



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO SOLO
CURSO DE AGRONOMIA

DANIELLE VARELO TEIXEIRA

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE JUCÁ SUBMETIDAS A
DOSES DE NITROGÊNIO**

FORTALEZA

2017

DANIELLE VARELO TEIXEIRA

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE JUCÁ SUBMETIDAS A
DOSES DE NITROGÊNIO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares

FORTALEZA

2017

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)

T265c Teixeira, Danielle Varelo.

Crescimento e qualidade de mudas de jucá submetidas a doses de nitrogênio / Danielle Varelo
Teixeira. – 2017.
41 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Ismail Soares.

Coorientação: Prof. Dr. Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra .

1. Espécie nativa. 2. Libidibia ferrea var. ferrea. 3. adubação nitrogenada. 4. características morfológicas.
5. eficiência nutricional. I. Título.

CDD 630

DANIELLE VARELO TEIXEIRA

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE JUCÁ SUBMETIDAS A
DOSES DE NITROGÊNIO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares

Aprovada em ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agrônomo Francisco Thiago de Albuquerque Aragão
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico

A Deus.

Aos meus pais, e aos familiares, com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram e continua fazendo por mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, saúde, paz, força e determinação, para superar os obstáculos, e por coloca pessoas tão especiais na minha vida;

Aos meus pais, Francisco Alves e Maria Antônia pela confiança e pelo esforço ao longo desse percurso.

Ao meu irmão Saulo Varelo, minha cunhada e sobrinhos pelo carinho e amor dedicado.

Ao Prof. Dr. Ismail Soares, pela excelente orientação, paciência e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra, por ter cedido o espaço para a realização do trabalho, e aceitar participar da banca.

Ao engenheiro agrônomo e mestrando Francisco Thiago de Albuquerque Aragão, pela amizade, pelo apoio e sugestões ao trabalho.

Ao meu namorado Pedro Holanda, pelo amor, pelo incentivo por esta do meu lado em todos os momentos.

Aos meus colegas de curso, Camila Castro, Diego Vasconcelo, Silvana Fraga, Dimitri Matos, Gabriela Priscila, Crisanto Filho, Jairo Soares, Elaine Goiana e Katia Regina Pires pelo companheirismo e força.

As minhas colegas e irmãs de coração de residência, Hannah Almeida, Thabata Cavalcante, Judite Antunes e Bruna Rodrigues.

Aos meus colegas bolsistas, Ítalo Felix, Renata Araújo e Natan por terem ajudados no experimento.

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

“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça. ”

(Cora Coralina)

RESUMO

A procura por espécies nativas tem aumentado devido à sua importância econômica em diversas áreas, tais como: medicina, construção, alimentação de animais, ornamentação e recuperação de áreas degradadas etc., entretanto, existem dificuldades em fazer a recomendação dessas plantas devido ao desconhecimento das exigências nutricionais durante a fase de formação de mudas. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar as doses de nitrogênio no crescimento inicial e na qualidade de mudas de jucá (*Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul). var. *ferrea*). O experimento foi conduzido em telado agrícola com 50% de sombra, 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). O experimento foi instalado em delineamento experimental em blocos ao acaso, formados por cinco doses de nitrogênio (30, 60, 90, 120 e 150mg dm⁻³), com cinco repetições e com cada unidade experimental sendo formada por seis plantas. Vinte e um dias após a semeadura (DAS), iniciaram-se as medições de altura e diâmetro do coleto das plantas. Aos setenta DAS às plantas foram colidas avaliando-se a altura (H), diâmetro do coleto (D) e matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), calculando-se a matéria seca total (MST) e as relações H/D, MSPA/MSR e o índice de qualidade de Dickson (IQD), teores e acúmulo de N, P e K na parte aérea e eficiência de utilização desses nutrientes pela planta. 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 MSPA, relação H/D, teores e acúmulo de P e eficiência de utilização P e K. A espécie tem baixo requerimento a nitrogênio, sugerindo a dose de 54,3mg dm⁻³ como suficiente para o crescimento satisfatório de mudas de jucá.

Palavras-chave: Espécie nativa, *Libidibia ferrea* var. *ferrea*, adubação nitrogenada, características morfológicas, eficiência nutricional.

ABSTRACT

The demand for native species has increased due to its economic importance in several areas, such as: medicine, construction, animal feeding, ornamentation and recovery of degraded areas etc., however, there are difficulties in recommending these plants due to the lack of knowledge of the nutritional requirements during the seedling formation phase. Therefore, the objective of this work was to evaluate the nitrogen rates of initial growth and quality of jucá seedlings (*libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) Var. *Ferrea*). The experiment was carried out in a 50% shade area of agricultural screen 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 Ceará (UFC). The experiment was carried out in a randomized block design, consisting of five nitrogen doses (30, 60, 90, 120 and 150mg dm⁻³), with five replicates and each experimental unit being composed by six plants. Twenty-one days after sowing (DAS), measurements of height and planting diameter were started. At seventy DAS, the plants were evaluated by evaluating their height (H), diameter (D) and aerial dry matter part (MSPA); and calculating the total dry matter (MST) and the H/D, MSPA/MSR ratios and the Dickson quality index (IQD); contents and accumulation of N, P and K in aerial parts and efficiency of utilization of these nutrients by the plant. These 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 MSPA, H/D ratio, levels and accumulation of P and efficiency of use of P and K. The species has low requirement of nitrogen, suggesting the dose of 54.3mg dm⁻³ as sufficient for satisfactory growth of jucá seedlings.

Keywords: Native species, *libidibia ferrea* var. *Ferrea*, nitrogen fertilization, morphological characteristics, nutritional efficiency.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Alturas das mudas de jucá ao longo do tempo de exposição as doses de Nitrogênio. DAS - após a semeadura	22
Gráfico 2 - Diâmetro das mudas de jucá ao longo do tempo de exposição as doses de nitrogênio. DAS- após a semeadura	23
Gráfico 3 - Altura da parte área das mudas de jucá em resposta às doses de N aos setenta dias após semeadura	24
Gráfico 4 - Diâmetro do coleto das mudas de jucá em resposta às doses de N aos setenta dias após semeadura.....	25
Gráfico 5 - Massa seca raiz das mudas de jucá em resposta às doses de N aos setenta dias após semeadura	26
Gráfico 6 - Matéria seca total das mudas de jucá em resposta às doses de N aos setenta dias após semeadura.....	27
Gráfico 7 - Relação matéria seca parte área/ raiz das mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura	28
Gráfico 8 - Índice de qualidade Dickson das mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura	29
Gráfico 9 - Teores e os valores acumulado de N nas mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura	31
Gráfico 10 -Teores e os valores acumulado de K nas mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura	31
Gráfico 11 -Eficiência de utilização de N nas mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos físicos do Argissolo Vermelho Amarelo, utilizado no experimento.....	18
Tabela 2- Atributos químicos do Argissolo Vermelho Amarelo, utilizado no experimento...	19
Tabela 1a - Quadrado médio da análise de variância de altura (H) a partir do vigésimo dia após a semeadura	38
Tabela 2a - Quadrado médio da análise de variância de diâmetro (D) a partir do vigésimo dia após a semeadura	38
Tabela 3a - Quadrado médio de análise de variância em massa seca parte área (MSPA), massa parte raiz (MSRA), massa seca total (MST), relação altura e diâmetro (RHD), relação massa seca de parte área (RPRA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das plantas de jucá em função de doses de nitrogênio.....	38
Tabela 4a - Quadrado médio de análise de variância em relação aos teores de N, P, K, teores acumulado e a eficiência	Erro! Indicador não definido. 39
Tabela 5a - Altura das plantas a partir do vigésimo primeiro dia após a semeadura	39
Tabela 6a - Diâmetro das plantas a partir do vigésimo dia após a semeadura.....	40
Tabela 7a - Médias em massa seca parte área (MSPA), massa parte raiz (MSRA), massa seca total (MST), relação altura e diâmetro (RHD), relação massa seca de parte área (RPRA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das plantas de jucá em função de doses de nitrogênio	40
Tabela 8a - Médias com os teores de nitrogênio, fósforo e potássio, valores acumulo de nitrogênio (NA), acumulo de fosforo (PA), acumulo de potássio (KA) e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), eficiência de utilização de fósforo (EUP) e eficiência de utilização de potássio (EUK).....	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Caracterização da espécie estudada	14
2.2	Dinâmica e distribuição do N do solo	15
2.3	Adubação de espécies florestais	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1	Localização e descrição da área	18
3.2	Clima	18
3.3	Solo	18
3.4	Espécie florestal	19
3.5	Delineamento Experimental em tratamentos	19
3.6	Montagem do experimento	20
3.7	Características avaliadas	20
3.7.1	Característica biométrica	20
3.8.	Análises Estatística	21
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Crescimento e qualidade de muda de jucá	22
4.2	Nutrição e utilização de nutrientes por mudas de jucá	30
5.	CONCLUSÃO	33
6.	REFERÊNCIAS	34
7.	ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

A espécie vegetal *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) var. *ferrea* possui uma grande importância econômica por apresenta várias utilidades em diferentes áreas, exemplo disso é o uso das folhas na alimentação animal, de sua madeira, que devido sua resistência é utilizada na construção civil como estacas e vigas e também utilizada como lenha em outros setores. Outra área de estaque é na medicina, por possuir propriedades farmacológicas, também é utilizada em áreas verdes urbanas e para recuperação de áreas em degradadas.

Devido sua grande importância, a procura por esta espécie tem aumentado, fazendo com que pesquisadores busquem definir padrões de qualidade e fertilidade para produção de mudas de espécie nativas, visando melhorias na implantação no campo. Entretanto, para grande parte dessas plantas existe uma grande dificuldade em fazer recomendações, devido as exigências nutricionais serem desconhecidas em fases importantes do seu ciclo, como na de formação de mudas e a escassez de pesquisas voltadas as espécies individualizadas, visto a diversidade de espécies existentes.

Para se obter mudas de qualidade é necessário o conhecimento sobre fatores importantes na obtenção das mudas, tais como: a escolha da semente (deverá ser de boa procedência, com atestado de fitossanidade, boa taxa de germinação e pureza), o substrato utilizado, tipo de recipiente (sacos plásticos, tubetes etc.), irrigação adequada. Todos estes fatores podem comprometer o processo de crescimento das mudas, bem como sua qualidade, resultando em sua sobrevivência após serem transplantadas ao campo.

A nutrição exerce papel fundamental no desenvolvimento das plantas, o conhecimento adquirido sobre as exigências nutricionais em espécies nativas possibilita a identificação e correção de deficiências que podem ocorrer em exemplares plantados em diferentes substratos, possibilitando, intervenções corretas, sem desperdícios e de menor impacto ambiental. Assim, a correção das limitações nutricionais do solo durante a formação das mudas no campo é de grande importância ecológica e econômica em programas florestais.

O nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido pelas plantas, e que está em maiores teores nas folhas, fazendo-se essencial para as mesmas. É o nutriente com importantes funções estruturais (aminoácidos, proteínas etc.), é constituinte ou ativador de enzimas e faz parte de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular.

Portanto se uma planta tem uma nutrição nitrogenada adequada, obterá automaticamente melhora nos teores foliares, aumentando, conseqüentemente, o crescimento e a produção.

O uso de adubos nitrogenados no solo deve ser realizado de acordo com a necessidade de cada cultura, mostrando que a determinação deste nutriente no solo e na planta é importante antes da adubação no sentido de otimizar o uso do mesmo pela cultura, diminuir os custos com adubação e conseqüentemente evitar a poluição do meio ambiente e a contaminação de recursos hídricos.

Tendo em vista a escassez de pesquisas nas fases de desenvolvimento da cultura, objetivou-se com este trabalho avaliar as características de crescimento e qualidade de mudas de jucá sob doses crescentes de nitrogênio, bem como, o estado nutricional e utilização de nitrogênio, fósforo e potássio pelas plantas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da espécie estudada: jucá

A espécie *Libidibia ferrea* (Mart ex Tul) LP Queiroz var *ferrea*, conhecida por pau-ferro, ibirá-obi, imirá-itá e jucá (Souza, 2007). É uma planta que pertence à família Fabaceae e subfamília das Caesalpinaceae. (Lima et al 2010). Antes chamada de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea*, atualmente sofreu mudança em sua taxonomia, o nome científico aceito pela ciência é *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P Queiroz var. *ferrea* (Ipni, 2009).

Segundo Queiroz (2009), a espécie *L. ferrea* suas outras variações deveriam está empregada ao gênero *Libidibia*, fazendo referência que essa espécie está presente em um grupo que apresenta características semelhantes, encontradas principalmente em florestas secas neotropicais e a sua variação é muito difícil e complexa de interpretar, com muitas caracterizações intermediárias entre elas e outras afins (Rodrigues et al. 2012).

Apresentando grande variabilidade morfológica, o jucá, atualmente tem quatro variedades dessa espécie reconhecidas: *Libidia ferrea* var. *Ferrea*, *L. ferrea* var. *glabrescens*, *L. ferrea* var. *leiostachya* e *L. ferrea* var. *parvifolia* (Queiroz, 2009). A variedade *L. ferrea*.var. *leiostachya* é encontrada no centro-oeste e sudeste do Brasil, portanto sendo mais restrita essa região (Costa, 2012). Queiroz (2009) cita que a variedade *L. ferrea* var. *parvifolia* encontra-se em áreas de florestas atlântica e em áreas de caatinga, já as variedades *L. ferrea* var *ferrea* e *L. ferrea* var *glabrescens* ocorre apenas no bioma caatinga.

L. ferrea é uma árvore que possui altura entre 5 a 7 m, as medidas de seu tronco são de 10 a 30 cm de diâmetro, possui casca lisa e fina com coloração cinza escuro (Maia,2004). O jucá é uma planta arbórea, de ampla dispersão e baixa densidade populacional, formando copa arredondada, fechada e densa Lorenzi (2008). Apresenta folhas perenifólias, com coloração verde, compostas e alternadas, a renovação de suas folhas ocorre entre os meses de outubro a novembro. De acordo com Galdino et al. (2007), as folhas adultas apresentam-se com o tamanho de 7-20 cm. O pecíolo, que é o eixo de sustentação das folhas, apresenta-se com pelos curtos e amarelados.

O jucá apresenta flores pequenas e vistosas de cor amarela ouro, em cachos. A floração ocorre na estação seca e se estende até o início da estação chuvosa. (Lorenzi, 2008). Seus frutos são tipo vagem que possuem dimensões médias de 8,3 x 1,8 x 0,8 cm, coloração

verde quando imaturo, tornando-se marrom na maturação, formato oblongo, levemente achatado e sinuoso com sutura ventral saliente, possui base arredondada e curvada com ápice arredondado, são indeiscentes e de casca dura, podem ser coletados no chão após queda espontânea. Já a frutificação ocorre no final da estação seca e se prolonga pela chuvosa. É uma árvore que produz uma alta quantidade de frutos (Lorenzi, 2008).

As sementes possuem tamanho médio, apresentam coloração variando de verde claro a amarelado, opaca, de consistência firme e tegumento levemente rugoso. Formato ovoide a discoide, na base achatada e ápice arredondado. As sementes são separadas em cavidades individuais distintamente visíveis e apresentam disposição unisseriada e transversal (Galdino et al. 2007). Segundo Sena et al. (2008) as sementes são ortodoxas, tem a capacidade de ser armazenadas por um longo período de tempo, a baixas temperaturas sem prejudicar à sua capacidade de germinação, que é superior a oito meses, sendo essa característica de armazenamento comum em sementes florestais.

De acordo com Campanha (2010) o jucá é uma árvore que apresenta grande longevidade, tem alta resistência ao fogo, tolerante a sombra e cresce sob diferentes condições de solo, mas não ocorre em terrenos com grande umidade ou inundados. É uma espécie com multi utilidades e grande valor econômico, suas folhas servem de forragem para animais, a madeira é utilizada na construção civil (Crepaldi et al.2008), na medicina apresenta diversas utilidade, o extrato metanólico dos frutos são eficazes contra patógenos orais (Lopes et al.,2013), e seu uso de forma popular como cicatrizante, antioxidante, analgésico Ferreira et al. (2015). Nas cidades é usado como planta ornamental em parques e jardins. Em restauração florestal é usado como planta pioneira para recuperar solo. (Campanha e Araújo,2010).

2.2 Dinâmica e disponibilidade de nitrogênio no solo

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 se destaca o nitrogênio (N). Nas plantas o nitrogênio tem grande importância devido fazer parte de proteínas, ácidos nucléicos e constituintes celulares, membranas e também hormônios vegetais. Na falta de N ocorre a deficiência, onde causa a clorose gradativa das folhas mais velhas e diminuição do crescimento da planta (Souza et al. 2006).

O N é o elemento que se encontra na atmosfera em maior em quantidade, em entorno de 78%. (Epstein et al.2006). No solo predomina na forma orgânica, e quando ocorre a mineralização da matéria orgânica, aos poucos vai liberando-o na forma mineral (NO_3^- e NH_4^+), a taxa de liberação é controlada por diversos fatores tais como: temperatura, umidade e textura do solo e etc. A absorção do N é afetada pelo pH, quando pH se encontra ácido há redução na absorção do amônio, isso beneficia a absorção do nitrato, já em pH neutro, se observa o oposto. Isso ocorre, devido a efeitos competitivos do H^+ e OH^- no processo de absorção do NH_4^+ e do NO_3^- , respectivamente (Taiz et al. 2004)

O N encontra-se disponível no solo para as plantas em diferentes formas de mineral nitrato (NO_3^-), amônio (NH_4^+) e dinitrogênio (N_2), sendo a última disponível as plantas somente através da fixação biológica e o N orgânico na forma de aminoácidos e peptídeos. A principal fonte de N mineral para as plantas é o nitrato que é absorvido pelas raízes das plantas, sendo que, em algumas situações o amônio pode apresentar em alta disponibilidade (Stewart et al. 1993; Nardoto et al.2003). De acordo com Souza et al. (2006) as espécies vegetais ao absorverem o N, diferem na preferência pela as fontes de nitrogênio, absorvem o nutriente sob as formas inorgânicas de amônio ou nitrato. O nitrato ao ser absorvido é reduzido para amônia, o processo ocorre através de ação das enzimas nitrato redutase e nitrito redutase, onde é acumulado no vacúolo ou exportado para outras partes das plantas. O amônio absorvido ou procedente da redução do nitrato é de imediato incorporado a esqueletos de carbono, por meio das enzimas glutamina sintetase e glutamato sintase. (Taiz et al. 2004).

2.3 Adubação de mudas de espécies florestais

Em avaliação de mudas de acácia-negra (*Acacia mangium* Willd) com efeito de 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 100mg dm^{-3} onde obtiveram o melhor resultado, sendo esta dose a mais recomendada para formação de mudas de acácia.

De acordo com Crestana et al. (1995) em estudo verificaram que a adubação nitrogenada causa efeito positivo sobre o diâmetro do coleto, quando utilizou doses crescentes de uréia, cultivando várias espécies florestais. Marques et al. (2006), em seu estudo com diferentes fontes de N na produção de mudas de angico-vermelho, mostraram que a dose de 180mg dm^{-3} foi a que obteve melhor desenvolvimento e crescimento para a maioria das características estudadas.

Em produção de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* VELL.), Freiburger et al. (2013), constatou que a adubação nitrogenada promoveu incrementos de área foliar, isso ocorre devido que o fato de o N estimular o crescimento vegetativo (MALAVOLTA et al., 1997). Segundo Maffeins et al (2000) em casos em o N se encontra reduzido, há uma redução na produção e tamanhos de folhas. Em produção de mudas de sete-casca (*Samanea inopinata*), Cruz et al. (2006) observaram na a altura e o diâmetro do coleto recomenda-se a aplicação de 0,91 g de sulfato de amônio por muda a cada 14 dias de sete-cascas cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo, combinado com composto orgânico.

Em trabalho realizado com adubação a dose 62,46mg kg⁻¹ de N em produção de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium Spreng. Taub.*), segundo Souza et al. (2013), obteve-se máxima altura de plantas em 13,71cm e o diâmetro de caule máximo em 4,41mm. Para a produção de mudas de faveiro (*Dimorphandra mollis*), Fernandes et al. (2008) observaram que as doses de 245 mg dm⁻³ de N aplicado ao solo obterão maiores valores de altura, diâmetro, massa seca da parte aérea e de raízes. Marques et al. (2009) constataram que o maior crescimento e qualidade de mudas de jacaré *Piptadenia gonoacantha*) em Argissolo e Cambissolo, utilizando como fonte de N, o sulfato de amônio com a aplicação variando de 151 a 200 mg dm⁻³.

A utilização de N pelas plantas é maior durante os estádios de maior crescimento vegetativo, principalmente no desenvolvimento inicial da cultura, o que explica o alto coeficiente de determinação obtido no período de pleno florescimento (Brandão et al.2009). 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).

O N orgânico é uma importante fonte de N para as plantas em determinada condições climática e edáfica (Schmidt et al. 1998). Segundo Goi et al. (1997) as espécies florestais podem apresentar preferência por absorver nitrato ou amônio, devido as espécies 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 e em projetos de reflorestamento bem como garantir a nodulação das leguminosas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU), pertencente ao Departamento de Fitotecnia do Centro Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), que está localizado no município de Fortaleza, com altitude 19,6m e com coordenadas geográficas 3°44'18'' de latitude sul e 38° 34'23'' de longitude oeste, no período de novembro de 2016.

3.2 - Clima

Segundo a classificação de Köppen (1923), a região de estudo é classificada como Aw', indicando clima tropical chuvoso, muito quente, com predomínio de chuvas nas estações do verão e do outono e temperatura média em todos os meses superiores a 18°C.

3.3 – Solo

O solo utilizado no experimento foi coletado na Fazenda Raposa, que está localizada no município de Maracanaú – CE. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo de textura franco arenosa segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), na camada de 0 a 20 de profundidade. Foram realizadas as análises físicas e químicas da amostra de solo com base na metodologia da Embrapa (1997), apresentando as seguintes características físicas e químicas:

Tabela 1 - Atributos físicos do Argissolo Vermelho Amarelo, utilizado no experimento.

Camada	Composição granulométrica			Classe textural	Densidade		Umidade (kPa)	
	Areia	Silte	Argila		Solo	Partículas	33	1.500
M	-----g kg ⁻¹ -----				g cm ⁻³		(g100g ⁻¹)	
0,00 – 0,20	403	122	102	Areia franca	-	-	-	-

Fonte: Autor (2017)

Tabela 2 - Atributos químicos do Argissolo Vermelho Amarelo, utilizado no experimento

Camada	pH (Água)	CE	Complexo sortivo					
			Ca ²⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺
(m)		dS m ⁻¹	----- cmol _c kg ⁻¹ -----					
0,00 – 0,20	4,4	0,09	0,20	0,20	0,21	0,05	2,97	0,95
Camada	S	T	V	PST	M.O.	P _{disponível}		
(m)	- cmol _c kg ⁻¹ -		%		g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹		
0,00 – 0,20	0,7	3,6	19	1,0	7,34	5		

¹pH – potencial hidrogênioônico, CE – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; S – soma de bases; T – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; PST – percentagem de sódio trocável; M.O. – matéria orgânica.

3.4 – Espécie florestal

A espécie florestal utilizada no experimento foi *Libidia ferrea* var. *Ferrea*. As sementes foram coletadas no município de Cascavel, no sítio localizado entre as cidades: Pacajus e Guanacés. As sementes de jucá utilizada foram extraídas de frutos coletados da superfície do solo, abertos manualmente com auxílio de martelo, posteriormente as sementes foram beneficiadas, separando sementes furadas e chochas. Após o beneficiamento, foram submetidas a quebra de dormência tegumentar através de escarificação mecânica com auxílio de lixa n° 80.

3.5 – Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, formado por cinco doses de nitrogênio (30, 60, 90, 120 e 150mg dm⁻³), com cinco repetições, cada unidade experimental foi formada por seis plantas. No preparo do solo frações de 35dm⁻³ receberam 15,93g de calcário dolomítico (33% CaO e 16% MgO) e 58,28g de calcário calcítico (53,2% CaO), após homogeneização com betoneira, o solo foi incubado por 10 dias, mantendo-se o teor de umidade próximo 60 % da capacidade de retenção de água no solo. Após este período o solo foi seco ao ar e adicionando 20, 40, 60, 80 e 100mg de N dm⁻³, utilizando como fonte ureia, 80 mg de P dm⁻³, utilizando com fonte fosfato monopotássico, 45mg dm⁻³ de S, utilizando com fonte o sulfato de magnésio e uma solução de micronutrientes, aplicando em mg dm⁻³: 3,6

de Mn (sulfato de manganês), 5,0 de Zn (sulfato de zinco), 0,5 de B (ácido bórico), 1,5 de Cu (sulfato de cobre) e 0,15 de Mo (molibdato de sódio), após homogeneização utilizando betoneira, 1,0 dm⁻³ do solo foi distribuído em sacos de polietileno, com dimensões de 20 x 30 cm.

3.6 – Montagem do experimento

As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno com 162 células, contendo como substrato mistura de composto orgânico e areia na proporção 1:1, com base em volume. Foram semeadas duas sementes de jucá em cada célula. Durante o período em que as plântulas permaneceram nas bandejas, as mesmas foram irrigadas duas vezes ao dia. Doze dias após a semeadura (DAS) as plantas foram transferidas para sacolas de polietileno com as respectivas doses de N e levadas para telado agrícola com 50% de sombra. Cinquenta e cinco DAS realizou-se a adubação de cobertura com 10, 20, 30, 40 e 50 dm⁻³ de N, utilizando como fonte de N a uréia.

3.7 – Características avaliadas

3.7.1 – Características biométricas

Vinte e um DAS iniciaram-se as medições de altura e diâmetro do coleto das plantas, as quais foram repetidas a cada sete dias. A altura foi realizada com auxílio de régua graduada e o diâmetro do coleto com o auxílio de paquímetro digital.

Setenta DAS as plantas foram cortadas rente à superfície do solo, a parte aérea foi acondicionada em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada, a 65° C, durante 72 horas. O sistema radicular foi separado do solo com auxílio de água corrente, a seguir, acondicionado em sacos de papel e colocado para secagem em estufa de ventilação forçada, a 65° C, durante 72 horas. Após secagem, determinou-se o peso da massa seca da parte aérea e raiz.

A parte aérea foi triturada em moinho tipo Willey e armazenada em frasco plástico para análise química. Os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na parte aérea foram determinados seguindo a metodologia descrita por Silva (1999). O teor de N foi determinado após mineralização sulfúrica e destilação micro Kjeldahl, o P e K foi mineralizado com mistura ácida nitro-perclórica, sendo o teor P determinado por espectrometria com azul de molibdênio, e K por fotometria de chama.

A quantidade de N, P e K acumulados na parte aérea foi determinada multiplicando os teores dos respectivos nutrientes pela massa seca da parte aérea. A

eficiência de utilização de nutrientes (EUN) para produção de massa seca da parte aérea foi calculada utilizando a equação 1:

$$EUN = (MSPA)^2 / NA \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

MSPA = massa seca da parte área

NA = nutriente acumulado na parte aérea

O efeito das doses de N sobre a qualidade das mudas foi determinado pelas relações altura e diâmetro do coleto (HD), massa seca da parte aérea e raiz (PMSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) pela equação 2:

$$IQD = \frac{PMST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{PMSPA(g)}{PMSR(g)}} \quad \text{Equação (2)}$$

3.8 – Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as medias dos tratamentos foram submetidas a análise de variância, para escolha dos modelos em função das doses nitrogenadas aplicadas, utilizando o programa estatístico Sistema para Análise Estatística e Genética (SAEG), versão 9.1.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Crescimento e qualidade das mudas de jucá

Características morfológicas tais como altura e diâmetro que refletem o crescimento das plantas de jucá apresentaram efeitos significativos das doses de N ao longo do tempo (Tabelas 1A e 2A).

Sendo que a partir do trigésimo quinto DAS observou-se intensificação no crescimento das mudas, devido ao estágio de desenvolvimento das mesmas e às doses de N aplicadas, prevalecendo ao longo do tempo a dose de 60 mg dm^{-3} de N como a que melhor proporcionou o crescimento das mudas em altura e diâmetro (Figura 1 e 2, Tabelas 5A e 6A). Feitosa et al. (2011), também observaram efeito de doses de N no crescimento em altura das mudas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) ao longo do tempo, e verificaram intensificação no crescimento das mudas após 120 dias de exposição às doses de N, e aos 150 dias, indicaram que a dose de $72,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de N como suficiente para o crescimento das mudas em altura.

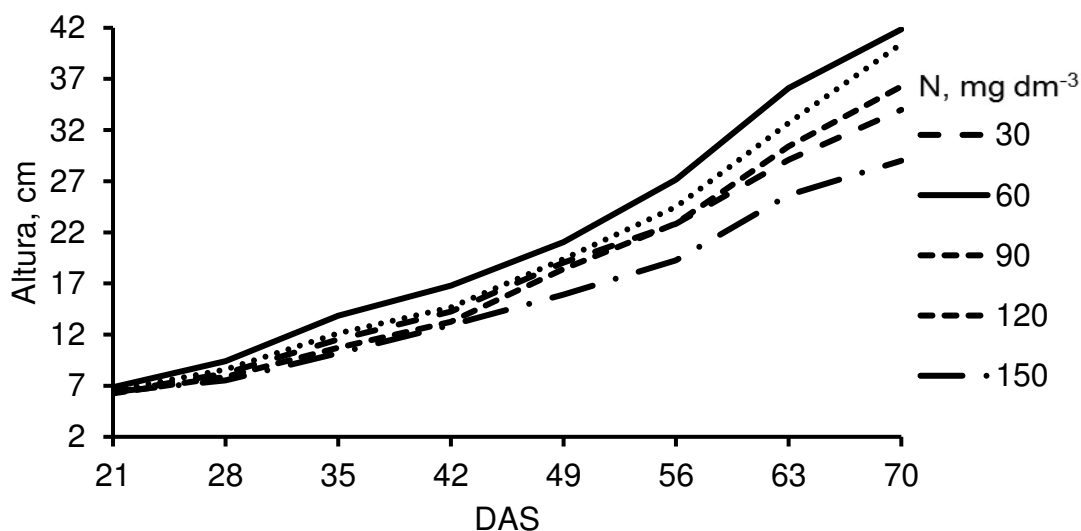


Figura 1 - Altura das mudas de jucá ao longo do tempo de exposição às doses de nitrogênio. DAS – dias após a semeadura

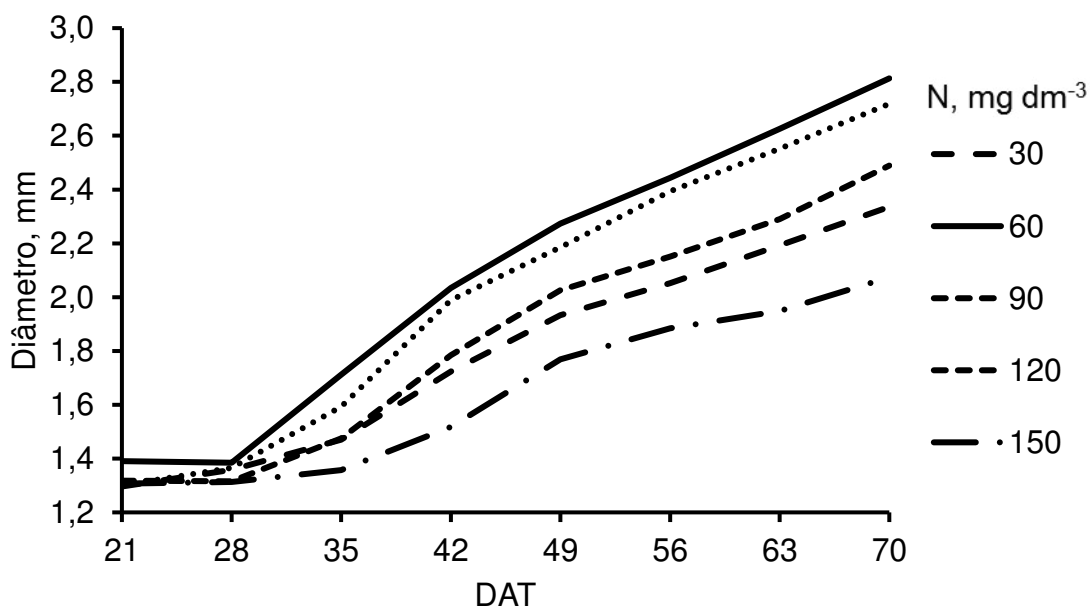


Figura 2 - Diâmetro das mudas de jucá ao longo do tempo de exposição às doses de nitrogênio. DAS – dias após a semeadura.

Aos setenta DAS a altura das mudas de jucá apresentou resposta quadrática às doses de N (Figura 3), atingindo altura máxima de 40,5cm com 82mg dm⁻³ de N. Em trabalho realizado por Marques (2004), com produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), observou que a maior altura das plantas de 41,71cm foi obtida com dose de 192,8mg dm³ de N, independentemente da fonte de N. Cruz et al. (2006), também observaram com produção de mudas de sete-casca (*Samanea inopinata*) resposta quadrática de altura das mudas às doses de N, atingindo altura máxima de 94,98cm com dosagem de 0,65g por planta de sulfato de amônio em cobertura a cada 14 dias. Marques et al. (2006) observaram que a resposta de crescimento em altura de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) às doses de N, depende do tipo de solo utilizado para o cultivo da planta, obtiveram efeito linear quando cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo e em Cambissolo, e efeito quadrático em Latossolo Vermelho-Amarelo, obtendo altura máxima das mudas de 54,3cm com dose de 140mg dm⁻³ de N. Em relação a fonte de N, os referidos autores observaram maiores alturas das plantas com utilização de N amoniacal, em que o sulfato de amônio superou em quase duas vezes a média obtida com o nitrato de cálcio. Em trabalho semelhante com mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), Marques et al. (2009) não encontraram efeitos significativos das interações dos fatores solo, fonte e dose de N, porém foram observados efeitos principais dos fatores. Em relação aos solos, as maiores alturas de 32,8 e 36,8cm, foram encontradas nas mudas produzidas no Argissolo e

Cambissolo, respectivamente, os quais não diferiram significativamente, e a dose de N que proporcionou as maiores alturas das plantas foi de 192,8mg dm⁻³ independente da fonte de N.

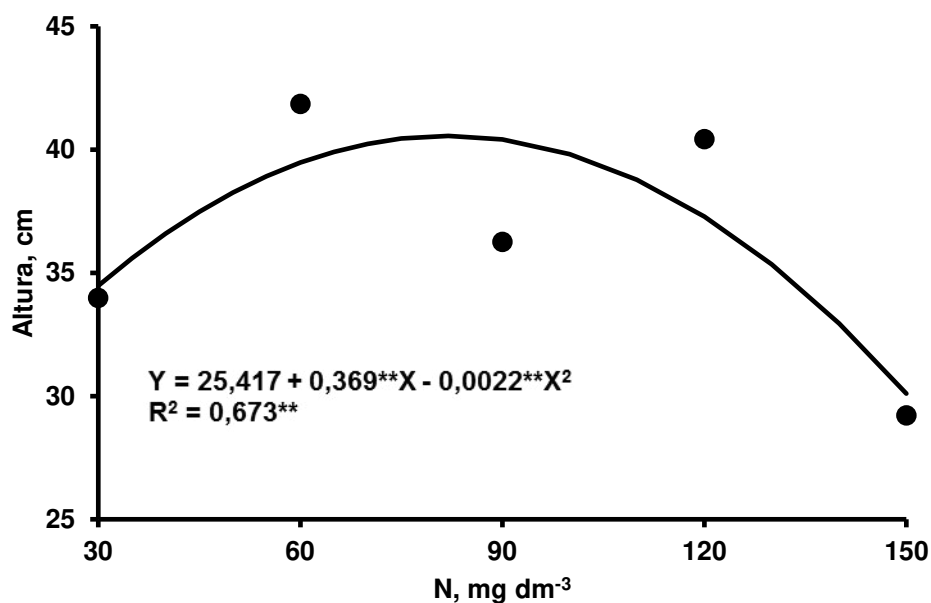


Figura 3 - Altura da parte aérea das mudas de jucá em resposta às doses de N aos setenta dias após semeadura. °, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

O diâmetro do coleto é considerado por muitos pesquisadores como sendo um dos parâmetros mais importantes para estimar a sobrevivência das mudas de espécies florestais no campo, sendo considerado facilmente mensurável e não sendo um método destrutivo. No diâmetro do coleto apresentou comportamento quadrático em relação às doses de N aplicadas, atingindo diâmetro máximo do coleto de 2,73mm com dose de 82 mg dm⁻³ de N (Figura 3). Marques et al. (2006) trabalhando com crescimento inicial de jacarandá-da-bahia avaliando os efeitos de tipo de solo, fonte e doses de N, verificaram efeito significativo das interações solo x dose e fonte x dose sobre o diâmetro do coleto; entre os solos, observou no Cambissolo que os valores dessa característica aumentaram linearmente com as doses de N, enquanto no Argissolo Vermelho-Amarelo e no Latossolo Vermelho-Amarelo os maiores valores obtidos foram de 5,81 e 4,39mm, nas dose de 151 e 126mg dm⁻³, respectivamente, obtidos por modelos quadráticos. Na interação fonte x dose, verificou-se efeito quadrático sobre o diâmetro do coleto nas três fontes aplicadas de N, com pontos de máximo de 5,0; 5,6; e 4,22mm, respectivamente,

para nitrato de amônio, sulfato de amônio e nitrato de cálcio, com doses de 175, 174 e 128 mg dm⁻³ de N, respectivamente. Estudando a interação solo, fonte e doses de N sobre o crescimento do diâmetro do coleto em mudas de jacaré Marques et al. (2009) não encontraram interação significativa dos fatores analisados, entretanto foram observados os efeitos principais dos solos, fontes e doses de N. Em relação aos solos utilizados, os maiores valores de diâmetro do coleto foram de 5,33 e 5,25mm, foram obtidas nas mudas cultivadas no Argissolo e Cambissolo, respectivamente, que não diferiram entre si. Em relação as fontes de N, o maior diâmetro do coleto de 5,4mm foi encontrado com a aplicação do sulfato de amônio, e em relação as doses de N constatou-se, por meio de modelo quadrático, que o maior diâmetro do coleto foi de 5,64mm, o qual foi obtido com a aplicação de 151mg dm⁻³ de independentemente da fonte aplicada. Feitosa et al. (2011) também observaram efeito quadrático de doses de N no diâmetro do coleto de gonçalo-alves, com diâmetro máximo obtido com dose de 65,75mg dm⁻³.

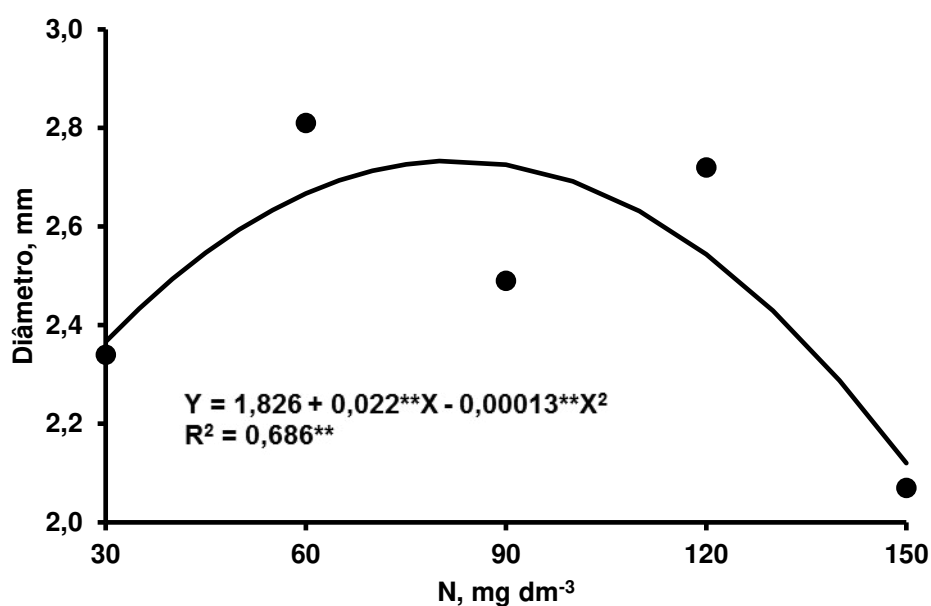


Figura 4 - Diâmetro do coleto das mudas de jucá em resposta às doses de N aos setenta dias após semeadura. °, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

O efeito das doses de N não foi significativo para produção de massa seca da parte aérea, entretanto, foi significativo para produção de massa seca das raízes e massa seca total

das mudas de jucá (Tabela 3A). A produção de massa de seca das raízes apresentou efeito quadrático, com redução significativa de massa seca a partir da dose 45,3mg dm⁻³ de N (Figura 5), enquanto a massa seca total apresentou efeito linear negativo com as doses de N (Figura 6). Trabalhando com doses de N, utilizando como fonte sulfato de amônio, Cruz et al. (2006) observaram efeitos significativos das doses de N na produção de massa seca da parte aérea, das raízes e total em mudas de sete-casca (*Samanea inopinata*), apresentado comportamento quadrático. Nos tratamentos em que se realizaram aplicações de sulfato de amônio a cada 14 ou 28 dias, a produção de massa seca da parte aérea reduziu a partir das doses de 0,98 e 1,48g por planta, respectivamente. A produção de massa seca das raízes reduziu a partir de 1,07g de sulfato de amônio por planta a cada 14 dias, e os resultados obtidos com aplicações a cada 28 dias não apresentaram ajuste adequado aos modelos de equações de regressão testados, e a produção de massa total reduziu a partir das doses de 1,04 e 1,51g de sulfato de amônio por planta a cada 14 ou 28 dias, respectivamente. Os referidos autores recomendaram para produção de sete-casca em Latossolo Vermelho-Amarelo aplicações de 0,91g de sulfato de amônio a cada 14 dias.

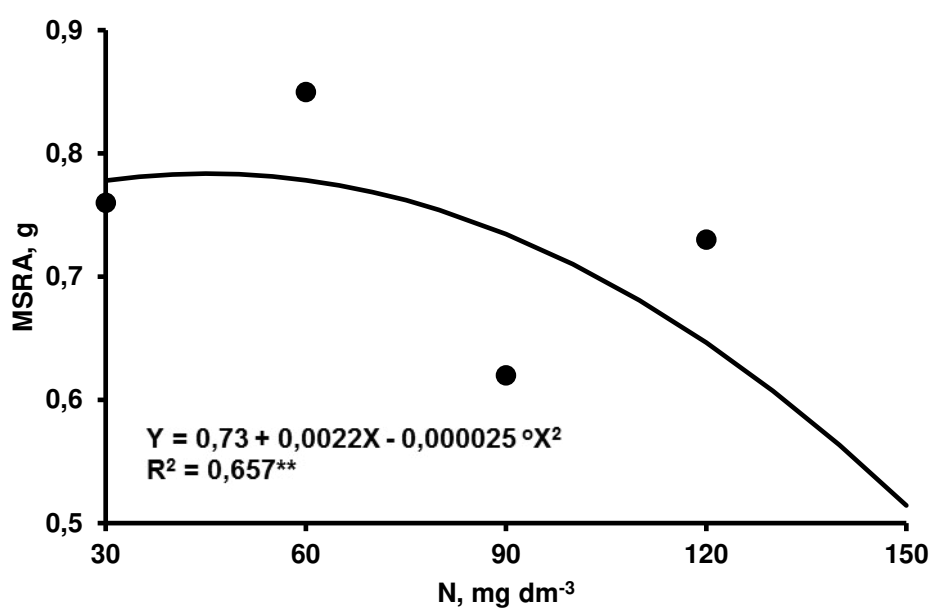


Figura 5 - Massa seca raiz das mudas de jucá em resposta às doses de N aos setenta dias após semeadura. °, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

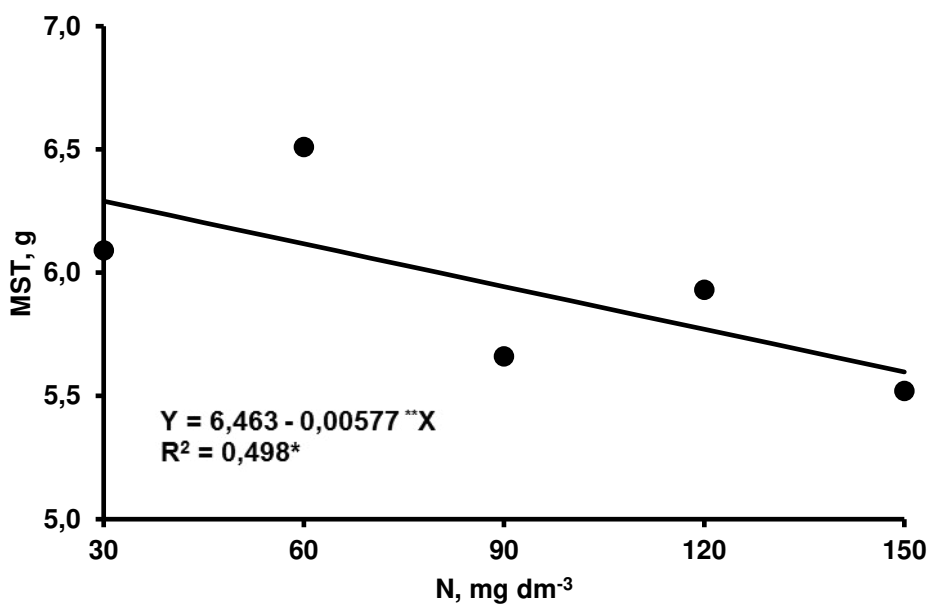


Figura 6 - Matéria seca total das mudas de jucá em resposta às doses de N aos setenta dias após semeadura. °, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

O índice relação massa seca parte aérea/raiz pode ser eficiente para expressar a qualidade das mudas, pois indica o equilíbrio de crescimento entre parte aérea e raiz, dessa forma, ocorre um equilíbrio quando esse índice expressa valores em que o sistema radicular se compara, em massa, à parte aérea das mudas. Brissete (1984), citado por Gomes (2001), relatou após consenso de pesquisadores, que o índice “2,0” expressa a melhor relação entre massa seca da parte aérea/raiz, não levando em consideração a espécie da planta. Neste trabalho, a dose de N que proporcionou o menor índice dessa relação foi de 54,3mg dm⁻³, com valor estimado de 6,92 (Figura 7). As doses crescentes de N proporcionaram altos índices da relação massa seca parte aérea/raiz nas mudas de jucá, comprovando um desequilíbrio entre as características envolvidas na determinação desse índice, devido aos altos níveis de N que promoveu maior produção de massa seca da parte aérea, em média 5,25g, e menor produção de massa seca das raízes, em média 0,69g. Em mudas de jacaré Marques et al. (2009), encontram índices da relação massa seca parte/aérea de 2,17; 1,37; e 3,41 cultivadas em Latossolo, Argissolo e Cambissolo com doses de 59,90; 49,92; e 26,54mg dm⁻³ de N, respectivamente.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é uma fórmula balanceada, o qual relaciona a massa seca total pela somatória dos índices altura/diâmetro e massa seca da parte aérea/raízes, e quanto maior for o valor deste índice, melhor será a qualidade da muda produzida (GOMES, 2001). O IQD foi um bom parâmetro para indicar o padrão de qualidade de mudas de crindiúva (*Trema micrantha*), sob condições de sombreamento em viveiro, uma vez que, as mudas com maiores índices apresentaram maiores valores de diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, das raízes e total, e menores valores da relação altura/diâmetro do coleto. O IQD das mudas de jucá apresentou efeito linear decrescente com as doses de N (Figura 8), isto pode ser atribuído ao alto índice observado da relação altura/diâmetro do coleto, com média de 14,72 (Tabela 7A); e o índice crescente da relação massa seca da parte aérea/raízes com as doses de N (Figura 7). Ao contrário do observado neste trabalho, Marques et al (2006) encontraram aumento do IQD em mudas de sábia com doses crescentes de N, com efeito linear quando cultivadas em Latossolo Vermelho Amarelo e em Cambissolo e quadrático em Argissolo Vermelho Amarelo, proporcionando maior índice estimado de 2,1 com 173mg dm^{-3} de N. Aumentos do IQD com doses crescentes de N também foi encontrado em mudas de jacarandá-da-bahia (MARQUES et al., 2006), em mudas de jacaré (MARQUES et al., 2009) e em mudas de Gonçalves-alves (FEITOSA et al., 2011).

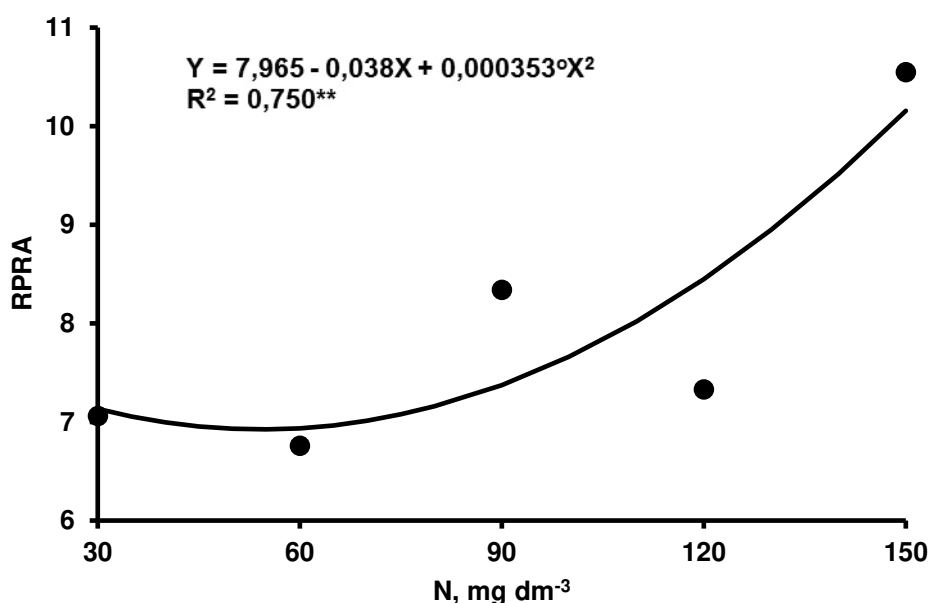


Figura- 7 – Relação matéria seca parte aérea/ raiz das mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura. °, * e **

não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

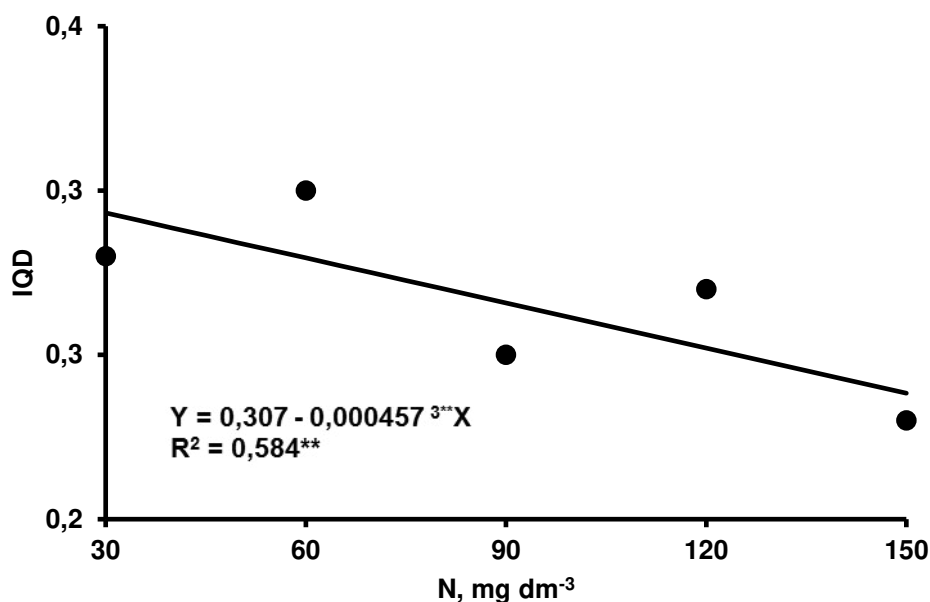


Figura 8 - Índice de qualidade Dickson das mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura. °, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

As características avaliadas de crescimento e qualidade de mudas com efeito quadrático as doses de N, não proporcionaram sua eficiência máxima em uma única dose, tais como altura e diâmetro do coleto com eficiência máxima na dose de 82mg dm⁻³ (Figuras 3 e 4), massa seca da parte aérea com 45,3mg dm⁻³ (Figura 5) e relação massa seca parte aérea/raízes de 54,3mg dm⁻³ (Figura 7), como essa relação expressa a qualidade da muda, indicando o equilíbrio de crescimento entre parte aérea e raiz e sua capacidade em sobreviver e estabelecer-se na área definitiva, em função da maior capacidade de absorção de água e nutrientes, recomenda-se essa dose na produção de mudas de jucá nas condições estudadas.

4.2 – Nutrição e utilização de nutrientes por mudas de jucá

Os de teores e quantidades acumuladas de N e K na parte aérea foram influenciados significativamente pelas doses de N adicionados ao solo, enquanto os de P não foram (Tabela 4A), sendo que os teores e acumulações de N na parte aérea apresentaram efeitos quadráticos, com valores máximos estimados de 15,7g kg⁻¹ e 82,2mg planta⁻¹ com dose de N aplicado no solo de 102,6 e 97,2mg dm⁻³, respectivamente (Figuras 9a e b). Em mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*) Souza et al. (2012) também observaram efeito quadrático de doses de N na acumulação deste nutriente na parte aérea, com valor máximo estimado de 135,84mg planta⁻¹ com dose de 62,46mg kg⁻¹ em Latossolo Vermelho distrófico. Em mudas de cedro (*Cedrela fissilis*) Freiburger et al, (2013) observaram que os teores de N na folha, no coleto e nas raízes não foram afetados pelas doses de N, obtendo teores de 11,35; 1,21 e 10,00g kg⁻¹, respectivamente, e a quantidade acumulada de N nas referidas frações ajustaram-se a modelos lineares crescentes, e com a maior dose de N, as mudas acumularam 480, 0,8 e 370mg de N em cada fração da planta, respectivamente. O aumento linear na quantidade de N acumulada nas mudas de cedro em função do incremento das doses de N foi atribuído pelos autores, ao aumento de massa seca de cada fração da planta do que as variações nos teores do N.

Teores e quantidades acumuladas de N variando de 13,38 a 29,80g kg⁻¹ e 33,16 a 199,27mg planta⁻¹, respectivamente, foram encontrados em mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) por Gonçalves et al. (2012), ao cultivar as mudas em três tipos de solo com diferente nível de fertilidade e tratamentos de adubação, em decorrência das distintas produções de biomassa das mudas cultivadas nesses solos. Para crescimento e desenvolvimento ideal das plantas, Epstein e Bloom (2006) sugerem teores de N de aproximadamente 15g kg⁻¹, enquanto Marschner (2012) sugerem teores entre 20 a 50g kg⁻¹, a depender da espécie.

Como não foi possível ajustar um modelo de regressão adequado aos teores e quantidades acumuladas de P na parte aérea das mudas de jucá, assim apresentou os valores médios na tabela 8A. A média dos teores e quantidade acumulada de P na parte aérea das mudas de jucá foi de 1,19g kg⁻¹ e 6,28mg planta⁻¹, respectivamente. Teores entre 1,05 a 2,98g kg⁻¹ e quantidade acumulada entre 3,67 a 39,64mg planta⁻¹ foram observados em mudas de angico-vermelho por Gonçalves et al. (2012), ao cultivar as mudas em três tipos de solo com diferente nível de fertilidade e tratamentos de adubação, em decorrência das distintas produções de biomassa das mudas cultivadas nesses solos.

Para potássio os teores e quantidades acumuladas na parte aérea reduziram de forma linear com as doses de N adicionadas no solo (Figuras 10a e b), isto pode ser explicado pela redução da disponibilidade deste nutriente no solo em decorrência da acidificação do solo com doses crescentes de N, como observado por Feitosa et al. (2011).

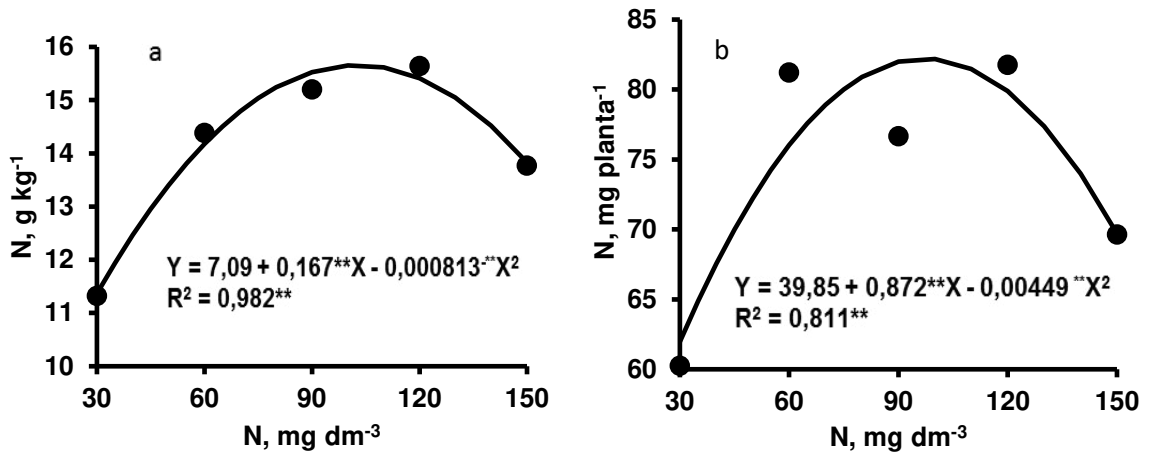


Figura 9 a e b -Teores e valores acumulados de N nas mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura. °, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

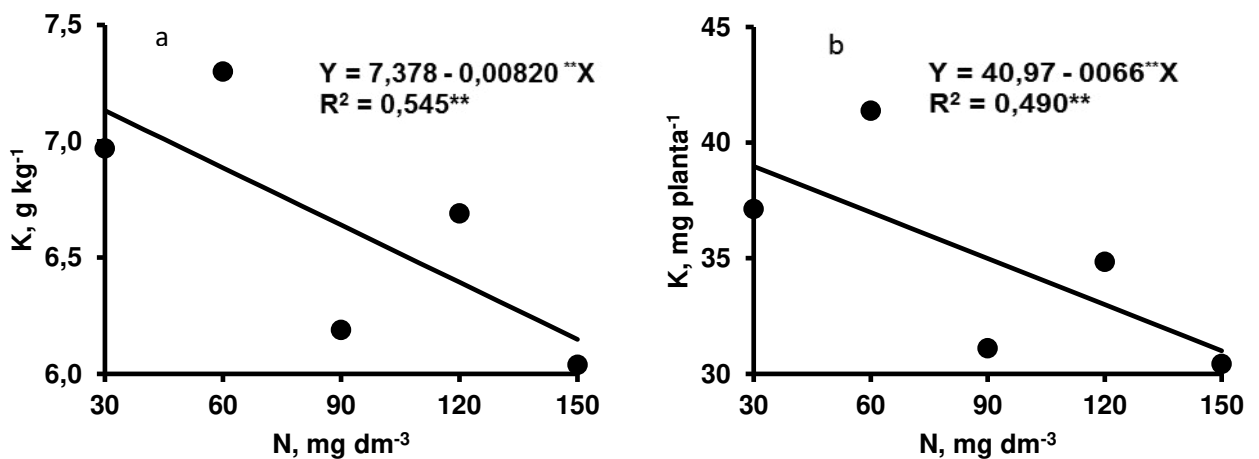


Figura 10 a e b-Teores e valores acumulados de K nas mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura. °, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

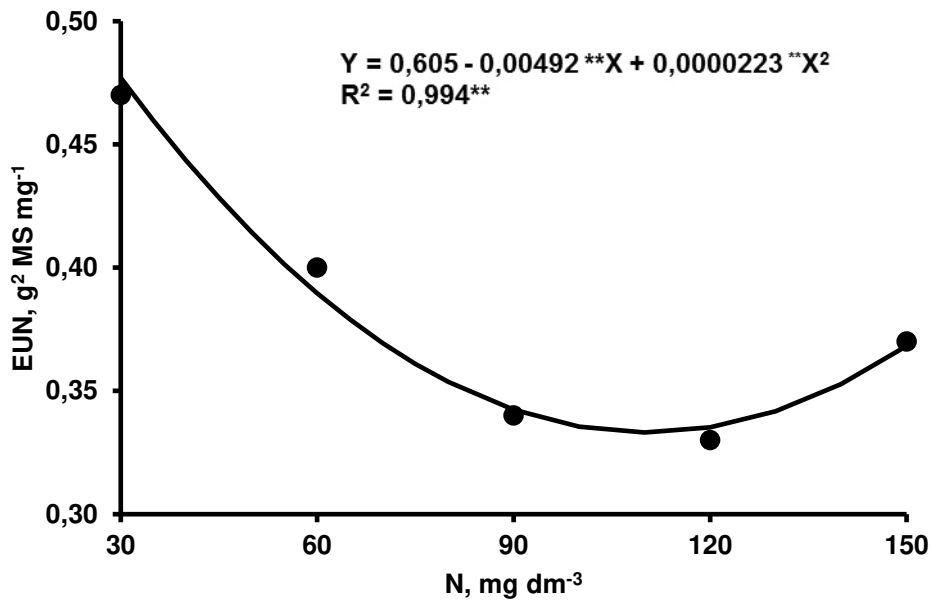


Figura 11 - Eficiência de utilização de N nas mudas de jucá em resposta às doses de N, aos setenta dias após semeadura. °, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente

A eficiência de utilização de nutrientes pelas mudas de jucá para produção de massa seca da parte aérea, somente o nitrogênio foi influenciada com a aplicação desse nutriente no solo (Tabela 4A), e ajustou-se ao modelo quadrático com redução na eficiência de utilização com aumento nas doses de N, atingindo a menor eficiência de utilização estimada de 0,34g² mg⁻¹ na dose de 97,2mg dm⁻³ de N (Figura 11). De modo geral, observa-se que, aumento na dose de determinado nutriente no solo proporciona o incremento da concentração do nutriente na solução e, conseqüentemente, leva à sua maior absorção pelas plantas, e quando a taxa de crescimento em biomassa é menor do que a taxa de absorção, percebe-se redução na eficiência de utilização do nutriente em questão.

5 CONCLUSÃO

Ao fim do experimento concluiu-se que a utilização da adubação nitrogenada promove o aumento na altura, diâmetro do coleto e na massa seca das raízes das mudas de jucá.

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, entretanto, doses mais elevadas reduzem o crescimento dessas características.

Com base na relação massa seca da parte aérea e raízes, índice que expressa o equilíbrio de biomassa na planta e a capacidade de sobrevivência na área definitiva, sugeriu a dose de $54,3 \text{ mg dm}^{-3}$ de nitrogênio como suficiente para o crescimento satisfatório de mudas de jucá;

6 – REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Z. N.; SOFIATTI, V; FERREIRA, G. B.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, B. B. **Predição da adubação nitrogenada através da utilização do índice SPAD para o algodoeiro no semi-árido. Revista de Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 368-382, set /dez 2009**

BRISSETTE, J. C. **Summary of discussions about seedling quality.** In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984,Alexandria. **Proceedings...**New Orleans: USDA. Forest Service. Southern ForestExperiment Station, 1984. p. 127-128.

CAMPANHA,M.M.;ARAÚJO,F.S.Árvore e arbusto do sistema agrossilpastoril caprinos e ovinos.Sobral,Embrapa Caprinos e Ovinos, 2010.32p. (Documento 96)

COSTA ,L.M.**Desenvolvimento de produto seco por aspersão obtido a partir das cascas de Libidibia ferrea martius var ferrea(Fabaceae),**Manaus:UFAM,127FL.Dissertação de mestrado.2012.

CRESTANA, C. S. M. et al. **Sombreamento e adubação nitrogenada no crescimento de mudas de guarantã – *Esenbeckia leiocarpa* Engl.(Rutaceae).** **Revista do Instituto Florestal, v.7, n.2, p.115-123, 1995.**

CREPALDI, I. C; SANTANA, J. R. F; LIMA, P. B. Quebra de dormência em semente de pauferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. - leguminosae, caesalpinoideae). *Setentibus*, Nº.: 18, 1998.

CRUZ,C.F;PAIVA,H.N;GUERRERO,C.R.A.Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casca (*Samanea inopinada*(haRms)Duck) R. **Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.537-546, 2006**

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; BRIENZA JR., S. **Formação de mudas de *Acacia mangium* W.: resposta a nitrogênio e potássio.** **Revista Árvore, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 11-22, jan. /abr. 1991.**

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.

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**

FERNANDES, L. A. et al. Níveis de nitrogênio,fósforo e potássio para a produção de mudas de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth).**Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.10, n.1, p.94-99, 2008.**

FERREIRA, M.R.A.; SOARES, L.A.L. *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz: A review of the biological activities and phytochemical composition. *Academic Journal*, v.9, n.2, p.140-150, 2015

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

FREIBERGER, M.B.; GUERRENI, I.A.; GALLETI, 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

GALDINO, G.; MESQUITA, M. R.; KOSSMANN, I. D. F. **Descrição morfológica da plântula e diásporos de *Caesalpinia ferrea* Mart.** *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 747-749, 2007.

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. 126f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001

GONÇALVES, E. O. et al. **Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) submetidas a doses de N, P, K, Ca e Mg.** *Revista Árvore*, v.36, n.2, p. 219-228, 2012

Ipni. 2009. *The International Plant Names Index*, <http://www.ipni.org/>

LIMA, H. C. et al., 2010. Fabaceae. In: Forzza, R.C. et al., (Org.): **Catálogo de plantas e fungos do Brasil.** Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 2, p. 989-1102.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 1. 384 p

LOPES, N. et al. Sulfated polysaccharide of *Caesalpinia ferrea* inhibits herpes simplex virus and poliovirus. **Elsevier: International Journal of Biological Macromolecules**, v. 60, p. 93-99, set. 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

MAFFEIS, A. R.; SILVEIRA, R. L. V. A.; BRITO, J. O. **Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento das plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora***. *Scientia Forestalis*, n.57, p.87-98, 2000

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1ª. ed. São Paulo, D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004, 413

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

MARQUES, S. L.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; SOUZA, P. H. **crescimento de mudas de jacaré (*iptadenia gonoacantha* j.f.macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio** *R. 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-baía (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.)**. *Revista Árvore*, v.30, n.5, 2006

MARQUES, V. B. **Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento de mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (benth.) brenan), jacarandá - da -bahia (*Dalbergia nigra* (vell.) fr. all. Ex benth.) e sabiá (*Mimosa caesalpiniaefoliabenth.*)**. 2004. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3nd. ed. New York: Academic Press, 2012. 651 p.

Nardoto, G. B. & Bustamante, M. M. C. 2003. **Effects of fire on soil nitrogen dynamics and microbial biomass in savannas of Central Brazil**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 955-962.

QUEIROZ, L. P. 2009. **Leguminosas da caatinga**. Universidade de Feira de Santana, Feira de Santana.

RODRIGUES, M. S.; SILVA, R. C. M.; SECCO, R. S. **Caesalpinieae (Leguminosae Caesalpinioideae) do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental**, Município de Moju, PA, Brasil. *Hoehnea*, v.39, n.3, p.489-516, 2012.

SCHMIDT, S., STEWART, G. R., TURNBULL, M. H., ERSKINE, P. D. & Ashwath. 1998. **Nitrogen relations of natural and disturbed communities in tropical Australia**. *Oecologia* 117:95-104.

SENA, C. M.; GARIGLIO, M. A.; **Sementes Florestais: Colheita, Beneficiamento e Armazenamento**. Natal: MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Florestas. Programa Nacional de Florestas. Unidade de Apoio do PNF no Nordeste, 2008. 28p

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370 p.

SOUZA,N.H;MARCHETTI,M.E;CARNEVALI,T.O;RAMOS,D.D;SCALON,S.P.Q;SILVA, E.F.Estudo nutricional da canafístula (ii): eficiência nutricional em função da adubação com nitrogênio e fósforo. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.36, n.5, p.803-812, 2012

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.

SOUZA, L. A. G. et al. **Leguminosas da Amazônia**. Jucá - *Caesalpinia ferrea* C. Mart. Manaus: Editora do INPA, 2007. (Folder)

Stewart G.R., Pate J.S. & Unkovich M. 1993. **Characteristics of inorganic nitrogen assimilation of plants in fire-prone Mediterranean type vegetation**. *Plant, Cell and Environment* 16, 351-363.

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

7 – ANEXOS

Tabela 1A - Quadrado médio da análise de variância de altura (H) a partir do vigésimo dia após a semeadura.

F.V.	G.L.	21	28	35	42	49	55	63	70
DOSE DE N	4	0,2789 ^{ns}	2,6695 ^{ns}	10,2624 ^{**}	1,8535 ^{**}	17,4049 [*]	40,1296 ^{**}	75,1860 ^{**}	29,2585 ^{**}
BLOCO	4	3,9706 ^{**}	16,4156 ^{**}	10,1855 ^{**}	13,9773 ^{**}	2,8262 ^{ns}	0,8005 ^{ns}	10,3405 ^{ns}	30,1284 ^{ns}
RESIDUO	16	0,2374	0,9156	1,7201	1,9313	3,1009	6,0188	12,4672	18,8869
C.V%		7,54	11,51	11,24	9,68	9,39	10,52	11,46	11,96

ns, *e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 2A - Quadrado médio da análise de variância de diâmetro (D) a partir do vigésimo dia após a semeadura.

F. V.	G.L.	21	28	35	42	49	56	63	70
DOSE DE N	4	0,0074 ^{ns}	0,0049 ^{ns}	0,0913 [*]	0,2199 ^{**}	0,2012 [*]	0,2739 ^{**}	0,3780 ^{**}	0,4401 ^{**}
BLOCO	4	0,0528 ^{**}	0,0988 ^{**}	0,0707 ^{**}	0,1666 ^{**}	0,1272 ^{ns}	0,1057 ^{ns}	0,1546 ^{**}	0,0587 ^{ns}
RESIDUO	16	0,0137	0,0053	0,0163	0,0459	0,0668	0,0557	0,0476	0,0735
C.V%		8,85	5,43	8,40	11,84	12,69	10,81	9,40	10,90

ns, *e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 3A - Quadrado médio de análise de variância em massa seca parte área (MSPA), massa parte raiz (MSRA), massa seca total (MST), relação altura e diâmetro (RHD), relação massa seca de parte área (RPRA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das plantas de jucá em função de doses de nitrogênio.

F. V.	G.L.	MSPA	MSRA	MST	RHD	RPRA	IQD
DOSE DE N	4	0,3357 ^{ns}	0,0955 ^{**}	0,7529 [*]	0,2013 ^{ns}	11,8639 ^{**}	0,0040 ^{**}
BLOCO	4	0,2003 ^{ns}	0,0221 ^{ns}	0,2112 ^{ns}	12,6251 ^{**}	3,7476 ^{ns}	0,0037 ^{**}
RESIDUO	16	0,1136	0,0984	0,1335	3,6577	1,9119	0,0557
C.V%		6,42	14,37	6,15	12,97	17,26	9,96

ns, *e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 4A - Quadrado médio de análise de variância em relação aos teores de N, P, K, teores acumulado e a eficiência

F. V.	G.L.	N	P	K	NA	PA	KA	EUN	EUP	EUK
DOSE DE N	4	14,385**	0,039 ^{ns}	1,386**	409,105**	2,631 ^{ns}	101,421**	0,065**	0,314 ^{ns}	0,0221 ^{ns}
BLOCO	4	6,297*	0,010 ^{ns}	0,425 ^{ns}	217,203 ^{ns}	0,426 ^{ns}	17,588 ^{ns}	0,025**	0,385 ^{ns}	0,669 ^{ns}
RESIDUO	16	1,989	0,019	0,302	93,910	0,928	13,704	0,019	0,224	0,140
C.V%		10,03	11,62	8,29	13,11	15,33	10,58	9,20	10,63	11,74

ns, * e ** não significativo e significativo pelo teste de Scott-Knott, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 5A - Altura das plantas a partir do vigésimo primeiro dia após a semeadura

DOSE									
N	21	28	35	42	49	56	63	70	
30	6,31a	8,20a	11,52b	14,25b	19,04a	22,82b	29,10b	33,98b	
60	6,85a	9,39a	13,85a	16,78a	21,05a	27,14a	36,10a	41,85a	
90	6,25a	7,88a	10,70b	13,23b	18,38a	22,78b	30,40b	36,26b	
120	6,52a	8,60a	12,12b	14,65b	19,40a	24,49a	32,68a	40,43a	
150	6,40a	7,47a	10,15b	12,86b	15,92b	19,37c	25,75b	29,22b	
MÉDIA	6,47	8,31	11,67	14,35	18,76	19,45	30,81	36,34	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott 5 a 1 % de probabilidade.

Tabela 6A - Diâmetro das plantas a partir do vigésimo dia após a semeadura.

DOSE								
N	21	28	35	42	49	56	63	70
30	1,30a	1,36a	1,47b	1,72b	1,93a	2,05b	2,19b	2,33b
60	1,39a	1,38a	1,71a	2,03a	2,27a	2,44a	2,62a	2,81a
90	1,32a	1,31a	1,47b	1,78b	2,03a	2,15b	2,29b	2,49a
120	1,30a	1,36a	1,59a	1,99a	2,18a	2,39a	2,55a	2,72a
150	1,31a	1,57a	1,36b	1,52b	1,77a	1,88b	1,95b	2,07b
MÉDIA	1,32	1,40	1,52	1,81	2,04	2,18	2,32	2,48

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott 5 a 1 % de probabilidade.

Tabela 7A - médias em massa seca parte área (MSPA), massa parte raiz (MSRA), massa seca total (MST), relação altura e diâmetro (RHD), relação massa seca de parte área (RPRA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das plantas de jucá em função de doses de nitrogênio

DOSE						
N	MSPA	MSRA	MST	RHD	RPRA	IQD
30	5,33a	0,76a	6,09a	14,75a	7,06b	0,28a
60	5,66a	0,85a	6,51b	14,90a	6,76b	0,30a
90	5,05a	0,62b	5,66b	14,71a	8,34b	0,25b
120	5,20a	0,73a	5,93b	14,86a	7,33b	0,27a
150	5,02a	0,49b	5,52b	14,39a	10,55a	0,23b
MÉDIA	5,25	0,69	5,94	14,72	8,01	0,27

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott 5 a 1 % de probabilidade

Tabela 8A - Médias com os teores de nitrogênio, fósforo e potássio, valores acumulo de nitrogênio (NA), acumulo de fósforo (PA), acumulo de potássio (KA) e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), eficiência de utilização de fósforo (EUP) e eficiência de utilização de potássio (EUK)

DOSE									
N	N	P	K	NA	PA	KA	EUN	EUP	EUK
30	11,32b	1,10a	6,97a	60,26b	5,86a	37,12a	0,47a	4,87a	0,77a
60	14,38a	1,32a	7,30a	81,21a	7,48a	41,38a	0,40b	4,33a	0,78a
90	15,20a	1,13a	6,19b	76,67a	5,71a	31,12b	0,34c	4,85a	0,83a
120	15,64a	1,24a	6,94a	81,77a	6,46a	34,85b	0,33c	4,22a	0,78a
150	13,77a	1,16a	6,04b	69,63b	5,91a	30,44b	0,37b	4,37a	0,84a
MÉDIA	14,06	1,19	6,69	73,91	6,28	34,98	0,38	4,53	0,80

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott 5 a 1 % de probabilidade.