



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
CURSO DE AGRONOMIA**

BEATRIZ PONTES VANDERLEI

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Acacia mangium* Willd. EM
RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA**

FORTALEZA

2018

BEATRIZ PONTES VANDERLEI

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Acacia mangium* Willd. EM RESPOSTA
À ADUBAÇÃO NITROGENADA

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V315c Vanderlei, Beatriz Pontes.
Crescimento e qualidade de mudas de *Acacia mangium* Willd. em resposta à adubação nitrogenada / Beatriz Pontes Vanderlei. – 2018.
50 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Ismail Soares.

1. *Acacia mangium* Willd. 2. Espécies florestais. 3. Nitrogênio. 4. Qualidade de mudas. I. Título.
CDD 630

BEATRIZ PONTES VANDERLEI

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Acacia mangium* Willd. EM RESPOSTA
À ADUBAÇÃO NITROGENADA

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 20/06/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ismail Soares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª. Dr^ª. Rosilene Oliveira Mesquita
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha família e amigos, com toda a minha
gratidão, por tudo que fazem por mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde e determinação para nunca desistir e por colocar pessoas especiais em minha vida;

A minha mãe, Regina, por seus ensinamentos, sua dedicação e exemplo de vida, que me transformou em uma pessoa ética e sensível aos problemas da vida;

As minhas tias, Fátima e Noélia, por todo o amor e carinho, por estarem ao meu lado, me ensinando e guiando através da fé e por me amarem como uma filha;

A minha avó, Noca Pontes (*in memorian*), por ser minha estrela guia durante a caminhada da minha vida;

Ao meu irmão, Diego, por seu amor, companheirismo e por ser meu exemplo;

Ao Fabio Mercúrio, pelo amor, compreensão, companheirismo, força e incentivo em todos os momentos, até quando eu duvidava de mim mesma;

Ao Prof. Dr. Ismail Soares, pela disponibilidade, excelente orientação e por compartilhar seus conhecimentos;

Ao Prof. Dr. Antônio Marcos Esmeraldo, por ter cedido o espaço para a realização do trabalho;

Aos professores participantes da banca examinadora, Dr. Lamartine Oliveira e Dr.^a Rosilene Mesquita, pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões;

As minhas amigas e irmãs de coração, Kiany Braz, Linda Mayra, Naiâni Felipe e Minerráh Carvalho, pela amizade, paciência, carinho e afeto durante todos esses anos;

Aos meus colegas de curso e de profissão, William Viana, Iana Oliveira, André Nogueira, Luiza Maciel, Vitor Oliveira e Tiago Oliveira, pela amizade, companheirismo e força;

Ao meu colega de monitoria, Timoteo Sampaio, pela caminhada durante a monitoria e o experimento.

E todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para realização desse trabalho.

“Compreendi que meu amor
não se devia traduzir somente por palavras.
Compreendi que o Amor
englobava todas as vocações,
que o Amor era tudo.”

(Santa Terezinha do Menino Jesus)

RESUMO

Espécies florestais são essenciais para a economia, assim como para recuperação de áreas degradadas, fonte de alimento para animais, dentre outras funções. Entretanto, estudos sobre os aspectos silviculturais são escassos, principalmente sobre as exigências nutricionais durante a fase de produção de mudas em solos brasileiros, especialmente para aqueles que visam identificar e melhorar as técnicas de cultivo para a produção de mudas. Assim sendo, o trabalho foi realizado objetivando avaliar os efeitos de doses crescentes de nitrogênio na *Acacia mangium* Willd. e determinar a melhor dose deste nutriente para produção de mudas. O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU), pertencente ao Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), sendo conduzido sob luz direta do sol em delineamento em blocos casualizados, formado por seis doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120, 160, 200 mg dm⁻³), com cinco repetições, cada unidade experimental foi formada por seis plantas. As mudas foram avaliadas, obtendo-se os valores de altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), calculando-se a massa seca total (MST) e as relações H/DC, MSPA/MSR, H/MSPA e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Os dados foram submetidos à análise de variância, testes de médias e análises de regressão. Todas as características avaliadas foram afetadas significativamente pelas doses de N, com exceção da relação H/DC. Diante dos resultados obtidos, a maioria das características avaliadas apresentaram melhores resultados com a dose de 152 mg dm⁻³ de N, recomendando, assim, essa dose para a produção de mudas de acácia.

Palavras-chave: *Acacia mangium* Willd., espécies florestais, nitrogênio, qualidade de mudas.

ABSTRACT

Forestry species are essential for the economy, as well as for the recovery of degraded areas, source of animal feed, among other functions. However, studies on the silvicultural aspects are scarce, especially on the nutritional requirements during the seedlings production phase in Brazilian soils, especially for those that aim to identify and improve cultivation techniques for seedling production. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effects of increasing nitrogen doses on *Acacia mangium* Willd. and to determine the best dose of this nutrient for seedling production. The experiment occurred at the Nucleus of Education and Research in Urban Agriculture (NEPAU), belonging to the Plant Science Department of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Ceara (UFC), being conducted under direct sunlight in a randomized block design, formed by six nitrogen doses (0, 40, 80, 120, 160, 200 mg dm⁻³), with five replicates, each experimental unit was formed by six plants. The seedlings were evaluated, obtaining their height (H), collar diameter (DC), number of leaves (NF), aerial part dry weight (MSPA) and root (MSR), calculating the relationships H/DC, MSPA/MSR, H/MSPA and Dickson quality index (IQD). The data were submitted to analysis of variance, means tests and regression analysis. All the evaluated characteristics were significantly affected by the doses of N, with the exception of H/D ratio. Considering the results obtained, the majority of the evaluated characteristics presented better results with the dose of 158 mg dm⁻³ of N, thus recommending this dose for the production of acacia seedlings.

Keywords: *Acacia mangium* Willd., forest species, nitrogen, seedling quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Altura da parte aérea das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	31
Figura 2	– Diâmetro do coleto das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	32
Figura 3	– Número de folhas das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	33
Figura 4	– Peso da massa seca da raiz das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	34
Figura 5	– Peso da massa seca da parte aérea das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	35
Figura 6	– Peso da massa seca total das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	36
Figura 7	– Relação altura com diâmetro do coleto das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	37
Figura 8	– Relação massa seca da parte aérea com a raiz das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	38
Figura 9	– Relação da altura com o peso da massa seca da parte aérea das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	39
Figura 10	– Índice de qualidade Dickson das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise física do Argissolo Vermelho-Amarelo	26
Tabela 2 – Análise química do Argissolo Vermelho-Amarelo	26
Tabela 3 – Fontes e doses dos macronutrientes utilizados na adubação do experimento	27
Tabela 4 – Fontes e doses dos micronutrientes utilizados na adubação do experimento	28
Tabela 5 – Adubação de plantio e de cobertura utilizadas no experimento	28
Tabela 6 – Quadrados médios de altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST), e das relações altura/diâmetro do coleto (RHDC), massa seca parte aérea/raiz (RMSPAR), altura/massa seca parte aérea (RHMSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD)	29
Tabela 7 – Valores médios de altura (H), diâmetro do coleto (DC), matéria seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação altura/diâmetro do coleto (RHDC), relação altura/massa seca de parte aérea (RHMSPA), relação massa seca de parte aérea/massa seca de raiz (RMSPAMSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), para mudas de acácia, avaliadas aos 150 dias após a semeadura, em função de doses crescentes de N	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Caracterização e aspectos gerais da <i>Acacia mangium</i>	16
2.2	Adubação mineral	18
2.3	Nitrogênio	19
2.4	Adubação nitrogenada de mudas de espécies florestais	20
2.5	Características de qualidade das mudas	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1	Localização e caracterização da área experimental	25
3.2	Solo	25
3.3	Espécie florestal	26
3.4	Condução do experimento	27
3.5	Características avaliadas	28
3.6	Análises estatísticas	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	Crescimento e qualidade das mudas de acácia	31
4.1.1	Altura	31
4.1.2	Diâmetro do coleto	32
4.1.3	Número de folhas	32
4.1.4	Massa seca da raiz	33
4.1.5	Massa seca da parte aérea	34
4.1.6	Massa seca total das mudas	35
4.1.7	Relação altura com diâmetro do coleto	36
4.1.8	Relação massa seca com a parte aérea/raiz das mudas	37
4.1.9	Relação altura com massa seca da parte aérea	38
4.1.10	Índice de qualidade Dickson das mudas	39
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
	ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por produtos de base florestal e a grande pressão sobre a exploração de áreas nativas, tem exigido das instituições de pesquisa o desenvolvimento de novas técnicas e espécies florestais para redução do impacto sobre as florestas nativas. Nesse cenário de escassez e alta demanda, as plantações florestais assumem papel de destaque nos cenários nacional e internacional (PAGÉS, 2011).

Para as espécies florestais, ainda são incipientes as informações referentes às suas exigências nutricionais, durante o seu crescimento inicial (CECONI *et al.*, 2006). Devido à ampla diversidade genética e diferentes demandas nutricionais, não há como definir um padrão de fertilização que satisfaça as exigências de todas as espécies, evidenciando a necessidade de programas específicos para este fim (REIS *et al.* 2012).

Entre os gêneros mais plantados no mundo estão *Eucaliptus*, *Pinus* e *Acacia*. No ano de 2000, a área plantada com o gênero *Acacia* no mundo somava 8.317.000 ha, sendo 7.964.000 ha localizados na Ásia, 345.000 ha na África e 8.000 ha na Oceania (TONINI e VIEIRA, 2010).

O gênero *Acacia sp.* apresenta uma relevante importância do ponto de vista social e industrial no reflorestamento. As espécies de maior utilização são *Acacia mangium* Willd. e *Acacia saligna* (Labill.) Wendl., sendo suas produções direcionadas principalmente para energia, forragem, recuperação do solo, produção de polpa celulósica e madeira serrada (MARSARO JR, s.d.).

A *A. mangium* é uma leguminosa pioneira e vem despertando a atenção dos técnicos e pesquisadores pela rusticidade, rapidez de crescimento e, principalmente, por ser uma espécie nitrificadora (VEIGA *et al.*, 2000). O interesse também parte por ela apresentar significativa capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras (ANDRADE *et al.*, 2000), sobretudo em solos pobres, ácidos e degradados produzindo elevada quantidade de madeira com baixa acumulação de nutrientes. Assim, a espécie destaca-se em programas de recuperação de áreas degradadas e representa uma opção silvicultural para o Brasil (BALIEIRO *et al.*, 2004). Entretanto, apesar de seu sucesso, os dados e informações sobre a *A. mangium* produzida no Brasil, em especial no Estado do Ceará, são escassos, logo o manejo correto dessa cultura ainda é considerado relativamente novo.

Para o sucesso de povoamentos florestais, é importante a produção de mudas com alta qualidade morfofisiológica, pois, as mudas que apresentam parte aérea e sistema radicular bem formado e em bom estado nutricional, geralmente têm alta taxa de sobrevivência e

crescimento no campo, aumentando o seu poder de competição com a vegetação espontânea, diminuindo a frequência de controle de plantas espontâneas e, conseqüentemente, os custos da recuperação da área em questão. Dentre os fatores que influenciam a qualidade das mudas destacam-se a qualidade das sementes, tipos de substratos e recipientes utilizados, fertilizações e técnicas de manejo (FONSECA, 2005), merecendo ressaltar que o potencial genético, as condições fitossanitárias e a conformação do sistema radicular das mudas também são importantes para que se tenha uma boa produtividade dos povoamentos florestais (CARVALHO, 1992).

O conhecimento sobre as exigências nutricionais e a correção do solo durante a formação das mudas no campo é de grande importância ecológica e econômica em programas florestais (TEIXEIRA, 2017). As características e a quantidade de adubos a serem aplicados dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos e de fatores econômicos (GONÇALVES, 1995). O aspecto nutricional na produção de mudas deve ser considerado criteriosamente para que as mudas não venham a ter seu crescimento prejudicado pela falta ou desbalanço de nutrientes (CRUZ *et al.*, 2006; SMARSI *et al.*, 2011).

De todos os nutrientes, o nitrogênio é o que se encontra em maiores concentrações nos vegetais superiores. Na grande maioria das espécies cultivadas, principalmente as de ciclo anual, o metabolismo do nitrogênio tem sido bastante estudado (BLEVINS, 1989), não ocorrendo o mesmo para espécies florestais (MARQUES *et al.*, 2006). O nitrogênio é essencial para o desenvolvimento das culturas, em que uma nutrição nitrogenada adequada automaticamente melhora os teores foliares deste e de outros elementos, aumentando, conseqüentemente, o crescimento e a produção (BOVI *et al.*, 2002). Segundo Sorreano *et al.* (2012), com exceção da deficiência hídrica, nenhuma deficiência é tão dramática quanto a de nitrogênio.

Em razão da escassez de pesquisas nas fases de desenvolvimento da *A. mangium* no Brasil, sobretudo no estado do Ceará, onde o seu cultivo é mais recente e pode gerar uma expansão satisfatória, devido ao elevado potencial da região, realizou-se o experimento com o objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes de nitrogênio na qualidade de mudas de *A. mangium*, determinando a melhor dose deste nutriente para produção de mudas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização e aspectos gerais da *Acacia mangium*

O gênero *Acacia* pertence à família *Leguminosae* e envolve cerca de 1200 espécies, originárias da região noroeste da Austrália, Papua Nova Guiné, Ilhas de Java, Molucas, Sula e Aru. Contudo, hoje, essas espécies estão difundidas pela Ásia, África e América do Sul, regiões de clima e condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de indivíduos desse gênero (SEGURA *et al.*, 2010).

As regiões de ocorrência natural do gênero *Acacia* caracterizam-se pelo clima úmido e quente, com temperatura média anual de 19 °C e precipitação média anual de 1500 a 3000 mm (ROSSI *et al.* 2003). Sua ocorrência natural predomina em altitudes inferiores a 100 m, entretanto, em alguns maciços, encontra-se em altitudes que vão de 450 até 720 m (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983).

A espécie *Acacia mangium* Willd., também conhecida como acácia, acácia-australiana e/ou mangium, é a espécie com maior área plantada, contando com cerca de um milhão de hectares plantados na Indonésia e Malásia (LOMBARDI, 2013). No hábitat natural, os indivíduos de *A. mangium* concentram-se em áreas costeiras de baixada, em altitudes de até 300 m. Crescem às margens de matas fechadas, em matas abertas, bosques e especialmente em áreas perturbadas pelo fogo (MIDGLEY e TURNBULL, 2003).

A árvore de acácia é normalmente de porte alto, podendo atingir de 25 a 30 metros de altura e diâmetro de até 85 cm na fase adulta, além de ser perenifólia e apresentar crescimento rápido com vida média de 40 anos (FONSECA, 2005). De acordo com o Instituto Hórus (s.d.), a acácia possui um tronco reto que pode superar a metade da altura total da árvore. Seu tronco ereto possui coloração cinza-parda, com casca pouco saliente e levemente sulcado longitudinalmente. Quanto à ramificação, apresenta-se fina, horizontal, espaçada, formando copa ovalada com folhagem densa.

As folhas são simples e alternas, em ramos verdes e alados, dispostos espiraladamente, ovalado-lanceoladas ou ovalado-alongadas, largas, coriáceas, de pecíolo curto, ápice alongado, com nervuras salientes partindo da base, de 12-18 cm de comprimento. Elas são filódios permanentes que não evoluíram, não dando origem às folhas verdadeiras que deveriam ser pinadas (INSTITUTO HÓRUS, s.d). As folhas da acácia podem ser usadas como forragem na alimentação de animais (LEILLES *et al.*, 1996)

Segundo o Centro de Pesquisa Agroflorestral de Rondônia – CPAFRO (2004), as flores encontram-se dispostas em espigas soltas de 10 cm de comprimento, solitárias ou unidas nas axilas superiores. As flores são brancas e pentâmeras, com cálice de 0,6-0,8 mm de comprimento, com lóbulos obtusos curtos, corola duas vezes tão longa quanto o cálice.

Os frutos são do tipo vagem, espiralados ou torcidos, marrons, curtos, deiscentes, com sementes pretas, pequenas, pendentes na vagem por um filamento amarelo, formadas de setembro a novembro (INSTITUTO HORUS, s.d). Eles são lineares quando verdes, com 3-5 mm de largura, alcançando 7-8 cm de comprimento (BARBOSA, 2002).

As sementes são lustrosas e podem ter o formato elipsóide, oval ou mesmo oblongo (2,5-3,5 mm), dentro de uma coloração variando sempre dentro da tonalidade alaranjada (BARBOSA, 2002). Entretanto, as sementes de acácia apresentam dormência tegumentar, o que representa dificuldade na produção de mudas em programas de reflorestamento. A dormência provoca desuniformidade entre as mudas produzidas em viveiro, além do maior tempo de exposição às condições adversas, como a ação de pássaros, insetos, doenças e a própria deterioração. Embora exótica, a acácia serve muito bem para ocupar ecossistemas degradados, especialmente aqueles com áreas pedregosas e de solos rasos ou formados por dunas de areia (CARVALHO, 1994).

A *A. mangium* é uma espécie típica de terrenos pouco elevados que, atrás dos mangues, ocupa zonas pantanosas estacionais, lagos bem drenados e montes, podendo ser frequentemente encontrada em solos de escassa fertilidade (DORAN e SKELTON, 1982). Além disso, a espécie é agressiva, podendo, por alelopatia, impedir a germinação de outras espécies (INSTITUTO HÓRUS, s.d.) e um espectro de tolerância muito grande o que adapta praticamente a quase todos os ambientes (BARBOSA, 2002).

A planta se adapta a uma ampla gama de solos ácidos, pH 4,5-6,5, inclusive tolerando solos de baixa fertilidade ou com baixa drenagem. Cresce em solos com teor de fósforo muito baixo (MARINHO *et al.*, 2004) e é pouco adaptada a solos calcários (TONINI e VIEIRA, 2006).

De acordo com Dias *et al.* (1991), sua ampla capacidade de adaptação é advinda de características como o rápido crescimento, a alta produção anual de sementes, habilidade de sombrear competidores rapidamente, quantidade reduzida de patógenos em potencial, tolerância a acidez do solo e compactação e a elevada taxa de fixação de N₂, quando em simbiose com bactérias diazotróficas, que resultam em produções elevadas de biomassa e entrada de nutrientes, via serrapilheira, em áreas degradadas, podendo favorecer a sucessão vegetal nessas áreas.

Essa espécie apresenta grande potencial para aportar matéria orgânica, nitrogênio e bases trocáveis no solo, além de produzir serrapilheira de baixa relação C/N. Essas propriedades influenciam de forma positiva a manutenção da atividade biológica e a ciclagem de nutrientes em solos degradados. Os valores expressivamente altos de serrapilheira que esta espécie pode depositar no solo permitem a formação de reservatório de matéria orgânica e nutrientes, essencial para o processo de revegetação (MARINHO, *et al.*, 2004).

A. mangium tem potencial para depositar de 5 a 12 ton ha⁻¹ ano⁻¹ de serrapilheira seca, com cerca de 150 a 300 kg de nitrogênio fixado, esse nitrogênio orgânico, na forma de proteínas e aminoácidos, sofrerá mineralização e se disponibilizará as culturas que estiverem vegetando na área (FOELKEL, 2012).

O aproveitamento da madeira é direcionado, principalmente, para polpa de celulose. Porém, a espécie possui aptidão para produção de moirões, construção civil, (BALIEIRO *et al.*, 2004) além de possibilitar a produção de carvão e outros produtos como MDF, aglomerados e compensados (SCHIAVO e MARTINS, 2003).

Segundo o Instituto Hórus (s.d.), a espécie também é recomendada para fins paisagísticos, por apresentar a copa densa e elegante, tornando-se adequada para arborização urbana e rural. A árvore vem sendo usada com muito sucesso na arborização das ruas de Manila (Filipinas) e de Bangkok (Tailândia), para a remoção de poluentes atmosféricos, como o enxofre e o chumbo, presentes nos gases provenientes dos escapamentos dos veículos. Na Malásia e Tailândia, ela é empregada na arborização de sítios, parques, rodovias e ferrovias, para embelezamento e proteção contra erosões diversas.

Apresenta também grande potencial de uso em programas de reflorestamento e recuperação de áreas com solos pobres ou degradados, tais como as áreas de encostas e de mineração (SCHIAVO e MARTINS, 2003). A espécie também pode ser utilizada como quebra-ventos (BALIEIRO *et al.*, 2004) e para sombreamento.

Uma das principais vantagens da espécie é a idade de corte no Brasil, que varia desde os 5 anos até 10 anos, enquanto na África do Sul ocorre normalmente aos 11 anos. A amplitude de produtividade gira em torno dos 10 a 25 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, sendo a produção média de casca em torno de 15 t ha⁻¹ (LEONARD, 2016).

2.2 Adubação mineral

A nutrição é essencial para um bom desenvolvimento das plantas. A adubação correta, independente de ser orgânica ou química, é imprescindível para evitar desperdícios e,

consequentemente, aumento nos custos da produção (OLIVEIRA, 2017). Para um elemento ser considerado essencial deve satisfazer alguns critérios como, por exemplo, constituir uma molécula que faça parte da estrutura ou do metabolismo da planta, na sua ausência pode causar sintomas severos de anomalias, retardar o crescimento da planta e afetar reprodução ao influenciar na queda dos botões florais (OLIVEIRA, 2007).

O conhecimento das exigências nutricionais das essências florestais é de grande importância para que se possa proporcionar maior crescimento inicial, que facilita operações de plantio do manejo. A exigência nutricional é muito variável entre espécies e mesmo entre os estádios de desenvolvimento da planta. No estágio inicial, espera-se que a demanda nutricional das plantas seja maior, devido à maior taxa de crescimento e, portanto, maior acúmulo de massa seca. Vários estudos têm sido realizados para a determinação da exigência nutricional na fase de muda em diferentes espécies (MARQUES *et al.*, 2006; CRUZ *et al.*, 2004; DUBOC, 1996; LIMA, 1995; LOCATELLI, 1984).

Segundo Almeida *et al.* (2014), o mau uso de fertilizantes, ou seja, o manejo inadequado desses insumos pode acarretar efeitos negativos nos custos da produção das principais culturas anuais. Os autores enfatizam que com o passar de sucessivas adubações, a fertilidade do solo é melhorada, porém é necessário que se mantenha atenção ao manejo e equilíbrio nutricional, atentando a interações entre os nutrientes, sob o efeito de que possam ocorrer interferências negativas no rendimento das culturas.

Um das limitações para o crescimento de espécies vegetais arbóreas é o baixo teor de nutrientes que se encontram no solo, entre os nutrientes que são essenciais ao crescimento, destaca-se o nitrogênio (N). Nas plantas, o nitrogênio tem grande importância por fazer parte de proteínas, ácidos nucléicos e constituintes celulares, membranas e também hormônios vegetais. Na falta de N, ocorre deficiência, causando clorose gradativa das folhas mais velhas e diminuição do crescimento da planta (SOUZA *et al.*, 2006).

2.3 Nitrogênio

O nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas é o nitrogênio e, excetuando as leguminosas, o mais frequentemente suprido em quantidade insuficiente (REICHARDT *et al.*, 1979). Também é o elemento que se encontra na atmosfera em maior quantidade, em torno de 78%. (EPSTEIN *et al.*, 2006). Esse reservatório é grande devido a processos, como a desnitrificação, que reabastecem frequentemente a atmosfera. Apesar da abundância, na forma de gás dinitrogênio (N₂) não é absorvida pelas plantas, visto que o

nitrogênio é absorvido pelas plantas somente na forma de amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-) na rizosfera, pelas raízes. Para que o N_2 seja utilizado pelas plantas, há três processos: fixação biológica, fixação industrial e fixação atmosférica (OLIVEIRA, 2017). No solo há predominância do N na forma orgânica, podendo ser liberado na forma mineral através da mineralização da matéria orgânica, a taxa dessa liberação é controlada por diversos fatores tais como: temperatura, umidade, textura do solo, entre outros (TAÍZ e ZEIGER, 2004).

Embora parte do N contido na forma orgânica do solo seja mineralizada pela atividade microbiana, esta quantidade, na maioria dos solos, não é suficiente para atender à demanda das culturas exigentes desse nutriente. Além disto, o N orgânico do solo é lentamente liberado durante o ano, enquanto a taxa de demanda das culturas requer maior quantidade deste nutriente disponível no início da estação de crescimento (STANFORD, 1973). Esse elemento, quando suprido pelo solo, na maioria dos casos, não é suficiente para garantir altas produtividades, visto que o N é o nutriente mais limitante para a produtividade, desenvolvimento e produção de biomassa de grandes partes das culturas (LOPES *et al.*, 2004). Com isso, a utilização de outras fontes de suprimento de N, além do solo, faz-se necessárias.

O nitrogênio é essencial para que as plantas possam realizar seu metabolismo corretamente. Este elemento faz parte de uma série de compostos imprescindíveis para a sobrevivência da planta, como as moléculas de clorofila, bases nitrogenadas, proteínas (dentre as quais a enzima ribulose 1,5-bifosfato carboxilase oxigenase – Rubisco, catalisadora da redução fotossintética do CO_2), aminoácidos e de uma gama de compostos do metabolismo secundário (TAÍZ e ZEIGER, 2017).

De maneira geral, grandes quantidades de N são requeridas pelas plantas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento. Assim, a restrição de N leva a uma redução de crescimento, pois esse nutriente, além de fazer parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, pigmentos e produtos secundários, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA *et al.*, 1997), interferindo de maneira direta ou indireta no desenvolvimento da planta.

2.4 Adubação nitrogenada de mudas de espécies florestais

Avaliando mudas de acácia (*Acacia mangium* Willd.), com doses crescentes de N e K, Dias *et al.* (1991) observaram que as plantas responderam de maneira positiva adição de

N ao solo, em especial com a dose de 100 mg dm^{-3} , que proporcionou 90% da produção máxima para a produção de massa seca foliar, de caule e ramos e total, sendo esta dose a mais recomendada para formação de mudas de acácia-negra. Em estudo feito por Schumacher *et al.* (2013), a obtenção do máximo crescimento da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) foi possível ao utilizar a dose máxima de 40 kg ha^{-1} de N.

Mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Benth.) responderam significativamente à adição de nitrogênio, obtendo melhor desenvolvimento na dose de 180 mg dm^{-3} de N, recomendando-se essa dose na produção de mudas de jacarandá em Argissolo Vermelho-Amarelo (MARQUES *et al.*, 2006).

A maioria das características de crescimento e a acumulação de nutrientes pelas mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) foram influenciadas positivamente pela adubação nitrogenada, sendo a dose $57,5 \text{ kg ton}^{-1}$ de N recomendada para a produção de mudas de mogno (TUCCI *et al.*, 2006). De acordo com Sampaio (2009), o crescimento da espécie *Senna appendiculata* (Vogel) Wiersema foi influenciado pela aplicação de nitrogênio, sendo que a fonte preferencial de nitrogênio para esta espécie parece ser o amônio.

Em um experimento com solução nutritiva com mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.), a altura de plantas foi a característica mais sensível à adubação nitrogenada, com efeito significativo na dose de 224 mg L^{-1} de N (BELAPART *et al.*, 2013). Em produção de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) com diferentes doses de nitrogênio, Freiburger *et al.* (2013) constataram que, em razão do aumento das doses de N, os incrementos em altura, diâmetro, área foliar e massa seca das mudas de cedro evidenciam a importância da adubação nitrogenada no desenvolvimento inicial dessa espécie.

A teca (*Tectona grandis* L.f.) é uma espécie altamente responsiva à adubação e calagem no momento do plantio, tendo sido observado que, para o tipo de solo e condições estudadas, recomenda-se a dose de 90 mg dm^{-3} de N, além de haver resposta significativa às doses de N em todas as épocas avaliadas, indicando ser um nutriente extremamente importante no início do seu crescimento (FAVARE, 2010).

A utilização da adubação nitrogenada promove o aumento na altura, diâmetro do coleto e na massa seca das raízes das mudas de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) e que o uso de doses de nitrogênio até $54,3 \text{ mg dm}^{-3}$ proporcionam aumentos na altura, no diâmetro do coleto e na massa seca das raízes das plantas (TEIXEIRA, 2017). Marques *et al.* (2006b), recomenda, na produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) em Argissolo Vermelho-Amarelo, a dose de 176 mg dm^{-3} de N, tendo como fonte o sulfato de amônio.

As mudas de ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose) responderam significativamente à adição de sulfato de amônio e nitrato de amônio, apresentando ganhos em crescimento e qualidade. As melhores médias para todas as características quantitativas foram obtidas com as doses variando entre 90 e 110 mg dm⁻³ de N. Para a obtenção de maior altura e diâmetro de colo, recomenda-se a dose de 100 mg dm⁻³ de N, aplicada parceladamente aos 25, 50, 75 e 100 dias e tendo como fonte de N o sulfato de amônio (GOULART *et al.*, 2017).

Em estudo com mudas de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), Simões & Couto (1973) verificaram que a ausência de N limitou o crescimento das plantas, tornou-as cloróticas, reduziu a espessura de parede celular e prejudicou o desenvolvimento radicular das mesmas. Barroso *et al.* (2005) também constataram redução drástica de crescimento, clorose generalizada, paralisação de emissão de raízes novas e apodrecimento de raízes secundárias de teca, no tratamento com omissão de N em solução nutritiva.

A adubação nitrogenada resultou em ganhos significativos no crescimento e na qualidade de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., recomendando-se, para Latossolo Vermelho-Amarelo, a dose de 185 mg dm⁻³ de N para a produção de mudas dessa espécie, uma vez que essa dose proporcionou maior produção de massa seca total (SOARES *et al.*, 2017).

As espécies florestais apresentam preferência por absorver nitrato ou amônio, por apresentarem características adaptativas, portanto, é importante o conhecimento sobre a fonte preferencial de N para determinada espécie. Isso ajuda a correta adubação nitrogenada na produção de mudas em projetos de reflorestamento (GOI *et al.*, 1997).

2.5 Características de qualidade das mudas

Características morfológicas ou fisiológicas podem ser usadas como medidas do padrão de qualidade de mudas, sendo que as características morfológicas são, de modo geral, de mais fácil obtenção, pois não exigem equipamentos mais sofisticados (DUARTE *et al.*, 2015). Os parâmetros morfológicos são atributos determinados por medições ou visualmente, sendo importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo (FONSECA, 2000).

A altura da parte aérea (H) é de fácil medição e devido a isso sempre foi utilizada com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais nos viveiros (GOMES, 1978), sendo considerada também como um dos mais importantes

parâmetros para estimar o crescimento inicial no campo (REIS *et al.*, 1991), não sendo um método destrutivo.

O diâmetro do coleto (DC) é facilmente mensurável e, por ser obtido sem a destruição da planta, está sendo considerado, por muitos pesquisadores, como sendo um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência, logo após o plantio, de mudas de diferentes espécies florestais, (SCHUBERT e ADANS, 1971; CARNEIRO, 1976; FERREIRA, 1977; HINES e LONG, 1985; MEXAL e LANDIS, 1990; REIS *et al.*, 1991; FONSECA, 2000).

Em razão da facilidade de medição tanto da altura da parte aérea quanto do diâmetro do coleto e por ser um método não destrutivo, a relação desses parâmetros resulta no índice “altura da parte aérea/diâmetro do coleto” (RHDC), podendo ser considerado e aplicado para muitas das espécies florestais (GOMES, 2001), refletindo o acúmulo de reservas e assegurando maior resistência e melhor fixação no solo (STURION e ANTUNES, 2000). Sendo recomendado que, quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem na área de plantio definitivo (CARNEIRO, 1983; GOMES e PAIVA, 2011).

A produção de massa seca tem sido considerada como um dos melhores parâmetros para caracterizar a qualidade de mudas, apresentando, porém, o inconveniente de não ser viável a sua determinação em muitos viveiros, principalmente por envolver a completa destruição das mudas (WALTERS e KOZAK, 1965). A massa seca das raízes (MSR) é uma das melhores e mais importantes variáveis para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo, destacando que a sobrevivência é maior quanto mais abundante for o sistema radicular (GOMES e PAIVA, 2011).

A relação massa seca da parte aérea com a raiz das mudas (RMSPAR) é considerada confiável e eficiente para expressar a qualidade das mudas (PARVIAINEN, 1981), pois, segundo Teixeira (2017), indica o equilíbrio de crescimento entre parte aérea e raiz. Entretanto, esse índice não é muito utilizado em viveiros por ser destrutivo. Sem definir a espécie, Brissette (1984) propôs 2,0 como a melhor relação entre essas características, havendo, porém, outros valores na literatura que variam com a espécie, o sítio e outras características.

A relação altura com massa seca da parte aérea (RHMSPA) pode ser de grande auxílio, para prever o potencial de sobrevivência da muda no campo, entretanto não é comumente usada (MARQUES *et al.*, 2006). Segundo Gomes (2001), quanto menor for o

quociente obtido, mais lignificada será a muda e maior a capacidade de sobrevivência no campo.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é uma fórmula balanceada onde inclui as relações dos parâmetros morfológicos, como o peso de matéria seca total (MST), o peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), o MSR, H e DC. Quanto maior for o valor desse índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas (GOMES, 2001).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

Durante o período de setembro de 2017 a dezembro de 2017, o presente experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) componente do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), situado em Fortaleza, Ceará. Localizado geograficamente na latitude 3°44'16" S e na longitude 38°34'22" W, com altitude 19,6 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen enquadra-se no tipo tropical Aw, com chuvas de verão e outono, caracterizado por período quente durante o ano inteiro com precipitações médias anuais irregulares. Com temperaturas mais elevadas nos meses de novembro e dezembro, enquanto a mais baixa ocorre normalmente no início da estação seca, geralmente em julho. As chuvas ocorrem no período de janeiro a junho, podendo prolongar-se até agosto, com máximas em março e abril (QUEIROZ, 2003).

Através da Estação Meteorológica da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, as condições climáticas do local foram monitoradas ao longo da condução do experimento, com a temperatura máxima alcançando 30,2°C, a média, 26,9°C e a mínima, 23,6°C, com umidade relativa do ar máxima de 95%, média de 80,3% e a mínima de 62,1%.

3.2 Solo

A amostra de solo que foi utilizada no experimento foi coletada na Fazenda Raposa, que está localizada no município de Maracanaú, no estado do Ceará. Uma amostra composta foi levada ao Laboratório de Solos, do Departamento de Ciências do Solo (DCS), componente do CCA, da UFC, para a realização das análises físicas e químicas com base na metodologia da Embrapa (1997), onde foi possível classificar o solo como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura franco-arenosa, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). Resultados das análises físicas e químicas do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, são apresentados nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Análise física do Argissolo Vermelho-Amarelo.

Composição granulométrica			
Areia	Silte	Argila	Classe textural
----- g kg ⁻¹ -----			
403	122	102	Areia franca

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Tabela 2. Análise química do Argissolo Vermelho-Amarelo.

pH	CE	Complexo sortivo					
		Ca ²⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺
Água		----- cmol _c kg ⁻¹ -----					
dS m ⁻¹							
4,6	0,05	0,40	0,40	0,09	0,19	2,97	0,70
SB	t	T	V	m	PST	M.O.	P _{disponível}
----- cmol _c kg ⁻¹ -----		----- % -----			g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹
1,08	1,78	4,05	27	39	2	6,62	1

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

3.3 Espécie florestal

A espécie florestal utilizada no experimento foi *Acacia mangium*. As sementes foram adquiridas da empresa Caiçara Comércio de Sementes LTDA, da safra de 2016. De acordo com a empresa, as sementes apresentavam germinação de 70%, pureza de 90% e viabilidade de 70%.

Para quebra de dormência das sementes, foram imersas em água a 100°C por um minuto, sem imersão posterior em água à temperatura ambiente (SMIDERLE, 2004), a seguir, as sementes foram secas e semeadas em bandejas com 162 células, contendo como substrato uma mistura, na proporção 2:1, de composto orgânico com areia lavada. Foram semeadas três sementes de acácia em cada célula, em seguida, as bandejas foram transferidas para casa de vegetação, sendo irrigadas duas vezes ao dia. Vinte e um dias após a emergência das plântulas, as mesmas foram transferidas para as sacolas contendo o solo com os respectivos tratamentos de doses de nitrogênio. As mudas foram cultivadas em canteiros a céu aberto.

3.4 Condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, formado por seis doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120, 160, 200 mg dm⁻³), com cinco repetições. Cada unidade experimental foi formada por seis plantas, totalizando 180 plantas.

No preparo do solo, para correção da acidez dos solos, frações de 35 dm⁻³ do solo receberam uma mistura de 15,93 g de calcário dolomítico (33% CaO e 16% MgO) e 58,28 g de calcário calcítico (53,2% CaO). A necessidade de calagem foi calculada com base na análise química dos solos (Tabela 2) elevando os teores de cálcio e magnésio para 4 e 1 cmol_c dm⁻³, respectivamente. Após a incorporação do corretivo, o solo foi incubado por 30 dias, com manutenção do teor de umidade próximo 60% da capacidade de retenção de água no solo.

Após esse período, o solo foi seco ao ar e fracionado em 31 dm⁻³, em que foi adicionado as doses de ureia, conforme os tratamentos de doses de nitrogênio, e adubação com os demais macronutrientes e de micronutrientes (Tabelas 3 e 4). A mistura solo e fertilizantes foi homogeneizada, utilizando uma betoneira, em seguida, o solo foi fracionado em volume de 1,0 dm⁻³ e acondicionado em sacos de polietileno, com dimensões de 20 x 30 cm, para o cultivo de mudas de acácia.

Tabela 3. Fontes e doses dos macronutrientes utilizados na adubação do solo.

Fonte	Macronutriente	Dose (mg dm ⁻³)
Ureia	N	0, 40, 80, 120, 160 e 200
Superfosfato Triplo	P	90
Sulfato de potássio	K	59
Sulfato de cálcio	Ca	32
Sulfato de magnésio	S	45

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Tabela 4. Fontes e doses dos micronutrientes utilizados na adubação do solo.

Fonte	Micronutriente	Dose (mg dm ⁻³)
Sulfato de manganês	Mn	3,6
Sulfato de zinco	Zn	5,0
Ácido bórico	B	0,5
Sulfato de cobre	Cu	1,5
Molibdato de sódio	Mo	0,15
Fe EDDHA	Fe	2,5

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Os tratamentos de doses de nitrogênio foram divididos em quatro aplicações, sendo a primeira aplicação realizada no preparo do solo, a segunda, 30 dias após o transplântio das mudas para as sacolas e, as demais, a cada 30 dias (Tabela 5).

Tabela 5. Adubação de plantio e de cobertura utilizadas no experimento.

Doses de N	Adubação de plantio	Adubação de cobertura		
		1	2	3
----- mg dm ⁻³ -----				
0	0	0	0	0
40	10	10	10	10
80	20	20	20	20
120	20	20	20	20
160	40	40	40	40
200	50	50	50	50

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

3.5 Características avaliadas

No período de 8 a 10/01/18, realizou-se a coleta de dados do experimento, coletando dois blocos por dia. Coletou-se os dados de altura (H), da superfície do solo até ápice da planta, e o diâmetro do coleto (DC), a 2 cm da superfície do solo, utilizando uma régua graduada em centímetros e um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, respectivamente. Em seguida as mudas foram cortadas ao nível do solo, sendo a parte aérea

acondicionada em sacos de papel, e colocadas para secar em estufa com ventilação forçada de ar, a temperatura de 65 °C, durante 72 horas, a seguir, determinou-se o peso seco da parte aérea (MSPA). As raízes foram lavadas em água corrente com auxílio de uma peneira de malha fina. a seguir acondicionadas em sacos de papel, e colocadas para secar em estufa com ventilação forçada de ar, a temperatura de 65 °C, durante 72 horas, a seguir, determinou o peso seco das raízes (MSR).

A partir dos dados de MSPA e MSR, calculou-se a massa seca total (MST) das plantas, com os dados de H e DC, calculou-se as relações altura/diâmetro de coleto (RHDC), peso de massa seca da parte aérea/peso de massa seca de raiz (RMSPAR), a altura/massa seca de parte aérea (RHMSPA) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de acordo com a fórmula (DICKSON *et al.*, 1960):

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}}$$

Sendo, MST em gramas; H em centímetros; DC em milímetros; MSPA em gramas; e MSR em gramas.

3.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos e dos blocos ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de regressão, utilizando-se o software Sistema de Análises Estatística e Genética – SAEG (EUCLYDES, 1997). Na escolha das equações de regressão, consideraram-se a significância dos coeficientes até 10% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características biométricas das mudas de acácia apresentaram efeitos significativos às doses de nitrogênio, exceto a relação altura/diâmetro do coleto (Tabela 6).

Tabela 6. Quadrados médios de altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST), e das relações altura/diâmetro do coleto (RHDC), massa seca parte aérea/raiz (RMSPAR), altura/massa seca parte aérea (RHMSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

F. V.	G. L.	H	DC	NF	MSR	MSPA	MST	RHDC	RMSPAR	RHMSPA	IQD
		cm	mm		----- g -----						
TRAT.	5	511,563**	25,04**	12,603**	1,233**	15,580**	25,379**	5,154 ^{ns}	1,048**	79,383**	0,249**
BLOCO	4	67,564*	11,82 ^{ns}	0,306 ^{ns}	0,322**	2,336**	4,338**	3,780 ^{ns}	0,114 ^{ns}	7,294 ^{ns}	0,714 ^{ns}
RESÍDUO	20	14,426	9,004	0,367	0,794	0,568	0,993	2,129	0,140	5,575	0,377
C.V. (%)		10,37	59,24	9,69	20,54	18,34	18,185	18,30	12,83	22,376	37,58

**; *, ns = significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de F, e não significativo, respectivamente.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

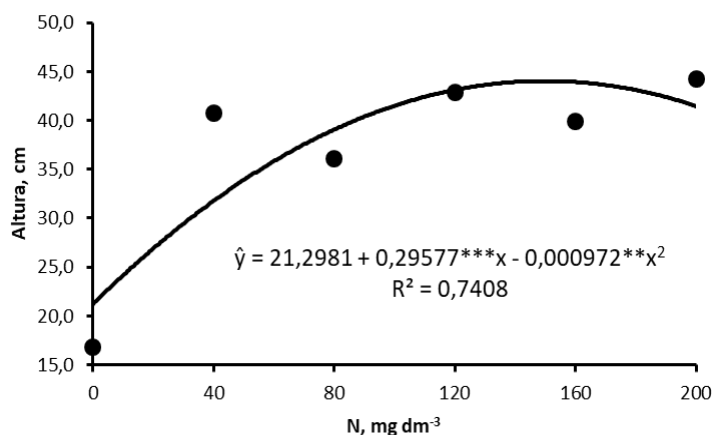
4.1 Crescimento e qualidade das mudas de acácia

4.1.1 Altura

A altura das mudas de acácia (H), em função das doses de nitrogênio, ajustou-se ao modelo de equação quadrático, com significância dos coeficientes linear e quadrático a 0,1 e 1,0% de probabilidade, respectivamente (Figura 1). Com base no modelo ajustado, estimou-se que a altura máxima das mudas de 43,8 cm foi obtida com a dose de nitrogênio de 152,14 mg dm⁻³ de solo. Assim, de acordo com Gomes e Paiva (2004), a aplicação de N promove incremento significativo em H, porém, doses muito elevadas podem apresentar resultados inversos aos esperados.

Avaliando a altura de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), Marques *et al.* (2006b) observaram efeito linear no crescimento em altura das mudas em função das doses de nitrogênio, independente do tipo de solo e da fonte de nitrogênio aplicada. Entretanto, Marques *et al.* (2006), Feitosa (2011) e Teixeira (2017), avaliando o crescimento em altura de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Benth.), gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) e jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz), respectivamente, em função de doses de nitrogênio, observaram comportamento quadrático, a semelhança do observado neste experimento. Os referidos autores encontraram que a dose de nitrogênio que proporcionou a altura máxima das plantas foram de 140 mg L⁻¹, trabalhando com solução nutritiva com jacarandá-da-bahia, 72,5 mg dm⁻³, e de 82 mg dm⁻³, trabalhando com mesmo solo utilizado neste trabalho, Argissolo Vermelho amarelo, respectivamente.

Figura 1. Altura da parte aérea das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%.

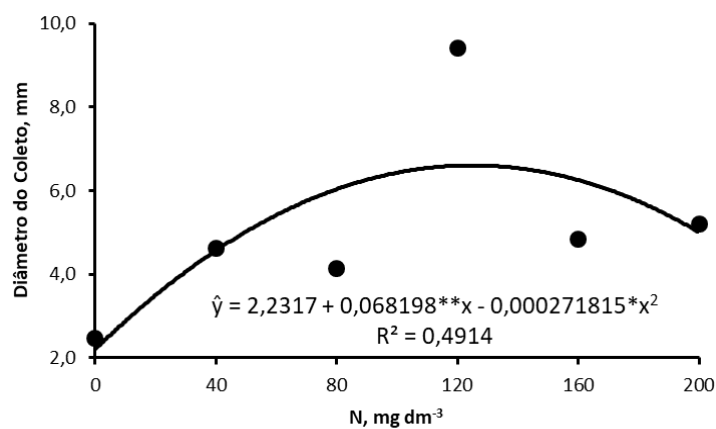
Fonte: elaborada pela autora (2018).

4.1.2 Diâmetro do coleto

Verifica-se na Figura 2 que a espécie estudada teve resposta quadrática quanto a essa característica, podendo-se, assim, estimar o máximo valor do diâmetro do coleto (DC) das mudas de acácia, 6,51 mm, com a dose 125,44 mg dm⁻³ de N, segundo as equações ajustadas.

Resultado semelhante foi encontrado por Cruz *et al.* (2006), a adição de N ao substrato na fase juvenil de desenvolvimento das plantas levou a incremento significativo do DC. Assim como é possível observar através do estudo de Favare (2010), que constatou que os máximos valores de DC das mudas de teca foram obtidos com as doses estimadas de 100 e 83 mg dm⁻³ de N, segundo as equações ajustadas. Feitosa *et al.* (2011) também observaram efeito quadrático de doses de N no DC de gonçalo-alves, com diâmetro máximo obtido com dose de 65,75 mg dm⁻³. Marques *et al.* (2006) constataram que os maiores valores obtidos foram de 5,81 e 4,39 mm, nas dose de 151 e 126 mg dm⁻³ nas mudas de jacarandá-da-bahia, respectivamente, obtidos por modelos quadráticos.

Figura 2. Diâmetro do coleto das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

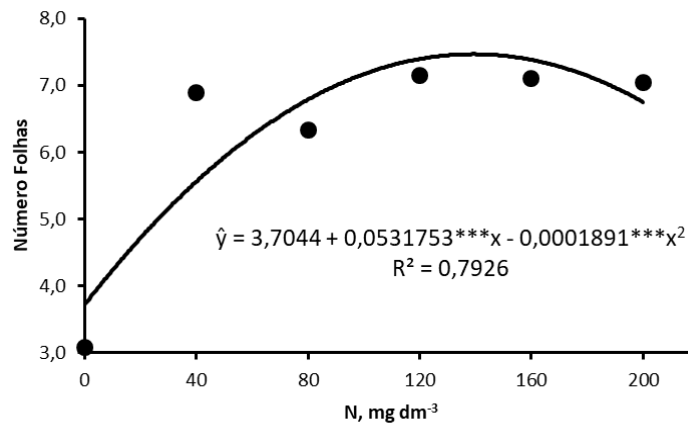
4.1.3 Número de folhas

O número de folhas apresentou comportamento quadrático em relação às doses de N aplicadas, atingindo o número máximo de 7,44 folhas com a dose 140,6 mg dm⁻³ (Figura 3). Contudo, Tucci *et al.* (2009) não observaram efeitos das doses crescentes de N no número de folhas das mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King), assim como Almeida *et al.*

(2009), que, através do resultado da análise de variância, não verificaram efeito significativo para o número de folhas.

Estes resultados foram opostos ao encontrado por Caione *et al.* (2012), que, em estudo sobre a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de mudas de pinho-cuiabano (*Schizolobium amazonicum* Ducke), constataram que a adubação com nitrogênio, 150 g m⁻³ de N utilizando o sulfato de amônio, mesmo não diferindo entre os outros nutrientes, apresenta um leve aumento no número de folhas, alcançando 12,60 folhas. Já o tratamento completo (com N-P-K) apresentou melhores resultados, demonstrando proporcionar maior crescimento vegetativo das mudas.

Figura 3. Número de folhas das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

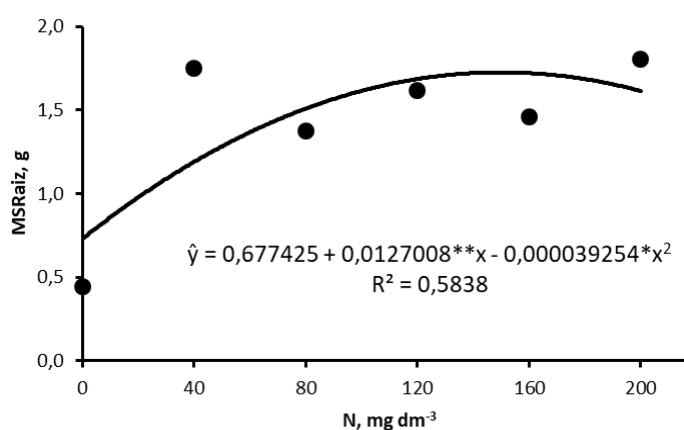
4.1.4 Massa seca da raiz

A produção de massa de seca das raízes (MSR) apresentou resposta quadrática à adição de nitrogênio ao solo, o que possibilitou estimar a dose de 161,78 mg dm⁻³ de N para obter o peso máximo de 1,70 g (Figura 4). Contudo, o uso da dose máxima (200 mg dm⁻³ de N) provoca efeito negativo sobre o MSR. Com a redução da massa seca das raízes observa-se aumento de relação parte aérea/raiz, o que pode ocasionar efeito negativo para a qualidade das mudas (TUCCI *et al.*, 2009).

Em estudo com mudas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), Soares (2014) obteve resultado semelhante ao obtido por este trabalho, em que obteve resposta quadrática ao N aplicado, sendo possível estimar a dose para a máxima produção de

raízes, 177,67 mg dm⁻³ de N. Já em estudo com mudas de jacarandá-da-bahia, Marques *et al.* (2006) determinaram que o MSR foi significativamente afetado pela interação solo x dose de nitrogênio, atingindo 1,60 g para Argissolo Vermelho-Amarelo, obtido na dose de 140 mg dm⁻³ de N. Já na interação fonte x dose, a maior produção de massa seca, de 1,68 e 1,14 g, ocorreu nas doses de 186 e 172 mg dm⁻³ de sulfato de amônio e nitrato de amônio, respectivamente.

Figura 4. Peso da massa seca da raiz das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

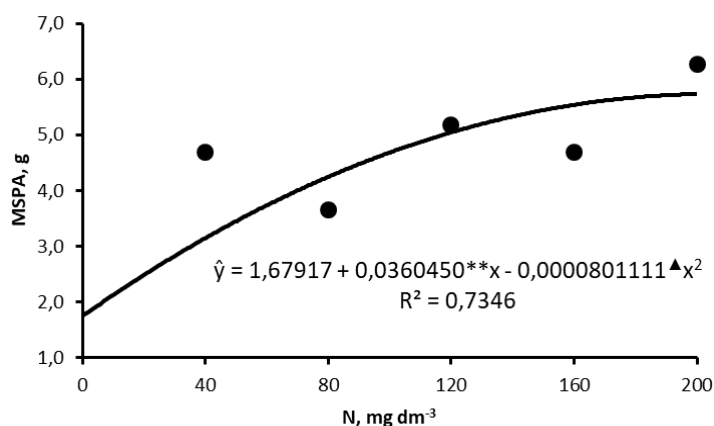
4.1.5 Massa seca da parte aérea

Para produção de massa seca da parte aérea (MSPA) a espécie estudada respondeu positivamente ao N, apresentando comportamento quadrático em relação às doses de N aplicadas, atingindo o peso máximo de 5,73 g com a dose de 224,96 mg dm⁻³ de N (Figura 5).

Em estudo com mudas de teca (*Tectona grandis* L.f.), Favare (2010) observou efeito significativo das doses de N para os valores médios da massa seca. O maior acúmulo de massa seca para as folhas e caule, de acordo com as equações ajustadas, foi obtido, respectivamente, com as doses de 109 e 99 mg dm⁻³ de N. Nicoloso *et al.* (2001) constataram que a máxima eficiência técnica da adubação nitrogenada na produção de massa de plantas de grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.) foi de 70 mg dm⁻³ de N. Contudo, Dias *et al.* (1994) observaram redução do MSPA em mudas de acácia (*Acacia mangium* Willd.), em

virtude da omissão de macronutrientes, sendo que a ausência de N resultou no menor acúmulo de massa seca.

Figura 5. Peso da massa seca da parte aérea das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%; ▲ = significativo a 10%.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

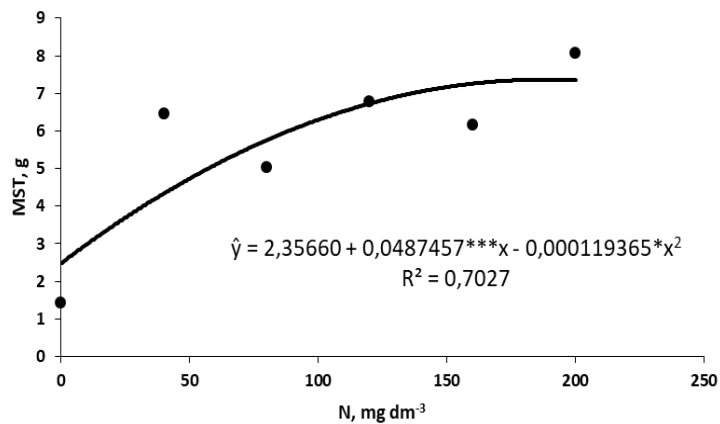
4.1.6 Massa seca total das mudas

Para o peso de massa seca total (MST) foi detectado efeito significativo da aplicação de doses de N, apresentando resposta quadrática, sendo, assim, possível estimar a produção máxima, obtendo 7,33 g com 204,19 mg dm⁻³ de N (Figura 6).

Resultado semelhante foi encontrado por Dias *et al.* (1991), em que mudas de acácia responderam positivamente à aplicação de nitrogênio ao substrato, tendo propiciado consideráveis aumentos na produção de matéria seca das plantas de uma maneira geral. Assim como Marques *et al.* (2006) observaram, em mudas de jacarandá-da-bahia, efeito quadrático, no qual o maior valor (6,05 g) foi obtido no Argissolo Vermelho-Amarelo, na dose de 180 mg dm⁻³ de N.

Em trabalho feito com mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Barneby & J.W.Grimes), Cruz *et al.* (2006) observaram também efeito significativo na aplicação de sulfato de amônio, apresentando resposta quadrática, podendo ser estimado o valor de peso de matéria seca total de 183,12 g para a dose de máxima produção (1,04 g por muda) com adubações a cada 14 dias e 186,40 g para a dose máxima (1,51 g por muda) com adubações a cada 28 dias.

Figura 6. Peso da massa seca total das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%.

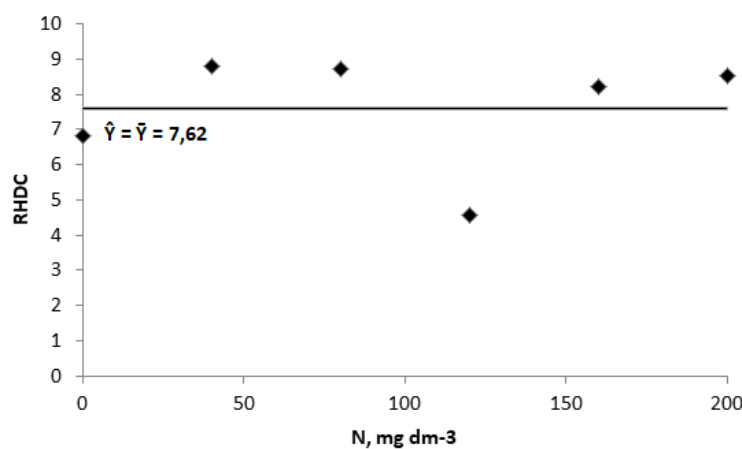
Fonte: elaborada pela autora (2018).

4.1.7 Relação altura com diâmetro do coleto

No índice que representa a relação altura com diâmetro do coleto (RHDC), a espécie testada não mostrou efeito significativo e apresentou comportamento linear em resposta as doses de N aplicadas para essa característica, permanecendo este índice com valor de 7,62 (Figura 7). Segundo Carneiro (1995), esse valor comprova um desequilíbrio entre as características envolvidas na determinação desse índice, devido aos altos níveis de N que tendem a promover maior crescimento em altura e menor em diâmetro de coleto.

Este comportamento linear sobre a RHDC também foi observado em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) produzidas no substrato Cambissolo, onde não houve diferença significativa entre as doses de N aplicadas, permanecendo com valor de 7,66 (MARQUES *et al.*, 2006b). Assim como encontrado por Marques *et al.* (2009), em estudo sobre o crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F.Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio, em que na RHDC não houve interação significativa entre os fatores analisados e não houve influência das fontes nitrogenadas.

Figura 7. Relação altura com diâmetro do coleto das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%.

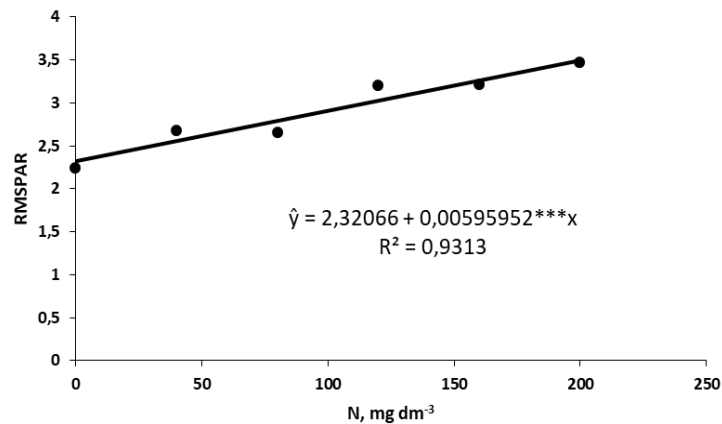
Fonte: elaborada pela autora (2018).

4.1.8 Relação massa seca da parte aérea com a raiz das mudas

Neste trabalho, a dose de N que proporcionou o melhor índice da relação massa seca da parte aérea com a raiz das mudas (RMSPAR), com exceção da testemunha, foi de 80 mg dm⁻³, com valor estimado de 2,65 (Figura 8), entretanto constatou-se efeito linear positivo, com valores crescente de acordo com as doses, corroborando com o que encontrou Teixeira (2017), em um trabalho com mudas de jucá, obtendo o índice de 6,92 com a dose estimada 54,3 mg dm⁻³, pois, assim como no índice anterior, as doses crescentes de N proporcionam altos índices da RMSPAR, comprovando um desequilíbrio entre as características envolvidas na determinação desse índice, devido aos altos níveis de N que promoveram maior produção de massa seca da parte aérea e menor produção de massa seca das raízes.

Para mudas de sabiá, Marques *et al.* (2006b), constataram que, para o fator “doses”, o valor desta relação aumentou linearmente com a aplicação das mesmas. Já no fator “substratos”, o menor índice foi encontrado para mudas produzidas no Latossolo Vermelho-Amarelo. Já no estudo com mudas de jacarandá-da-bahia, Marques *et al.* (2006), verificou-se que essa relação aumentou linearmente com a elevação das doses.

Figura 8. Relação massa seca da parte aérea com a raiz das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%; ▲ = significativo a 10%.

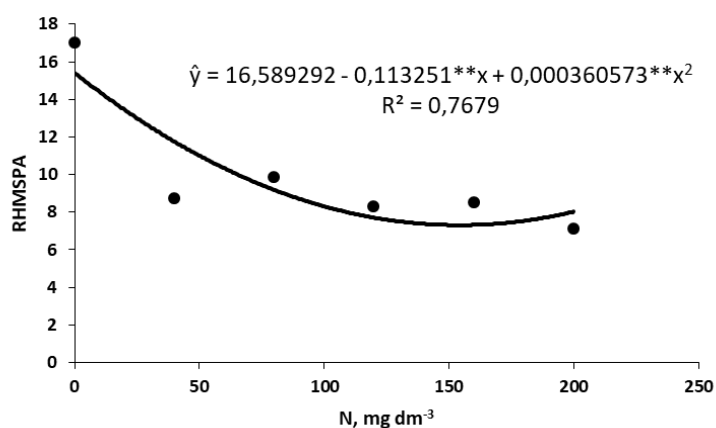
Fonte: elaborada pela autora (2018).

4.1.9 Relação altura com massa seca da parte aérea

O melhor índice para a relação altura com massa seca da parte aérea (RHMSPA) foi obtido por meio de modelo quadrático, sendo de 7,70 com a dose estimada de 157,04 mg dm⁻³ de N (Figura 9). Resultado semelhante foi encontrado por Soares (2014), em que as mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis* L.f.) apresentaram resultado significativo para esse índice, com uma resposta quadrática, mas o valor em que o índice apresentará o menor valor será com doses acima de 200 mg dm⁻³ de N.

Em trabalho com produção de mudas de sabiá, Marques *et al.* (2006b) observaram que o melhor índice de RHMSPA foi de 4,1 com a dose de 156 mg dm⁻³ de N, independente da fonte aplicada. Para mudas de jacarandá-da-bahia, segundo Marques *et al.* (2006), a RHPMSPA apresentou os melhores valores em 11,94 para Argissolo Vermelho-Amarelo, 16,17 para Cambissolo e 29,30 para Latossolo Vermelho-Amarelo, obtidos nas doses de 141, 151 e 117 mg dm⁻³ de N, respectivamente, independentemente da fonte aplicada.

Figura 9. Relação da altura com o peso da massa seca da parte aérea das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

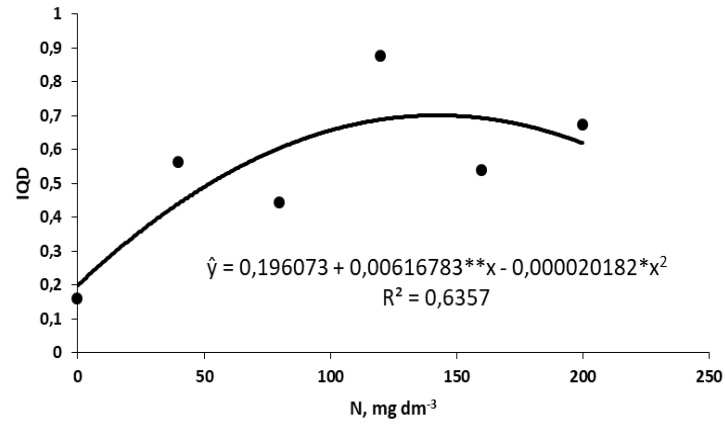
4.1.10 Índice de qualidade Dickson das mudas

Nas mudas de acácia, o Índice de qualidade Dickson (IQD) apresentou resposta quadrática, sendo o melhor IQD de 0,67, obtido com a dose 152,8 mg dm⁻³ de N (Figura 10). Comportamento semelhante foi observado por Soares (2014) com mudas de canafístula, apresentando IQD de 6,90 com a aplicação de 200 mg dm⁻³ de N. Assim como no trabalho de Marques *et al.* (2006b), com mudas de sabiá submetido a doses crescentes de N, o IQD apresentou efeito significativo para a interação solos x doses, onde no Argissolo Vermelho-Amarelo este índice teve efeito quadrático de doses, proporcionando o maior índice, sendo de 2,1 na dose de 173 mg dm⁻³ de N.

Para mudas de jacarandá-da-bahia, as fontes amoniacais produziram os maiores IQD, 0,41 e 0,34 nas doses de 185 e 200 mg dm⁻³ para sulfato de amônio e nitrato de amônio, respectivamente (MARQUES *et al.*, 2006). Para o ipê-amarelo, Goulart *et al.* (2017) observaram que os maiores valores para esse índice foram encontrados com a aplicação de nitrato de amônio, com índice máximo obtido na dose além de 300 mg dm⁻³ de N, e de sulfato de amônio, com 2,3 de índice máximo, na dose de 290 mg dm⁻³ de N.

Entretanto, em trabalho com mudas de jucá, Teixeira (2017) observou que o IQD apresentou efeito linear decrescente com as doses de N, podendo ser atribuído ao alto índice observado da relação altura/diâmetro do coleto e o índice crescente da relação massa seca da parte aérea/raízes com as doses de N.

Figura 10. Índice de qualidade Dickson das mudas de acácia em resposta as doses crescentes de N.



ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%; *** = significativo a menos que 0,1%.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

5 CONCLUSÃO

A adubação nitrogenada refletiu em ganhos significativos no crescimento e na qualidade das mudas de *Acacia mangium* Willd., promovendo aumentos significativos nas características morfológicas de crescimento das mudas de acácia.

As características avaliadas não apresentaram máxima eficiência em uma única dose de nitrogênio, recomendando-se a dose de 152 mg dm^{-3} de N para produção de mudas de *A. mangium*, nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. I. B. *et al.* Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de Pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1018–1027, 2014. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452014000400030&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 12/05/2018.
- ALMEIDA, A. B. de J. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.22, n.1, p.217-221, 2009.
- ANDRADE, A.B. *et al.* Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalniaifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24, p. 777-785, 2000.
- BALIEIRO, F. de C. *et al.* Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciencia Florestal**, Santa Maria, v.14, n.1, p. 59-65, 2004.
- BARBOSA, R. I. **Florestamento dos sistemas de vegetação aberta (savanas/cerrados) de Roraima por espécies exóticas**. Disponível em: <http://agroeco.inpa.gov.br/reinaldo/RIBarbosa_ProdCient_Usu_Visitantes/2002AcaciaTemasDiscussao_CEMAT>. Acesso em: 20/02/2018.
- BARROSO, D.G. *et al.* Diagnostico de deficiência de macronutrientes em mudas de Teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.671. 2005.
- BELAPART, D. *et al.* Efeito de diferentes doses de nitrogênio e cálcio no desenvolvimento inicial do guanandi. **UNIMAR CIÊNCIAS**, 22 (1-2), p.71-77, 2013.
- BLEVINS, D. G. An overview of nitrogen metabolism in higher plants. In: POULTON, J. E.; ROMEO, J. T.; CONN, E. E. (Eds.). **Plant nitrogen metabolism**. New York: Plenum Press, 1989. p.234-256.
- BOVI, M. L. A.; GODOY JR., G.; SPIERING, S. H. Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.161-166, 2002.
- BOYER, J.N.; SOUTH, D.B. Excessive seedling height, high shoot-to-root ratio and benomyl root dip reduce survival of stored loblolly pine seedlings. **Tree planter's notes**, Washington, v.38, n.4, p.19-22, 1987.
- BRISSETTE, J.C. Summary of discussion about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. **Proceedings...** New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984. p.127-128.
- CAIONE, G. *et al.* Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213-221, jun. 2012.

- CARNEIRO, J. G. A. **Determinação padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo**. Curitiba, UFPR, 1976. 70p. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 1976.
- CARNEIRO, J. G. A. **Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que afetam sua qualidade**. Série Técnica FUPF, n. 12, p. 1-40, 1983.
- CARVALHO, C. M. Produção de mudas de espécies florestais de rápido crescimento. In: NOVAES, A. B. *et al.* **Reflorestamento no Brasil**. Vitória da Conquista, UESB, 1992. p. 93-103
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: Embrapa, 1994.
- CECONI, D. E. *et al.* Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v.12, n.3, p.292-299, jul./set. 2006.
- CENTRO DE PESQUISA AGROFLORESTAL DE RONDÔNIA (CPAFRO) ***Acacia mangium***. Disponível em: <<http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/bases/silvi.htm>>. Acesso em: 29/03/2018.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C.R.A. 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, 2006.
- CRUZ, C. A. F. *et al.* Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, v. 21, n. 66, p. 100- 107, 2004.
- DIAS, L. E. ALVAREZ V. V. H., JUNIOR, S.B. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.11-22, 1991.
- DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; FRANCO, A.A. Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Willd em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, p.123-131, 1994.
- DIAS, B.A.S. **Produção e qualidade de mudas de cotieira (*Joannesia principis* Vell.), cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e canudo-de-pito (*Mabea fistulifera* Mart.) em resposta a diferentes solos, fontes e doses de nitrogênio**. 2009. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- DORAN, J. C.; SKELTON, D. J. Recolecciones de semillas de *Acacia Mangium* para internacionales de procedencias In: **Boletín de Recursos Genéticos Forestales**. No 11, 1982. 70 pg. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/006/P8760S/P8760S14>>. Acesso em: 11/04/2018.
- DUARTE, M. L. *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.1, p. 221-229, jan.-mar., 2015.

DUBOC, E. *et al.* Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo Copaíba). **Revista Cerne**, v. 2, n. 2, p. 1-17, 1996.

EUCLYDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistema para análises estatísticas e genéticas). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 59 p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2013, Ed. Embrapa 353p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p.

FAVARE, L. G. **Doses crescentes de nitrogênio, fósforo, potássio e diferentes níveis de saturação por bases em relação ao desenvolvimento e nutrição mineral de teca (*Tectona grandis* L.f.), sob condições de vaso**. 2010, 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

FEITOSA, D. C.; 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-MG, v.35, n.3, p.401-411, 2011.

FERREIRA, M. G. M. **Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas**. Viçosa, UFV, 1977. 42p. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1977.

FOELKEL, C. Os eucaliptos e as leguminosas: *Acacia mangium*. **Eucalyptus online book**. 112p. 2012.

FONSECA, F. A. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas**. 2005, 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Pós-Graduação em Conservação da Natureza, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Muil Arg.* produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Jaboticabal, UEP, 2000. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista.

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

FREIBERGER, M. B; GUERRENI, I. A; GALLETTI, G; FERNANDES, D. M.; CORREA, J. C. Crescimento inicial e nutrição de cedro (*cedrela fissilis* vell.) em função de doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.3, p.385-392, 2013.

GOI, S. R.; SPRENT, J. I.; JACOB-NETO, J. **Effect of different sources of N on the structure of *Mimosa caesalpiniaefolia* root nodules.** *Soil Biology & Biochemistry*, v. 29, n. 5/6, p. 983-987, 1997.

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** 2001. 126p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

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

GONÇALVES, J. L. M. Características do sistema radicular de *Eucalyptus grandis* sob diferentes condições edáficas (I Distribuição de raízes nas camadas de solo). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 21., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.876-878.

GONÇALVES, J. L.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: SUELO - CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos...** Águas de Lindóia: SLCS; SBCS; ESALQ/ USP; CEA - ESALQ/USP; SM, 1996. (CD-Rom).

GOULART, L. M. L.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; DUARTE, M. L. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a fertilização nitrogenada. **Floresta e Ambiente**, 2017; 24: e0013731.

HINES, F. D. & LONG, J. M. First and second year survival of containerized Engelmann spruce in relation to initial seedling size. **Can. J. For. Res.**, v. 16, p.68670,1985.

ISMAEL, J.J.; VALERI, S.V.; CARVALHO, C.M.; SILVA, C.R.; SILVA, M.R. Efeitos de doses de nitrogênio e níveis de estresse hídrico sobre parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden na fase de rustificação. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6, 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos...** Rio de Janeiro: Instituto Biosfera, 2000. p.121

INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, Acácia mangium. Data de publicação indefinida. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Acacia_mangium.htm>. Acesso em: 02/03/2018.

LEONARD, C. S. **Espécies alternativas usadas em florestas plantadas.** 2016, 44f. Trabalho de conclusão de curso (MBA em Manejo Florestal) – Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

LIMA, M.N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK a campo.** 1995. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

LOCATELLI, M. *et al.* Efeito de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 8, n. 1, p. 39-52, 1984.

LOCATELLI, M.; MELO, A.S.; LIMA, L.M.L.; VIEIRA, A.H. Deficiências nutricionais em mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.648-650, 2007.

LOMBARDI, L. R. **Qualidade da madeira de eucalipto e *Acacia mangium* consorciadas para produção de polpa kraft branqueada**. 2013, 126f. Dissertação (Magister Scientiae) – Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

LOPES, A.S.; WIETHOLTER, S.; GUILHERME, L.R.G. & SILVA, C.A. **Sistema plantio direto: Bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo, ANDA, 2004. 115p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARINHO, N. F. *et al.* Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botânica brasileira**, vol.18 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2004.

MARQUES, S.L. *et al.* 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, v.33, n.1, p.81-92, 2009.

MARQUES, V. B. *et al.* 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.

MARQUES, V. B. *et al.* Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Scientia Frestalis**, n. 71, p. 77-85, agosto 2006b.

MARSARO JÚNIOR, A.L. Levantamento de pragas em plantios de *Acacia mangium* em Roraima, data de publicação indefinida.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. New york: academic Press, 1995. 889p.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17- 35.

MIDGLEY, S.J. & TURNBULL, J.W. 2003. Domestication and use of Australian acacias: case studies of five important species. **Australian Systematic Botany**, 16(1): 89-102.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mangium and other fast growing Acacias for the**

humid tropics. Washington: National academy press. 1983, 65f.

NICOLOSO, F.T. *et al.* Nutrição mineral de mudas de grábia (*Apuleia leiocarpa*) em Argissolo Vermelho Distrófico arênico: (I) Efeito da adubação NPK no crescimento. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.991:998, 2001.

OLIVEIRA, E. T. de. **Micropropagação e acompanhamento bioquímico, fisiológico e nutricional da babosa (*Aloe vera* (L.) Burm. f.) cultivada *ex vitro* em doses de nitrogênio**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p. 93, 2007.

OLIVEIRA, I. M. de S. O. **Adubação nitrogenada para formação de mudas de três espécies de pitaia**. 2017, 49f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

PAGÉS, D. R. **Viabilidade econômica de um projeto de reflorestamento com a espécie *Acacia mangium* consorciado com a apicultura**. 2011, 61f. Dissertação (Especialização em Gestão Florestal) – Pós-Graduação em Gestão Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PARVIAINEN, J.V. Qualidade e avaliação de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p.59-90.

REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; VICTORIA, R.L. & VIEGAS, G.P. **Dinâmica do nitrogênio num solo cultivado com milho**. R. Bras. Ci. Solo, 3:17-20, 1979.

REIS, M. G. F., REIS, G. G. REGAZZI, A. J.; LELES, P. S. S. Crescimento e forma de fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Aliem) sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p.23-34, 1991.

REIS, B. E. *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*dalbergia nigra* (vell.) Allemão ex benth.) Em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, abr.-jun., 2012.

ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; SOUZA, C. R. ***Acacia mangium***. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 28. Manaus, 29p. 2003.

SAMPAIO, L.C. **Efeito da adição de nitrogênio e cálcio no crescimento inicial de leguminosas arbóreas de restinga**. 2009. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Seropédica-RJ: Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.

SANTOS, R. O. dos. *et al.* **Desenvolvimento de mudas de *Acacia* spp. Em resposta a adubação de NPK**. Disponível em: <http://www.cbaagronomia.com.br/XXX_CBA_2017/Grupo_2/80.pdf> . Acesso em: 20/04/2018.

SCHIAVO, J.A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.38, n.2, p.173-178, fev. 2003.

SCHUBERT, G. H.; ADAMS, R. S. **Reforestation practices for ponifers in California**. Sacramento: Resources Agency, 1971.

SCHUMACHER, M. V. *et al.* Crescimento da acácia-negra em resposta a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 51-58, jan./mar. 2013.

SEGURA, T. E. S.; ZANÃO, M.; SILVA JR, F. G. **Potencial da madeira de acácia para a produção de polpa celulósica kraft**. Encontro nacional da TECNICELPA, Lisboa, Portugal, 2010, 8p.

SIMÕES, J.W.; COUTO, H.T.Z.do. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná *Araucaria augustifolia* (Bert.) O. Ktze cultivada em vaso. **IPEF**, Piracicaba, n. 7, p. 3-40, 1973.

SMARSI, R. C. *et al.* Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de lichieira. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.1, p.129-131, 2011.

SMIDERLE, O.J.; JUNIOR, M.M.; SOUSA, R.C.P.; LIMA, R.M.B. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central, **Scientia Forestalis**, n.65, p.95-101, jun. 2004.

SOARES, C. B. *et al.* Nitrogen sources and doses on growth and quality of seedlings of *Cassia grandis* and *Peltophorum dubium*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.41, n.2, e410214, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622017000200114&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29/03/2018. Epub Feb 08, 2017.

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.

STANFORD, G. **Rationale for optimum nitrogen fertilization incorn production**. J. Environ. Qual., 2:159-166, 1973.

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

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. *et al.*, 3° ed., Porto Alegre: Artamed, 2004, p.719.

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. SANTARÉM, E.R. *et al.*, 6° ed., Porto Alegre: Artamed, 2017, p.819.

TEIXEIRA, D. V. **Crescimento e qualidade de mudas de Jucá submetidas a doses de nitrogênio**. 2017, 42f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

TONINI, H.; VIEIRA, B.A.H. Desrama, crescimento e predisposição à podridão-do-lenho em *Acacia mangium*. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.41 n.7 Brasília jul. 2006.

TONINI, H.; VIEIRA, B. A. H.; SILVA, S.J. R. da. *Acacia mangium*: Características e seu cultivo em Roraima. Brasília: Embrapa, 2010.

TUCCI, C. A. F. *et al.* Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, Manaus, vol. 39(2), p.289-294, 2009.

VEIGA, R.A.A. *et al.*. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium*. **Cerne**, V.6, N.1, P.103-107, 2000.

WALTERS, J.; KOZAK, A. **Effects of seedling size on survival and growth of plantations with particular reference to douglas fir**. Vancouver: University of British Columbia, 1965. 26p. (Research Paper, 72).

ANEXOS

Tabela 7. Valores médios de altura (H), diâmetro do coleto (DC), matéria seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação altura/diâmetro do coleto (RHDC), relação altura/massa seca de parte aérea (RHMSPA), relação massa seca de parte aérea/massa seca de raiz (RMSPAMSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), para mudas de acácia, avaliadas aos 150 dias após a semeadura, em função de doses crescentes de N.

Doses de N mg.dm ⁻³	H cm	DC mm	NF	MSR	MSPA	MST	RHDC	RMSPAMSR	RHMSPA	IQD
					----- g -----					
0	16,77	2,46	3,08	0,44	0,99	1,43	6,83	2,24	16,99	0,16
40	40,80	4,63	6,90	1,75	4,69	6,44	8,82	2,68	8,69	0,56
80	36,04	4,13	6,33	1,38	3,66	5,03	8,74	2,65	9,86	0,44
120	42,85	9,40	7,14	1,62	5,17	6,79	4,56	3,20	8,28	0,88
160	39,89	4,85	7,10	1,46	4,69	6,15	8,23	3,21	8,50	0,54
200	44,29	5,20	7,04	1,80	6,26	8,06	8,52	3,47	7,08	0,67

Fonte: elaborada pela autora (2018).