) Rohwer)**. 2007. 97 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal-Silvicultura)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- LIMA, A. de. et al. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliensis*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695-698, dez. 2007.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARQUES, T. C. L. L. M. et al. Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) na fase de muda. **Revista Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 167-183, 2004.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuval* Fr. All (aroeira do sertão). **Revista Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 65-75, 1999.
- OLIVEIRA, M. E. B. de. et al. Características químicas e físico-químicas de frutos do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória, 2008. 1 CD-ROM.
- PEREIRA, A. V. et al. **Enxertia de mudas de pequi**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 25 p. (Documentos, 66).
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato/Agronômica Ceres, 1991. 343 p.
- SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 34, p. 279-406, 1981.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.
- SILVA JUNIOR, M. C. da. **100 árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília, DF: Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278 p.
- SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 152-155, 2003.
- SORREANO, M. C. M. **Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas**. 2006. 296 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada)-Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G. Adubação mineral do ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 261-270, 2006.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNRN, H. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188 p. (Boletim técnico, 5).
- VENTURIN, N. et al. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 211-219, maio/ago. 2005.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 34 p. (Boletim técnico, 7).
- VIETS JUNIOR, F. G.; LINDSAY, W. L. Testing soils for zinc, Cooper, manganese and iron. In: WALSH, L. M.; BEATON, J. D. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science society of America, 1973. p. 329-488.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Baltimore, v. 37, p. 29-38, 1934.