

Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)  
em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássioGrowth of seedlings *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)  
on substrate fertilized with nitrogen, phosphorus and potassiumGustavo Caione<sup>1</sup>, Anderson Lange<sup>2</sup> e Evandro Luiz Schoninger<sup>3</sup>**Resumo**

O manejo nutricional de mudas na fase de viveiro consiste numa das mais importantes práticas que influenciam na qualidade da muda. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de mudas de pinho-cuiabano (*Schizolobium amazonicum*) cultivadas em tubetes de 250 cm<sup>3</sup> com substrato comercial. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição representada por 24 mudas. Os tratamentos foram: controle (somente o substrato comercial); adubação com nitrogênio (150 g m<sup>-3</sup> de N utilizando o sulfato de amônio + 1,0 kg de sulfato de amônio diluído em 100 L de água e aplicado em cobertura); adubação com fósforo (300 g m<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizando o superfosfato simples); adubação com potássio (100 g m<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O utilizando o cloreto de potássio + 0,3 kg de cloreto de potássio diluído em 100 L de água e aplicado em cobertura e; completo (mistura dos três nutrientes, sendo 150, 300 e 100 g m<sup>-3</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, + 1,0 kg de sulfato de amônio + 0,3 kg de cloreto de potássio). O substrato comercial utilizado foi composto por casca de pinus moída e compostada e vermiculita. As avaliações das mudas foram realizadas aos 90 dias após a semeadura. O tratamento completo (N-P-K) proporcionou maiores valores para os atributos biométricos das mudas e melhores índices que expressam a qualidade. Ao analisar os nutrientes, quando fornecidos isoladamente, o potássio foi o que apresentou resultados inferiores. Com base nos resultados obtidos pode-se recomendar para a adubação de base das mudas de *Schizolobium amazonicum* em viveiro a aplicação de 150, 300 e 100 g m<sup>-3</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e mais 1,0 kg de sulfato de amônio e 0,3 kg de cloreto de potássio em aplicação de cobertura.

**Palavras-chave:** Espécie florestal, Espécie nativa da Amazônia, Qualidade de muda, Nutrição de plantas.

**Abstract**

The nutritional management of seedlings in the nursery is one of the most important practices that influence seedling quality. The aim of this work was to evaluate the effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the development of *Schizolobium amazonicum* seedlings grown in 250 cm<sup>3</sup> containers with a commercial substrate in the North of Mato Grosso State, Brazil. The experimental design was completely randomized design with five treatments and five replications, each replication being represented by 24 seedlings. The treatments were: control (only commercial substrate); nitrogen fertilization (150 g m<sup>-3</sup> N using ammonium sulfate + 1.0 kg of ammonium sulfate dissolved in 100 L of water and applied in coverage); phosphorus fertilization (300 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> m<sup>-3</sup> using simple superphosphate); potassium fertilization (100 g m<sup>-3</sup> K<sub>2</sub>O using potassium chloride + 0.3 kg of potassium chloride dissolved in 100 L of water and applied in coverage) and; complete (a mixture of the three nutrients, 150, 300 and 100 g m<sup>-3</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O, respectively + 1.0 kg of ammonium sulfate + 0.3 kg of potassium chloride). The commercial substrate was composted milled pine bark plus vermiculite. Evaluations of the seedlings were performed at 90 days after sowing. The complete treatment (NPK) gave the highest values for biometric and best plant indices, which express the quality. When analyzing nutrients in isolation; potassium had the lowest effect. Based on these results it can be recommended to fertilize *Schizolobium amazonicum* seedlings in nurseries with 150, 300 and 100 g m<sup>-3</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O, respectively, plus 1.0 kg of sulfate ammonium and 0.3 kg of potassium chloride applied in coverage.

**Keywords:** Forest species, Native Amazon species, Seedling quality, Plant nutrition.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV - UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n - CEP: 14884-900 - Jaboticabal, SP. E-mail: [gustavocaione@agronomo.eng.br](mailto:gustavocaione@agronomo.eng.br)

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor. UFMT - Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop, MT. E-mail: [paranalange@hotmail.com](mailto:paranalange@hotmail.com)

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Ciências. CENA/USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Av. Centenário, 303, Piracicaba, SP, CEP: 13416-000, Caixa Postal 96. E-mail: [schoningerel@cena.usp.br](mailto:schoningerel@cena.usp.br)

## INTRODUÇÃO

*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, conhecido popularmente como pinho-cuiabano, paricá, bandarria, dentre outros nomes comuns, é uma espécie florestal que pode ser encontrada naturalmente na região Amazônica, em mata primária e secundária de terra firme e várzea alta (DUCKE, 1949). Apresenta grande potencial para utilização em programas de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e sistemas agroflorestais. Seu crescimento inicial é rápido (RONDON, 2000) e, devido a sua boa adaptabilidade em diferentes sistemas de consorciação, permite o desenvolvimento de vegetação de sub-bosque e rasteiras, conforme observado por Oliveira *et al.* (2010), em estudos sobre implantação de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Norte do Estado de Mato Grosso. Sua madeira apresenta baixa densidade ( $0,30 \text{ g cm}^{-3}$ ), sendo indicada, principalmente, para laminação, forros, palitos, canoas e papel (LORENZI, 2002).

A fase de produção de mudas torna-se de grande importância para o estabelecimento dos plantios florestais. Para isto, o entendimento da nutrição das mudas e, o uso de substratos de cultivo apropriado, são fatores essenciais (GONÇALVES; BENETTI, 2005), uma vez que os substratos comerciais nem sempre fornecem quantidades satisfatórias de nutrientes, sendo que, quando enriquecidos com fertilizantes têm sua eficiência aumentada (SCHEER *et al.*, 2010).

Atualmente, os recipientes mais utilizados para produção de mudas de espécies nativas são sacos plásticos e tubetes de polipropileno. A utilização de tubetes permitiu elevar o grau de mecanização dos viveiros florestais, reduzindo o tempo de produção e os custos, observando uma crescente melhoria da qualidade das mudas (SILVA; STEIN, 2008).

Associado ao tipo de recipiente e substrato, a aplicação de nutrientes, principalmente, nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento das mudas têm despertado o interesse de vários pesquisadores florestais, sendo que vários trabalhos vem sendo conduzidos no sentido de se conhecer a melhor forma de fertilização em espécies florestais. O emprego de fertilizantes químicos é, portanto, uma prática usual nos viveiros florestais, funcionando como uma valiosa ferramenta no controle do tamanho e vigor das mudas (RIBEIRO *et al.*, 2001).

A maior importância do nitrogênio na planta decorre de sua participação nos processos fisi-

lógicos, tais como, fotossíntese, respiração, diferenciação celular e genética (MENGEL; KIRKBY, 1987). O fósforo é necessário para a síntese do trifosfato de adenosina (ATP) e de numerosos outros compostos fosforilados; é elemento-chave para qualquer célula armazenar energia e utilizá-la em toda reação endergônica (EPSTEIN, 1975). Portanto, a importância do nutriente para a produtividade das plantas decorre de sua participação nas estruturas e nos processos vitais, refletindo em divisão e alongamento celular, incrementando o crescimento das raízes (BAHADUR *et al.*, 2002) e o desenvolvimento dos vegetais (MARSCHNER, 1995). Quanto ao potássio, suas principais funções na planta são no metabolismo de carboidratos, ativação de várias enzimas, regulação do potencial osmótico das células, possibilitando à planta a utilizar mais eficientemente a água (EVANS; SORGER, 1966).

No entanto, são raras as informações encontradas na literatura atual sobre a nutrição com nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de *Schizolobium amazonicum*. De forma geral, as diferentes espécies florestais nativas apresentam exigências nutricionais distintas e, como inexistente uma recomendação específica para cada espécie, a maioria das recomendações é baseada na do Eucalipto com algumas adaptações. Dentre os raros trabalhos de nutrição do *Schizolobium amazonicum*, Locatelli *et al.* (2007) e Marques *et al.* (2004a), avaliando a omissão de nutrientes em solução nutritiva, verificaram que o nitrogênio foi mais limitante ao crescimento do *Schizolobium amazonicum*, seguido do fósforo.

Em mudas de Angico Vermelho, Schumacher *et al.* (2004) verificaram que a espécie é responsiva à aplicação de fósforo e, segundo Bernardino *et al.* (2005), as características morfológicas da espécie não foram influenciadas pelo aumento de saturação por bases quando cultivadas em um Argissolo, porém, quando cultivadas em Latossolos (distrófico e álico) o aumento da saturação por bases implicou mudas de melhor qualidade. Sendo assim, Gonçalves *et al.* (2008) ressaltam que as doses de macronutrientes recomendadas para a produção de mudas desta espécie são dependentes do tipo de solo.

Devido às potencialidades do *Schizolobium amazonicum*, sobretudo para a Região Amazônica, tornam-se importantes, estudos relacionados à sua fertilização, visando obter maiores informações sobre os principais benefícios da adição de nutrientes ao substrato, uma vez que são raros os trabalhos sobre a nutrição desta planta.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de mudas de pinho-cuiabano (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) cultivadas em tubetes com substrato comercial no Norte do Estado de Mato Grosso.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um viveiro de mudas, localizado no município de Alta Floresta – MT (9°59'03"S e 56°07'47"W). A análise do substrato e a secagem da massa seca das mudas foram realizadas no laboratório de solos da Universidade do Estado de Mato Grosso, no campus universitário de Alta Floresta – MT.

As sementes utilizadas no experimento foram coletadas de uma matriz nativa, encontrada no município de Alta Floresta. Para obter uniformidade na germinação das sementes realizou-se a quebra da dormência antes da semeadura, colocando as sementes em água fervente, com imediata retirada da fonte de calor e permanência em imersão durante 24 horas (FLORIANO, 2004). Foram semeadas, a uma profundidade de 1 cm, duas sementes por tubete de 250 cm<sup>3</sup>, dispostos em bandejas (com posterior repicagem).

O substrato utilizado foi o Biomix®, composto por casca de pinus moída e compostada e vermiculita. Os valores da análise química do substrato foram: pH= 6,2; M.O.= 55%; N= 1,3%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>= 0,9%; K<sub>2</sub>O= 0,50%; Ca=6,80%; Mg= 0,30% e S= 0,32%. A capacidade de retenção de água do substrato foi de 60%. Para a implantação do experimento e recomendação de adubação (fontes de adubos, doses, formas de aplicação e épocas de aplicação) seguiram-se indicações de Silva e Stein (2008), em que se optou pelas fontes de adubos sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, devido suas características físicas e químicas e, efetuou-se o parcelamento da adubação nitrogenada e potássica e uma única aplicação de adubo fosfatado.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição representada por 24 mudas. Sendo assim, os tratamentos foram: controle (somente o substrato); adubação com nitrogênio (150 g m<sup>-3</sup> de N utilizando o sulfato de amônio); adubação com fósforo (300 g m<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizando o superfosfato simples); adubação com potássio (100 g m<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O utilizando o cloreto de potássio); completo (mistura dos três nutrien-

tes, sendo 150, 300 e 100 g m<sup>-3</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente). Para a adubação em cobertura seguiu-se as indicações de Silva e Stein (2008), em que os tratamentos com nitrogênio e com potássio receberam aplicação adicional em cobertura, iniciando aos 15 dias após a semeadura, sendo aplicados, no tratamento com nitrogênio, 1,0 kg de sulfato de amônio diluído em 100 litros de água e, para o tratamento com potássio, 0,3 kg de cloreto de potássio, também diluído em 100 litros de água. No tratamento completo foi aplicado o sulfato de amônio e o cloreto de potássio. Os intervalos de aplicação foram alternados, sendo que na primeira aplicação (15 dias após a semeadura), foram aplicados o sulfato de amônio e o cloreto de potássio; sete dias depois, apenas o sulfato de amônio foi aplicado; na semana seguinte foram aplicados o sulfato de amônio e o cloreto de potássio e, assim, sucessivamente. Para o fósforo não há recomendação na adubação em cobertura (SILVA; STEIN, 2008).

As avaliações foram realizadas aos 90 dias após a semeadura. A altura da parte aérea (AP) foi determinada utilizando uma trena, sendo medido do colo da muda até a ponta da última folha; o diâmetro do coleto (DC) foi medido com o auxílio de um paquímetro digital, ao nível do substrato; o número de folhas (NF) foi contado todas as folhas desenvolvidas e; para determinar a massa seca da parte aérea (MSA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST), as plantas após serem coletadas, foram seccionadas em parte aérea e raízes e, em seguida, embaladas em sacos de papel kraft e levadas a estufa de circulação de ar forçada a 70° C, até a obtenção do peso constante e, assim, mensuradas as respectivas massas em uma balança de precisão. Com base nos resultados foram realizados os cálculos e os parâmetros foram transformados em índices de qualidade de mudas: relação entre a altura da parte aérea/diâmetro do coleto (AP/DC), altura da parte aérea/massa seca da parte aérea (AP/MSA), massa seca da parte aérea/massa seca das raízes (MSA/MSR), massa seca das raízes/massa seca da parte aérea (MRS/MAS) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), sendo este último obtido através do cálculo  $IQD = MST / (AP/DC) + MSA/MSR$  (DICKSON *et al.*, 1960).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, as causas de variação significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os parâmetros biométricos, aos 90 dias após a semeadura, observa-se que as adubações testadas promoveram efeitos significativos para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

Na Tabela 1 verifica-se maior altura de plantas com o tratamento completo (N-P-K), seguido do tratamento apenas com nitrogênio. A altura da parte aérea é um excelente parâmetro para se avaliar o padrão de qualidade de mudas florestais, pois, as mais altas, normalmente, apresentam maior vigor. Este parâmetro fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo. É um parâmetro de fácil determinação, além de ser um método não destrutivo (CALDEIRA *et al.*, 2000a; 2000b; CALDEIRA *et al.*, 2008; GOMES *et al.*, 2003).

Resultados de experimentos em viveiros têm demonstrado que a adubação principalmente com nitrogênio e fósforo promove aumentos significativos em altura (RIBEIRO *et al.*, 2001), conforme observado no trabalho de Marques *et al.* (2004a) com a mesma espécie em casa de vegetação, com o uso de solução nutritiva, verificaram que a ausência de nitrogênio causou menor altura de plantas. Em mudas de *Parapiptadenia rigida*, Schumacher *et al.* (2004) observaram que o fósforo promoveu maior altura de plantas, sendo que os maiores valores foram observados com a aplicação de 450 mg dm<sup>-3</sup> de P. Sendo assim, observa-se que a adição de fertilizante mineral ao substrato comercial promove maior crescimento das mudas. Este efeito também foi observado por Scheer *et al.* (2010), em que os autores verificaram que a adição de fertilizantes ao substrato comercial e ao substratos à base de lodo de esgoto compostado, melhorou a eficiência dos compostos, proporcionando maior altura de plantas.

A influência da adubação sobre o diâmetro de coleto pode ser observada na Tabela 1, verificando que o tratamento completo, com N-P-K, proporcionou maior diâmetro do coleto das mudas. Dessa forma, houve crescimento proporcional entre altura e diâmetro do coleto, pois para ambos os parâmetros o tratamento completo apresentou resultados superiores aos demais tratamentos. Souza *et al.* (2006) relatam que muitos pesquisadores, entre eles Daniel *et al.* (1997), consideram o diâmetro do coleto como um importante parâmetro para estimar a sobrevivência de mudas de diferentes espécies florestais após o plantio. Gomes e Piva (2006) descrevem que a adubação com potássio em mudas de espécies florestais, em substrato com teores baixos do elemento apresentou bons resultados. Contudo, a literatura não apresenta parâmetros para avaliação de um bom diâmetro para a espécie em estudo e, os valores encontrados no presente trabalho, quando comparados aos determinados por Ribeiro *et al.* (2001) para o Eucalipto, são bem superiores, pois, os autores consideram ideal um diâmetro próximo a 2,0 mm aos 90 dias.

Observa-se que o tratamento completo, com nitrogênio, fósforo e potássio, e os tratamentos apenas com fósforo e o controle proporcionaram os melhores resultados para o acúmulo de massa seca da parte aérea (Tabela 1). Locatelli *et al.* (2007) verificaram que as deficiências de nitrogênio e fósforo foram as que levaram ao maior decréscimo da massa seca da parte aérea. Outros autores (BRAGA *et al.*, 1995; CRUZ *et al.*, 2006) também verificaram a importância da aplicação de nitrogênio para o acúmulo de massa seca de mudas, no entanto, no presente estudo, não se observou este efeito para o tratamento com aplicação apenas de nitrogênio, possivelmente devido ao teor de nitrogênio contido no substrato comercial utilizado.

**Tabela 1.** Altura da parte aérea (AP), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST) e número de folhas (NF) de mudas de *Schizolobium amazonicum* aos 90 dias após a semeadura, em resposta à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio.

**Table 1.** Aerial part height (AP), collar diameter (DC), dry matter of aerial part (MSA), dry matter of roots (MSR), total dry matter (MST) and number leaves (NF) of seedlings *Schizolobium amazonicum* at 90 days after planting, in response to the fertilizer with nitrogen, phosphorus and potassium.

| Tratamentos | AP       | DC     | MSA    | MSR     | MST    | NF       |
|-------------|----------|--------|--------|---------|--------|----------|
|             | cm       | mm     | g      | g       | g      |          |
| Controle    | 36,64 b  | 4,00 b | 3,45 a | 1,04 ab | 4,50 a | 10,00 b  |
| Com N       | 39,26 ab | 4,14 b | 3,02 b | 0,95 c  | 3,97 b | 12,60 ab |
| Com P       | 36,08 b  | 4,11 b | 3,43 a | 1,00 bc | 4,43 a | 11,80 ab |
| Com K       | 36,59 b  | 3,96 b | 3,01 b | 0,82 d  | 3,83 b | 12,40 ab |
| Com N-P-K   | 43,12 a  | 4,84 a | 3,57 a | 1,10 a  | 4,67 a | 13,40 a  |
| Teste F     | **       | **     | **     | **      | **     | **       |
| CV (%)      | 18,2     | 5,5    | 3,5    | 3,7     | 3,8    | 17,2     |

\*\* e \* Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). CV= Coeficiente de variação.

Para a massa seca das raízes (Tabela 1) os melhores resultados foram observados para o tratamento completo (N-P-K). A massa seca das raízes tem sido reconhecida como uma das melhores e mais importantes variáveis para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo, destacando que a sobrevivência é maior quanto mais abundante for o sistema radicular, havendo uma pequena correlação com a altura da parte aérea (GOMES; PAIVA, 2006). Entre os nutrientes avaliados no experimento, o fósforo é o que influencia mais diretamente no crescimento radicular das plantas (GOMES; PAIVA, 2006). Locatelli *et al.* (2007) não verificaram efeitos significativos da aplicação dos nutrientes na massa seca das raízes, ao contrário de Braga *et al.* (1995), que verificaram que o crescimento radicular de *A. mangium* foi influenciado significativamente, sendo que a omissão de fósforo foi a que causou maior decréscimo no crescimento do sistema radicular.

Para o acúmulo de massa seca total (Tabela 1), observa-se que o tratamento que proporcionou a maior produção foi o completo (com N-P-K), seguido do tratamento apenas com fósforo e do controle. Diante disso, nota-se que os melhores resultados foram obtidos quando aplicados os três macronutrientes primários juntos e, quando aplicados isolados, o fósforo é o que proporcionou os maiores benefícios. Efeitos expressivos com níveis crescentes de potássio foram observados por Gomes e Paiva (2006) em mudas florestais. Em mudas de *Acacia mangium*, Braga *et al.* (1995) verificaram que o fósforo foi o nutriente mais limitante para o acúmulo de massa seca total e, Locatelli *et al.* (2007) verificaram que as deficiências de nitrogênio e fósforo

foram as que levaram ao maior decréscimo da massa seca total.

Para o número de folhas por muda, o tratamento completo (com N-P-K) apresentou melhores resultados (Tabela 1), demonstrando proporcionar maior crescimento vegetativo das mudas. O maior desenvolvimento das mudas, observado no tratamento com nitrogênio, fósforo e potássio, é explicado pelas funções exercidas na planta por cada nutriente, em que o nitrogênio está intimamente ligado nos processos fisiológicos como a fotossíntese e a respiração (MENGEL; KIRKBY, 1987); o fósforo é necessário para a síntese do ATP e de numerosos outros compostos fosforilados (EPSTEIN, 1975) e; o potássio para a ativação de várias enzimas e regulação do potencial osmótico das células (EVANS; SORGER, 1966).

Analizando os resultados referentes aos índices de qualidade das mudas, verifica-se que os tratamentos influenciaram significativamente todas as relações (Tabela 2).

Para a relação entre a altura da parte aérea com o diâmetro do coleto (Tabela 2) houve destaque para o tratamento completo e para o tratamento apenas com fósforo, apresentando menores valores, já que quanto menor este índice, maior a taxa de sobrevivência em campo (CARNEIRO, 1983 apud por CRUZ *et al.*, 2006), pois indica o equilíbrio de desenvolvimento das mudas em viveiro (CARNEIRO, 1995); logo, o tratamento que proporcionaria maior percentual de sobrevivência seria com fósforo e o tratamento completo, com nitrogênio, fósforo e potássio, já que os menores índices são observados nestes dois tratamentos. Segundo Gomes e Paiva (2006), a altura da parte aérea da muda, combinada com

**Tabela 2.** Relação entre altura da parte aérea com diâmetro do coleto (AP/DC), altura da parte aérea com massa seca da parte aérea (AP/MSA), massa seca da parte aérea com massa seca das raízes (MSA/MSR), massa seca das raízes com massa seca da parte aérea (MSR/MSA) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Schizolobium amazonicum* aos 90 dias após a semeadura, em resposta à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio.

**Table 2.** Relationship between aerial part height with collar diameter (AP/DC), aerial part height with aerial part dry matter ratio (AP/MSA), dry matter of the aerial part with dry matter of roots (MSA/MSR), dry matter of roots with dry matter of the aerial part (MSR/MSA) and Dickson Quality Index (IQD) of seedlings *Schizolobium amazonicum* at 90 days after planting, in response to the fertilizer with nitrogen, phosphorus and potassium.

| Tratamentos | AP/DC  | AP/MSA   | MSA/MSR | MSR/MSA | IQD     |
|-------------|--------|----------|---------|---------|---------|
| Controle    | 9,16 a | 10,62 b  | 3,32 b  | 0,30 ab | 0,36 ab |
| Com N       | 9,48 a | 13,00 a  | 3,18 b  | 0,31 a  | 0,31 ab |
| Com P       | 8,77 b | 10, 51 b | 3,43 b  | 0,29 ab | 0,36 ab |
| Com K       | 9,24 a | 12,16 a  | 3,67 a  | 0,27 b  | 0,29 b  |
| Com N-P-K   | 8,90 b | 12,07 a  | 3,24 b  | 0,31 a  | 0,38 a  |
| Teste F     | **     | **       | **      | *       | **      |
| CV (%)      | 6,6    | 6,3      | 3,1     | 3,3     | 5,0     |

\*\* e \* Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). CV= Coeficiente de variação.

seu respectivo diâmetro de coleto, constitui num dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio em campo. Estes dois parâmetros num só índice também podem ser denominados de quociente de robustez, representando um equilíbrio de crescimento (CARNEIRO, 1995).

Verifica-se na Tabela 2 a influência da adubação sobre a relação da altura com a massa seca da parte aérea das mudas de *Schizolobium amazonicum*. Este quociente não é comumente usado como índice para avaliar o padrão de qualidade de mudas, entretanto, este fator também pode predizer o potencial de sobrevivência da muda no campo e, quanto menor for este índice mais lenhificada será a muda e maior será sua capacidade de sobrevivência no campo (GOMES; PAIVA, 2006). Sendo assim, nota-se que o tratamento apenas com fósforo e o controle apresentaram resultados que permite inferir que as mudas apresentariam maior percentual de sobrevivência a campo, pois proporcionaram menores índices. Este índice correlacionou-se com o índice observado na relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto, em que a adubação com fósforo, também demonstrou menores valores, podendo verificar que a nutrição fosfatada tem elevada relação com os índices que expressam a qualidade das mudas, proporcionando maior taxa de sobrevivência das mudas no campo.

A relação entre a massa seca da parte aérea com a massa seca das raízes (Tabela 2) apresentou maiores valores para o tratamento com potássio. Gomes e Paiva (2006) relataram que a melhor relação entre massa seca da parte aérea com a massa seca das raízes deve ser de aproximadamente 2,0 para a produção de mudas de Eucalipto. Entretanto, para mudas de *Schizolobium amazonicum* não há um índice padrão que mostre ser o mais indicado. Locatelli *et al.* (2007), avaliando a omissão de nutrientes em solução nutritiva para mudas de *Schizolobium amazonicum*, verificaram índices variando de 1,07 (sem nitrogênio) a 2,55 (solução completa). E, para a relação massa seca das raízes/massa seca da parte aérea houve menores índices para o tratamento apenas com potássio, demonstrando que houve menor desenvolvimento radicular em relação ao desenvolvimento da parte aérea com este tratamento, quando comparado aos tratamentos com nitrogênio e o completo, indicando menor capacidade de sobrevivência da muda no campo.

Para o Índice de Qualidade de Dickson, proposto por Dickson *et al.* (1960), trabalhando

com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monficola*, houve maior valor para o tratamento completo, com nitrogênio, fósforo e potássio, diferindo do tratamento apenas com potássio que demonstrou proporcionar menores valores para este indicador de qualidade de mudas (Tabela 2). Bernardino *et al.* (2005), avaliando o crescimento e a qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*, verificaram que este índice aumentou significativamente com o aumento da saturação por bases do substrato. Vale ressaltar que este índice é um bom indicador da qualidade das mudas, uma vez que leva em consideração as relações dos parâmetros massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, altura de planta e diâmetro do coleto e, quanto maior o Índice de Qualidade de Dickson, melhor a qualidade das mudas (GOMES, 2001).

Segundo Fonseca *et al.* (2002) as mudas de *Trema micrantha* com maiores Índices de Qualidade de Dickson apresentaram maiores valores de diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, do sistema radicular e total, e menores valores da relação parte aérea/sistema radicular e da relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto. Desta forma, nota-se que os resultados observados no presente estudo corroboram os resultados de Fonseca *et al.* (2002), pois o tratamento completo (com N-P-K) que apresentou maior IQD, também proporcionou os mesmos resultados citados pelos autores. E, ainda de acordo com os autores, os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas para avaliação da qualidade das mudas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão da qualidade de mudas, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores, mas com maior vigor. Sendo assim, um bom indicador de qualidade das mudas é o IDQ, pois no seu cálculo consideram-se vários parâmetros importantes empregados para a avaliação da qualidade.

De forma geral, observa-se que a incorporação de adubos nos substratos, além de garantir o bom crescimento e qualidade das mudas, é o principal meio que o viveirista tem para “segurar” ou “adiantar” o crescimento das mesmas no viveiro. Isto dá maior flexibilidade de tempo para o plantio das mudas no campo, sem perdas significativas da qualidade técnica destas (GONÇALVES, 1995). Por fim, verifica-se que entre os tratamentos avaliados, o completo (com N-P-K) proporcionou maiores valores para os atributos biométricos das mudas e melhores índices que expressam

a qualidade, garantindo maior vigor. Pezzutti *et al.* (1999), avaliando o efeito da adubação com N-P-K em substrato comercial, verificaram que a altura, o diâmetro do colo, a massa seca da parte aérea, a massa seca do sistema radicular e o número de folhas das mudas de *Eucalyptus globulus* responderam positivamente à fertilização, assemelhando-se aos resultados obtidos no presente estudo. No entanto, ao analisar os nutrientes, quando fornecidos isoladamente, o potássio foi o que apresentou resultados inferiores.

Diante dos resultados observados no presente trabalho, nota-se que o pinho-cuiabano (*Schizolobium amazonicum*) apresenta um rápido crescimento inicial e grande potencial de crescimento a campo, conforme ressaltado por Rondon (2000), que, avaliando 30 espécies florestais com 54 meses de idade, constatou que o *Schizolobium amazonicum* se destacou em crescimento. Oliveira *et al.* (2010), também observaram as potencialidades desta espécie, sendo que, em estudos sobre implantação de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Norte do Estado de Mato Grosso, verificaram que até o período avaliado (14 meses de implantação) o *Schizolobium amazonicum* se destacou entre as espécies florestais avaliadas, apresentando maior crescimento e não prejudicou o desenvolvimento da cultura em consórcio. Dessa forma, o *Schizolobium amazonicum* está incluído dentro do grupo das leguminosas para consórcios agroflorestais na Amazônia (MARQUES *et al.* 2004b).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se recomendar para a adubação de base das mudas de *Schizolobium amazonicum* em viveiro a aplicação de 150, 300 e 100 g m<sup>-3</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e mais 1,0 kg de sulfato de amônio e 0,3 kg de cloreto de potássio em aplicação de cobertura.

Avaliando a aplicação isolada de nitrogênio, fósforo e potássio, os resultados inferiores no crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* foram obtidos com a aplicação apenas de potássio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHADUR, M.M.; ASHRAFUZZAMAN, M.; KABIR, M.A.; CHOWDHURY, M.F.; MAJUMDER, A.N. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties to different levels of phosphorus. *Crop Research*, Hisar, v.23, n.2, p.293-299, 2002.

BERNARDINO, D.C.S.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; MARQUES, V.B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, Viçosa, v.29, n.6, p.863-870, 2005.

BRAGA, F.; VALE, F.R.; VENTORIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G.A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.19, n.1, p.18-31, 1995.

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.9, n.1, p.27-33, 2008.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELLO, L.R.; VOGET, H.L.M.; OLIVEIRA, L.S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. *Revista Floresta*, Curitiba, v.28, n.1/2, p.19-30, 2000a.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.57, p.161-170, jun. 2000b.

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

CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; GUERRERO, C.R.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cacas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.4, p.537-546, 2006.

DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R.; SOUZA, E.F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. *Revista Árvore*, Viçosa, v.21, n.2, p.163-168, 1997.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, Quebec, v. 36, n.1, p.10-13, 1960.

DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotrópica II: as leguminosas da Amazônia brasileira**. 2ed. Belém: IAN 1949. 248 p. (IAN Boletim Técnico, 18).

- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** São Paulo: USP, 1975. 344p.
- EVANS, H.J.; SORGER, G.J. Role of mineral elements with emphasis on the univalent 318 cations. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.17, p.47-76. 1966.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR: sistema para análise de variância para windows. Versão 5.0. build 67.** Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- FLORIANO, E.P. **Germinação e Dormência de Sementes Florestais.** Santa Rosa: ANORGS, 2004.
- FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, É.; 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.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada.** Viçosa: UFV, 2006.
- GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.2, p.113-127, 2003.
- GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** Viçosa, 2001. 126p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- GONÇALVES, E.O.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M. Crescimento de mudas de Angico-Vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.
- GONÇALVES, J.L.M.; BENETTI, V. (Ed.). **Nutrição e Fertilização Florestal.** Piracicaba: IPEF/ESALQ, 2005.
- GONÇALVES, J.L.M. **Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica.** Piracicaba: IPEF, 1995. 23p. (Documentos florestais, 15). Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap15.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2008.
- LOCATELLI, M.; MELO, A.S.; LIMA, L.M.L.; VIEIRA, A.H. Deficiências nutricionais em mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.648-650, 2007.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.2. 382p.
- MARQUES, T.C.L.L.S.M.; CARVALHO, J.G.; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. Crescimento inicial do Paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.184-195, 2004a.
- MARQUES, T.C.L.L.S.M.; CARVALHO, J.G.; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. Exigências nutricionais do Paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.167-183, 2004b.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic, 1995. 889p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition.** 4ed. Oxford: International Potash Institute, 1987. 687p.
- OLIVEIRA, B.S.; LANGE, A.; RONDON NETO, R.M.; WRUCK, F.J.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária-floresta em Nova Canaã do Norte-Mato Grosso: primeiros resultados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. 29., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari: Fertibio, 2010.
- PEZZUTTI, R.V.; SCNUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.2, p.117-125, 1999.
- RIBEIRO, G.T.; PAIVA, H.N.; JACOVINE, L.A.G.; TRINDADE, C. **Produção de mudas de Eucalipto.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 112p.
- RONDON, E.V. Comportamento de essências florestais nativas e exóticas no Norte de Mato Grosso. In: FLORESTA 2000 - CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000., Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Biosfera, 2000. p.68.

SCHEER, M.B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K.G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.88, p.637-644, 2010.

SCHUMACHER, M.V.; CECONI, D.E.; SANTANA, C.A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.149-155, 2004.

SILVA, P.H.M.; STEIN, L.M. **Produção de mudas e recomendações de adubação no viveiro para pequenos produtores**. 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/silvicultura/producaomudas.asp>>. Acesso em: 08 de set. 2008.

SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R.B.; MARTINS FILHO, S.; SOUZA, J.L.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

Recebido em 04/11/2011  
Aceito para publicação em 21/03/2012

