

LÍVIA MARA LIMA GOULART

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE IPÊ-AMARELO (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.), JEQUITIBÁ-ROSA (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) E JEQUITIBÁ-BRANCO (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

G694c
2011

Goulart, Livia Mara Lima, 1986-

Crescimento e qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), em resposta a adubação nitrogenada / Livia Mara Lima Goulart. – Viçosa, MG, 2011. xi, 83f. : il. ; 29cm.

Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Árvores - Mudas - Crescimento.
 2. Plantas - Nutrição.
 3. Mudas - Crescimento.
 4. Mudas - Qualidade.
 5. *Tabebuia serratifolia*.
 6. *Cariniana estrellensis*.
 7. *Cariniana legalis*.
- I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDO apapt. CDD 634.92324251

LÍVIA MARA LIMA GOULART

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE IPÊ-AMARELO (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.), JEQUITIBÁ-ROSA (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) E JEQUITIBÁ-BRANCO (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de agosto de 2011.



Prof. Hélio Garcia Leite
(Coorientador)



Prof. Júlio César Lima Neves



Prof. Haroldo Nogueira de Paiva
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por sempre iluminarem meu caminho.

Ao curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, pela oportunidade dada.

Ao Professor Haroldo Nogueira de Paiva, pela orientação, ensinamentos e pela amizade.

Aos meus conselheiros Prof. Helio Garcia Leite e Prof. Aloisio Xavier pelos conhecimentos transmitidos, pelas sugestões e pelo apoio.

Ao Prof. Júlio César Lima Neves, membro da banca examinadora, pelas sugestões oportunas.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo no decorrer do curso.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal pelos ensinamentos nas disciplinas cursadas.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, em especial à Ritinha, da secretaria da Pós-Graduação, pela ajuda e apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes Florestais - Silvicultura e do Viveiro, Geraldo Magela, Sebastião, Alex, Eduardo e Lucas, por toda ajuda e dedicação.

Ao Marciel e a Marcela, pela ajuda dada durante a realização dos experimentos e pela amizade.

Ao Léo, pela imensa ajuda e por sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

A todos os amigos de Viçosa e aos colegas do curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, pela ótima convivência e amizade.

Aos meus pais Nilton e Maria Aparecida e minha irmã Camila, por todo o apoio, carinho e amor, mesmo estando longe.

Enfim, a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Lívia Mara Lima Goulart, filha de Nilton Roberto Goulart e Maria Aparecida de Lima Goulart, nasceu em 31/05/1986, em Alpinópolis, MG, Brasil.

Em 2004, ingressou no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, graduando-se janeiro de 2009.

Em março de 2009, iniciou o curso de Pós-Graduação, em nível de mestrado, em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em 17 de agosto de 2011.

ÍNDICE

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5

Capítulo 1: Crescimento e qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em resposta à fontes e doses de nitrogênio.

RESUMO.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.1. Altura da parte aérea (H), Diâmetro do coleto (DC) e Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC).....	16
3.2. Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca das raízes (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST).....	21

3.3. Relação altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD).....	25
4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

Capítulo 2: Fontes e doses de nitrogênio e o crescimento e qualidade de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze)

RESUMO.....	34
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
3.1. Altura da parte aérea (H), Diâmetro do coleto (DC) e Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC).....	42
3.2. Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca das raízes (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST).....	47
3.3. Relação altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD).....	51
4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	55
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

Capítulo 3: Fontes e doses de nitrogênio e o crescimento e qualidade de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze)

RESUMO.....	59
1. INTRODUÇÃO.....	61
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67

3.1.	Altura da parte aérea (H), Diâmetro do coleto (DC) e Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC).....	61
3.2.	Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca das raízes (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST).....	73
3.3.	Relação altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD).....	77
4.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	80
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

RESUMO

GOULART, Livia Mara Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2011. **Crescimento e qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), em resposta à adubação nitrogenada.** Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva. Coorientadores: Aloisio Xavier e Helio Garcia Leite.

A produção de mudas de espécies nativas de boa qualidade no viveiro é essencial para garantir o sucesso do plantio no campo. A qualidade das mudas é influenciada por vários fatores, em especial, a nutrição mineral. O nitrogênio é um nutriente muito requerido nos estágios iniciais de crescimento das mudas e influencia diretamente na qualidade das mesmas, porém, existem poucos estudos sobre a demanda deste nutriente pelas mudas de espécies nativas. Assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e a qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze). As mudas foram produzidas em amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo, da região de Viçosa, MG, contidas em vasos contendo 1,5 dm³ de solo. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2010 a maio de 2011. As fontes de nitrogênio utilizadas foram o nitrato de

amônio, o sulfato de amônio e o nitrato de cálcio, em cinco doses (0, 75, 150, 225 e 300 mg/dm³ de N) aplicadas parceladamente aos 25, 50, 75 e 100 dias após a repicagem, nas mudas de ipê-amarelo e jequitibá-rosa. O jequitibá-branco recebeu as mesmas fontes de nitrogênio, nas concentrações de 0, 94, 188, 282 e 376 mg/dm³ de N, parceladas em cinco aplicações (aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a repicagem). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (3 x 5), com quatro repetições. Ao fim do experimento, aos 125 dias após a repicagem, para as mudas de ipê-amarelo e jequitibá-rosa, e aos 150 dias, para as mudas de jequitibá-branco, as três espécies responderam positivamente à adubação nitrogenada. O melhor padrão de qualidade, de modo geral, foi apresentado pelas mudas que receberam a fonte sulfato de amônio, numa dose média de 100, 100 e 140 mg/dm³ de N para o ipê-amarelo, jequitibá-rosa e jequitibá-branco, respectivamente.

ABSTRACT

GOULART, Livia Mara Lima, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2011. **Growth and quality of seedlings of ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) and jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), in response to nitrogen fertilization.** Adviser: Haroldo Nogueira de Paiva. Co-advisors: Aloisio Xavier and Helio Garcia Leite.

The production of seedlings of native species of good quality in the nursery is essential to ensure the success of field planting. The quality of seedlings is influenced by several factors, in particular, the mineral nutrition. Nitrogen is a nutrient required in very early stages of plant growth and directly influences the quality of them. However, there are few studies on the demand of this nutrient by native species. This work aimed to evaluate the effect of sources and nitrogen levels on growth and quality of seedlings of ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) and jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze). The seedlings were grown in Latossolo Vermelho-Amarelo, the region of Viçosa, contained in vessels with 1.5 dm³ of soil. The experiment was conducted from November 2010 to May 2011. The nitrogen sources used were ammonium nitrate, ammonium sulphate and calcium nitrate at five doses (0, 75, 150, 225 and 300 mg / dm³ N) applied in increments to 25, 50,

75 and 100 days after transplanting, the seedlings ipê-amarelo and jequitibá-rosa. The jequitibá-branco received the same nitrogen sources at concentrations of 0, 94, 188, 282 and 376 mg / dm³ N, shared in five applications (25, 50, 75, 100 and 125 days after transplanting). The experimental design was randomized blocks in factorial scheme (3 x 5) with four replications. At the end of the experiment (125 days after transplanting for ipê-amarelo and jequitibá-rosa and 150 days for jequitibá-branco) the three species responded positively to nitrogen fertilization. The highest quality standard in general was presented by the seedlings that received ammonium sulfate at a dose rate of 100, 100 and 140 mg / dm³ N for the ipê-amarelo, jequitibá-rosa and jequitibá-branco, respectively.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A qualidade das mudas de espécies florestais produzidas no viveiro é essencial para o sucesso do plantio no campo, pois mudas de boa qualidade apresentam maior potencial de sobrevivência e crescimento após o plantio, muitas vezes dispensando o replantio e reduzindo custos com tratamentos culturais de manutenção.

Esta qualidade das mudas é influenciada pela procedência e viabilidade das sementes, tipo de recipiente, substrato, manejo das mudas em geral e, principalmente, a nutrição mineral. Para uma adequada recomendação de fertilização, é necessário o bom entendimento da nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivo apropriados para cada espécie (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000).

A fertilização inadequada do substrato tem sido considerada um dos fatores responsáveis por perdas de mudas e causa de elevada mortalidade das plantas por ocasião do plantio definitivo no campo (TUCCI et al., 2009).

Segundo CARPANEZZI et al. (1976), citado por CRUZ et al. (2006), são escassas as informações sobre as exigências nutricionais de espécies florestais, principalmente das espécies nativas. Os teores de nutrientes no substrato, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio têm grande influência na qualidade das mudas produzidas e no desenvolvimento das mesmas em campo (TUCCI et al., 2009).

O nitrogênio, dentre todos os nutrientes, é o que se encontra em maiores concentrações nos vegetais superiores e vem se mostrando limitante ao crescimento e produção florestal (NAMBIAR, 1989). Pode ser encontrado no solo sob as formas de nitrato, amônio, uréia e compostos orgânicos nitrogenados (RAVEN et al., 1996). O íon nitrato é a principal forma de nitrogênio inorgânico disponível para as plantas, mas em algumas condições de solos e certos estágios sucessionais, o íon amônio pode predominar (SMIRNOFF e STEWARD, 1985). As principais entradas de nitrogênio no solo são a matéria orgânica, os fertilizantes industriais, sais de amônio e nitrato trazidos da atmosfera pelas chuvas e a fixação biológica de nitrogênio (REIS et al., 2006).

Diferentes fontes de nitrogênio são preferidas pelas plantas, mas absorvem este nutriente principalmente sob formas inorgânicas como amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-). O NO_3^- absorvido pode ser reduzido a NH_4^+ , através da ação das enzimas nitrato redutase e nitrito redutase, acumulado no vacúolo ou exportado para outras partes das plantas. O NH_4^+ absorvido ou proveniente da redução do NO_3^- é imediatamente incorporado a esqueletos de carbono por meio de enzimas da via glutamina sintetase-glutamato sintase (SOUZA e FERNANDES, 2006).

Vários trabalhos têm sido realizados para identificar a melhor fonte de nitrogênio para as espécies arbóreas. VALE et al. (1996) observaram que as espécies mais tolerantes ao alumínio mostraram preferência pelo amônio, em relação ao nitrato, quando em solução nutritiva. A fonte de nitrogênio amoniacal também é a fonte preferencial para *Dalbergia nigra* (MARQUES et al., 2006); *Schizolobium parahyba*, *Caesalpinia peltophoroides*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Mimosa scabrella* (CURTI JUNIOR, 1998); *Inga marginata* e *Plathyenia reticulata* (GONÇALVES, 1997).

Já o nitrato foi fonte preferencial de nitrogênio para *Senna macranthera* e *Jacaranda mimosaeifolia* (FURTINI NETO et al., 2000).

A aplicação de nitrogênio mineral como sulfato de amônio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] e como nitrato de cálcio [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$] contribuiu para o aumento no peso da matéria seca de folhas de *Clitoria fairchildian* e *Anadenanthera macrocarpa*, e a fonte nitrato de amônio (NH_4NO_3) não contribuiu para o crescimento da primeira espécie (NASCIMENTO, 1998).

Uma nutrição nitrogenada adequada melhora os teores foliares deste e de outros nutrientes, especialmente o fósforo, aumentando, conseqüentemente, o crescimento e a produção (CRUZ et al., 2006).

Pode ocorrer também o comprometimento do crescimento da planta quando utiliza-se uma fonte inadequada de nitrogênio. Para *Mimosa scabrella*, observou-se que a aplicação de nitrato comprometeu o crescimento da planta (CURTI JUNIOR, 1998). O autor ainda cita que esta fonte de nitrogênio não deve ser utilizada mesmo em combinação com NH_4 .

As exigências nutricionais das plantas também podem variar de acordo com seu estágio sucessional. GONÇALVES e BENEDETTI (2000) constataram que espécies classificadas como pioneiras e secundárias iniciais, por possuírem maiores taxas de crescimento, tiveram maior demanda por nutrientes e também maior capacidade de absorção e de acumulação de nutrientes nos tecidos vegetais. Por isso, devem receber uma recomendação de fertilização mais criteriosa, por vezes mais elevada do que as demais classes.

RESENDE et al. (2000) observaram que as espécies pioneiras, com maior crescimento e produção de biomassa, acumularam quantidades de nutrientes expressivamente maiores e tiveram maior eficiência de utilização dos nutrientes absorvidos se comparadas às espécies do grupo clímax, que possuem crescimento mais lento. FURTINI NETO et al. (2000) constataram que espécies arbóreas pioneiras têm maior preferência pelo íon nitrato, em relação ao amônio.

Outro aspecto que influencia a absorção de nitrogênio é a luminosidade à que as mudas estão expostas. LIMA et al. (2000), citados por SAMPAIO (2009), estudando a absorção de nitrogênio durante a fase de viveiro, por mudas de *Schizolobium parahyba* em três ambientes, constataram que a maior absorção de N pela planta foi no ambiente que possibilitou incidência de insolação direta apenas na parte da manhã, e menor no ambiente de casa de vegetação, com 50% de sombra. As maiores quantidades de nitrogênio foram encontradas nas mudas que se desenvolveram nos ambientes a pleno sol e a meio sol (luz solar direta apenas na parte da manhã).

O ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.), o jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e o jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze) são espécies arbóreas nativas de importância econômica e ambiental. Por isso, torna-se importante o conhecimento das técnicas silviculturais de propagação destas espécies, incluindo a nutrição mineral, que possibilite a produção de mudas com alto padrão de qualidade, para subsidiar programas de plantio e reflorestamento posteriores.

Com a escassez de informações sobre as exigências nutricionais de espécies arbóreas nativas, este trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de doses e fontes de nitrogênio no crescimento e na qualidade de mudas de ipê-amarelo, jequitibá-rosa e jequitibá-branco em fase de viveiro.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke) **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

CURTI JUNIOR, H. M. **Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica: efeito da adição de diferentes formas de nitrogênio na nodulação e crescimento**. 1998. 63 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 1998.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; MOREIRA, F. M. Fertilização em reflorestamentos com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V. (Eds) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, p. 351-384.

GONÇALVES, C. A. **Efeitos de diferentes formas de nitrogênio e níveis de fósforo na nodulação e estabelecimento de *Inga marginata* e *Plathymenia reticulata* Benth.** 1997. 46 p. Dissertação (Especialista em Ciências Ambientais). Universidade Federal Rural do Rio Janeiro. Seropédica, RJ, 1997.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, 427 p.

MARQUES, V. B.; PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.; NEVES, J. C. L.; BERNARDINO, D. C. S. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p.725-735, 2006.

NAMBIAR, E.K.S. Plantation forests: their scope and perspective on plantation nutrition. In: BOWER, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (Eds.). **Nutrition of plantation forest**. London: Academic Press, 1989, p.1-15.

NASCIMENTO, A. S. G. **Leguminosas arbóreas de florestas pluviais tropicais: Comportamento ecofisiológico em relação ao nitrogênio mineral e alumínio**. 1998. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais). Universidade Federal Rural do Rio Janeiro. Seropédica, RJ, 1998.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1996, 728 p.

REIS, A. M.; OLIVEIRA, A. L. M.; BALDANI, V. L. D.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, J. I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p. 153-174.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; MUNIZ, J. A.; FARIA, M. R. Acúmulo e eficiência nutricional de macronutrientes por espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta à fertilização fosfatada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 160-173, jan./mar. 2000.

SAMPAIO, C. S. **Efeito da adição de nitrogênio e cálcio no crescimento inicial de leguminosas arbóreas de restinga**. 2009. 58 f. . Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2009.

SMIRNOFF, N.; STEWARD, G.R. Nitrate assimilation and translocation by higher plants: comparative physiology and ecological consequences. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.64, n.2, p.133-140, 1985.

SOUZA, S. R. & FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p. 215-252.

TUCCI, C. A. F., LIMA, H. N., LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, vol. 39, n.2, p. 289 – 294, 2009.

VALE, F. R.; FURTINI NETO, A. E.; RENÓ, N. B.; FERNANDES, L. A.; RESENDE, A. V. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 609-616, set. 1996.

Capítulo 1 - Crescimento e qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em resposta à fontes e doses de nitrogênio.

RESUMO

GOULART, Livia Mara Lima, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2011. **Crescimento e qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.), em resposta à fontes e doses de nitrogênio.** Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva. Coorientadores: Aloisio Xavier / Helio Garcia Leite.

A formação das mudas no viveiro é uma fase importante para o sucesso do plantio no campo, sendo essencial a obtenção de mudas de qualidade. Essa qualidade se baseia nas características morfológicas e fisiológicas das plantas, sendo as características morfológicas de fácil avaliação. Para garantir essa qualidade das mudas, uma técnica importante é a recomendação de fertilização adequada, sendo que os teores de nutrientes no substrato, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio têm grande influência na qualidade das mudas produzidas. Assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o

crescimento e a qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.). As mudas foram produzidas em amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo, da região de Viçosa, MG, contidas em vasos com 1,5 dm³ de solo. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2010 a maio de 2011. As fontes de nitrogênio utilizadas foram o nitrato de amônio, o sulfato de amônio e o nitrato de cálcio, em cinco doses (0, 75, 150, 225 e 300 mg/dm³ de N) aplicadas parceladamente aos 25, 50, 75 e 100 dias após a repicagem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (3 x 5), com quatro repetições. Ao fim do experimento, aos 125 dias após a repicagem, as mudas que receberam a fonte sulfato de amônio produziram as melhores médias para todas as características avaliadas (altura, diâmetro do coleto, peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca das raízes e peso da matéria seca total) e também para os índices (relação altura/diâmetro do coleto, altura/peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes e índice de qualidade de Dickson) nas doses entre 90 e 120 mg/dm³ de N aplicadas. A interação fonte x dose foi significativa para todas as características avaliadas, exceto na relação altura/diâmetro do coleto. Recomenda-se, para a produção de mudas de ipê-amarelo, a utilização de sulfato de amônio, na dose de 100 mg/dm³ de N.

1. INTRODUÇÃO

O ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.), pertencente à família Bignoniaceae, é uma espécie arbórea que atinge de 5 a 20 m de altura (LORENZI, 1992). Segundo CARVALHO (1994), ocorre no Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname, Trinidad & Tobago e Venezuela. No Brasil, estende-se da Amazônia e Nordeste até São Paulo. É uma espécie característica das florestas pluviais densas, desde o nível do mar até altitudes de 1200 m, ocorrendo também em florestas secundárias e campinas (FERREIRA et al., 2004).

É uma planta decídua, heliófita, característica da floresta pluvial densa, sendo também largamente dispersa nas formações secundárias, como capoeiras e capoeirões; porém, tanto na floresta como na capoeira, prefere solos bem drenados situados nas encostas. Sua dispersão é geralmente uniforme e sempre muito esparsa. Suas folhas caem no inverno e aparecem após a floração, que ocorre no período de julho a outubro. Os frutos amadurecem no período de outubro a dezembro, produzindo grande quantidade de sementes leves e aladas, que são dispersas rapidamente (LORENZI, 1992).

Esta espécie possui interesse econômico madeireiro, ornamental e medicinal. A madeira é empregada em marcenaria, construções pesadas e estruturas externas, tanto civis quanto navais. A árvore é utilizada em

paisagismo e arborização urbana por causa de suas flores amarelas (FERREIRA et al., 2004).

A propagação do ipê-amarelo é feita por meio de sementes que, apesar de produzidas em grande quantidade, apresentam problemas de germinação e conservação (OLIVEIRA et al., 2005). Assim, torna-se essencial um bom manejo silvicultural das mudas no viveiro, a fim de evitar perdas e garantir uma alta qualidade das mudas.

A formação das mudas no viveiro é uma fase importante para o sucesso do plantio no campo. O conhecimento específico da nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivo apropriados são fatores essenciais para definição de uma adequada recomendação de fertilização (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000).

Os teores de nutrientes no substrato, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio têm grande influência na qualidade das mudas produzidas e no desenvolvimento das mesmas em campo (TUCCI et al., 2009). Respostas positivas à correção e fertilização, especialmente nitrogenada, do substrato sobre características do crescimento de mudas de várias espécies arbóreas têm sido observadas por alguns autores, entre os quais TUCCI et al., (2007), SILVA et al., (2007), TUCCI et al., (2001) e FURTINI NETO et al., (2000).

Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e a qualidade de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Viçosa, Minas Gerais, no Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – DEF/UFV, no período de novembro de 2010 a maio de 2011. A temperatura média diária atingida neste período foi de 21,0°C, sendo a máxima de 27,8°C e a mínima, 18,3°C. As médias diárias de precipitação e umidade relativa do ar foram de 8,8 mm e 81,3%, respectivamente.

2.1. Caracterização do solo

O solo utilizado como substrato para a produção das mudas foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, classe predominante na região da Zona da Mata de Minas Gerais. As amostras foram retiradas cerca de 30 cm abaixo da superfície do solo, e caracterizadas quimicamente (Quadro 1) e quanto à granulometria (14% de areia grossa, 8% de areia fina, 10% de silte e 68% de argila, de classe textural muito argilosa).

Quadro 1: Análise química do solo utilizado na produção das mudas de Ipê-Amarelo (*Tabebuia serratifolia*), antes da correção.

Solo	pH H2O	P mg/dm ³	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(T)	V	m	MO
						cmolc /dm ³				%		dag/kg
Latossolo	4,79	0,7	6	0,11	0,01	0,92	3,9	0,14	4,04	3,5	86,8	1,66

pH em água – Relação 1:2,5

P e K – Extrator Mehlich 1

Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ - Extrator: KCl 1 mol/L

H + Al – Extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0

m = índice de saturação de alumínio

MO = C. Org x 1,724 – Walkley-Black

O solo, após peneirado em de malha de 5 mm, foi seco ao ar e a acidez corrigida por uma mistura de CaCO₃ e MgCO₃, na relação estequiométrica de 4:1. A necessidade de calagem foi calculada com base na análise química do solo (Quadro 1), visando elevar a saturação por bases a 60%. Após a incorporação do corretivo, o solo foi incubado por 30 dias, mantendo-se o teor de água à capacidade de campo.

Decorridos 30 dias, o solo recebeu adubação básica por meio de solução de macronutrientes nas doses: P = 300 mg/dm³, K = 100 mg/dm³ e S = 40 mg/dm³, tendo como fontes NaH₂PO₄.H₂O, KCl e K₂SO₄, conforme sugerido por PASSOS (1994). E ainda, uma solução de micronutrientes, nas doses: B = 0,81 mg/dm³ (H₃BO₃), Cu = 1,33 mg/dm³ (CuSO₄.5H₂O), Mo = 0,15 mg/dm³ [(NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O], Mn = 3,66 mg/dm³ (MnCl₂.H₂O) e Zn = 4,0 mg/dm³ (ZnSO₄.7H₂O) (ALVAREZ V. et al., 2006). Posteriormente, o solo foi acondicionado em vasos plásticos com furos ao fundo, com 1,5 dm³ de solo.

As sementes do Ipê-Amarelo (*Tabebuia serratifolia*) foram adquiridas no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa e colocadas para germinar em sementeiras, com areia lavada como substrato. Após 15 dias da sua germinação, foram transplantadas 2 plântulas por vaso. Decorridos 30 dias, um desbaste foi realizado, deixando-se apenas uma planta por vaso.

A unidade experimental foi constituída por um vaso, contendo 1,5 dm³ de solo, com uma muda. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (3 x 5), correspondendo a 3 fontes e 5 doses de nitrogênio, com quatro repetições, totalizando 60 vasos.

As fontes de nitrogênio testadas foram nitrato de amônio (NH₄NO₃ – fonte 1), sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄ – fonte 2] e nitrato de cálcio [Ca(NO₃)₂ – fonte 3] em cinco doses (0, 75, 150, 225 e 300 mg/dm³ de N), aplicadas como solução em quatro porções iguais aos 25, 50, 75 e 100 dias após a repicagem.

As características quantitativas e suas relações para determinação dos índices de qualidade das mudas (GOMES et al., 2002), foram obtidas ao término do experimento, 125 dias após a repicagem. As características avaliadas foram a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), o peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), o peso da matéria seca das raízes (PMSR), o peso da matéria seca total (PMST), a relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC), a relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), a relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Para aferir a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC), foram utilizadas uma régua milimetrada, que foi posicionada em nível do substrato até o ápice da planta, e paquímetro digital, respectivamente.

Após a determinação da altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), o sistema radicular foi separado da parte aérea e lavado em água corrente com auxílio de uma peneira com malha de 4 mm, para separação das impurezas.

O peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e o das raízes (PMSR) foi determinado após secagem do material vegetal em estufa com circulação de ar forçada, a 60°C, até peso constante. Com a soma do peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e das raízes (PMSR), obteve-se o peso da matéria seca total (PMST).

A relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC), a relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA) e a relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) foi determinada pelo quociente entre as características envolvidas na relação.

O Índice de qualidade de Dickson (IQD) foi obtido em função das variáveis H, DC, PMST, PMSPA e PMSR, mediante a seguinte fórmula (DICKSON et al., 1960, citados por GOMES et al., 2002):

$$\text{IQD} = \frac{\text{PMST (g)}}{\text{H (cm) / DC (mm) + PMSPA (g) / PMSR (g)}}$$

Para as características quantitativas (H, DC, PMSPA, PMSR e PMST), foi determinada a dose crítica de N, que é a dosagem na qual obtém-se 90% da produção máxima.

Os dados foram analisados primeiramente por meio de análise de variância, seguindo pelos testes de médias (Teste de Tukey), utilizado para comparar o efeito principal das fontes de N e pela análise de regressão, utilizando-se o software Minitab 14® para associar o efeito das doses. Na escolha das equações de regressão, considerou-se a significância dos coeficientes e o coeficiente de determinação ajustado (R²). O nível de significância empregado em todas as análises foi de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Altura da parte aérea (H), Diâmetro do coleto (DC) e Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC)

O fornecimento de nitrogênio por meio da aplicação dos fertilizantes levou a ganhos significativos no crescimento de mudas de Ipê-Amarelo, confirmando o efeito do N no aumento da produção vegetal, sendo que a não adição de N foi limitante para o crescimento das mudas.

Aos 125 dias após a repicagem, observou-se efeito significativo da interação fonte x dose ($p \leq 0,05$), exceto na relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (RHDC) (Tabela 1).

Para a altura da parte aérea (H), o nitrato de amônio e o sulfato de amônio proporcionaram efeito quadrático das doses de N aplicadas, possibilitando a determinação da dose crítica de 136,76 mg/dm³ de N (13,56 cm) e 95,54 mg/dm³ de N (14,62 cm), respectivamente (Figura 1). A aplicação do nitrato de cálcio não proporcionou efeito significativo sobre H (Figura 1). As fontes de N não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Resultados semelhantes foram obtidos por VIEIRA et al. (2006), em estudos com mudas de *Schizolobium parahyba*, verificando efeito linear significativo da aplicação de níveis de N, onde a aplicação de 100 mg/dm³ de

N apresentou a maior altura e diâmetro de colo, destacando assim, o potencial de resposta das mudas à adubação nitrogenada. Efeito linear positivo da aplicação de doses de N na altura da parte aérea também foi verificado em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) (MARQUES et al., 2006b).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância das características morfológicas e relações estudadas, na produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), avaliadas aos 125 dias após a repicagem.

FV	GL									
		H	DC	PMSPA	PMSR	PMST	RHDC	RHPMSPA	RPMSPAR	IQD
Bloco	3	12,28ns	0,3115ns	0,2018ns	0,1959ns	0,8207ns	0,985ns	135,1ns	0,0138ns	0,05267ns
Fonte(F)	2	33,198*	0,1624*	1,3882*	1,8841*	3,1373*	1,5134ns	623,6*	0,623*	1,39718*
Dose (D)	4	94,886*	3,5912*	1,9835*	2,384*	5,2576*	0,242ns	1795,7*	0,5417*	1,80903*
F X D	8	31,754*	1,2892*	0,8399*	0,9399*	2,2677*	0,819ns	712*	0,4931*	0,756*
Resíduo	42	8,873	0,3164	0,1599	0,2118	0,5545	1,534	253,7	0,1095	0,09752
CV (%)		22,97	22,47	52,43	66,72	55,66	23,07	55,96	25,45	19,59

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

H - altura da parte aérea, DC - diâmetro do coleto, PMSPA - peso de matéria seca da parte aérea, PMSR - peso da matéria seca das raízes, PMST - peso da matéria seca total, RHDC - relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto, RHPMSPA - relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea, RPMSPAR - relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes e o IQD - Índice de Qualidade de Dickson .

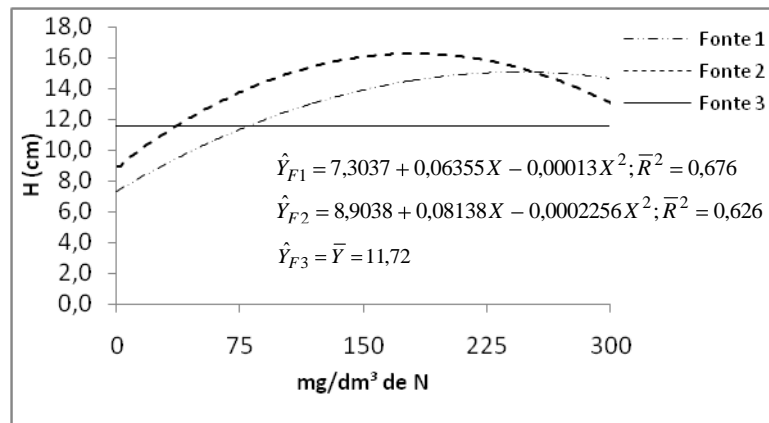


Figura 1 – Altura da parte aérea (H) de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta à doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

O efeito significativo da interação fontes x doses ($p \leq 0,05$) também foi observado para o diâmetro do coleto (DC) (Tabela 1). Ao desdobrar a interação, foram confirmados efeitos significativos ($p \leq 0,05$) para as doses de N, para nitrato de amônio e sulfato de amônio e não significativo ($p > 0,05$) para as doses de N de nitrato de cálcio. As doses críticas encontradas para nitrato de amônio e sulfato de amônio foram de 253,62 mg/dm³ de N (3,21 mm) e 117,73 mg/dm³ de N (2,52 mm), respectivamente (Figura 2). As fontes de nitrogênio aplicadas não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Em estudos sobre o efeito do nitrogênio em mudas de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*), MARQUES et al. (2006 a) também verificaram efeito quadrático na aplicação de N pelas fontes nitrato de amônio e sulfato de amônio, que proporcionaram também os maiores diâmetros máximos, de 5,0 e 5,6 mm, respectivamente.

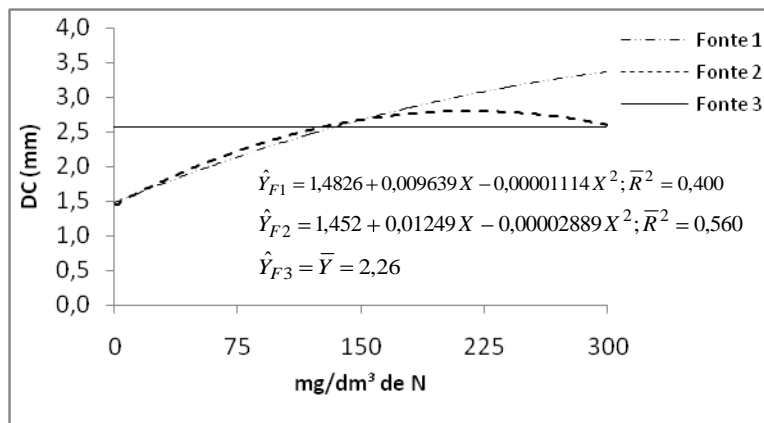


Figura 2 – Diâmetro do coleto (DC) de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta à doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

O efeito da interação fontes x doses de N na relação altura da parte aérea / diâmetro do coleto (RHDC), bem como os efeitos principais das doses e fontes de N, não foram significativos ($p > 0,05$) (Tabela 1).

3.2. Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca das raízes (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST)

De maneira geral, verificou-se que as mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) responderam positivamente à aplicação do nitrogênio, havendo interações significativas fontes x doses para PMSPA, PMSR e PMST ($p \leq 0,05$) (Tabela 1).

As doses críticas encontradas para nitrato de amônio e sulfato de amônio foram de 135,71 mg/dm³ de N (0,87 g) e 112,99 mg/dm³ de N (1,10 g), respectivamente (Figura 3). Não houve efeito significativo para as doses de N de nitrato de cálcio sobre a PMSPA (Figura 3).

Ainda para o PMSPA, nitrato de amônio e sulfato de amônio não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre suas médias pelo teste de Tukey, sendo 0,77 g e 0,89 g as médias encontradas, respectivamente. Nitrato de cálcio apresentou a menor média, 0,46 g. Em mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia*), foi observado comportamento semelhante em resposta à aplicação de nitrogênio, onde o efeito quadrático da aplicação de N observado no Latossolo Vermelho-Amarelo, na altura e na massa seca da parte aérea sugere aumento dos valores dessas características, à medida que se aumentam as doses (GONÇALVES et al., 2010).

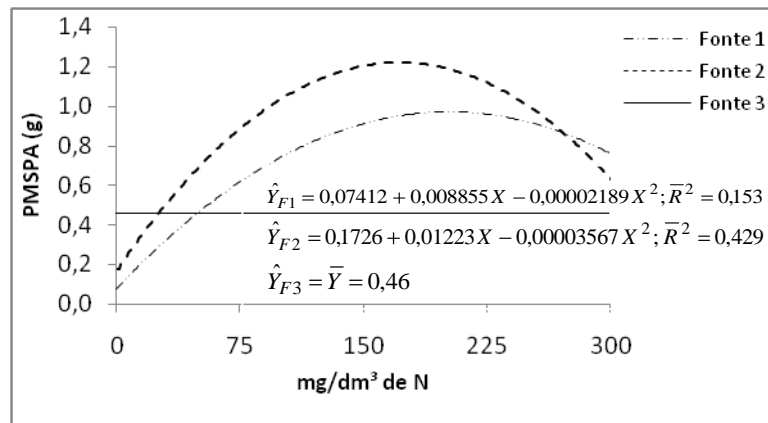


Figura 3 – Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta à doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

Em relação às raízes, houve interação significativa entre as fontes e as doses estudadas ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). Ao desdobrar a interação, foram confirmados efeitos significativos ($p \leq 0,05$) para as doses de N apenas para nitrato de amônio e não significativo ($p > 0,05$) para as doses de N de sulfato de amônio e nitrato de cálcio. Nitrato de amônio apresentou efeito quadrático em resposta a aplicação das doses de nitrogênio, sendo a dose crítica atingida em 99,56 mg/dm³ de N (0,58 g) (Figura 4).

Entre as fontes de N aplicadas, a maior média do PMSR foi obtida com sulfato de amônio (1,02 g), seguidas pelo nitrato de amônio (0,44 g) e nitrato de cálcio (0,42 g). Aos 125 dias após a repicagem, as médias do nitrato de amônio e nitrato de cálcio não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Estes resultados diferem dos encontrados por GONÇALVES et al. (2008), em mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), em que a aplicação de N não apresentou efeito significativo sobre PMSR.

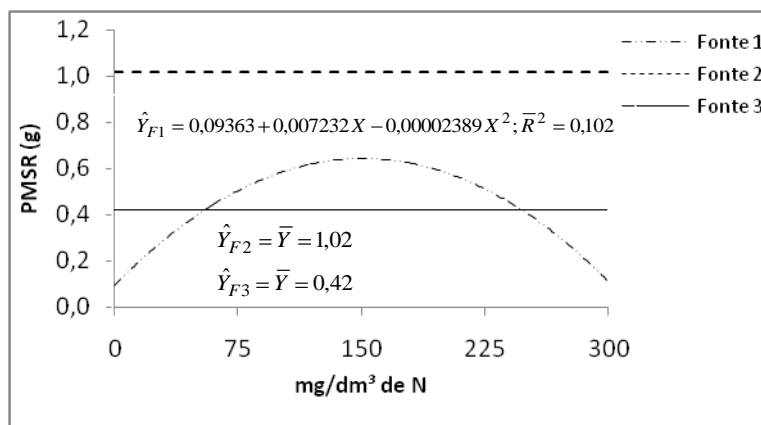


Figura 4 – Peso da matéria seca das raízes (PMSR) de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

A interação entre doses e fontes de N foi significativa para PMST ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). Nitrato de amônio e sulfato de amônio apresentaram efeito quadrático em função das doses de N aplicadas, sendo as doses críticas encontradas em 116,94 mg/dm³ de N (1,42 g) e 110,91 mg/dm³ de N (1,88 g), respectivamente (Figura 5). As doses de N de nitrato de cálcio não resultaram em efeito significativo sobre PMST (Figura 5).

Entre as fontes de N estudadas, as médias de nitrato de amônio e sulfato de amônio não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$), com 1,566 g e 1,568 g, respectivamente. Nitrato de cálcio apresentou a menor média, com 0,89 g de peso da matéria seca total. CRUZ et al. (2006) estudando o efeito da adubação nitrogenada no crescimento e qualidade das mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata*), verificaram resultados semelhantes em relação ao peso da matéria seca total, onde o sulfato de amônio também foi a melhor fonte de N, apresentando as maiores médias, em relação ao nitrato de amônio e ao nitrato de cálcio.

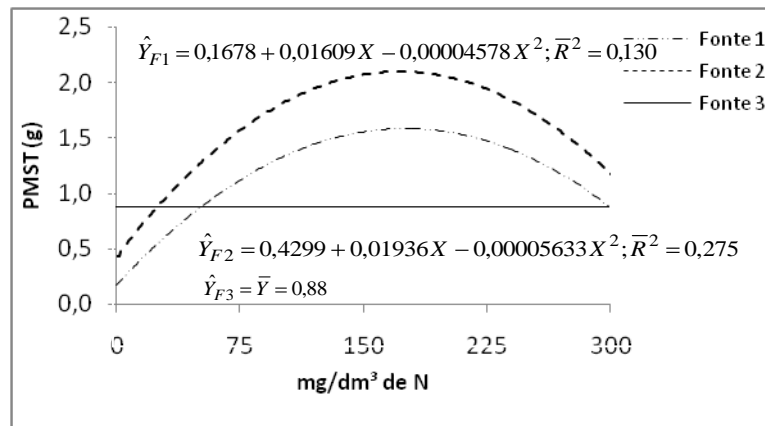


Figura 5 – Peso da matéria seca total (PMST) de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrito de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrito de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

3.3. Relação altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) da interação entre fontes e doses de N sobre a RHPMSPA (Tabela 1). Nitrato de amônio e sulfato de amônio proporcionaram resposta quadrática em função das doses de N. Nitrato de cálcio não apresentou significância (Figura 6). As médias do nitrato de amônio (31,39) e do nitrato de cálcio (33,05) não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). O sulfato de amônio apresentou a menor média (22,02).

Esta relação não é utilizada como um índice para avaliar o padrão de qualidade das mudas, mas pode prever o potencial de sobrevivência das mudas após o plantio no campo, sendo que, quanto menores forem os quocientes obtidos, maior a capacidade de sobrevivência (GOMES et al., 2002). Mudanças de *Eucalyptus grandis*, aos 90 dias após a semeadura, em resposta a fertilização com N-P-K, também apresentaram efeitos significativos nas RHPMSPA e no IQD (GOMES et al., 2003).

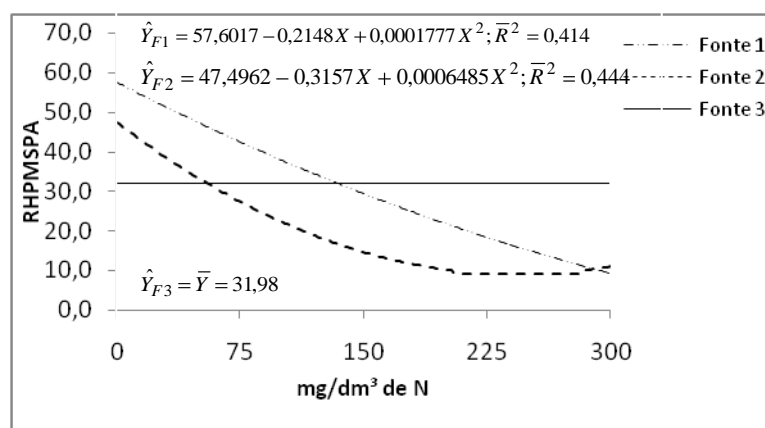


Figura 6 – Relação altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA) de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

A RPMSPAR expressa o grau de equilíbrio de alocação de carbono nas plantas. Seu índice ideal é “2”, sendo que quando de seu decréscimo, sob condições de estresse, como déficit hídrico e nutricional, pode ocorrer a estagnação do crescimento de tecidos mais jovens e a partição de assimilados ser direcionada para as raízes, permitindo uma maior exploração de volume de solo para obtenção de água. Por outro lado, o aumento desta relação indica, geralmente, que as condições de crescimento são mais favoráveis (MARQUES et al., 2006 b).

No ipê-amarelo, a RPMSPAR apresentou efeito significativo na interação fontes x doses ($p \leq 0,05$). Para nitrato de amônio e sulfato de amônio, os valores máximos dos índices foram de 2,05, na dose de 540,02 mg/dm³ de N e 1,69, na dose de 195,70 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 7). As doses de N de nitrato de cálcio não apresentaram efeito significativo sobre a RPMSPAR (Figura 7). MARQUES et al, (2009) estudando o efeito de diferentes tipos de solos e fontes e doses de

nitrogênio em mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.), observaram que a RPMSPAR não foi influenciada pelas fontes nitrogenadas, observando-se efeito significativo apenas na interação solos x doses. As mudas produzidas no Latossolo com a aplicação de 59,90 mg/dm³ de N teriam melhor padrão de qualidade (2,17). Resultados diferentes foram encontrados por TUCCI et al. (2009), que ao estudar os efeitos da adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King), não observaram efeitos das doses crescentes de N na relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca da raiz.

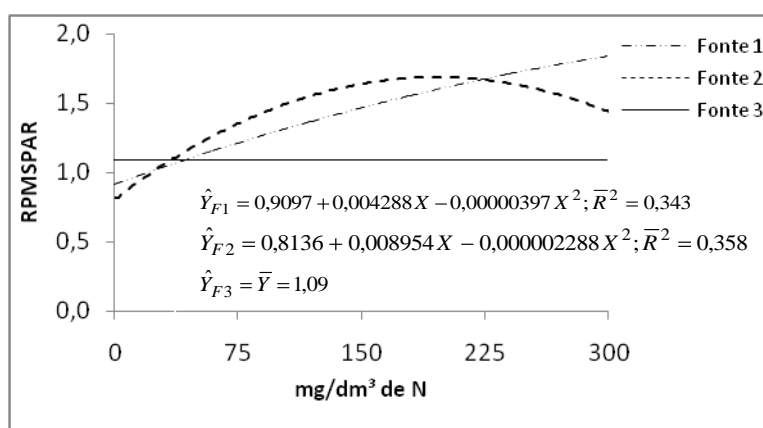


Figura 7 – Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

Para o índice de qualidade de Dickson (IQD), a interação entre fontes e doses de nitrogênio foi significativa ($p \leq 0,05$). O nitrato de amônio apresentou seu índice máximo além da dose de 300 mg/dm³ de N e o sulfato

de amônio, 2,25 de índice máximo na dose de 290 mg/dm³ de N (Figura 8). As doses de N de nitrato de cálcio não apresentaram significância sobre o IQD ($p>0,05$) (Figura 8). As maiores médias do índice foram do nitrato de amônio e sulfato de amônio, com 1,72 e 1,86 respectivamente, não diferindo entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$). Nitrato de cálcio apresentou a menor média do IQD, com 1,29.

O IQD é uma fórmula balanceada, onde se incluem as características morfológicas H, DC, PMST, PMSPA e PMSR, e quanto maior for o valor deste índice, melhor será a qualidade da muda produzida (GOMES et al., 2002). Em mudas de fedegoso (*Senna macranthera*), o IQD também apresentou respostas lineares crescentes aos tratamentos com nitrogênio, com maiores índices sendo encontrados em doses superiores a 170 mg/dm³ de N (CRUZ et al., 2010).

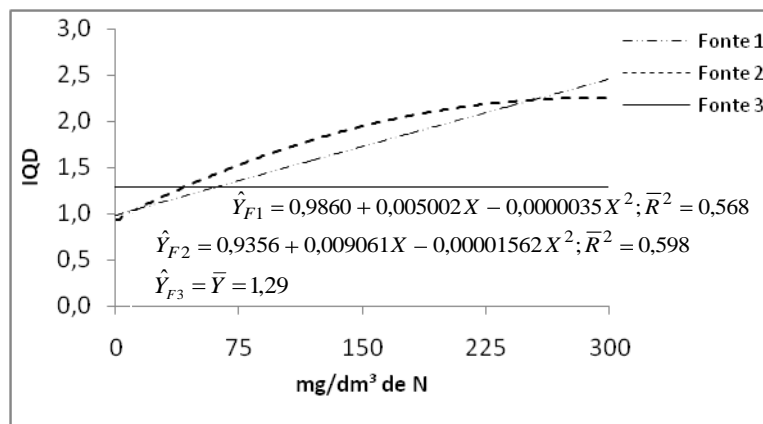


Figura 8 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($p\leq 0,05$).

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- As mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) respondem significativamente à adição do nitrogênio mineral, como o sulfato de amônio e o nitrato de amônio, apresentando ganhos em crescimento e qualidade.
- As melhores médias em todas as características avaliadas são apresentadas pelas mudas que receberam o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio.
- Quanto às doses de nitrogênio aplicadas, as melhores médias para todas as características morfológicas são obtidas com aplicação de N variando de 90 a 110 mg/dm³ de N.
- Recomenda-se, na produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), a dose de 100 mg/dm³ de N, aplicadas parceladamente aos 25, 50, 75 e 100 dias, tendo como fonte o sulfato de amônio.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; LEITE, P.B.; SOUZA, R.B.; JUNIOR, E.S.R. Poda de raízes e adubação para crescimento do cafeeiro cultivado em colunas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.1, p.111-119, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1994. 640 p.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke) **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

CRUZ, C. A. F., PAIVA, H. N., CUNHA, A. C. M. C. M., NEVES, J. C. L. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em argissolo vermelho-amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 63-76, 2010.

FERREIRA, L.; CHALUB, D. & MUXFELDT, R. **Ipê amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols**. Informativo técnico Rede de Sementes da Amazônia, n.5., 2004.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; MOREIRA, F. M. Fertilização em reflorestamentos com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V. (Eds) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-384.

GOMES, J.M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

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**, v.27, n.2, 2003.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427 .

GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Crescimento de mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes doses de macronutrientes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 599-609,2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MARQUES, V. B.; PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.; NEVES, J. C. L.; BERNARDINO, D. C. S. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p.725-735, 2006a.

MARQUES, V.B.; PAIVA, H.N.; GOMES, J.M.; NEVES, J.C.L. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.71, p.77-85, 2006b.

MARQUES, L. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; SOUZA, P. H. Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol.33, n.1, p.81-92, 2009.

OLIVEIRA, L. M. de; CARVALHO, M. L. M. de; SILVA, T. T. de A.; BORGES, D. I. Temperatura e regime de luz na germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley e *T. serratifolia* Vahl Nich. - Bignoniaceae. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 642-648, 2005.

PASSOS, M.A.A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 57f.. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

SAMPAIO, C. S. **Efeito da adição de nitrogênio e cálcio no crescimento inicial de leguminosas arbóreas de restinga**. 2009. 58 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2009.

SILVA, A. R.; TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; FIGUEIREDO, A. F. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, vol.37, n.2, p. 195- 200, 2007.

TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. dos S.; FREITAS, R. O. Adubação e calagem para a formação de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn). **Rev. da Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Série Ciências Agrárias**, v.10, p. 1-2, 2001.

TUCCI, C. A. F.; SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; BARROS, J. G. Calagem e adubação para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 299-307, 2007.

TUCCI, C. A. F., LIMA, H. N., LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, vol. 39, n.2, p. 289 – 294, 2009.

VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; FRANÇA, J. M.; CARVALHO, J. O. M. **Crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby sob diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 17 p. (Série Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento)

Capítulo 2 - Fontes e doses de nitrogênio e o crescimento e qualidade de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze)

RESUMO

GOULART, Livia Mara Lima, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2011. **Fontes e doses de nitrogênio e o crescimento e qualidade de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze).** Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva. Coorientadores: Aloisio Xavier / Helio Garcia Leite.

O jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), da família Lecythidaceae, é uma árvore que pode chegar de 30 m a 50 m de altura, com produção de madeira valiosa e aptidão para programas de regeneração artificial, estando incluído na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçada de extinção. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e a qualidade de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*). As mudas foram produzidas em Latossolo Vermelho-Amarelo, da região de Viçosa, MG, contidas em vasos com capacidade de 1,5 dm³. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2010 a maio de 2011. As fontes de nitrogênio utilizadas foram o nitrato de amônio, o sulfato de amônio e o nitrato de cálcio, em cinco

doses (0, 75, 150, 225 e 300 mg/dm³ de N) aplicadas parceladamente aos 25, 50, 75 e 100 dias após a repicagem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (3 x 5), com quatro repetições. Aos 125 dias após a repicagem, foram avaliadas as características morfológicas das plantas. A interação fonte x dose foi significativa para todas as características e índices avaliados. As fontes que apresentaram as maiores médias foram o nitrato de amônio e o sulfato de amônio, em doses de N que variaram de 70 a 225 mg/dm³ de N. Recomenda-se para a produção de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), uma dose média de 170 mg/dm³ de N usando nitrato de amônio ou 100 mg/dm³ de N usando como fonte sulfato de amônio, parcelada aos 25, 50, 75 e 100 dias após a repicagem.

1. INTRODUÇÃO

O jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), da família Lecythidaceae, é uma árvore semicaducifólia, que pode chegar de 30 m a 50 m de altura e 70 a 100 cm de DAP. É uma espécie com característica de floresta secundária tardia, ocorre na sua maioria nas baixadas e encostas úmidas, sendo encontrada em pequenos grupos, no estrato superior da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), na formação Baixo-Montana e na Floresta Estacional Semidecidual. Dada a sua importância e as potencialidades de uso, esta espécie foi agrupada na lista das “espécies madeireiras promissoras”, por apresentar valor econômico comprovado, com produção de madeira valiosa e aptidão para programas de regeneração artificial (LORENZI, 1992).

Com a exploração desordenada dos recursos naturais, que gera a degradação de áreas em quase todo o território nacional, várias pesquisas sobre a propagação, a emergência e o desenvolvimento de plantas nativas têm sido realizadas no Brasil. Devido a sua madeira apresentar um alto valor econômico, o jequitibá-rosa está incluído na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçada de extinção, categoria vulnerável, devido à exploração desordenada e sem plantio de reposição (FERREIRA, 2000).

Neste contexto, é muito importante o desenvolvimento e aprimoramento das técnicas silviculturais para produção de mudas de

plantas nativas, para que se produzam mudas de boa qualidade para uso em plantios comerciais ou em recomposição de áreas degradadas. Assim, uma fertilização mineral adequada para espécies nativas é um dos fatores essenciais para o sucesso do plantio das mudas no campo.

Dos nutrientes essenciais requeridos pelas plantas, o nitrogênio é o que se encontra em maiores concentrações nos vegetais superiores e o mais requerido, e vem se mostrando limitante ao crescimento e produção florestal (NAMBIAR, 1989). A principal forma de nitrogênio inorgânico disponível para as plantas é o íon nitrato, porém, o íon amônio pode predominar em algumas condições de solos e certos estágios sucessionais (SMIRNOFF e STEWARD, 1985), sendo que as respostas das plantas à adubação nitrogenada variam com o sítio, a dose e a fonte de nitrogênio (MARQUES et al., 2006a).

Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito de fontes e doses de nitrogênio no crescimento e qualidade de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze)

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Viçosa, Minas Gerais, no Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – DEF/UFV, no período de novembro de 2010 a maio de 2011. A temperatura média diária atingida neste período foi de 21,0°C, sendo a máxima de 27,8°C e a mínima, 18,3°C. As médias diárias de precipitação e umidade relativa do ar foram de 8,8 mm e 81,3%, respectivamente.

2.1. Caracterização do solo

O solo utilizado como substrato para a produção das mudas foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, classe predominante na região da Zona da Mata de Minas Gerais. As amostras foram retiradas cerca de 30 cm abaixo da superfície do solo, e caracterizadas quimicamente (Quadro 1) e quanto à granulometria (14% de areia grossa, 8% de areia fina, 10% de silte e 68% de argila, de classe textural muito argilosa).

Quadro 1: Análise química do solo utilizado na produção das mudas de Jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), antes da correção.

Solo	pH H ₂ O	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca ²⁺ mg/dm ³	Mg ²⁺ mg/dm ³	Al ³⁺ cmolc /dm ³	H+Al cmolc /dm ³	SB cmolc /dm ³	(T) cmolc /dm ³	V %	m %	MO dag/kg
Latossolo	4,79	0,7	6	0,11	0,01	0,92	3,9	0,14	4,04	3,5	86,8	1,66

pH em água – Relação 1:2,5

P e K – Extrator Mehlich 1

Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ - Extrator: KCl 1 mol/L

H + Al – Extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0

m = índice de saturação de alumínio

MO = C. Org x 1,724 – Walkley-Black

O solo, após peneirado em malha de 5 mm, foi seco ao ar e a acidez corrigida por uma mistura de CaCO₃ e MgCO₃, na relação estequiométrica de 4:1. A necessidade de calagem foi calculada com base na análise química do solo (Quadro 1), visando elevar a saturação por bases a 60%. Após a incorporação do corretivo, o solo foi incubado por 30 dias, mantendo-se o teor de água à capacidade de campo.

Decorridos 30 dias, o solo recebeu adubação básica por meio de solução de macronutrientes nas doses: P = 300 mg/dm³, K = 100 mg/dm³ e S = 40 mg/dm³, tendo como fontes NaH₂PO₄.H₂O, KCl e K₂SO₄, conforme sugerido por PASSOS (1994). E ainda, uma solução de micronutrientes, nas doses: B = 0,81 mg/dm³ (H₃BO₃), Cu = 1,33 mg/dm³ (CuSO₄.5H₂O), Mo = 0,15 mg/dm³ [(NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O], Mn = 3,66 mg/dm³ (MnCl₂.H₂O) e Zn = 4,0 mg/dm³ (ZnSO₄.7H₂O) (ALVAREZ V. et al., 2006). Posteriormente, o solo

foi acondicionado em vasos plásticos com furos ao fundo, com 1,5 dm³ de solo.

As sementes do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) foram obtidas junto à empresa Vale S.A., na região de Linhares – ES e colocadas para germinar em sementeiras, com areia lavada como substrato. Após 15 dias da sua germinação, foram transplantadas 2 plântulas por vaso. Decorridos 30 dias, um desbaste foi realizado, deixando-se apenas uma planta por vaso.

A unidade experimental foi constituída por um vaso, contendo 1,5 dm³ de solo, com uma muda. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (3 x 5), correspondendo a 3 fontes e 5 doses de nitrogênio, com quatro repetições, totalizando 60 vasos.

As fontes de nitrogênio testadas foram nitrato de amônio (NH₄NO₃ – fonte 1), sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄ – fonte 2] e nitrato de cálcio [Ca(NO₃)₂ – fonte 3] em cinco doses (0, 75, 150, 225 e 300 mg/dm³ de N), aplicadas como solução em quatro porções iguais aos 25, 50, 75 e 100 dias após a repicagem.

As características quantitativas e suas relações para determinação dos índices de qualidade das mudas (GOMES et al., 2002), foram obtidas ao término do experimento, 125 dias após a repicagem. As características avaliadas foram a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), o peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), o peso da matéria seca das raízes (PMSR), o peso da matéria seca total (PMST), a relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC), a relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), a relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Para aferir a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC), foram utilizadas uma régua milimetrada, que foi posicionada em nível do substrato até o ápice da planta, e paquímetro digital, respectivamente.

Após a determinação da altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), o sistema radicular foi separado da parte aérea e lavado em água corrente com auxílio de uma peneira com malha de 4 mm, para separação das impurezas.

O peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e o das raízes (PMSR) foi determinado após secagem do material vegetal em estufa com circulação de ar forçada, a 60°C, até peso constante. Com a soma do peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e das raízes (PMSR), obteve-se o peso da matéria seca total (PMST).

A relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC), a relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA) e a relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) foi determinada pelo quociente entre as características envolvidas na relação.

O Índice de qualidade de Dickson (IQD) foi obtido em função das variáveis H, DC, PMST, PMSPA e PMSR, mediante a seguinte fórmula (DICKSON et al., 1960, citados por GOMES et al., 2002):

$$\text{IQD} = \frac{\text{PMST (g)}}{\text{H (cm) / DC (mm) + PMSPA (g) / PMSR (g)}}$$

Para as características quantitativas (H, DC, PMSPA, PMSR e PMST), foi determinada a dose crítica de N, que é a dosagem na qual obtém-se 90% da produção máxima.

Os dados foram analisados primeiramente por meio de análise de variância, seguindo pelos testes de médias (Teste de Tukey), utilizado para comparar o efeito principal das fontes de N e pela análise de regressão, utilizando-se o software Minitab 14® para associar o efeito das doses. Na escolha das equações de regressão, considerou-se a significância dos coeficientes e o coeficiente de determinação ajustado (R²). O nível de significância empregado em todas as análises foi de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Altura da parte aérea (H), Diâmetro do coleto (DC) e Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC)

De acordo com a análise de variância, constatou-se diferença significativa das fontes e doses de nitrogênio aplicadas sobre as características morfológicas avaliadas em mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) (Tabela 1).

O efeito da interação fontes x doses foi significativo para a altura da parte aérea ($p \leq 0,05$). As doses críticas do nitrato de amônio e do sulfato de amônio foram de 231,11 mg/dm³ de N (48,13 cm) e 118,54 mg/dm³ de N (44,70 cm), respectivamente (Figura 1). As doses de N do nitrato de cálcio não apresentaram resposta significativa sobre H ($p > 0,05$) (Figura 1). As maiores médias da altura da parte aérea foram observadas quando se utilizou nitrato de amônio e sulfato de amônio como fontes de N, com 36,18 cm e 34,67 cm, respectivamente e não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ($p > 0,05$). Nitrato de cálcio apresentou a menor média, com 14,82 cm de altura. CHAVES et al. (2003), trabalhando com mudas de *Sesbania virgata*, verificaram um maior incremento em altura, diâmetro, área foliar e matéria seca da parte aérea e do sistema radicular com o aumento

das doses de N aplicadas, chegando à determinação de que a dose recomendada para esta espécie é de 450 mg/dm³ de N. Em mudas de *Schizolobium parahyba*, a aplicação de doses de N apresentou efeito linear, sendo que a aplicação de 100 mg/dm³ de N proporcionou as maiores médias de altura e diâmetro do coleto (VIEIRA et al., 2006).

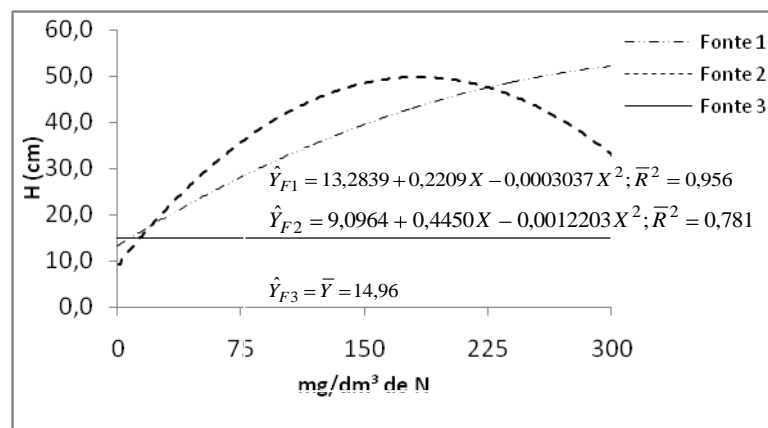


Figura 1 – Altura da parte aérea (H) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância das características morfológicas e relações estudadas, na produção de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), avaliadas aos 125 dias após a repicagem.

FV	GL									
		H	DC	PMSPA	PMSR	PMST	RHDC	RHPMSPA	RPMSPAR	IQD
Bloco	3	9,74ns	0,2359ns	1,498ns	0,0106ns	1,294ns	0,338ns	6,754ns	0,4364ns	0,5557ns
Fonte(F)	2	2840,85*	4,3943*	76,750*	13,1347*	152,707*	55,670*	104,010*	2,0644*	5,7689*
Dose (D)	4	1400,32*	6,4606*	48,186*	4,4081*	73,682*	20,063*	76,657*	7,8716*	11,6143*
F X D	8	391,18*	1,2468*	14,122*	1,3199*	20,801*	6,019*	21,098*	1,7562*	2,4986*
Resíduo	42	21,25	0,3417	1,161	0,0988	1,593	0,485	3,633	0,2237	0,3653
CV (%)		16,11	10,21	29,03	17,19	22,78	14,64	18,89	25,03	20,43

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

H - altura da parte aérea, DC - diâmetro do coleto, PMSPA - peso de matéria seca da parte aérea, PMSR - peso da matéria seca das raízes, PMST - peso da matéria seca total, RHDC - relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto, RHPMSPA - relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea, RPMSPAR - relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes e o IQD - Índice de Qualidade de Dickson.

O diâmetro do coleto (DC) também apresentou efeito significativo da interação fontes x doses de N ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). As doses críticas de nitrato de amônio e sulfato de amônio foram 121,07 e 72,46 mg/dm³ de N, com diâmetros de 6,13 e 6,20 mm, respectivamente (Figura 2). As doses de N do nitrato de cálcio não proporcionaram efeito significativo sobre o DC ($p > 0,05$) (Figura 2). As maiores médias também foram observadas nos tratamentos com nitrato de amônio e sulfato de amônio, com 5,93 e 6,05 mm de diâmetro, respectivamente, não apresentando diferenças entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). A menor média foi observada nos tratamentos com nitrato de cálcio, com 5,18 mm. Em mudas de fedegoso (*Senna macranthera*), o efeito da adição de nitrogênio foi linear crescente para o diâmetro do coleto (CRUZ et al., 2010).

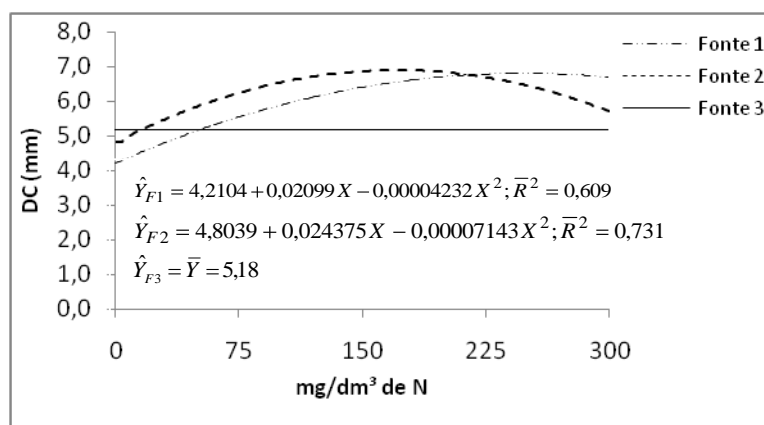


Figura 2 – Diâmetro do coleto (DC) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

Na RHDC, verificou-se efeito quadrático significativo nas fontes nitrato de amônio e sulfato de amônio ($p \leq 0,05$). As doses de N da fonte nitrato de cálcio não apresentaram efeito significativo sobre a RHDC ($p > 0,05$) (Figura 3). As médias das fontes nitrato de amônio (5,9) e sulfato de amônio (5,5) não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). A menor média foi a da fonte nitrato de cálcio, com índice de 2,86.

Em mudas de jacarandá-da-Bahia, a RHDC apresentou efeito linear crescente à aplicação de N (MARQUES et al., 2006a). Já em mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata*), a aplicação de N não foi significativa para a RHDC (CRUZ et al., 2006). Segundo CARNEIRO (1995), a RHDC exprime o equilíbrio de desenvolvimento das mudas, pois relaciona duas importantes características em apenas um índice. Quanto menor for o seu valor, melhor a qualidade da muda e, conseqüentemente, maior a capacidade de sobrevivência e estabelecimento no campo.

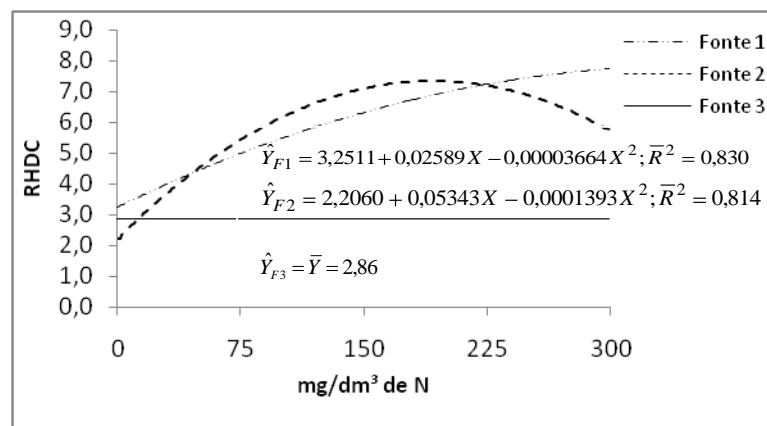


Figura 3 – Relação altura da parte aérea / diâmetro do coleto (RHDC) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

3.2. Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca das raízes (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST)

A produção de matéria seca da parte aérea foi significativamente afetada pela interação fontes x doses de N ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). As fontes nitrato de amônio e sulfato de amônio apresentaram doses críticas de 283,82 e 117,93 mg/dm³ de N, com PMSPA nestas doses de 7,61 e 6,91 g, respectivamente (Figura 4). A fonte nitrato de cálcio não proporcionou efeito significativo à aplicação de doses de N sobre o PMSPA ($p > 0,05$) (Figura 4). As maiores médias do PMSPA foram observadas nos tratamentos com as fontes nitrato de amônio e sulfato de amônio, com 4,9 g e 4,78 g, respectivamente e não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$). A fonte nitrato de cálcio apresentou a menor média, com 2,45 g. TUCCI et al., (2009), avaliando os efeitos da adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*), obtiveram respostas positivas na produção de matéria seca das folhas, com efeito quadrático em função das doses de N aplicadas. Resultados semelhantes também foram obtidos em mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia*) (GONÇALVES et al., 2010).

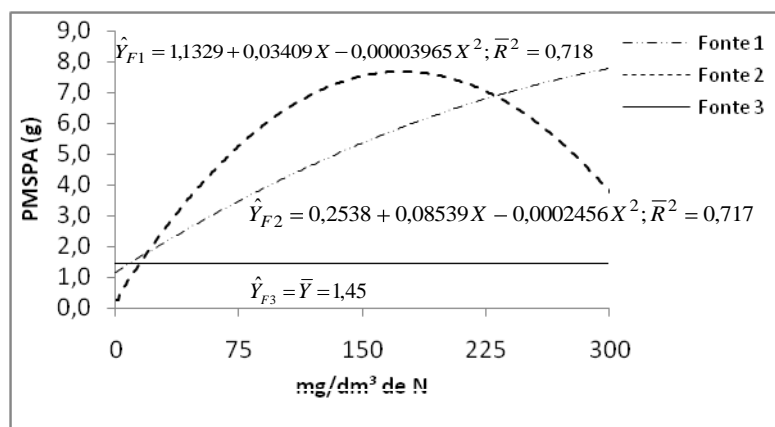


Figura 4 – Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

A interação entre fontes x doses de N foi significativa para o PMSR ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). O efeito quadrático das fontes nitrato de amônio e sulfato de amônio permitiu determinar a dose crítica, com 2,96 g na dose de 93,19 mg/dm³ de N e 2,84 g na dose de 95,79 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 5). As doses de N da fonte nitrato de cálcio não proporcionaram efeito significativo sobre o PMSR ($p > 0,05$) (Figura 5). A média do nitrato de amônio (2,43 g) não diferiu significativamente do sulfato de amônio (2,14 g) pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). No estudo com mudas de mogno, o uso da dose máxima (240 mg/dm³) provocou efeito negativo sobre a matéria seca da raiz (TUCCI et al., 2009). Efeito não significativo no peso da matéria seca das raízes foi observado em mudas de *Eucalyptus grandis*, em resposta a fertilização com N-P-K (GOMES et al., 2003).

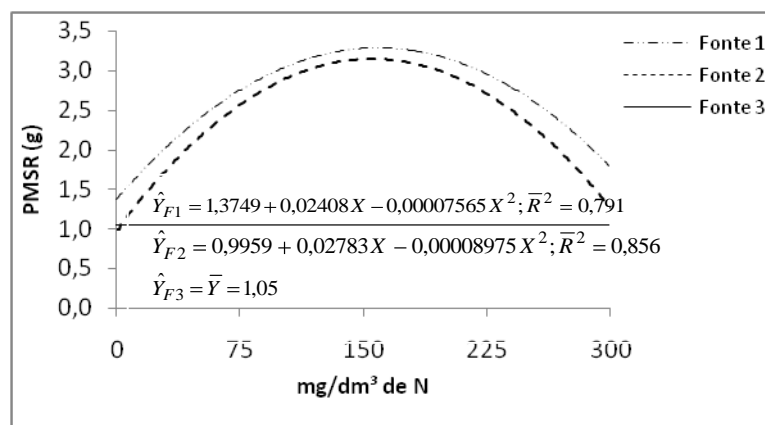


Figura 5 – Peso da matéria seca das raízes (PMSR) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrito de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrito de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

O peso da matéria seca total (PMST) apresentou interação significativa entre as fontes x doses de N estudadas ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). O nitrito de amônio e o sulfato de amônio apresentaram doses críticas de 159,85 mg/dm³ de N (8,86 g) e 112,05 mg/dm³ de N (9,73 g), respectivamente (Figura 6). A aplicação de doses de N do nitrito de cálcio não proporcionou efeito significativo sobre o PMST ($p > 0,05$) (Figura 6). As maiores médias do PMST foram obtidas nas fontes nitrito de amônio (7,34 g) e sulfato de amônio (6,92 g), seguidas pela fonte nitrito de cálcio, com 3,36 g, sendo esta a única média que diferiu estatisticamente das demais ($p \leq 0,05$). VITORINO et al. (1996), estudando a influência de diferentes combinações de doses de N-P-K no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em tubetes, constataram que o nitrogênio teve fundamental importância no ganho de peso de matéria seca total das mudas, sendo 240 mg/dm³ de N + P +K o melhor tratamento. Em mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), o efeito linear das doses de N sobre o PMST indica que a maior produção será alcançada com a aplicação de doses superiores a 200 mg/dm³ (GONÇALVES et al., 2008).

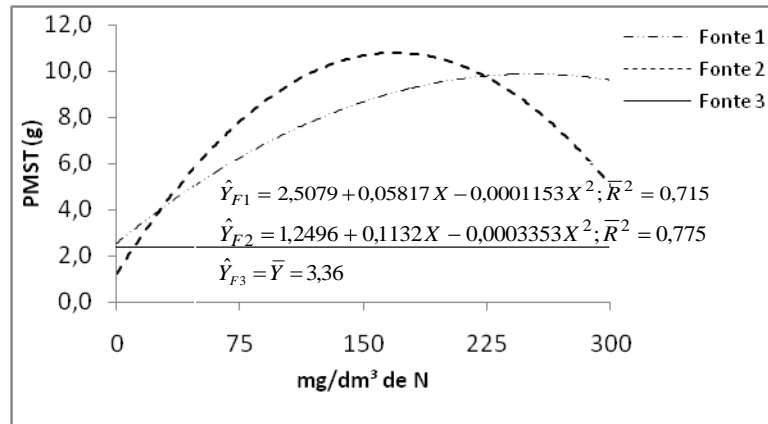


Figura 6 - Peso da matéria seca total (PMST) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrito de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrito de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

3.3. Relação altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD)

A interação das fontes x doses de N foi significativa para RHPMSPA, RPMSPAR e para o IQD ($p \leq 0,05$) (Tabela 1).

Na RHPMSPA, nitrato de amônio e sulfato de amônio apresentaram efeito quadrático negativo em função das doses de N, com índices nos pontos de mínimos de 6,88, na dose de 233,03 mg/dm³ de N e 6,13, na dose de 166,88 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 7). A aplicação de doses de N do nitrato de cálcio não proporcionou efeito significativo sobre a RHPMSPA ($p > 0,05$) (Figura 7). Segundo GOMES et al. (2002), quanto menor for o quociente obtido na RHPMSPA, melhor o padrão de qualidade das mudas, ou seja, mais lenhificada será a muda e ela terá uma maior capacidade de sobrevivência no campo. A menor média, que exprime a melhor qualidade das mudas, foi obtida nos tratamentos com nitrato de amônio, com índice de 8,54, seguidos por sulfato de amônio, com 8,88 e nitrato de cálcio, com 12,65, cuja média foi estatisticamente diferente das demais ($p \leq 0,05$). Resultados diferentes foram encontrados em estudos com mudas de angelim-pedra (*Dinizia excelsa*), onde a adubação nitrogenada não teve efeito significativo no crescimento das mesmas (OLIVEIRA et al., 1998).

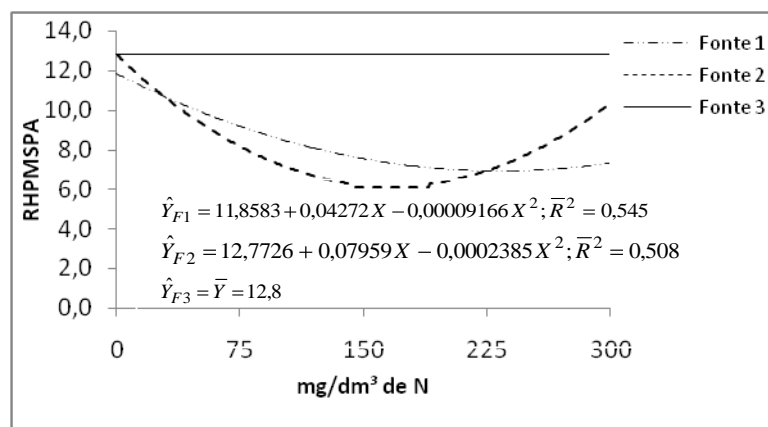


Figura 7- Relação altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

A RPMSPAR exprime o equilíbrio entre a partição de carbono nas plantas. GOMES et al. (2002) relatam após um consenso de pesquisadores, que o índice “2,0” expressa a melhor relação entre o peso da matéria seca da parte aérea e o peso da matéria seca das raízes. No jequitibá-rosa, a fonte nitrato de amônio apresentou efeito quadrático sobre as doses de N com índice máximo (1,43) na dose de 106,55 mg/dm³ de N e a fonte sulfato de amônio teve índice máximo atingido nas doses superiores a 300 mg/dm³ (Figura 8). As doses de N do nitrato de cálcio não proporcionaram efeito significativo sobre a RPMSPAR ($p > 0,05$) (Figura 8). As médias do nitrato de amônio e sulfato de amônio não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$), com 2,04 e 2,10, respectivamente. A menor média foi nitrato de cálcio, com 1,52. O efeito linear das doses de N aplicadas também foi observado em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), para a RPMSPAR, sem interação entre fontes, doses e solos (MARQUES et al., 2006b).

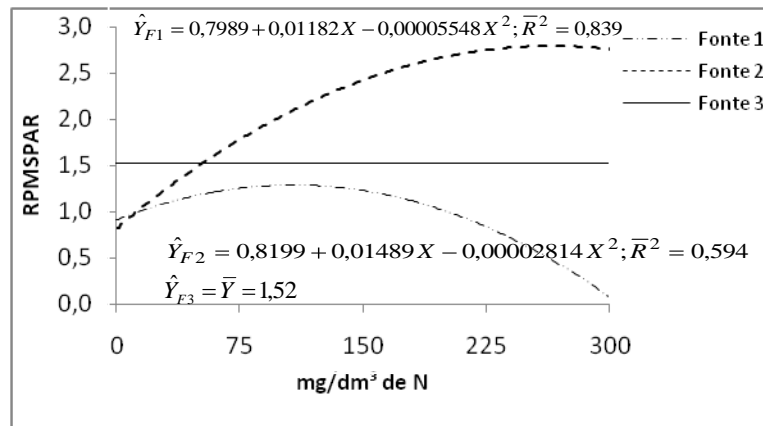


Figura 8 – Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é uma fórmula balanceada, onde se incluem as características morfológicas H, DC, PMST, PMSPA e PMSR, e quanto maior for o valor deste, melhor será a qualidade da muda produzida (GOMES et al., 2002). Nitrato de amônio e sulfato de amônio apresentaram efeito quadrático para o IQD nas mudas de jequitibá-rosa, sendo que o primeiro obteve o melhor índice nas doses mais elevadas de N (300 mg/dm³) e o segundo, índice máximo de 4,14 na dose de 204,65 mg/dm³ de N (Figura 9). A aplicação de doses de N de nitrato de cálcio não apresentou significância sobre o IQD ($p > 0,05$) (Figura 9). As médias do nitrato de amônio (3,26) e sulfato de amônio (3,28) não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). A menor média foi a do nitrato de cálcio, de 2,34. Em mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.), a aplicação do sulfato de amônio produziu o maior índice e, conseqüentemente, mudas de melhor qualidade (MARQUES et al., 2009).

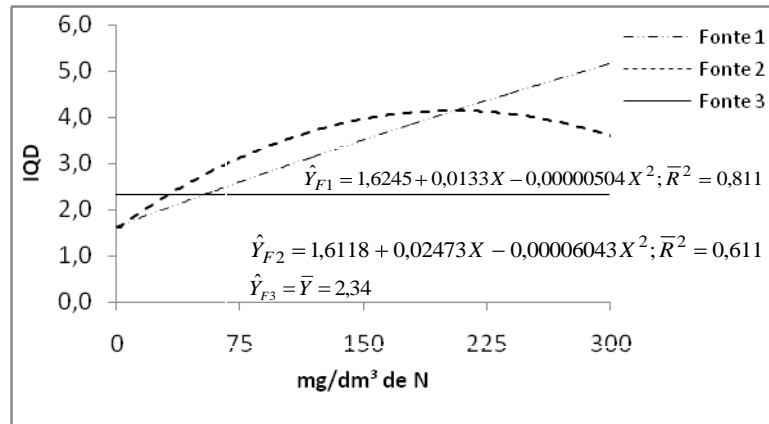


Figura 9 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) em resposta a doses de nitrogênio, para as três fontes estudadas (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 125 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- As mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) respondem significativamente à adição do nitrogênio em todas as características avaliadas.
- A adição de nitrogênio leva a ganhos na qualidade e crescimento das mudas.
- Para todas as características avaliadas, o nitrato de amônio e o sulfato de amônio são os fertilizantes nitrogenados que proporcionam as maiores médias.
- As doses de N que proporcionam as melhores médias em todas as características avaliadas variam de 70 a 225 mg/dm³ de N.
- O recomendado para a produção de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) é a aplicação de uma dose média de 170 mg/dm³ de N usando nitrato de amônio ou 100 mg/dm³ de N usando como fonte sulfato de amônio, parcelada aos 25, 50, 75 e 100 dias após a repicagem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; LEITE, P.B.; SOUZA, R.B.; JUNIOR, E.S.R. Poda de raízes e adubação para crescimento do cafeeiro cultivado em colunas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.1, p.111-119, 2006.

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

CHAVES, L. L. B., CARNEIRO, J. G. A., BARROSO, D.G., LELES, P. S. S. Efeitos da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada na produção de mudas de Sesbânia em substrato constituído de resíduos agroindustriais. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 443-449, 2003.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke) **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

CRUZ, C. A. F., PAIVA, H. N., CUNHA, A. C. M. C. M., NEVES, J. C. L. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em argissolo vermelho-amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 63-76, 2010.

FERREIRA, C. A. G. Recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 127-130, 2000

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

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**, v.27, n.2 ,p. 113-127, Viçosa, 2003.

GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Crescimento de mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes doses de macronutrientes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 599-609,2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MARQUES, V. B.; PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.; NEVES, J. C. L.; BERNARDINO, D. C. S. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p.725-735, 2006a.

MARQUES, V.B.; PAIVA, H.N.; GOMES, J.M.; NEVES, J.C.L. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.71, p.77-85, 2006b.

MARQUES, L. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; SOUZA, P. H. Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol.33, n.1,p. 81-92, 2009.

NAMBIAR, E.K.S. Plantation forests: their scope and perspective on plantation nutrition. In: BOWER, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (Eds.). **Nutrition of plantation forest**. London: Academic Press, 1989. p.1-15.

OLIVEIRA, J. M. F.; SILVA, A. J.; SCHWENGBER, D. R.; DUARTE, O. R. Respostas de mudas de Angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) a nitrogênio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.9, p.1-5, 1998.

PASSOS, M.A.A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 57f.. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

SMIRNOFF, N.; STEWARD, G.R. Nitrate assimilation and translocation by higher plants: comparative physiology and ecological consequences. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.64, n.2, p.133-140, 1985.

TUCCI, C. A. F., LIMA, H. N., LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, vol. 39, n.2, p. 289 – 294, 2009.

VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; FRANÇA, J. M.; CARVALHO, J. O. M. **Crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby sob diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 17 p. (Série Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento)

VITORINO, A.C.T.; ROSA JUNIOR, E.J.; DANIEL, O. Influência de diferentes combinações de doses de N-P-K no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em tubetes. **Revista Científica** (UFMS), Campo Grande, v.3, n.1, p.27-13, 1996.

Capítulo 3 - Fontes e doses de nitrogênio e o crescimento e qualidade de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze)

RESUMO

GOULART, Livia Mara Lima, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2011. **Fontes e doses de nitrogênio e o crescimento e qualidade de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze).** Orientador: Haroldo Nogueira de Paiva. Coorientadores: Aloisio Xavier / Helio Garcia Leite.

No Brasil, o jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) da família Lecythidaceae, é uma das espécies remanescentes que pertencem a um grupo de vegetais em via de extinção devido ao seu alto potencial madeireiro. O domínio de técnicas silviculturais adequadas para produção de mudas de boa qualidade de jequitibá-branco faz-se necessário, a fim de garantir o sucesso de plantios posteriores. Uma fertilização mineral adequada é uma das principais técnicas que garantem o bom crescimento e qualidade de mudas. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e a qualidade de mudas de

jequitibá-branco (*Cariniana legalis*). As mudas foram produzidas em amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo, da região de Viçosa, MG, contidas em vasos com 1,5 dm³ de solo. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2010 a maio de 2011. As doses de N aplicadas tiveram efeito significativo sobre todas as características avaliadas. As fontes de nitrogênio utilizadas foram o nitrato de amônio, o sulfato de amônio e o nitrato de cálcio, em cinco doses (0, 94, 188, 282 e 376 mg/dm³ de N) aplicadas parceladamente aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a repicagem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (3 x 5), com quatro repetições. Aos 150 dias após a repicagem, foram avaliadas as características morfológicas das plantas. Não houve efeito significativo da interação fonte x dose em todas as características avaliadas. As fontes nitrogenadas tiveram efeito significativo sobre a altura, peso da matéria seca da parte aérea e total, relação altura da parte aérea / diâmetro do coleto e peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes, sendo as maiores médias encontradas com a aplicação de sulfato de amônio, porém, sem diferenças significativas com o nitrato de amônio. Assim, recomenda-se, a utilização de 140 mg/dm³ de N, utilizando como fonte o sulfato de amônio, para a produção de mudas de jequitibá-branco.

1. INTRODUÇÃO

O jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), também conhecido como bingueiro, cachimbeiro ou estopeira, pertence à família Lecythidaceae, atinge altura variando de 35 a 45 metros e diâmetro de tronco de 90 a 120 cm e sua ocorrência vai do sul da Bahia até o Rio Grande do Sul, no Acre e no Brasil Central, além do Peru, Bolívia e Paraguai, nas florestas pluvial atlântica e subtropical. É caracterizada como planta semidecídua no inverno, heliófita ou de luz difusa, característica de floresta clímax, prefere solos úmidos e profundos. É rara no cerrado ou terrenos secos. Floresce durante os meses de outubro a dezembro e os frutos amadurecem em julho a setembro, com a planta totalmente despida da folhagem. A espécie apresenta atributos madeireiros, apícolas, medicinais, e ecológicos sendo indicada em reflorestamentos para recuperação ambiental (LORENZI, 1992).

No Brasil, o jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) é uma das espécies consideradas mais longevas, e as grandes árvores remanescentes pertencem a um grupo de vegetais em via de extinção (BOTOSSO e MATTOS, 2002). Assim, o domínio de técnicas silviculturais adequadas para produção de mudas de boa qualidade de jequitibá-branco faz-se necessário, a fim de garantir o sucesso de plantios posteriores.

Uma fertilização mineral adequada é uma das principais técnicas que garantem o bom crescimento e qualidade das mudas. Porém, são poucos os estudos sobre as necessidades nutricionais de espécies florestais nativas. Um dos nutrientes essenciais mais restritivos ao crescimento inicial das mudas e produção da biomassa é o nitrogênio, pois ele é requerido em grandes quantidades pelas culturas, o que reflete seu grande consumo em fertilizantes. Porém, há poucas pesquisas sobre a adubação nitrogenada nas plantas, sendo o conhecimento caracterizado por lacunas sobre aspectos mais básicos (RAIJ, 1991).

O nitrogênio no solo pode ser encontrado sob as formas de nitrato, amônio, uréia e compostos orgânicos nitrogenados (RAVEN et al., 1996). As espécies vegetais diferem na preferência por fontes de nitrogênio, mas absorvem este nutriente principalmente sob formas inorgânicas como amônio ou nitrato. O conhecimento da fonte de nitrogênio preferencial para determinada espécie é importante para a correta adubação nitrogenada na produção de mudas e em projetos de reflorestamento, bem como para garantir a nodulação das leguminosas (SAMPAIO, 2009).

Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito de fontes e doses de nitrogênio no crescimento e qualidade de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Viçosa, Minas Gerais, no Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – DEF/UFV, no período de novembro de 2010 a maio de 2011. A temperatura média diária atingida neste período foi de 21,0°C, sendo a máxima de 27,8°C e a mínima, 18,3°C. As médias diárias de precipitação e umidade relativa do ar foram de 8,8 mm e 81,3%, respectivamente.

2.1. Caracterização do solo

O solo utilizado como substrato para a produção das mudas foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, classe predominante na região da Zona da Mata de Minas Gerais. As amostras foram retiradas cerca de 30 cm abaixo da superfície do solo, e caracterizadas quimicamente (Quadro 1) e quanto à granulometria (14% de areia grossa, 8% de areia fina, 10% de silte e 68% de argila, de classe textural muito argilosa).

Quadro 1: Análise química do solo utilizado na produção das mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*), antes da correção.

Solo	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(T)	V	m	MO
	H ₂ O	mg/dm ³			cmolc /dm ³						%	dag/kg
Latossolo	4,79	0,7	6	0,11	0,01	0,92	3,9	0,14	4,04	3,5	86,8	1,66

pH em água – Relação 1:2,5

P e K – Extrator Mehlich 1

Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ - Extrator: KCl 1 mol/L

H + Al – Extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0

m = índice de saturação de alumínio

MO = C. Org x 1,724 – Walkley-Black

O solo, após peneirado em malha de 5 mm, foi seco ao ar e a acidez corrigida por uma mistura de CaCO₃ e MgCO₃, na relação estequiométrica de 4:1. A necessidade de calagem foi calculada com base na análise química do solo (Quadro 1), visando elevar a saturação por bases a 60%. Após a incorporação do corretivo, o solo foi incubado por 30 dias, mantendo-se o teor de água à capacidade de campo.

Decorridos 30 dias, o solo recebeu adubação básica por meio de solução de macronutrientes nas doses: P = 300 mg/dm³, K = 100 mg/dm³ e S = 40 mg/dm³, tendo como fontes NaH₂PO₄.H₂O, KCl e K₂SO₄, conforme

sugerido por PASSOS (1994). E ainda, uma solução de micronutrientes, nas doses: B = 0,81 mg/dm³ (H₃BO₃), Cu = 1,33 mg/dm³ (CuSO₄.5H₂O), Mo = 0,15 mg/dm³ [(NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O], Mn = 3,66 mg/dm³ (MnCl₂.H₂O) e Zn = 4,0 mg/dm³ (ZnSO₄.7H₂O) (ALVAREZ V. et al., 2006). Posteriormente, o solo foi acondicionado em vasos plásticos com furos ao fundo, com 1,5 dm³ de solo.

As sementes do jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) foram obtidas junto à empresa Vale S.A., na região de Linhares – ES e colocadas para germinar em sementeiras, com areia lavada como substrato. Após 15 dias da sua germinação, foram transplantadas 2 plântulas por vaso. Decorridos 30 dias, um desbaste foi realizado, deixando-se apenas uma planta por vaso.

A unidade experimental foi constituída por um vaso, contendo 1,5 dm³ de solo, com uma muda. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (3 x 5), correspondendo a 3 fontes e 5 doses de nitrogênio, com quatro repetições, totalizando 60 vasos.

As fontes de nitrogênio testadas foram nitrato de amônio (NH₄NO₃ – fonte 1), sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄ – fonte 2] e nitrato de cálcio [Ca(NO₃)₂ – fonte 3] em cinco doses (0, 94, 188, 282 e 376 mg/dm³ de N), aplicadas como solução em cinco porções iguais aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a repicagem.

As características quantitativas e suas relações para determinação dos índices de qualidade das mudas (GOMES et al., 2002), foram obtidas ao término do experimento, 150 dias após a repicagem. As características avaliadas foram a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), o peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), o peso da matéria seca das raízes (PMSR), o peso da matéria seca total (PMST), a relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC), a relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), a relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Para aferir a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC), foram utilizadas uma régua milimetrada, que foi posicionada em nível do substrato até o ápice da planta, e paquímetro digital, respectivamente.

Após a determinação da altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), o sistema radicular foi separado da parte aérea e lavado em água corrente com auxílio de uma peneira com malha de 4 mm, para separação das impurezas.

O peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e o das raízes (PMSR) foi determinado após secagem do material vegetal em estufa com circulação de ar forçada, a 60°C, até peso constante. Com a soma do peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e das raízes (PMSR), obteve-se o peso da matéria seca total (PMST).

A relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC), a relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA) e a relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) foi determinada pelo quociente entre as características envolvidas na relação.

O Índice de qualidade de Dickson (IQD) foi obtido em função das variáveis H, DC, PMST, PMSPA e PMSR, mediante a seguinte fórmula (DICKSON et al., 1960, citados por GOMES et al., 2002):

$$\text{IQD} = \frac{\text{PMST (g)}}{\text{H (cm) / DC (mm) + PMSPA (g) / PMSR (g)}}$$

Para as características quantitativas (H, DC, PMSPA, PMSR e PMST), foi determinada a dose crítica de N, que é a dosagem na qual obtém-se 90% da produção máxima.

Os dados foram analisados primeiramente por meio de análise de variância, seguindo pelos testes de médias (Teste de Tukey), utilizado para comparar o efeito principal das fontes de N e pela análise de regressão, utilizando-se o software Minitab 14® para associar o efeito das doses. Na escolha das equações de regressão, considerou-se a significância dos coeficientes e o coeficiente de determinação ajustado (R²). O nível de significância empregado em todas as análises foi de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Altura da parte aérea (H), Diâmetro do coleto (DC) e Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC)

As mudas de jequitibá-branco responderam positivamente à aplicação de nitrogênio, pois as plantas que não receberam adubação nitrogenada (0 mg/dm³ de N) tiveram seu crescimento prejudicado, inferior ao das que receberam N-mineral aplicado no substrato.

Pela análise de variância, não houve interação significativa entre fontes e doses de N, apenas seus efeitos principais (Tabela 1).

Para a altura da parte aérea (H), verificou-se o efeito principal das doses e fontes sobre as características avaliadas. O efeito quadrático da dose proporcionou uma dose crítica de 118,38 mg/dm³ de N, com 20,43 cm de altura, para qualquer fonte utilizada (Figura 1). As médias nitrato de amônio e sulfato de amônio não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$), com 20,16 cm e 23,26 cm de altura média, respectivamente (Figura 2). Nitrato de cálcio apresentou a menor média, 13,96 cm (Figura 2).

Resultados semelhantes foram obtidos por MARQUES et al. (2009), em mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), produzidas em diferentes solos, doses e fontes de N, onde não houve interação significativa entre fontes e doses de N, apenas os efeitos principais de cada. O efeito quadrático de doses também possibilitou a determinação do maior valor de H (41,71 cm)

obtido na dose de 192,8 mg/dm³ de N, independentemente da fonte de N aplicada. Efeito linear positivo em altura também foi verificado em mudas de *Schizolobium parahyba*, onde as maiores médias foram observadas nas mudas que receberam 100 mg/dm³ de N (VIEIRA et al., 2006).

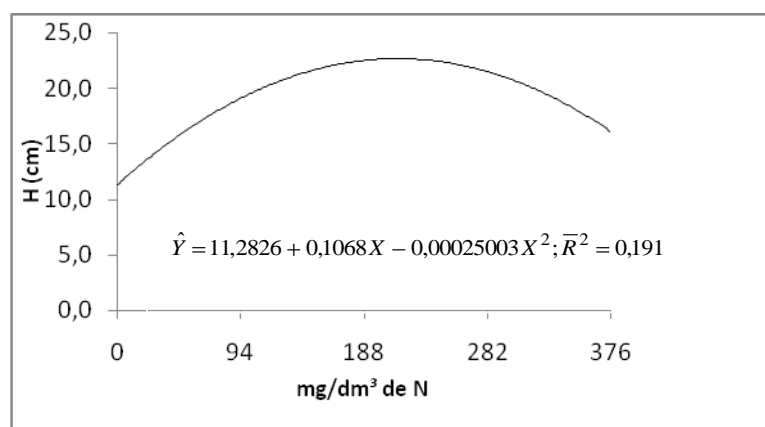


Figura 1 – Altura da parte aérea (H) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta a doses de nitrogênio, aos 150 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância das características morfológicas e relações estudadas, na produção de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*), avaliadas aos 150 dias após a repicagem.

FV	GL									
		H	DC	PMSPA	PMSR	PMST	RHDC	RHPMSPA	RPMSPAR	IQD
Bloco	3	42,32ns	1,0223ns	0,2989ns	0,34526ns	1,2359ns	1,437ns	568,3ns	1,5413ns	562,9ns
Fonte(F)	2	530,92*	0,7499ns	76,750*	0,17517ns	4,5568*	34,055*	1188,2ns	3,8432*	1182,8ns
Dose (D)	4	269,63*	2,2457*	48,186*	0,32263*	4,0608*	6,506*	2222,7*	3,1022*	2200,4*
F X D	8	58,38ns	0,1479ns	14,122ns	0,02391ns	0,4651ns	4,484ns	528,8ns	0,8066ns	526,1ns
Resíduo	42	61,39	0,4882	1,161	0,08761	0,9723	2,217	661,4	0,8486	658,1
CV (%)		41,52	25,12	113,66	73,96	73,14	22,61	78,24	38,22	77,59

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

H - altura da parte aérea, DC - diâmetro do coleto, PMSPA - peso de matéria seca da parte aérea, PMSR - peso da matéria seca das raízes, PMST - peso da matéria seca total, RHDC - relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto, RHPMSPA - relação altura da parte aérea/peso da matéria seca da parte aérea, RPMSPAR - relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca das raízes e o IQD - Índice de Qualidade de Dickson.

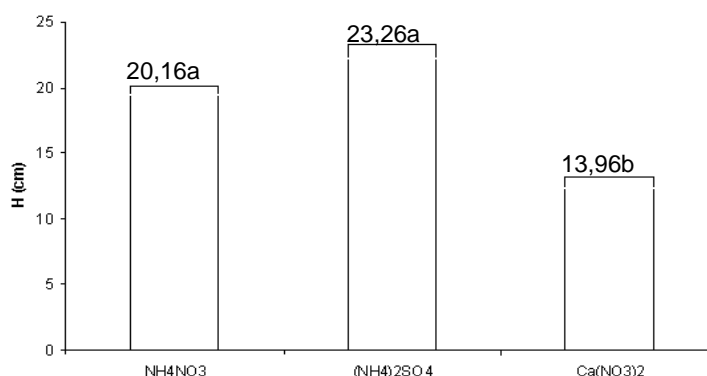


Figura 2 – Altura da parte aérea (H) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta às fontes de nitrogênio (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 150 dias após a repicagem. Pelo teste de Tukey, $a > b$ ($\alpha = 0,05$).

O diâmetro do coleto (DC) apresentou efeito significativo apenas para o fator dose de N. O efeito quadrático das doses proporcionou uma dose crítica de 105,36 mg/dm³ de N com diâmetro de 2,81 mm, independente da fonte utilizada (Figura 3). CRUZ et al. (2006) também verificaram um efeito significativo da adubação nitrogenada no crescimento das mudas de setecascas (*Samanea inopinata*). Quando se fez adubação nitrogenada a cada 14 dias, a análise de regressão teve resposta quadrática da aplicação de sulfato de amônio ao substrato sobre o diâmetro do coleto, com ponto de máximo em 0,91 g de sulfato de amônio por muda, sendo essa dose menor que a encontrada para a dose crítica no presente trabalho. FEITOSA et al. (2011) em estudo com mudas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) submetidas a aplicação de diferentes doses e fontes de N, observaram efeito significativo apenas para as doses de N aplicadas, e não para as fontes, sobre o DC das mudas.

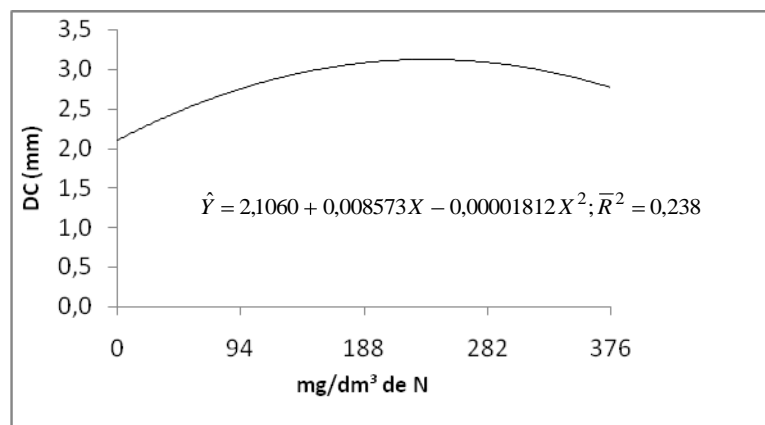


Figura 3 – Diâmetro do coleto (DC) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta a doses de nitrogênio, aos 150 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

A RHDC apresentou efeito principal das fontes e doses de N (Tabela1). Os dados não permitiram o ajuste da equação de regressão para as doses de N. As maiores médias foram observadas nos tratamentos com nitrato de amônio e com sulfato de amônio, com 7,19 e 7,47, respectivamente (Figura 4). A menor média foi observada nos tratamentos com nitrato de cálcio, com 5,08 (Figura 4), a qual diferiu estatisticamente das demais pelo teste de Tukey, ($p \leq 0,05$). Nesta relação, que conjuga duas importantes características avaliadas (H e DC), quanto menor for o seu valor, melhor a qualidade da muda e maior a capacidade de sobrevivência no campo (CARNEIRO, 1995). Ainda no estudo com sete-casas, CRUZ et al. (2009) não observaram efeito significativo na interação fontes e doses, nem efeito principal das fontes, diferindo-se dos resultados encontrados neste trabalho, onde as fontes apresentaram efeito significativo na produção de mudas de jequitibá-branco.

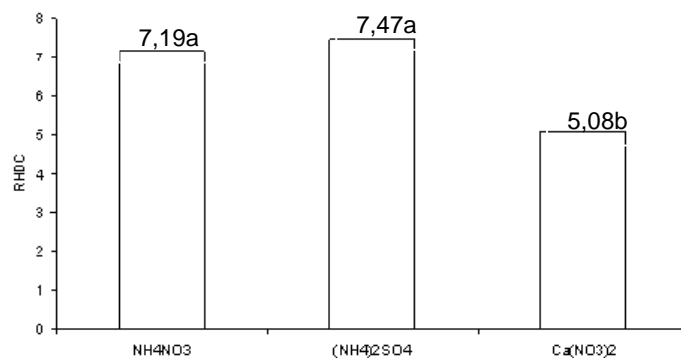


Figura 4 – Relação altura da parte aérea / diâmetro do coleto (RHDC) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta às fontes de nitrogênio (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 150 dias após a repicagem. Pelo teste de Tukey, a>b ($\alpha = 0,05$).

3.2. Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso da matéria seca das raízes (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST)

De acordo com a análise de variância, para o peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), o peso da matéria seca das raízes (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST) não apresentaram interação significativa entre os fatores fontes x doses, apenas o efeito principal de cada fator nas características avaliadas (Tabela 1).

O efeito quadrático das doses sobre o PMSPA proporcionou uma dose crítica de 139,44 mg/dm³ de N, com PMSPA de 1,17 g, para qualquer fonte de nitrogênio utilizada (Figura 5). As maiores médias foram observadas nos tratamentos com nitrato de amônio e sulfato de amônio, com 0,88 g e 1,36 g, respectivamente. Nitrato de cálcio apresentou a menor média, 0,60 g, diferindo-se estatisticamente das demais pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Resultados semelhantes foram encontrados por MARQUES et al. (2006b) em estudos com mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*). Avaliando os efeitos de fontes e doses de N, os mesmo autores constataram que a melhor fonte de N foi o sulfato de amônio, apresentando um efeito linear positivo, com o PMSPA aumentando com as doses, para Latossolo Vermelho-Amarelo. Ainda, para esta mesma espécie, GONÇALVES et al. (2010) estudando o crescimento das mudas em resposta à macronutrientes, verificaram efeito quadrático positivo da aplicação de nitrogênio no Latossolo Vermelho-Amarelo na altura e na massa seca da parte aérea.

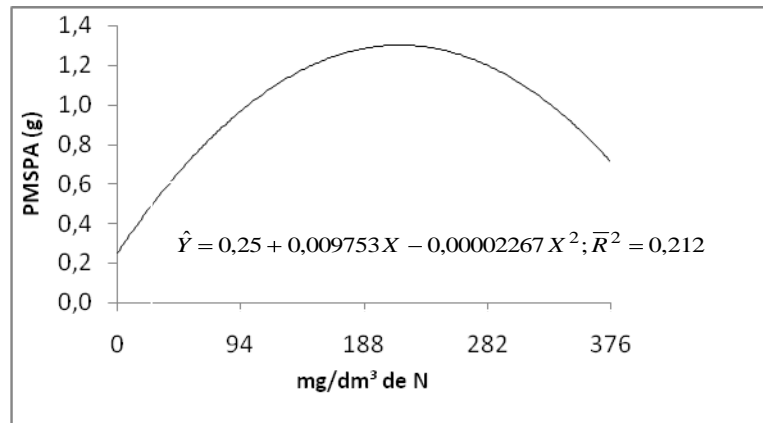


Figura 5 – Peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta a doses de nitrogênio, aos 150 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

O PMSR apresentou efeito significativo para as doses de N aplicadas (Tabela 1). A dose crítica determinada foi a de 223,44 mg/dm³ de N, com PMSR de 0,5 g, para qualquer fonte de N utilizada (Figura 6). Este resultado difere do encontrado por GOMES et al. (2003), que ao estudar o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K, verificaram efeitos não significativos da fertilização para o PMSR, para a RPMSPAR e para o IQD. Em angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), o PMSR também não apresentou resposta significativa à aplicação de doses crescentes de N (GONÇALVES et al., 2008).

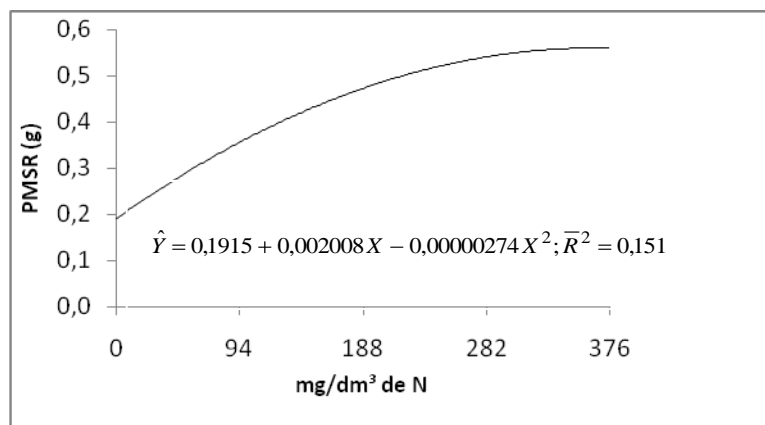


Figura 6 – Peso da matéria seca das raízes (PMSR) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta a doses de nitrogênio, aos 150 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

Na produção de matéria seca total (PMST), à semelhança do PMSPA, observou-se apenas os efeitos principais dos fatores fontes e doses de N (Tabela 1).

A dose crítica obtida em função das doses de N aplicadas foi de 147,22 mg/dm³ de N, para uma produção de 1,62 g, para qualquer fonte de N utilizada (Figura 7). As maiores médias observadas foram nos tratamentos com as fontes nitrato de amônio, com 1,28 g e com sulfato de amônio, com 1,86 g. A fonte nitrato de cálcio apresentou a menor média (0,91 g), diferindo-se estatisticamente das outras fontes de N aplicadas ($p > 0,05$). Estes resultados diferem-se dos encontrados por NICOLOSO et al. (2005) em estudos com a aplicação de fontes de nitrogênio mineral (N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺) em mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*). Até aos 90 dias, não observaram resposta às variações das fontes de nitrogênio no número de folhas, número de nós do caule, altura de planta, comprimento de raízes, matéria seca de folhas, do caule, de raízes e total das plantas. OLIVEIRA et al. (1998) também não observaram efeitos significativos no incremento de matéria seca na planta em resposta à aplicação de doses de N, em mudas de angelim-pedra (*Dinizia excelsa*).

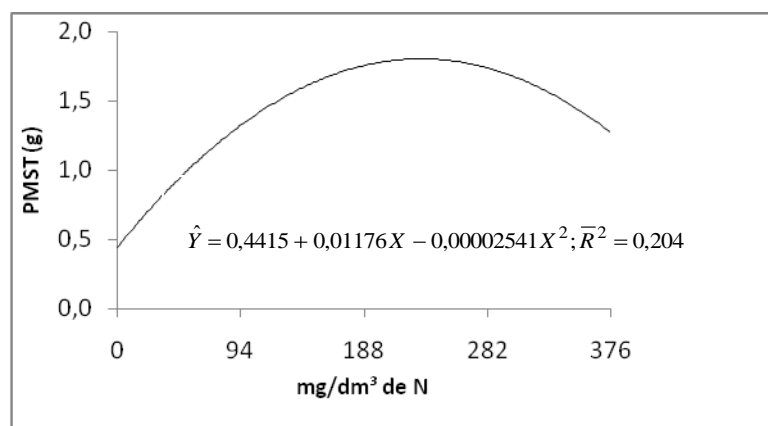


Figura 7 – Peso da matéria seca total (PMST) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta a doses de nitrogênio, aos 150 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

3.3. Relação altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA), Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Assim como as demais características analisadas, a RHPMSPA, a RPMSPAR e o IQD também não apresentaram interações significativas entre os fatores fontes x doses de N aplicadas (Tabela 1).

A RHPMSPA apresentou efeito significativo apenas para as doses de N aplicadas. O melhor valor para este índice (21,12) foi observado na dose de 285,33 mg/dm³ de N, com a aplicação de qualquer uma das fontes estudadas (Figura 8). MARQUES et al. (2006a) estudando o efeito de fontes e doses de N sobre mudas de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*), verificaram também um efeito quadrático das doses de N, com seu melhor índice sendo atingido na dose de 117 mg/dm³ de N, no Latossolo Vermelho-Amarelo, para qualquer fonte de N utilizada.

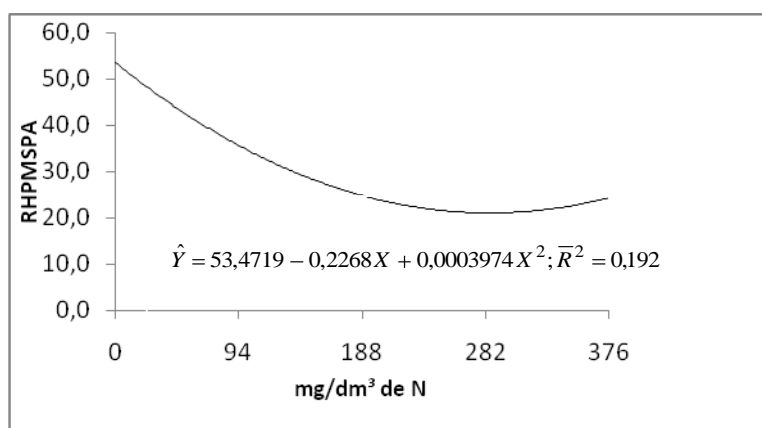


Figura 8 – Relação entre a altura da parte aérea / peso da matéria seca da parte aérea (RHPMSPA) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta a doses de nitrogênio, aos 150 dias após a repicagem ($\alpha = 0,05$).

Na RPMSPAR, houve o efeito principal dos fatores fontes e doses de N (Tabela 1). Os dados não permitiram ajuste da equação de regressão. Esta relação representa a partição de carbono nas plantas, e o valor “2,0” para este índice é o que expressa melhor a relação entre o peso da matéria seca da parte aérea e o peso da matéria seca do sistema radicular (GOMES et al., 2002). Para a fonte nitrato de amônio, a média encontrada foi de 2,40 e para a fonte sulfato de amônio, de 2,85. A fonte nitrato de cálcio apresentou a menor média (1,97), deferindo estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) das demais fontes estudadas (Figura 9).

CRUZ et al. (2010) estudando o crescimento de mudas de fedegoso (*Senna macranthera*) em resposta a aplicação de macronutrientes, verificaram resultados semelhantes em relação a aplicação de N, que apresentou efeito significativo, com índices máximos atingidos nas doses superiores a 170 mg/dm³ de N para a RPMSPAR e IQD. Resultados contrastantes foram encontrados por TUCCI et al. (2009) em mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*), onde não se observaram efeitos das doses crescentes de N na altura das plantas, número de folhas e relação peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca da raiz.

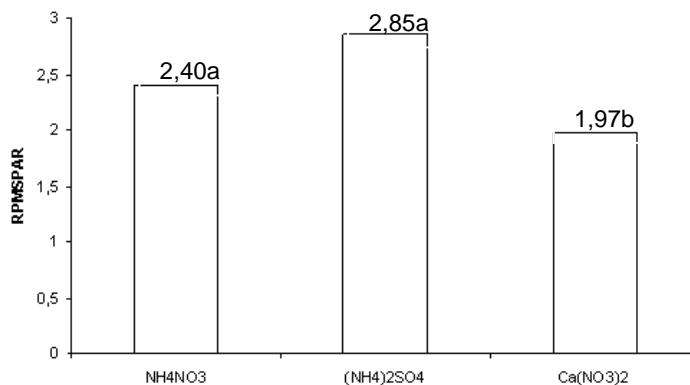


Figura 9 – Relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes (RPMSPAR) de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*) em resposta às fontes de nitrogênio (F1 = nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), aos 150 dias após a repicagem. Pelo teste de Tukey, $a > b$ ($\alpha = 0,05$).

O IQD das mudas de jequitibá-branco teve efeito significativo apenas para as doses de N aplicadas, porém os dados não permitiram o ajuste da equação de regressão. Este índice associa todas as características morfológicas avaliadas (H, DC, PMSPA, PMSR e PMST) e quanto maior o valor deste índice, melhor a qualidade das mudas (GOMES et al., 2002).

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- As mudas de jequitibá-branco, de modo geral, respondem significativamente à adição do N-mineral.
- As fontes nitrogenadas têm efeito significativo sobre a altura da parte aérea, peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca total, relação altura da parte aérea / diâmetro do coleto e relação peso da matéria seca da parte aérea / peso da matéria seca das raízes, sendo as maiores médias encontradas com a aplicação de sulfato de amônio, porém, sem diferenças significativas com o nitrato de amônio.
- Recomenda-se, para a produção de mudas de jequitibá-branco (*Cariniana legalis*), a aplicação da dose de 140 mg/dm³ de N, utilizando o sulfato de amônio como fonte, parceladas aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a repicagem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; LEITE, P.B.; SOUZA, R.B.; JUNIOR, E.S.R. Poda de raízes e adubação para crescimento do cafeeiro cultivado em colunas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.1, p.111-119, 2006.

BOTOSSO, P. C.; MATTOS, P. P. de. **Conhecer a idade das árvores: Importância e aplicação**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002, 25 p.

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

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke) **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

CRUZ, C. A. F., PAIVA, H. N., CUNHA, A. C. M. C. M., NEVES, J. C. L. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 63-76, 2010.

FEITOSA, D. G.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R.; PAIANO, M. O. Crescimento de mudas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) sob diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.401-411, 2011

FERREIRA, C. A. G. Recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 127-130, 2000

GOMES, J.M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

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**, v.27, n.2, p. 113-127, 2003.

GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Crescimento de mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes doses de macronutrientes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 599-609, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 352 p.

MARQUES, V. B.; PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.; NEVES, J. C. L.; BERNARDINO, D. C. S. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p.725-735, 2006a.

MARQUES, V.B.; PAIVA, H.N.; GOMES, J.M.; NEVES, J.C.L. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.71, p.77-85, 2006b.

MARQUES, L. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; SOUZA, P. H. Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol.33, n.1, p. 81-92, 2009.

NICOLOSO, F.T.; SARTORI, L.; JUCOSKI, G.O., ABREU, L. S., CERVI, F.G. Fontes de nitrogênio mineral ($N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$) no crescimento de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 221-23, 2005.

OLIVEIRA, J. M. F.; SILVA, A. J.; SCHWENGBER, D. R.; DUARTE, O. R. Respostas de mudas de Angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) a nitrogênio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.9, p.1-5, 1998.

PASSOS, M.A.A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 57f.. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres; Piracicaba: POTAFÓS, 1991. 343 p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1996, 728p.

SAMPAIO, C. S. **Efeito da adição de nitrogênio e cálcio no crescimento inicial de leguminosas arbóreas de restinga**. 2009. 58 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2009.

TUCCI, C. A. F., LIMA, H. N., LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, vol. 39, n.2, p. 289 – 294, 2009.

VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; FRANÇA, J. M.; CARVALHO, J. O. M. **Crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby sob diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006, 17p. (Série Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento)