



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MARCELA MOREIRA PITARELLO

Efeito da substituição parcial de K por Na na produção e no estabelecimento de mudas de Guapuruvu.

Prof. Dr. EDUARDO VINÍCIUS DA SILVA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MARCELA MOREIRA PITARELLO

Efeito da substituição parcial de K por Na na produção e no estabelecimento de mudas de Guapuruvu.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. EDUARDO VINÍCIUS DA SILVA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2016

Efeito da substituição parcial de K por Na na produção e no estabelecimento de mudas de Guapuruvu.

MARCELA MOREIRA PITARELLO

Monografia aprovada em 17 de novembro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Vinícius da Silva – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Rogério Luiz da Silva – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

À minha estrela guia – minha mãe Valdene; aos meus irmãos (Júlia e Thomás); ao meu sustento – meu pai José e a minha madrastra Thelma que sempre me incentiva a buscar o melhor de mim.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é um ato de reconhecer aqueles que sempre estiveram ou estão de alguma forma do seu lado, apoiando em cada decisão e vivendo essa longa jornada da vida e, é por algumas pessoas que deixo aqui meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente agradeço à Deus que me manteve firme nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Eduardo Vinícius, pela paciência, dedicação e ensinamentos transmitidos.

À toda a equipe do Viveiro da UFRRJ, ao carinhoso “Tião” que me ajudou a cuidar das minhas mudas de guapuruvu.

À professora Glauciana que me auxiliou na montagem do meu experimento.

Ao Tafarel, João e Marcondes que me ajudaram nas medições, sob chuva ou mesmo no calor de 40° de Seropédica, e também a Ana pela ajuda no trabalho final, de separação e medição das mudas.

Às amigas que fiz durante esses anos de Rural: Aline e Dayane, que mesmo cada uma seguindo o seu caminho, não me deixaram sozinha em nenhum momento.

Mais uma vez, a você Marcondes Geraldo, que foi mais que um companheiro de república, que foi amigo, irmão e até pai às vezes. Por todas as palavras e abraços nos momentos de fraqueza.

A alguns amigos que a vida colocou no meu caminho: Felipe “Brasileiro”, que em algumas horas árduas na monografia me passava uma energia positiva, falando sempre para acreditar em mim, ao Vitor da FCC S.A., meu psicólogo 0800, que, com seus conselhos me fez ampliar meus horizontes e passar a levar a vida mais leve e feliz, e a minha veterana e agora companheira de república Tamires Partelli, pelos toques e ajustes finais na monografia.

Agradeço também aos meus amigos de Minas (Diespa, Dandara, Regilene, Camila, Washington e Sival), que se fazem presente mesmo na distância e me confortam com suas orações.

Em especial, também às minhas três famílias, por acreditarem no meu potencial, nas minhas ideias, nos meus devaneios, principalmente quando nem eu mais acreditava.

Obrigada a todos de coração.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a resposta de crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (guapuruvu), em relação à substituição do potássio (K) pelo sódio (Na) na fertilização de cobertura no viveiro e avaliar a taxa de mortalidade após a implantação no campo. O primeiro experimento foi conduzido a pleno sol no viveiro. O delineamento experimental adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com três blocos e seis tratamentos (Testemunha; 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 3 g L⁻¹ KCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 3 g L⁻¹ NaCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 1,5 g L⁻¹ KCl + 1,5 g L⁻¹ NaCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 0,75 g L⁻¹ KCl + 2,25 g L⁻¹ NaCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 2,25 g L⁻¹ KCl + 0,75 g L⁻¹ NaCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄). Para o acompanhamento do crescimento das mudas no viveiro, realizaram-se medições da altura total da parte aérea (Ht) e de diâmetro do coleto (DC) aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura. No final deste experimento, foram selecionadas cinco plantas médias de acordo com a altura de cada tratamento nos três blocos para a determinação da matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca das raízes (MSR), matéria seca total (MST) e área foliar (AF). O segundo experimento, foi conduzido no município de São Francisco de Itabapoana/RJ, no qual, as mudas que receberam as fertilizações realizadas no viveiro foram plantadas no campo. A fim de verificar a taxa de sobrevivência, após fertilização com KCl e NaCl, foram contabilizadas as mudas após 55 e 133 dias do plantio. Houve diferença significativa entre as diferentes doses de KCl e NaCl em relação ao tratamento testemunha para as variáveis analisadas. As mudas que receberam Nitrogênio ((NH₄)₂SO₄), KCl e NaCl cresceram mais no viveiro em relação à testemunha. O sódio não prejudicou o crescimento e as demais mudas responderam positivamente. Entretanto, no campo, as mudas que receberam somente (NH₄)₂SO₄ apresentaram maior taxa de mortalidade. Já as mudas que receberam KCl e NaCl tiveram menor taxa de mortalidade. Com isso, conclui-se que esta espécie é responsiva à fertilização com Na, permitindo o parcelamento do K, resultando em maior crescimento de suas mudas no viveiro e uma melhor taxa de sobrevivência no campo.

Palavras-chave: guapuruvu, fertilização, sódio.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the growth response of seedlings *Schizolobium parahyba* (Vell.) SF Blake (guapuruvu) in relation to the replacement of potassium (K) by sodium (Na) in cover fertilization in the nursery and assess the rate of mortality after deployment in the field. The first experiment was conducted in full sun in the nursery. The experimental design was a randomized complete block design with three blocks and six treatments (control, 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 3 g L⁻¹ KCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 3 g L⁻¹ NaCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 1,5 g L⁻¹ KCl + 1,5 g L⁻¹ NaCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 0,75 g L⁻¹ KCl + 2,25 g L⁻¹ NaCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 2,25 g L⁻¹ KCl + 0,75 g L⁻¹ NaCl + 10 g L⁻¹ (NH₄)₂SO₄). To follow the growth of seedlings in the nursery, measurements were taken of the total height of the aerial part (Ht) and stem diameter (DC) 30, 60, 90, 120 and 150 days after sowing. At the end of this experiment, five medium plants were selected according to the height of each treatment in the three blocks to determine the aerial part dry matter (MSA), dry matter of roots (MSR), total dry matter (MST) and leaf area (AF). The second experiment was conducted in the municipality of São Francisco de Itabapoana/RJ, in which the seedlings that received fertilization performed in the nursery were planted in the field. In order to verify the survival rate after fertilização with KCl and NaCl, the seedlings were recorded after 55 and 133 days after planting. There was a significant difference between the different doses of KCl and NaCl in relation to the control treatment for the analyzed variables. Seedlings who received Nitrogen ((NH₄)₂SO₄), KCl and NaCl grew in the nursery compared to the control. Sodium did not impair growth and other seedlings responded positively. However, in the field, the seedlings that received only (NH₄)₂SO₄ had higher mortality rate. Already the seedlings that received KCl and NaCl had a lower mortality rate. Thus, it is concluded that this species is responsive to fertilization Na allowing the division of K, resulting in increased growth of their seedlings in the nursery and a better survival rate in the field.

Keywords: guapuruvu, fertilization, sodium.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake.	2
2.2 Produção de mudas de espécies florestais	4
2.3 Nutrição de Plantas	5
2.3.1 Elementos analisados N, K e Na	6
2.4 Potencial da substituição de K por Na em culturas florestais	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Material vegetal e beneficiamento das sementes	10
3.2 Produção das mudas de <i>S. parahyba</i>	10
3.2.1 Crescimento da parte aérea e do sistema radicular	12
3.2.2 Variáveis mensuradas.....	14
3.3 Sobrevivência das mudas no campo	15
3.4 Análise dos dados	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 Análise das mudas que cresceram no Viveiro	16
4.2 Taxa de sobrevivência das mudas de <i>S. parahyba</i> após plantio no campo	20
5. CONCLUSÕES	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Os elementos essenciais para as plantas superiores e suas concentrações consideradas adequadas para o crescimento normal da planta (HOPKINS, 2000)..... 6
- Tabela 2:** Aplicação dos tratamentos utilizando KCl (cloreto de potássio), NaCl (cloreto de sódio) e (NH₄)₂SO₄ (sulfato de amônio) nas mudas de *S. parahyba*. 11
- Tabela 3:** Altura total da parte aérea (Ht), diâmetro do coleto (DC), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca das raízes (MSR), matéria seca total (MST) e área foliar (AF) de mudas de *S. parahyba* aos 150 dias após a semeadura, em resposta à diferentes fertilizações com K e Na. 16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Locais de ocorrência natural de <i>S. parahyba</i> no Brasil. Fonte: Carvalho (2005).....	3
Figura 2: Quebra de dormência das sementes: escarificação mecânica (a); imersão em água corrente (b).	10
Figura 3: Localização do Viveiro Florestal Luiz Fernando Oliveira Capellão da UFRRJ.	11
Figura 4: Fertilização das mudas de <i>S. parahyba</i>	12
Figura 5: Medição da altura da parte aérea.	13
Figura 6: Medição do diâmetro do coleto.	13
Figura 7: Processo realizado na lavagem do sistema radicular: imersão em água do substrato (a); lavagem em água corrente (b); secagem das raízes (c).	14
Figura 8: Croqui da área no campo, onde foram plantadas as mudas de <i>S. parahyba</i>	15
Figura 9: Representação visual do crescimento das mudas de <i>S. parahyba</i> em cada tratamento.	17
Figura 10: Produção de matéria seca (g) das mudas de <i>S. parahyba</i>	18
Figura 11: Índice de área foliar observada nos diferentes tratamentos.	19
Figura 12: Taxa de sobrevivência das mudas de <i>S. parahyba</i> : 55 dias após o plantio (a) e 133 dias após o plantio (b).	20

1. INTRODUÇÃO

O guapuruvu, *Schizolobium parahyba*, é uma espécie nativa considerada pioneira de crescimento rápido, e que ocorre principalmente na floresta ombrófila densa (floresta atlântica). Pertence à família Fabaceae (Leguminosae), também conhecido como: ficheira, pataqueira, guarapivu, pau-de-vintem, birosca e faveira. Distribui-se pelos estados da Bahia até Santa Catarina e o seu crescimento é favorecido em solos preferencialmente férteis, profundos e úmidos. Possui uma madeira leve, com inúmeras utilidades, entre elas pode ser empregada em miolos de painéis e portas; medicina popular, pois sua casca possui propriedades terapêuticas; projetos de paisagismo e como planta apícola (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994). No Estado de São Paulo, tem ocorrência espontânea (NICOLINI, 1990; ORTEGA; ENGEL, 1992) e subespontânea na Floresta Estacional Semidecidual (MATTHES et al., 1988). Porém, de acordo com Ramos et al. (2008), o guapuruvu é de floresta ombrófila densa, invasora em florestas estacionais.

O Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) pertence à família Caesalpinacea e tem semelhanças, segundo Rizzini (1971), com o guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Vell. Blake). No estado do Pará, a participação de algumas empresas, foram determinantes no desenvolvimento do conhecimento do Paricá. Em 2003 teve-se um interesse maior pelo cultivo de Paricá por parte de outros segmentos do setor madeireiro, como o Centro de Pesquisa do Paricá (CPP), que congregou cerca de dez empresas madeireiras e que estava instalado no município de Dom Eliseu, PA (MARQUES et al., 2006). Segundo os mesmos autores, em relação às plantações de Paricá, de caráter empresarial, muito embora a realidade esteja aquém das necessidades atuais para atender a demanda por lâminas e compensados, observa-se crescente evolução do setor.

De acordo com Lentini et al. (2005), a área plantada de Paricá foi cerca de 50.000 hectares plantados no Pará, em sua maioria nos municípios de Dom Eliseu e Paragominas, com possibilidades de ampliação para áreas já desmatadas existentes no estado, que se situam em índices de cerca de 18%. A busca pela flexibilização da legislação e ampliação de linhas de crédito, possibilitarão o aumento das áreas reflorestadas com o Paricá no Pará (MARQUES et al., 2006).

Neste sentido, analisando que as perspectivas futuras vêm crescendo acerca da produção do Paricá na região Norte, e, de acordo com Barneby (1996), que considera o *S. amazonicum* como sendo uma variedade do *S. parahyba*, torna-se necessário ter um maior entendimento sobre esta espécie. No entanto, de acordo com Garcia e Souza (2015), não há trabalhos científicos suficientes sobre a produção de mudas de *S. parahyba* destinadas a plantios comerciais, havendo a necessidade de pesquisa básica sobre produção de mudas em função do manejo da adubação.

A produção de mudas é uma das fases mais importantes para o estabelecimento dos plantios florestais (VALERI; CORRADINI, 2000). Sua qualidade é fator preponderante para o sucesso de implantação florestal, pois, as mesmas deverão superar as adversidades do meio, com alto percentual de sobrevivência no campo (CALDEIRA et al., 2014). Desta forma, a nutrição adequada é fator essencial para assegurar boa adaptação e crescimento após o plantio, reduzindo o tempo de formação do povoamento e as perdas de campo (D'AVILA et al., 2011).

Existem vários elementos importantes para o desenvolvimento das mudas na sua fase de produção, sendo que, a quantidade de nutrientes exigida é em função dos teores no material vegetal e do total de matéria seca produzida. Como a concentração e a produção variam muito, as exigências nutricionais também o fazem (FAQUIN, 1994).

Os nutrientes são empregados através de fertilizantes químicos, sendo, portanto, uma prática usual nos viveiros florestais, funcionando como uma valiosa ferramenta no controle do tamanho e vigor das mudas (RIBEIRO et al., 2001).

A maior importância do nitrogênio na planta decorre de sua participação nos processos fisiológicos, tais como, fotossíntese, respiração, diferenciação celular e genética (MENGEL; KIRKBY, 1987).

O potássio (K) não faz parte de estruturas ou compostos orgânicos nas plantas (ERNANI et al., 2007). Está entre os nutrientes absorvidos em maior quantidade pelas plantas, superando o fósforo e equiparando-se ao nitrogênio (RAIJ, 2011). É imprescindível nos processos de fotossíntese, de translocação de fotoassimilados, de abertura e fechamento de estômatos e ativação enzimática (MARSCHNER, 1995). Além disso, o K exerce também outras funções ainda pouco compreendidas, possibilitando às plantas bem supridas desse elemento tolerar condições climáticas desfavoráveis (ex. baixa disponibilidade de água e temperaturas extremas) (TAIZ; ZEIGER, 2004; EPSTEIN; BLOOM, 2006; RAIJ, 2011).

Já o sódio (Na), quimicamente, se assemelha ao K (RAIJ, 2011). No entanto, por não preencher os requisitos de essencialidade para todas as plantas, é considerado um elemento benéfico (DECHEN; NACHTIGALL, 2007). Em algumas plantas, o Na pode substituir parcialmente o K, em outras, o seu fornecimento permite aumentar os rendimentos e a qualidade dos produtos (MARSCHNER, 1995).

Segundo Raij (2011), a dinâmica do K em solos tropicais é mais simples do que aquela apresentada em solos temperados e, praticamente, existe um fertilizante potássico de grande importância (cloreto de potássio). Devido a isso, pouca atenção tem sido dada a este nutriente em comparação ao nitrogênio e ao fósforo, tanto em pesquisas envolvendo seu comportamento no solo, quanto envolvendo sua utilização pelas culturas.

De acordo com Marschner (1995), a substituição do K por Na, apresenta tanto interesse prático quanto científico, pois as principais fontes de K (silvinita, carlinita, kainita, langbeinita, leonita, glasuita) possuem Na em sua composição. Com isso, a utilização de fontes menos puras economiza energia, a qual é requerida no processo de purificação, fato que permite a redução no preço dos fertilizantes potássicos. Em relação ao Brasil (terceiro consumidor mundial), o consumo de cloreto de potássio (KCl) em 2014 foi de 9,5 milhões de toneladas, dos quais foram produzidos internamente no país 492 mil toneladas do nutriente (IPNI, 2016), a substituição do K por Na diminuiria a dependência de fertilizantes importados.

O objetivo deste trabalho foi verificar a resposta de crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (guapuruvu), em relação à substituição do potássio (K) pelo sódio (Na) na fertilização de cobertura no viveiro e avaliar a mortalidade após a implantação no campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A produtividade dos reflorestamentos com espécies de crescimento rápido é altamente influenciada pela disponibilidade de água e nutrientes no solo (BARROS; COMENFORD, 2002). Plantas nutridas adequadamente se adaptam mais facilmente às condições de baixa disponibilidade hídrica em períodos de seca, o que reduz o grau de comprometimento da produtividade da cultura. De acordo com Morgado et al. (2000), a qualidade das mudas é fundamental, pois influencia a percentagem de sobrevivência, a velocidade de crescimento e consequentemente o sucesso do plantio.

2.1 *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake.

A espécie *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, família Fabaceae (Leguminosae Caesalpinioideae) é popularmente conhecida por guapuruvu, pau de vintém (BA), bacuruva, birosca (MG), bandarrra (RJ), faveira, e tem como sinonímia botânica *Schizolobium excelsum* Vog., além de ser muito semelhante ao paricá (*Schizolobium amazonicum* Ducke), que ocorre na Amazônia (CARVALHO, 2005).

Segundo Rizzini (1971), o Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) pertence à família Caesalpinaceae, tem semelhanças, com o Guapuruvu (*S. parahyba* Vell. Blake), inclusive pelo rápido crescimento e com as mesmas propriedades e empregos, distinguindo-se dessa, por florescer sem folhas e pelas folhas e frutos, duas vezes menores, bem como pelas pétalas oblongas, mais firmes e glabras e pêlos pedicelos articulares; as folhas atingem até dois metros na fase jovem. Entretanto, Barneby (1996) a considera como sendo uma variedade do *Schizolobium parahyba*.

Borgo et al. (2011) descreveu a espécie *Schizolobium parahyba*, como heliófila, muito exigente à luz, cresce preferencialmente em trechos de vegetação aberta ou então nas clareiras dentro das florestas. É comum em vales e depressões da floresta ombrófila densa, planícies aluviais ao longo dos rios e depressões das encostas situadas próximas ao litoral.

Para Carvalho (2005), é uma espécie semicaducifólia, com 10 a 40 m de altura e 30 a 120 cm de DAP na idade adulta. Seu tronco é cilíndrico marcado por cicatrizes de afixação das folhas. Além de ocorrer na floresta primária, é comum na vegetação secundária, dominando as capoeiras altas e florestas secundárias, podendo formar agrupamentos densos em grandes clareiras florestais. Suas sementes são ortodoxas apresentando alto índice de germinação inicial de até 90%, estas ainda mantêm sua viabilidade integral por até 22 anos se armazenadas em câmara fria em temperatura de 3°C a 5°C e Umidade Relativa (UR) de 92%. Sua ocorrência natural no Brasil ocorre de acordo com a Figura 1.

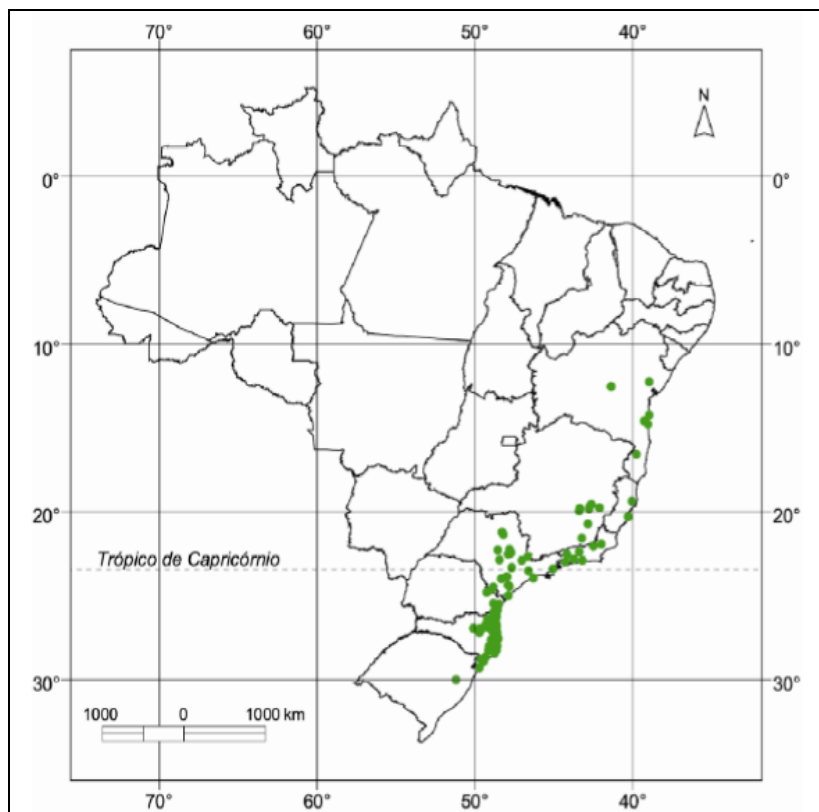


Figura 1: Locais de ocorrência natural de *S. parahyba* no Brasil. Fonte: Carvalho (2005).

A densidade básica do guapuruvu está em torno de 270 kg m^{-3} , sendo madeira fácil de ser trabalhada, por isso há um grande potencial para seu uso na produção de lâminas e painéis compensados (BORTOLETTO; BELINI, 2002). Carvalho (2003), ainda complementa que sua madeira pode ser empregada na construção civil e para caixotaria em geral e a casca na medicina popular por possuir propriedades terapêuticas adstringentes. A espécie é vista, também, como fonte promissora de pasta para celulose, despertando interesse a seu respeito (LORENZI, 1992).

Uma característica importante das leguminosas, neste caso o *Schizolobium parahyba*, é que são recomendáveis para reflorestamentos destinados à recomposição de áreas degradadas e em sistemas agroflorestais, pois a presença dessas plantas favorece a conservação do solo, agregando nitrogênio e aumentando os índices de matéria orgânica, qualificando-as como as principais espécies reguladoras dos solos degradados (CARVALHO, 1994). Devido ao seu crescimento extremamente rápido, com boa capacidade de sombreamento, a espécie é indicada também para projetos de restauração ecológica (SPVS, 1996; ENGEL; PARROTTA, 2003).

2.2 Produção de mudas de espécies florestais

A demanda por produtos de origem florestal aumentou sensivelmente nas últimas décadas, levando a silvicultura a buscar alternativas que pressupõem altas produtividades (BOLFE et al., 2004).

Uma das fases mais importantes do processo de implantação de povoamentos florestais, é a produção de mudas em viveiros, pois mudas de baixa qualidade podem comprometer todas as operações seguintes (COSTA et al., 2008). Apesar disso, a obtenção de padrões de qualidade da muda e o aprimoramento das técnicas de viveiro não têm acompanhado a evolução conseguida em outras fases do reflorestamento (SANTOS et al., 2000). Ainda para Santos (1998), o êxito de um reflorestamento depende diretamente das potencialidades genéticas das sementes e da qualidade das mudas produzidas.

Vale ressaltar, que os principais fatores ambientais ou externos que afetam a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas são água, oxigênio, temperatura e luz, sendo que esse último não é estritamente necessário para todas as espécies. Dentre os processos e condições inerentes a essas fases da vida da planta temos a absorção de água, digestão, respiração e assimilação na fase de germinação e planta, representando fases decisivas na sobrevivência ou não de um indivíduo (LARCHER, 2000; ALBUQUERQUE et al., 2003).

Sabe-se que as mudas de melhor qualidade, por terem maior potencial de crescimento, exercem uma melhor competição com a vegetação invasora, reduzindo os custos dos tratamentos culturais (MORGADO et al., 2000).

Visando o aperfeiçoamento do sistema de produção de mudas de boa qualidade no viveiro, existem vários fatores que auxiliam nesta fase e assim, aumentam o potencial de sobrevivência e o crescimento após o plantio no campo. Segundo Santos et al. (2000), além do conhecimento dos requerimentos nutricionais de cada espécie; a semente, o substrato e o recipiente utilizados vão refletir diretamente na qualidade do produto final.

Atualmente, os recipientes mais utilizados para produção de mudas de espécies nativas são sacos plásticos e tubetes de polipropileno. Para Gonçalves (2000), a utilização de tubetes em detrimento ao saco plástico apresenta uma série de vantagens, principalmente para espécies de crescimento rápido ou secundárias iniciais. Dentre essas vantagens, destacam-se menor volume de substrato e mecanização das operações de enchimento e encanteiramento, melhor formação do sistema radicular, reutilização da embalagem, menor área de viveiro,

permite a poda das raízes durante a fase de viveiro e antes do plantio; facilita a assepsia e o manuseio, facilita a retirada da muda para o plantio, podendo-se transportar grande quantidade de mudas em pequeno espaço (CARNEIRO, 1995; GONÇALVES, 1995; NAPPO et al. 2001; SOUZA et al., 2001).

Os substratos são uma imitação do solo original onde irão servir de crescimento para as mudas em recipientes específicos (NAPPO et al., 2001). Destacam-se como substratos que podem ser usados na produção de mudas de espécies florestais: vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, terra de subsolo, areia, casca de árvores, composto de lixo, terra de mato, serragem, bagaço de cana, acículas de *Pinus* sp. e turfa (FONSECA, 1988).

De acordo com Gonçalves e Benetti (2005), o entendimento da nutrição e, o uso de substratos de cultivo apropriado, são fatores essenciais para a produção de mudas florestais. Uma vez que os substratos comerciais nem sempre fornecem quantidades satisfatórias de nutrientes, sendo que, quando enriquecidos com fertilizantes têm sua eficiência aumentada (SCHEER et al., 2010). Pois, os solos destinados a plantios florestais geralmente são solos ácidos, arenosos e de baixa fertilidade, portanto dependentes de um manejo adequado dos corretivos e fertilizantes para garantir boa produtividade (FERREIRA; STAPE, 2009; SILVA et al., 2013).

Segundo Neves et al. (1990), a eficiência das adubações, realizadas na hora da fertilização do substrato, depende basicamente das doses e fontes dos adubos utilizados, da capacidade das trocas catiônicas e das características físicas do substrato. Para cada espécie, há doses adequadas de fertilizantes, sendo este um fator importante na produção de mudas, garantindo o crescimento da plântula e reduzindo o tempo de formação da muda, além das perdas no campo.

Gonçalves (1995) relatou que as características e quantidade de adubos a aplicar, nas mudas, dependerão das necessidades nutricionais de cada espécie florestal, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e, de fatores de ordem econômica. Sendo assim, as mudas bem nutridas são mais resistentes à baixa disponibilidade hídrica em períodos de seca, o que reduz o grau de comprometimento da produtividade da cultura.

2.3 Nutrição de Plantas

As necessidades para um bom desenvolvimento de uma planta são: luz, água, temperatura adequada e elementos minerais. Quanto à luz e temperatura, a planta está sujeita às variações da condição do ambiente e as próprias variações das espécies, sendo considerada para boa adaptação fisiológica, aquelas condições mais favoráveis as exigências de cada espécie. A água e os elementos minerais que a planta precisa, são provenientes do solo. O solo tem a capacidade de armazenar água, fornecendo-a de maneira gradual, além de fornecer os elementos minerais para as plantas, que são adquiridos na forma inorgânica através do sistema radicular.

Além das necessidades básicas, existem diversos elementos químicos que são indispensáveis à vida vegetal, inclusive os minerais, sendo assim, sem eles, as plantas não conseguem completar seu ciclo de vida. Esse é um dos critérios descritos por Epstein (1975) para caracterizar se um elemento é essencial. De acordo com Epstein e Bloom (2006), a presença de um elemento em uma planta não significa por si só que ele tem um papel essencial na vida dela.

Utilizando-se a definição inicial de Arnon e Stout (1939), o elemento é considerado essencial quando atende aos três critérios seguintes: o elemento deve estar diretamente

envolvido no metabolismo da planta (como constituinte de molécula, participar de uma reação, etc.); a planta não é capaz de completar o seu ciclo de vida na ausência do elemento; a função do elemento é específica, ou seja, nenhum outro elemento poderá substituí-lo naquela função.

De acordo com Faquin (2005), além do C, O e H (orgânicos), treze elementos (minerais) são considerados essenciais para o desenvolvimento das plantas, sendo estes divididos por aspectos puramente quantitativos em dois grupos, macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn).

Hopkins (2000) classificou macro e micronutrientes de acordo com o requerimento dos nutrientes, para o crescimento adequado da planta (Tabela 1).

Tabela 1: Os elementos essenciais para as plantas superiores e suas concentrações consideradas adequadas para o crescimento normal da planta (HOPKINS, 2000).

Elemento	Símbolo Químico	Forma Disponível	Concentração na matéria seca (mmol kg⁻¹)
Macronutrientes			
Hidrogênio	H	H ₂ O	60.000
Carbono	C	CO ₂	40.000
Oxigênio	O	O ₂ , CO ₂	30.000
Nitrogênio	N	NO ₃ , NH ⁴⁺	1000
Potássio	K	K ⁺	250
Cálcio	Ca	Ca ²⁺	125
Magnésio	Mg	Mg ²⁺	80
Fósforo	P	H ₂ PO ⁴⁻ , HPO ₄ ²⁻	60
Enxofre	S	SO ₄ ²⁻	30
Silício	Si	SiO ²	30
Micronutrientes			
Cloro	Cl	Cl ⁻	3,0
Boro	B	BO ₃ ³⁻	2,0
Ferro	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	2,0
Manganês	Mn	Mn ²⁺	1,0
Sódio	Na	Na ⁺	0,4
Zinco	Zn	Zn ²⁺	0,3
Cobre	Cu	Cu ⁺ , Cu ²⁺	0,1
Níquel	Ni	Ni ²⁺	0,05
Molibdênio	Mo	MoO ₄ ²⁻	0,001

Vale ressaltar, que a distinção entre macro e micronutrientes é quantitativa, e isso não significa diferentes níveis de importância para a nutrição da planta. O C, H e O são os principais constituintes do material vegetal, cerca de 90% da matéria seca, sendo estes obtidos, principalmente da água (H₂O) e do ar (O₂ e CO₂).

2.3.1 Elementos analisados N, K e Na

Nitrogênio (N): Para a adequada nutrição das plantas, o N é um constituinte indispensável. Na biosfera o nitrogênio encontra-se em diferentes formas, incluindo o N molecular (N_2), amônia (NH_3), óxidos de nitrogênio (NO_x), iônica (NO_3^- e NH_4^+) e orgânica como aminoácidos e peptídeos (WIRÉN et al., 1997). Sendo que as plantas assimilam o N na forma de amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-).

O nitrogênio (N) é considerado elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN e LEA, 1976; HARPER, 1994). Souza e Fernandes (2006) e Raij (2011) descreveram que o nitrogênio faz parte da composição de todos os aminoácidos e proteínas, estando presente também na molécula de clorofila e em outros pigmentos.

De acordo com Malavolta (1980) o nitrogênio participa no metabolismo das plantas como compostos de aminoácidos, proteínas, aminas, amidas, aminoaçucares, purinas, pirimidinas, alcalóides, coenzimas, vitaminas e pigmentos, (CORSI, 1986) interferindo diretamente na fotossíntese.

O mesmo autor ainda relata que o nitrogênio é classificado como macronutriente e é absorvido em grandes quantidades pelas plantas, principalmente por fluxo de massa junto com a solução do solo.

O seu fornecimento em quantidades adequadas estimula a formação e crescimento da parte vegetativa, das gemas floríferas, regulariza o ciclo da planta, aumenta a produtividade e melhora o comprimento, a resistência da fibra e o índice micronaire (CARVALHO et al., 2011).

Potássio (K): O K é requerido em grandes quantidades pelas culturas, igualando-se às quantidades de N requeridas, e chegando a ser três ou quatro vezes mais acumulado nos resíduos do que o P (BRADY, 1989).

Por deslocar-se das folhas velhas para as folhas mais novas em caso de deficiência do elemento, é dado como um elemento de alta mobilidade lhe conferindo fácil redistribuição no interior da planta. Acumula-se sempre nas partes em crescimento ativo. Plantas deficientes em potássio apresentam menor turgor da célula, pequena expansão celular, maior potencial osmótico, abertura e fechamento dos estômatos de forma irregular (MENGEL; KIRKBY, 1978; MALAVOLTA et al., 1997).

Por outro lado, plantas bem supridas desse elemento podem suportar condições climáticas adversas, como secas e geadas, em razão da maior retenção de água, e, também apresentam redução da incidência e danos causados por fungos e insetos. A explicação seria que altas concentrações de K nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de insetos e fungos (HUBER; ARNY, 1985; PERRENOUD, 1990).

Os processos celulares e fisiológicos desempenhados pelas funções biológicas do K nas plantas são diversos. Nessas células, este elemento atua na manutenção do potencial da membrana plasmática, no balanço das cargas negativas do citosol e na manutenção da pressão osmótica do vacúolo. Além disso, diversas enzimas da fotossíntese, da respiração e da biossíntese de proteínas dependem do K como cofator (GIERTH et al., 2007).

Segundo Malavolta (1996), é um nutriente importante para a manutenção da quantidade de água nas plantas, uma vez que a absorção de água pela célula e pelos tecidos é, frequentemente, consequência da absorção ativa do potássio. Silva et al. (2013), descreveram que o potássio atua no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais, além de ser um nutriente regulador da atividade celular, que promove a síntese de carboidrato e de proteína.

No Brasil, as áreas em cultivo são, em sua maioria, estabelecidas em regiões de baixa fertilidade, particularmente pobres em K (GONÇALVES et al., 2004). Segundo Lopes (1982), os teores de K total nos solos brasileiros variam de 0,05 a 2,5%, ocorrendo maiores teores desse nutriente em solos menos intemperizados.

A composição dos principais fertilizantes potássicos, que usualmente são utilizados na agricultura, está relacionada a seguir: o cloreto de potássio KCl (60 a 62% de K₂O e 48% de Cl), o sulfato de potássio K₂SO₄ (50 a 53% de K₂O e 17% de S), o nitrato de potássio KNO₃ (44 a 46% de K₂O e 13 a 14% de N) e o sulfato de potássio e magnésio K₂SO₄.2MgSO₄ (22% de K₂O, 22% de S e 12 a 18% de Mg). Granjeiro e Cecílio Filho (2006), relataram que dentre essas fontes, o KCl representa maior parte do mercado, aproximadamente 95% de todo o potássio usado na agricultura.

Particularmente no Brasil, que é o terceiro consumidor mundial, em 2011 foram utilizadas cerca de 8,5 milhões de toneladas de cloreto de potássio, sendo 91%, ou seja, 7,6 milhões de toneladas importadas, gerando custos da ordem de US\$ 3,4 bilhões anuais (ANDA, 2012). De acordo com Lopes (2005), a única fonte produtora de fertilizantes potássicos no Brasil, é o complexo de Mina/Usina de Taquari-Vassouras, em Sergipe, que vem sendo explorado pela Companhia Vale do Rio Doce desde o final de 1991.

Sódio (Na): O sódio é o sexto elemento mais abundante no planeta, representando cerca de 2,8 % da crosta terrestre (LUTGENS; TARBUCK, 2003) e, depois de cloreto, é o segundo soluto mais abundante nos oceanos.

O Na tem uma função muito específica em um número limitado de famílias de plantas C₄, tais como: Amaranthaceae, Chenopodiaceae e Ciperáceas, nas quais é requerido em níveis de micronutrientes (JOHNSTON et al., 1984). Além dos efeitos sobre crescimento (melhoria da raiz e biomassa da parte aérea) e produção, estudos iniciais relataram mudanças facilmente visíveis e benéficas, como: melhora na cor (ou seja, mais verdes) e manutenção de folhas em fases de crescimento posteriores e, relacionado a isso, manifestações menos pronunciadas de deficiência de nutrientes (clorose ou necrose), entretanto, isso por si só é insuficiente para generalizar que o Na seja essencial para as plantas superiores (ZHANG et al., 2001).

É um elemento químico presente em altos teores em solos pouco intemperizados (KORNDORFER, 2006), no entanto não é classificado como nutriente, pois não atende aos critérios de essencialidade das plantas, exceto em uma única espécie, a *Atriplex versicaria* (MARSCHNER, 1995; FAQUIN, 2005). Subbarao et al. (2003), relataram que em outras espécies como aspargo, cevada, brócolis, cenoura, algodão, tomate, trigo, ervilha, aveia e alface, o Na tem efeito benéfico. De acordo com Marschner (1986), o papel do sódio na nutrição mineral de plantas superiores pode ser considerado como essencial, ou como substituto do K em algumas funções – metabólicas e osmóticas.

2.4 Potencial da substituição de K por Na em culturas florestais

Hoje em dia, para a silvicultura brasileira, que tem procurado adaptar tecnologias e otimizar o uso dos fatores de produção, ter o conhecimento dos requerimentos nutricionais na fase de produção de mudas é de suma importância. Nesse sentido, a fertilização é uma prática indispensável, a qual pode ser otimizada pelo uso de fontes alternativas de nutrientes que consigam expressar os potenciais de igual forma ao daqueles apresentados pelos elementos essenciais aplicados tradicionalmente, trazendo como consequência benefícios para os produtores e à capacidade competitiva do país (ROMERO, 2008).

De acordo com Gonçalves et al. (1992), respostas positivas a diferentes nutrientes têm sido observadas quando se realiza a adubação de mudas florestais, bem como variações na

concentração, absorção e eficiência de uso de nutrientes entre espécies pioneiras, secundárias e climácicas, tanto na fase de viveiro como no campo.

O emprego de fertilizantes químicos é uma prática usual nos viveiros florestais, funcionando como uma valiosa ferramenta no controle do tamanho e vigor das mudas (RIBEIRO et al., 2001).

Os teores insuficientes de potássio (K) disponível na maioria dos solos brasileiros contrastam com as elevadas exigências desse nutriente pelas culturas, o que tem proporcionado grande aumento de consumo de adubos potássicos para atender ao crescimento da agricultura brasileira nesses últimos anos (NACHTIGALL; RAIJ, 2005).

Gattward et al. (2012) indicou que o K quando substituído parcialmente pelo Na na cultura do cacau, pode melhorar seu desempenho quanto à fotossíntese e eficiência do uso da água, podendo ser considerado como elemento benéfico.

A possibilidade de substituição total ou parcial do potássio por sódio é de grande interesse para o Brasil, já que pode ocorrer diminuição da dependência do fertilizante, bem como, redução dos custos de produção. No entanto, mecanismo de interação entre Na e K ainda não é totalmente esclarecido, porém as similaridades físico-químicas entre eles são preponderantes para esse processo ocorra (AMTMANN; MAATHIUS, 1999).

Gattward et al. (2012) no seu trabalho com *Theobroma cacao* L., concluíram que uma substituição completa ou quase completa de K por Na, na sua função osmótica é possível. Por outro lado, a partir da perspectiva de funções bioquímicas, há ainda necessidade de estudos adicionais (CHEESEMAN, 2013; BRITO et al., 2008).

Segundo Sgarbi (2002), o potássio é um dos elementos mais deficitários para a maioria dos solos do Brasil, onde está estabelecida a cultura de eucalipto. Isso significa que há a necessidade de se incorporar ao solo altas quantidades deste elemento e, portanto, existe uma grande demanda por produtos que contenham o potássio. Entretanto, os sais de potássio apresentam elevados custos de aquisição, por isso a possibilidade de substituí-los por outras fontes mais econômica é uma boa opção. Além disso, não existe um entendimento completo dos processos envolvidos com a resposta à fertilização com K^+ , conduzindo a relações contraditórias entre a disponibilidade do potássio no solo e as respostas do eucalipto às fertilizações com este nutriente. É assim, como concentrações de K^+ nos solos do Congo não mostraram nenhuma resposta em ensaios fatoriais NPK (BOUILLET et al., 2004), tendo como referência os resultados obtidos em solos brasileiros. Laclau et al., (2003) testaram a hipótese de que grandes depósitos de Na perto do mar poderiam conduzir numa substituição parcial do K^+ pelo Na^+ na plantação de eucalipto.

O nível crítico de K no solo para a cultura do eucalipto aumenta com acúmulo de biomassa, ou seja, com a idade do povoamento (BARROS et al., 1990). Estudos com adubação potássica em plantios de eucalipto mostram um aumento no crescimento em diâmetro e, conseqüentemente no volume das árvores, tanto em regime de alto fuste como na condução de brotações (FARIA et al., 2002; LACLAU et al., 2009; SETTE JÚNIOR et al., 2010).

A literatura especializada sobre o efeito da aplicação do sódio no crescimento de espécies do gênero *Eucalyptus* é escassa, destacando-se o trabalho de Almeida (2009) que verificou a resposta positiva a fertilização sódica das árvores de eucalipto, com 36 meses, com incremento de 13% em diâmetro, 18% em altura e 52% em produtividade de madeira ($103 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) em relação ao controle. Contudo, poucos foram os trabalhos realizados com o objetivo de verificar possíveis respostas das espécies arbóreas de rápido crescimento, principalmente as do gênero *Eucalyptus*, no que diz respeito à substituição do K pelo Na (ALMEIDA et al., 2010).

O Brasil, é o terceiro consumidor mundial de fertilizantes importados, em 2006 foram utilizadas cerca de 3,4 milhões de toneladas de KCl, com produção no país de apenas 400 mil

toneladas (LACERDA, 2016). Nesse sentido, obter fontes alternativas e econômicas, para substituir os sais potássicos, reduziria consideravelmente os elevados custos de aquisição deste material, sendo os produtores diretamente, os maiores beneficiados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal e beneficiamento das sementes

Para a produção das mudas, foram utilizadas sementes de *Schizolobium parahyba*, popularmente conhecida como guapuruvu. As sementes foram coletadas na região de Seropédica/RJ e armazenadas em câmara fria no Laboratório de Biologia Reprodutiva e Conservação de Espécies Arbóreas (LACON) do Instituto de Florestas da UFRRJ.

A fim de obter uniformidade na germinação, realizou-se a quebra de dormência das sementes antes da sementeira. Desta forma, no dia anterior à instalação do experimento, fez-se a escarificação das sementes, as quais permaneceram imersas em água durante 24 horas (Figura 2). Posteriormente, foram semeadas, numa profundidade de 1 cm, uma semente por tubete de 280 cm³ e esses acondicionados em bandejas plásticas tipo caixa, mantidas ao nível do solo. O substrato utilizado foi o produto comercial MecPlant (totalmente produzido a partir da casca de Pinus bio-estabilizada) e vermiculita (proporção 8:2).



Figura 2: Quebra de dormência das sementes: escarificação mecânica (a); imersão em água corrente (b).

3.2 Produção das mudas de *S. parahyba*

O experimento foi conduzido a pleno sol, no Viveiro Florestal Luiz Fernando Oliveira Capellão, do Instituto de Florestas do Departamento de Silvicultura (Figura 3), na

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica/RJ no período de setembro de 2015 a março de 2016.

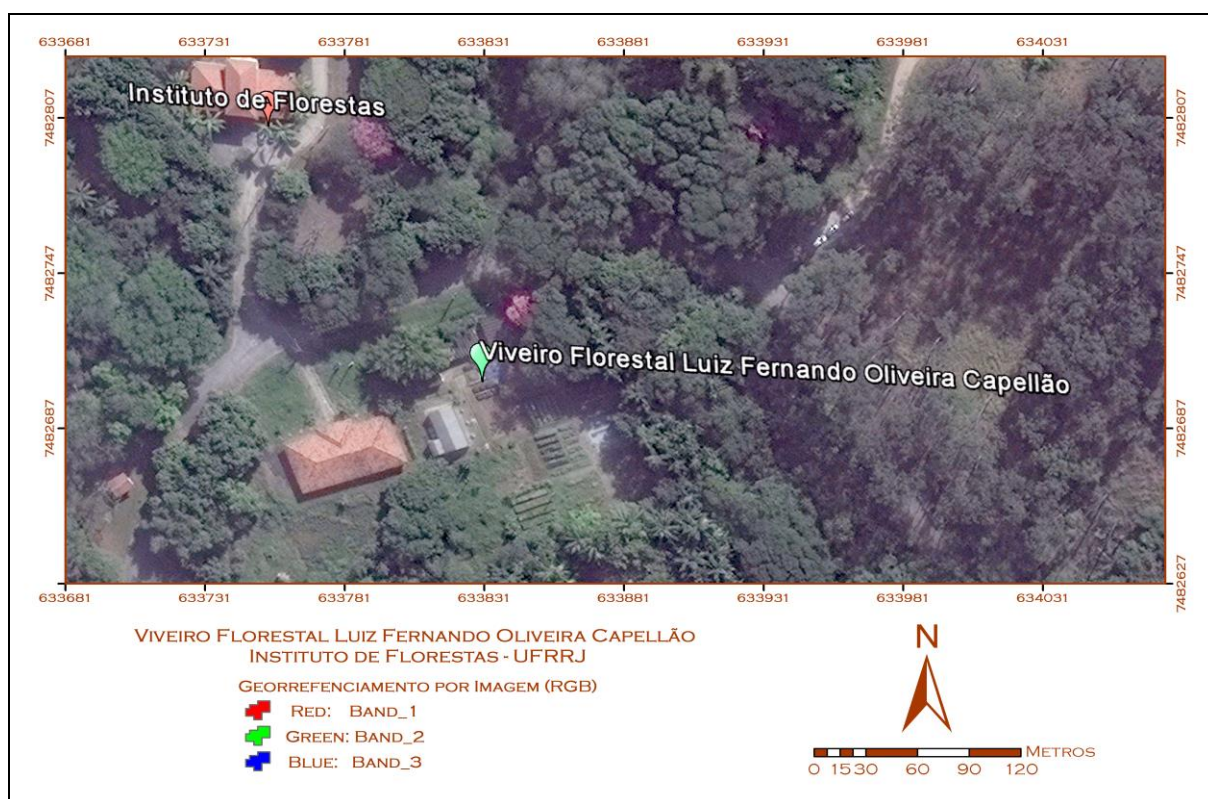


Figura 3: Localização do Viveiro Florestal Luiz Fernando Oliveira Capellão da UFRRJ.

O município de Seropédica localiza-se a 22°48”S e 43°41”O, e o clima desta região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, caracterizado como tropical com chuvas de verão. A temperatura média anual é de 22 a 24°C, altitude abaixo de 100 m, precipitação média anual de 1300 a 1600 mm (ALVARES et al., 2014).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com três blocos e seis tratamentos (Tabela 2), sendo que cada tratamento possuiu 15 mudas, totalizando 315 mudas.

Tabela 2: Aplicação dos tratamentos utilizando KCl (cloreto de potássio), NaCl (cloreto de sódio) e (NH₄)₂SO₄ (sulfato de amônio) nas mudas de *S. parahyba*.

Tratamentos	KCl	NaCl	(NH ₄) ₂ SO ₄
	%		
0	0	0	0
1	0	0	100 (10 g L ⁻¹)
2	100 (3 g L ⁻¹)	0	100 (10 g L ⁻¹)
3	0	100 (3 g L ⁻¹)	100 (10 g L ⁻¹)
4	50 (1,5 g L ⁻¹)	50 (1,5 g L ⁻¹)	100 (10 g L ⁻¹)
5	70 (2,25 g L ⁻¹)	30 (0,75 g L ⁻¹)	100 (10 g L ⁻¹)
6	30 (0,75 g L ⁻¹)	70 (2,25 g L ⁻¹)	100 (10 g L ⁻¹)

Na Tabela 2, as concentrações entre parênteses referem-se ao teor do fertilizante diluído em um litro de água na preparação da solução de aplicação, tendo como base a recomendação de fertilização de cobertura para mudas de eucalipto proposta por Gonçalves (1995).

A primeira fertilização ocorreu aos 15 dias após a semeadura, sendo aplicados os tratamentos contendo K e Na. Os fertilizantes utilizados foram cloreto de potássio (KCl) e cloreto de sódio (NaCl).

Foram realizadas dez fertilizações durante a fase de desenvolvimento das mudas à pleno sol. Sendo que, nos tratamentos, com exceção da testemunha, foram aplicados também sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, seguindo a recomendação de fertilização proposta por Gonçalves (1995). A fertilização com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ foi realizada de forma intercalada entre os tratamentos propostos.

As soluções foram preparadas respeitando as proporções de K e Na dos tratamentos. Assim, cada planta recebeu 10 mL da solução correspondente (Figura 4), intercalada com aplicação de 10 mL de uma solução contendo apenas $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (10 g L^{-1}).



Figura 4: Fertilização das mudas de *S. parahyba*.

3.2.1 Crescimento da parte aérea e do sistema radicular

No acompanhamento do crescimento das mudas, realizou-se medições da altura total da parte aérea (Ht) e de diâmetro do coleto (DC) aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura. Neste intervalo de tempo, realizou-se a limpeza dos tubetes contra as plantas invasoras, para que essas não interferissem na sua produção.

Sendo assim, a Ht foi determinada utilizando uma régua graduada em centímetros, tendo a gema apical como referência final (Figura 5). O DC foi medido com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,02 mm, tendo a borda do tubete como referência (Figura 6).



Figura 5: Medição da altura da parte aérea.



Figura 6: Medição do diâmetro do coleto.

3.2.2 Variáveis mensuradas

Para avaliação dos resultados, considerou-se a última mediação do experimento (150 dias após a semeadura).

Selecionou-se cinco plantas médias de acordo com a altura de cada tratamento nos três blocos. Estas plantas foram retiradas dos tubetes e, em seguida o substrato foi destorroado, sendo as raízes lavadas (Figura 7). Feito isso, separou-se os componentes das mudas em raiz, caule e folhas, no qual estes materiais foram acondicionados em sacos de papel kraft para pesagem em balança digital (precisão de 0,0001 g), e depois colocados em estufa a 65°C por 72 h.

Após o período em que os materiais permaneceram na estufa, foram pesados para a determinação da matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca radicular (MSR), matéria seca total (MST). Antes da secagem, as folhas foram retiradas do caule para a determinação da área foliar (AF) usando o equipamento Licor 3100.

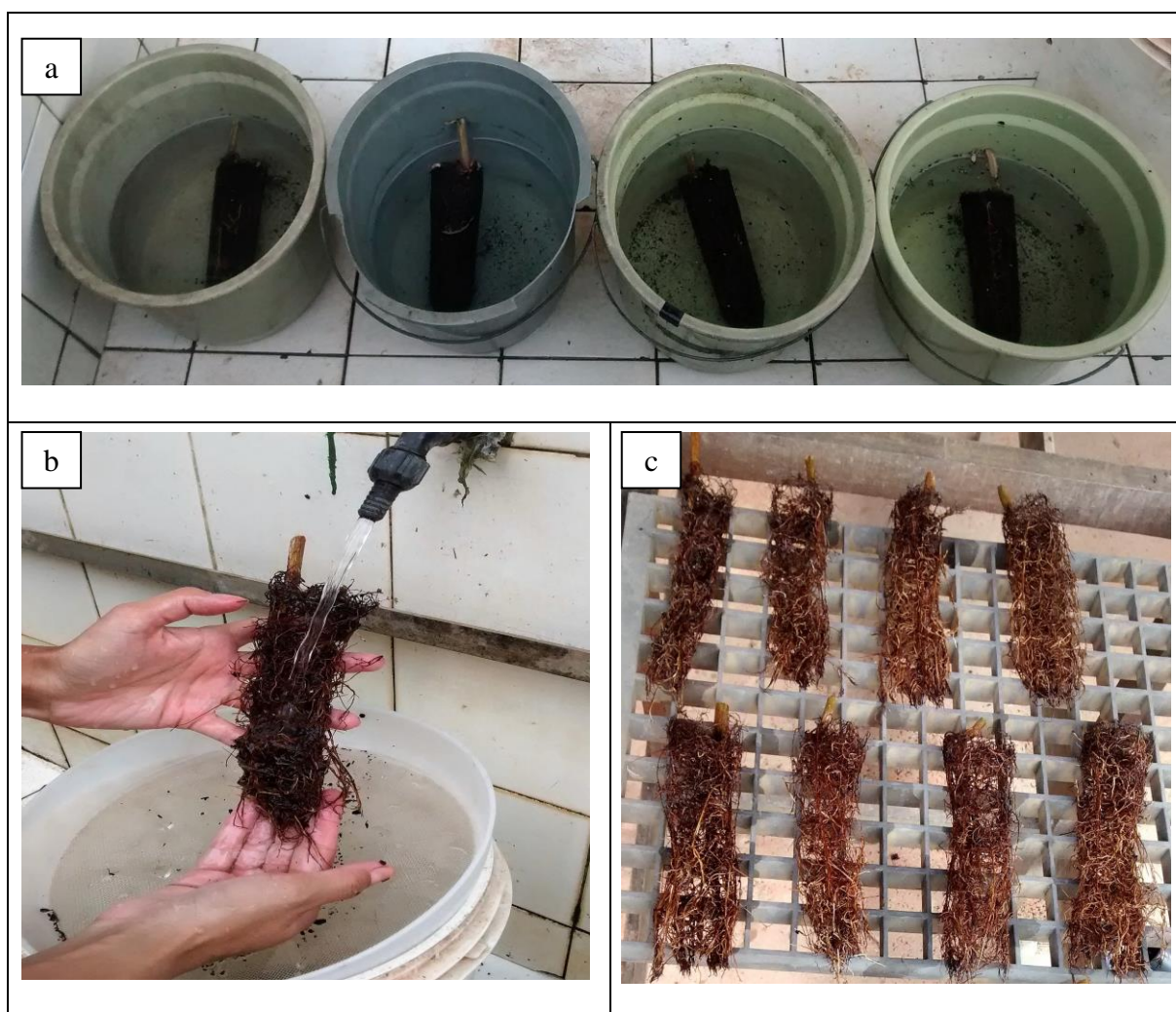


Figura 7: Processo realizado na lavagem do sistema radicular: imersão em água do substrato (a); lavagem em água corrente (b); secagem das raízes (c).

3.3 Sobrevivência das mudas no campo

A segunda etapa do presente trabalho foi realizada para verificar a sobrevivência das mudas no campo. Para isso, instalou-se um experimento no município de São Francisco de Itabapoana, RJ, localizado nas coordenadas 21°19'22"S e 41°07'42"O. O solo da área está classificado como Argissolo Amarelo distrófico. Em relação ao clima, este é classificado como Aw (classificação climática de Köppen), com temperatura média anual de 22 a 24°C, altitude abaixo de 100 m, precipitação média anual de 1300 a 1600 mm (ALVARES et al., 2014).

Neste experimento utilizou-se as mudas em que não foram feitas a avaliação de biomassa aérea, radicular e a área foliar. Antes da instalação do experimento de campo, as mudas permaneceram no viveiro por mais 30 dias recebendo apenas irrigação.

Desta forma, no dia 28 de abril de 2016, foram plantadas cinco mudas por parcela no tratamento 0 (testemunha) e seis mudas para os demais tratamentos, sendo estas distribuídas em três blocos (Figura 8).

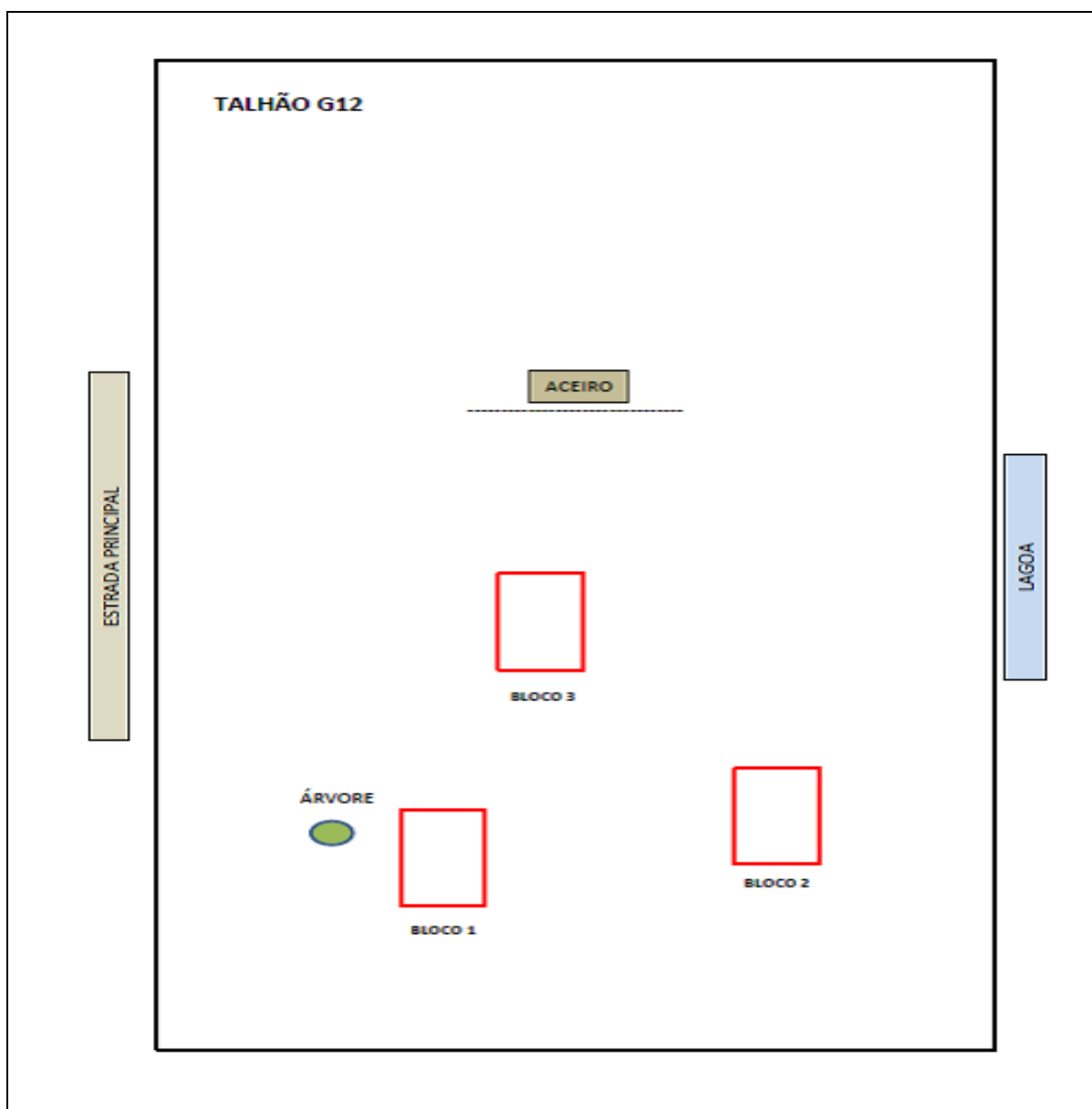


Figura 8: Croqui da área no campo, onde foram plantadas as mudas de *S. parahyba*.

Foram realizadas duas avaliações, a primeira no dia 23 de junho (55 dias após o plantio) e a segunda no dia 08 de setembro de 2016 (133 dias após o plantio) de forma a contabilizar as mudas sobreviventes e as que morreram no campo, sendo calculada a taxa de sobrevivência (%).

3.4 Análise dos dados

Na análise dos dados, primeiramente verificou-se pelo teste de Levene que a variância foi homogênea (ao nível de 5% de probabilidade). Em seguida, foi realizado o teste de normalidade do resíduo dos dados pelo método de Anderson-Darling, evidenciando que a um nível de confiança de 95% os dados seguem distribuição normal. Por último, efetuou-se a análise de variância e o teste de Scott-Knott, sendo feita a comparação das médias ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise das mudas que cresceram no Viveiro

Analisando os parâmetros morfológicos, aos 150 dias após a semeadura, verifica-se que as fertilizações testadas com diferentes doses de KCl e NaCl, em relação ao tratamento 0 (testemunha), proporcionaram efeitos positivos de crescimento em relação às variáveis estudadas (Tabela 2).

Os resultados obtidos mostraram que as mudas que receberam fertilização com Na apresentaram maior Ht em relação à testemunha (Figura 10).

A altura da parte aérea é um parâmetro para se avaliar o padrão de qualidade de mudas florestais, pois, as mais altas, normalmente, apresentam maior vigor. Este parâmetro fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial no campo. É um parâmetro de fácil determinação, além de ser um método não destrutivo (CALDEIRA et al., 2000a; 2000b; CALDEIRA et al., 2008; GOMES et al., 2003).

Tabela 3: Altura total da parte aérea (Ht), diâmetro do coleto (DC), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca das raízes (MSR), matéria seca total (MST) e área foliar (AF) de mudas de *S. parahyba* aos 150 dias após a semeadura, em resposta à diferentes fertilizações com K e Na.

Tratamento	Ht cm	DC mm	MSA g	MSR g	MST g	AF cm ²
Testemunha	25,25 c	6,77 b	1,97 b	2,70 b	4,68 b	14,23 c
1	36,37 b	8,86 a	7,67 a	5,00 a	12,68 a	63,96 b
2	38,56 a	9,40 a	8,88 a	4,85 a	13,74 a	91,74 a
3	38,59 a	9,28 a	7,49 a	4,98 a	12,48 a	56,51 b
4	37,73 a	8,95 a	8,50 a	4,53 a	13,03 a	70,66 b
5	37,46 a	9,08 a	8,36 a	4,19 a	12,55 a	81,98 a
6	38,18 a	9,14 a	9,21 a	4,34 a	13,56 a	79,73 a
Teste F	*	*	*	*	*	*
CV (%)	7,02	10,77	26,61	24,01	20,28	42,46

* Significativo 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). CV= Coeficiente de variação.

Considerando a recomendação de Gonçalves et al. (2000), em que as plantas estarão aptas para o campo, quando os limites de altura devem estar entre 20 e 35 cm, todos os tratamentos proporcionaram crescimento em altura adequado para o plantio. Entretanto, Matos et al. (2009) recomendaram que um padrão de crescimento satisfatório para as mudas de *S. amazonicum*, foi estabelecido ao atingirem 28,8 cm de altura aos 90 dias. No presente trabalho, apenas as mudas que se desenvolveram no tratamento 0 (testemunha) não obtiveram este valor. Esse fato pode ter ocorrido devido à ausência dos nutrientes analisados nos demais tratamentos, validando novamente a eficácia da adição de Na nas soluções nutritivas testadas.

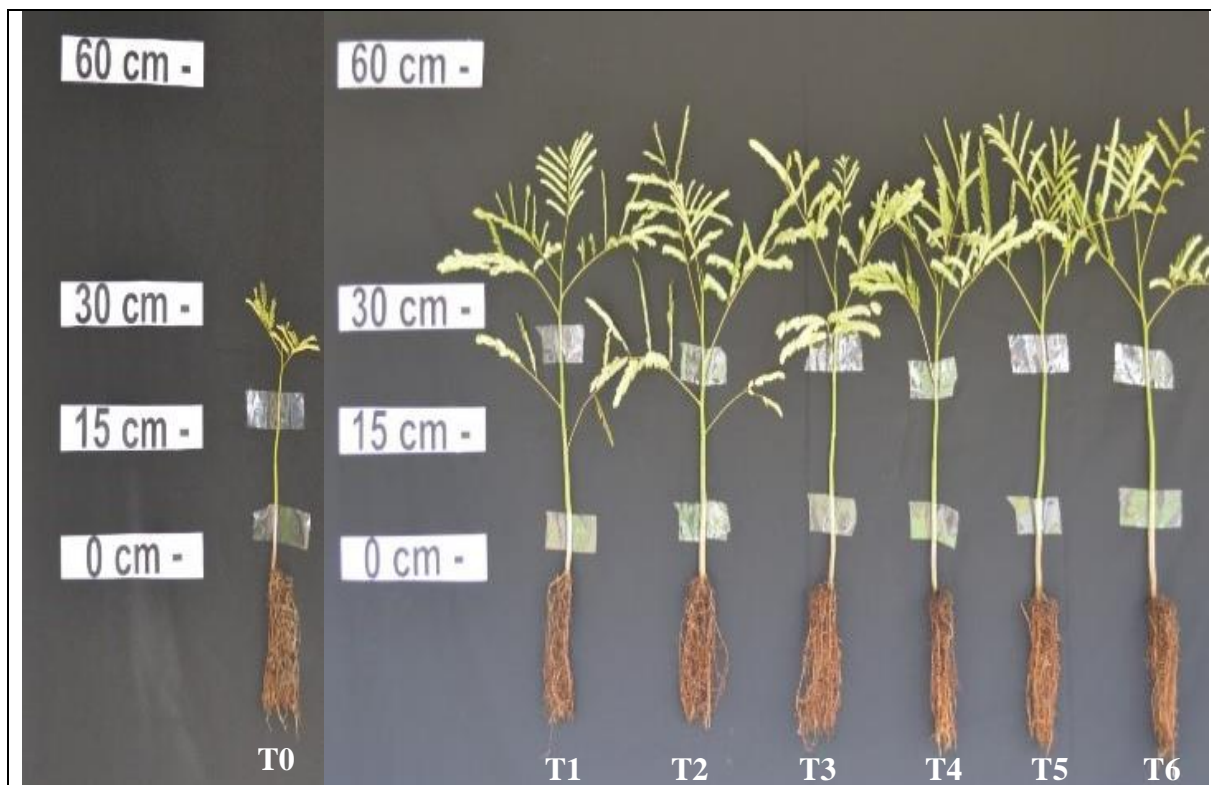


Figura 9: Representação visual do crescimento das mudas de *S. parahyba* em cada tratamento.

Com isso, verifica-se que a adição de fertilizante mineral ao substrato comercial promove maior crescimento das mudas de *S. parahyba*. Este efeito também foi observado por Scheer et al. (2010), em que os autores verificaram que a adição de fertilizantes ao substrato comercial e aos substratos à base de lodo de esgoto compostado, melhorou a eficiência dos compostos, proporcionando maior altura das mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (gurucaia).

Observa-se que houve influência das fertilizações testadas sobre DC (Tabela 3), em que as mudas dos tratamentos 2 (100% KCl) e 3 (100% NaCl) apresentaram crescimento de 9,40 e 9,28 mm, respectivamente, superiores ao tratamento 0 (testemunha) que cresceu 6,77 mm. Sendo assim, nota-se uma diferença de 0,12 mm do DC entre os tratamentos 2 e 3, mostrando que o Na influenciou positivamente no crescimento das mudas.

Segundo Souza et al. (2006), o diâmetro do colo está diretamente relacionado com a sobrevivência das mudas após o plantio no campo, considerando o estresse e a adaptação ao novo ambiente.

A MSA, a MSR e a MST das mudas de *S. parahyba* foram influenciadas pelas soluções nutritivas testadas (Figura 10).

O tratamento 6 (30% KCl + 70% NaCl), proporcionou um incremento de 21,4% de MSA quando comparado com o tratamento 0 (testemunha), o qual apresentou mudas de menor vigor (Figura 10), evidenciando a importância de combinações de diferentes tratamentos para o melhor crescimento das mudas.

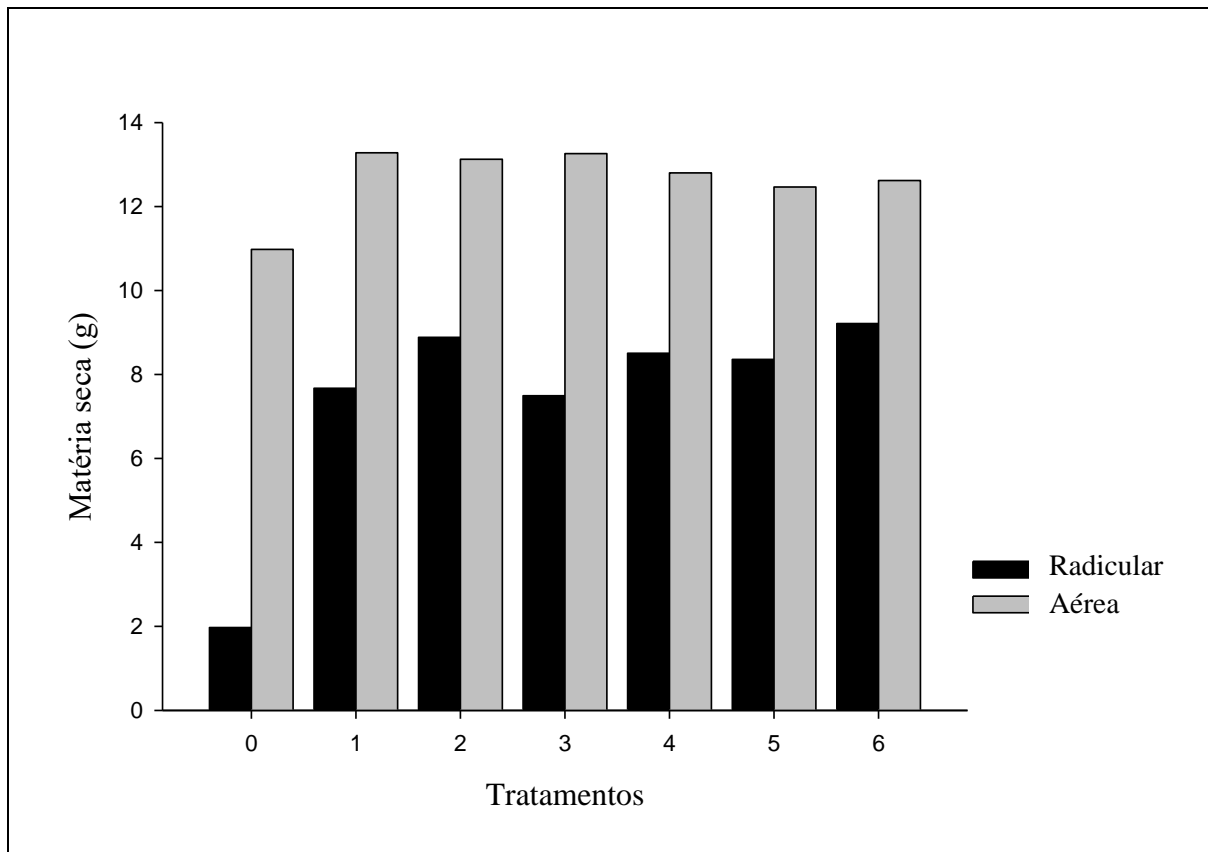


Figura 10: Produção de matéria seca (g) das mudas de *S. parahyba*.

Os resultados deste estudo, foram iguais, aos daqueles obtidos por Meurer (2006), que relatou que com o aumento dos teores de K, os valores da MSA tendem a ser maiores do que os MSR, devido à alta mobilidade do nutriente. Observou-se que em média a produção de MSA dos tratamentos foi 423,94% maior do que a produção da testemunha (Tabela 1).

Gomes e Paiva (2006) afirmaram que a matéria seca das raízes tem sido reconhecida como uma das melhores e mais importantes variáveis para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo, destacando que a sobrevivência é maior quanto mais abundante for o sistema radicular, havendo uma pequena correlação com a altura da parte aérea.

Na figura 11, pode ser observada a matéria seca das mudas de guapuruvu. Com a soma dos valores da MSA e da MSR tem-se a MST. Este último parâmetro, quando analisado, segue a mesma lógica dos resultados obtidos para a MSR, na qual as mudas não fertilizadas com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KCl e NaCl cresceram menos.

Vale ressaltar que o incremento de Na na solução nutritiva, em detrimento de K, gerou um balanço positivo (Tabela 2). Isso pode ser evidenciado no tratamento 6 (30% KCl + 70% NaCl), que apresentou uma diferença de 0,18 g de MST quando comparado com o tratamento 2 (100% KCl). Com isso, pode-se afirmar que a introdução do Na resultará numa mesma produção quando se aplica somente K. Fato esse que também poderá proporcionar uma economia em relação a produção de mudas, visto que os custos da fertilização somente com K são maiores.

Marschner (1995) afirmou que essa resposta do Na só acontece desde que se tenham um mínimo necessário de K, pois algumas reações enzimáticas só acontecem na presença desse nutriente.

Outro aspecto, que visivelmente pode ser observado na figura 11, é que a parte aérea teve um maior crescimento em relação às raízes.

Em plantas que possuem baixa tolerância ao Na, é alta a translocação para a parte aérea e, com isso, interfere no metabolismo primário da planta (KORNDORFER, 2006). Dessa forma, o Na tem como função melhorar a absorção de nutrientes e, de forma secundária, a substituição parcial do K em algumas atividades metabólicas e fisiológicas das plantas (LARCHER, 2000).

Na tabela 3, observa-se que a área foliar, obteve-se maiores diferenças estatísticas entre os tratamentos. Um dos fatores que pode explicar essa diferença, é o recebimento de nitrogênio no tratamento 1 (100 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), sendo este um macronutriente aniônico mais abundante na planta e também é o nutriente mais exigido entre todos os demais, pois é constituinte de uma série de compostos indispensáveis à planta (MALAVOLTA, 1980). Em um trabalho com mudas de *Schizolobium amazonicum*, Mengel e Kirkby (1987), relataram que o nitrogênio está intimamente ligado nos processos fisiológicos como a fotossíntese e a respiração.

Outro fator é que o K, está intimamente ligado nos processos de ativação de várias enzimas e regulação do potencial osmótico das células (EVANS e SORGER, 1966).

Verifica-se que houve diferença entre os tratamentos para a AF analisada. Entretanto, para os tratamentos 2 (100% KCl), tratamento 5 (70% KCl + 30% NaCl) e tratamento 6 (30% KCl + 70% NaCl), não houve diferença significativa entre eles (Figura 12).

Ao comparar o (100% NaCl) com o tratamento 0 (testemunha), obteve-se um ganho médio de 25,18% de AF. Validando-se, novamente, que o Na na solução nutritiva inferiu positivamente no crescimento de mudas de *S. parahyba*.

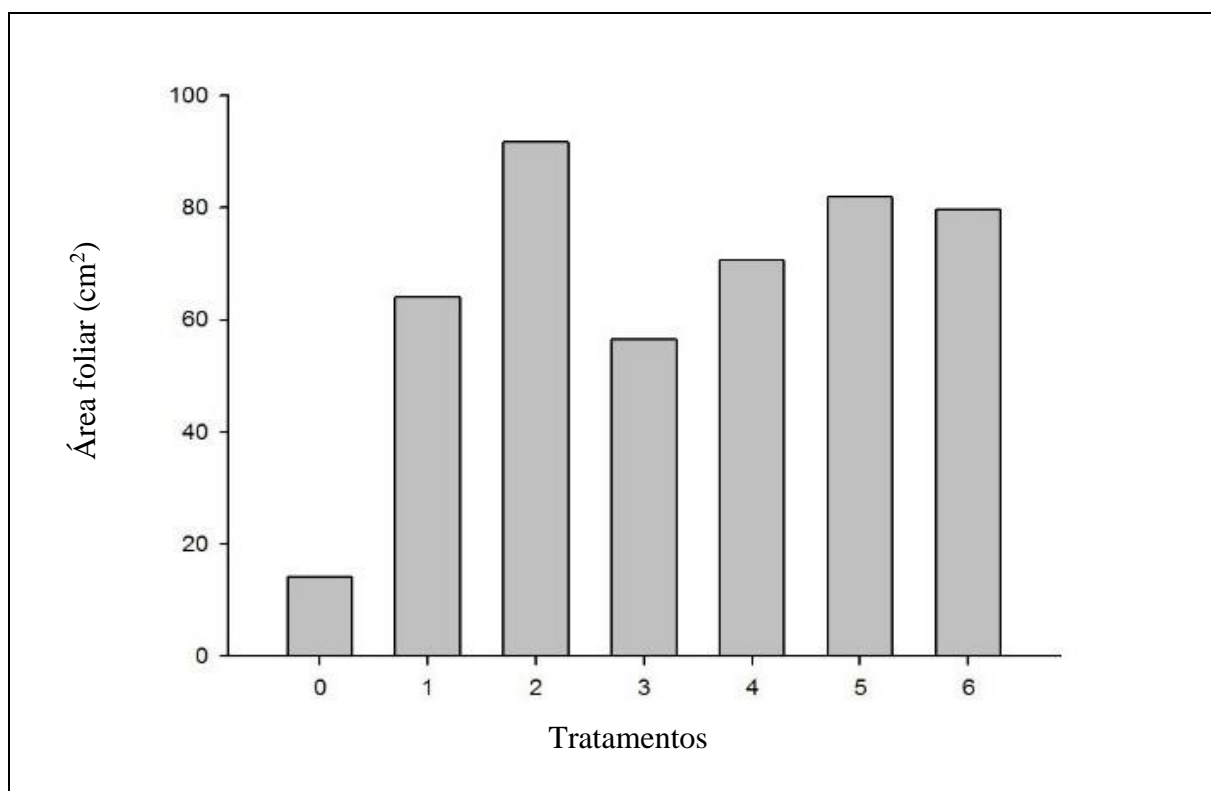


Figura 11: Índice de área foliar observada nos diferentes tratamentos.

De acordo com Favarin et al. (2002), a importância da área foliar de uma cultura é amplamente conhecida por ser um parâmetro indicativo de produtividade, pois o processo fotossintético depende da energia luminosa e a sua conversão em energia química. Neste sentido, a área foliar é um índice quantitativo/qualitativo de grande valor para a produção, pois além de estar relacionada com o processo fotossintético das plantas ela pode auxiliar na fertilização e na irrigação.

Com os resultados obtidos, verifica-se que as mudas de *S. parahyba* responderam positivamente à fertilização total ou parcial com Na. Contudo, ao examinar isoladamente os nutrientes fornecidos as mudas, o K apresentou os melhores resultados.

4.2 Taxa de sobrevivência das mudas de *S. parahyba* após plantio no campo

Para expressar o efeito da fertilização realizada no viveiro, não foi realizada a fertilização de cobertura no momento de plantio das mudas no campo, e durante o período que antecedeu as contagens das mudas sobreviventes, observou-se que não houve precipitação na área de plantio.

Após 55 e 133 dias do plantio no campo, as mudas de *S. parahyba* foram contabilizadas, a fim de verificar a taxa de sobrevivência sob as condições climáticas do local (Figura 13).

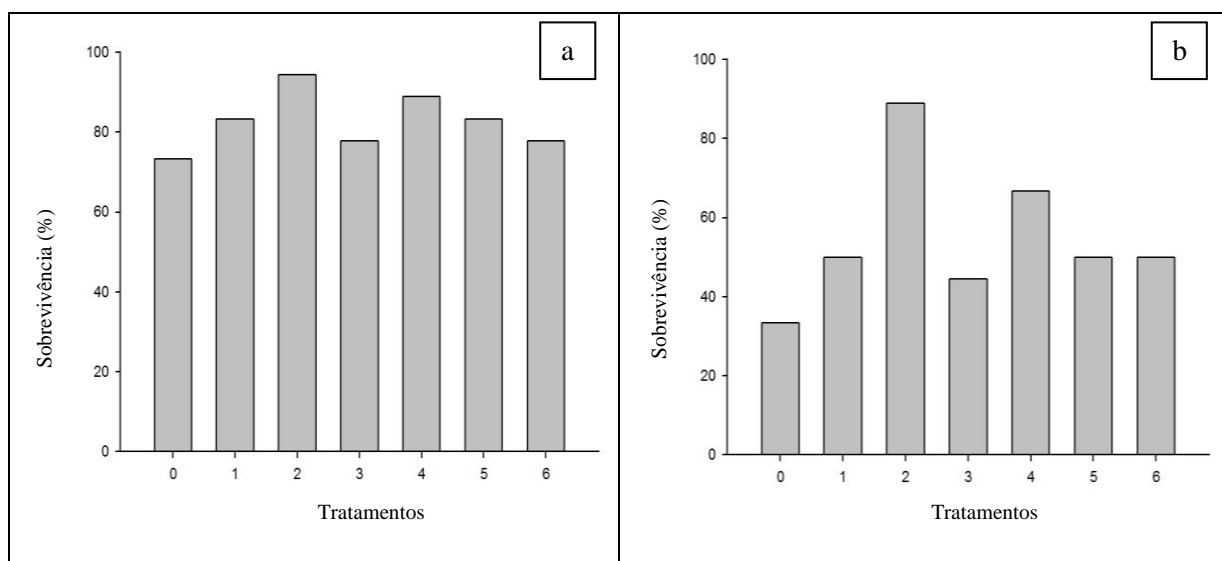


Figura 12: Taxa de sobrevivência das mudas de *S. parahyba*: 55 dias após o plantio (a) e 133 dias após o plantio (b).

As mudas que receberam fertilizações com KCl e NaCl no viveiro, tiveram uma tendência maior de sobrevivência no campo em relação à testemunha. Sendo que no viveiro, essa relação não foi tão diferenciada.

No primeiro experimento, também não houve diferença para as mudas que receberam fertilizações de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Porém, após plantio no campo, observou-se que as mudas do tratamento 1 tiveram uma elevada taxa de mortalidade. De acordo com Lima (2000), a absorção de nitrogênio pelas mudas de *S. parahyba* na fase de viveiro, é dependente do ambiente e do período de crescimento em que se encontram.

Realizou-se o Teste F, e a um nível de confiança de 95%, notou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Observa-se, mesmo não havendo diferença estatística, que da primeira medição para a segunda, a taxa de mortalidade do tratamento 0

(Testemunha) e tratamento 3 (100% NaCl) foram cerca de 40% e 35% respectivamente, revelando que essa será uma tendência na taxa de sobrevivência, com uma menor mortalidade no tratamento 2 (100% KCl).

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos neste experimento, pode-se inferir que esta espécie é responsiva a fertilização com Na, permitindo a substituição parcial do K, resultando em maior crescimento de suas mudas no viveiro.

Com as doses de K e Na aplicadas nas mudas, houve maior concentração de MSA, mesmo não havendo diferença entre os tratamentos, apenas quando comparado com a testemunha.

No viveiro não foi observada diferença para as mudas que receberam K, Na e N, porém, quando plantadas no campo, as mudas que receberam as doses de K e Na nas soluções nutritivas testadas obtiveram uma maior taxa de sobrevivência em relação à testemunha.

Sendo assim, a aplicação parcelada de Na e K pode auxiliar em uma produção de mudas com qualidade, permitindo a redução de custos com fertilizantes e garantindo uma melhor taxa de sobrevivência no campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M.C.F.; COELHO, M.F.B.; ALBRECHT, J.M.F. Germinação de sementes de espécies medicinais do Cerrado. In: SEMINÁRIO MATO-GROSSENSE EM ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA, 1.; SEMINÁRIO CENTRO-OESTE DE PLANTAS MEDICINAIS: DIVERSOS OLHARES EM ETNOBIOLOGIA, ETNOECOLOGIA E PLANTAS MEDICINAIS, 2., 2003, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá: Unicen, 2003. p. 157-182.

ALMEIDA, J.C.R. **Nutrição, crescimento, eficiência de uso da água e de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* fertilizados com potássio e sódio.** 2009. 112f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ALMEIDA, J.C.R. et al. A positive growth response to NaCl applications in *Eucalyptus* plantations established on K-deficient soils. **Forest ecology and management**, v. 259, n. 9, p. 1786-1795, 2010.

ALVARES, C.A.; et al. **Koppen's climate classification map for Brazil.** Journal Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

AMTMANN, A.; MAATHIUS, F.J.M. **K Nutrition and Na toxicity: Bases of cellular K/Na ratios.** Ann. Bot., v. 84, p. 123-133, 1999.

ANDA (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS). **Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2011.** São Paulo: 2012. 178p.

ARNON, D.I.; STOUT, P.R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant Physiology**, v. 14, n. 2, p. 371–375, 1939.

BARNEBY, R.C. Neotropical fabales at NY: asides and oversights. **Brittonia**. v. 48, n. 2, p. 174 – 187, 1996.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação Solo Eucalipto**. Ed. Folha de Viçosa, 1990, Viçosa-MG, p.86-127.

BARROS, N.F.; COMERFORD, N.B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ V.V.H. et al. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2002, p. 487-592.

BOLFE, E.L. et al. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de Acurácia. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 85-90, 2004.

BORGO, M.; PETEAN, M.P.; HOFFMANN, P.M. *Schizolobium parahyba*, Guapuruvu. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro – Região Sul**. 2. ed. Brasília: MMA, 2011, p. 516-518.

BORTOLETTO J.G.; BELINI, U. Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir da madeira de Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Blake) proveniente de um plantio misto de espécies nativas. **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2002.

BOUILLET, J.; et al. Pour une production durable des plantations d'*Eucalyptus* au Congo: la fertilisation. **Bois et Forêts des Tropiques**, Montpellier, v. 279, p. 23-35, 2004.

BRADY, N.C. Suprimento e assimilabilidade de fósforo e potássio. In: BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989. p. 373-413.

BRITTO, D.T.; et al. Non- reciprocal interactions between K⁺ and Na⁺ ions in barley (*Hordeum vulgare* L.) Herbert. **Journal of Experimental Botany**. v. 59, p. 2973–2981, 2008.

CALDEIRA, M.V.W.; et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, Curitiba, v.28, n. 1/2, p. 19-30, 2000a.

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

CALDEIRA, M.V.W.; et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando lodo de esgoto, fibra de coco e palha de café in natura. **Floresta**, v. 44, n. 2, p. 195-206, 2014.

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

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da Madeira**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 407p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**: recomendações silviculturais de espécies florestais. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 2003. v. 1, 1039p.

CARVALHO, P.E.R. **Guapuruvu**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2005. 10p. (Circular Técnica 104).

CARVALHO, M.C.S.; et al. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Aparecida de Goiânia: Mundial Gráfica, 2011. p. 677-752.

CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology Systematics**, v. 11, p. 233-260, 1980.

CHEESEMAN, J.M. Mechanisms of salinity tolerance in plants. **Plant Physiol.** v. 87, p. 547–550, 2013.

CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PIEXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional**. Piracicaba: FALQ, p.109-132, 1986.

COSTA, E.C. et al. **Entomologia Florestal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2008. 240p.

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

D'AVILA, F.S.; et al. Efeito do potássio na fase de rustificação de mudas clonais de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 13-19, 2011.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 2007. p. 91-132.

ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 15, p. 169-181, 2003.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas**: princípios e perspectivas. Tradução e notas Eurípedes Malavolta. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1975. 341 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Tradução de M.E.T. Nunes. Londrina: Editora Planta, 2006, 403 p.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 2007. p. 91-132.

EVANS, H.J.; SORGER, G.J. Role of mineral elements with emphasis on the univalent 318 cations. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 17, p. 47-76, 1966.

FARIA, G.E.; et al. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta a adubação potássica. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 577-584, 2002.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183p.

FAVARIN, J.L.; et al. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

FERNANDES, A.R. et al. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber) em função de doses de fósforo e de zinco. **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 599- 608, 2007.

FERREIRA, A.; STAPE, J.L. Productivity gains by fertilisation in *Eucalyptus urophylla* clonal plantations across gradients in site and stand conditions. **Southern Forests**, v. 71, p. 253–258, 2009.

FONSECA, E.P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em “Winstrip”**. 1988. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GARCIA, E.A.; SOUZA, J.P. Avaliação da qualidade de mudas de *Schizolobium parahyba* em função de diferentes aplicações de adubo fosfatado. **Tekhne e Logos**, v. 6, n. 1, 2015.

GATTWARD, J. N.; et al. Sodium–potassium synergism in *Theobroma cacao*: stimulation of photosynthesis, water-use efficiency and mineral nutrition. **Physiologia Plantarum**, 2012.

GIERTH, M.; MASER, P. Plant Potassium transporters – Involvement in K⁺ acquisition redistribution and homeostasis. **FEBS Letters**, v. 581, p. 2348-2356, 2007.

GOMES, J.M.; et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2006.

GONÇALVES, J.L. M.; et al. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 2, p. 463-469, 1992

GONÇALVES, J.L.M. **Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba: IPEF, 1995. 23p. (Documentos florestais, 15). Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap15.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; V. BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, p. 309-350.

GONÇALVES, J.L.M. et al. An evaluation of minimum and intensive soil preparation regarding fertility and tree nutrition. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba, IPEF, 2004. p. 13-64.

GONÇALVES, J.L.M.; BENETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF/ESALQ, 2005.

GRANJEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Características de produção de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 450-454, 2006.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J., BENNETT, J.M., SINCLAIR, T.R., et al. **Physiology and determination of crop yield**. Madison : ASA/CSSA/SSSA, 1994. Cap. 11A, p. 285-302.

HOPKINS, W.G. **Introduction to Plant Physiology**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000, 512p.

HUBER, D.M.; ARNY, D.C. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R.D. (Ed.). **Potassium in Agriculture**, Madison: ASA, CSSA and SSA, 1985. p.467-488.

International Plant Nutrition Institute. Fertilizantes. **Consumo aparente de fertilizantes e matérias-primas em 2014**. Disponível em: < <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132>>. Acesso em: 02 set. 2016.

JOHNSTON, M.; et al. Effect of sodium nutrition on chlorophyll a/b ratios in C4 plants. *Aust. J. Plant Physiol.* v. 11, p. 325–332, 1984.

KORNDORFER, G.H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 355-374.

LACERDA, M.P. Porque os fertilizantes subiram tanto? **HORTIFRUTI BRASIL**. v. 7, n. 77, p. 8 -15, 1999. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil>> Acesso em: 12 out. 2016.

LACLAU, J.; et al. Nutrient cycling in a clonal stand of *Eucalyptus* and an adjacent savana ecosystem in Congo. 1. Chemical composition of rainfall. Troughfall and stemflow solutions. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 176, p. 105-119, 2003.

LACLAU, J.P.; ALMEIDA, J.CR.; GONÇALVES, J.L.M.; SAINT-ANDRÉ, L.; VENTURA, M.; RANGER, J.; MOREIRA, R.M.; NOUVELLON, Y. Influence of nitrogen and potassium fertilization on leaf lifespan and allocation of above-ground growth in *Eucalyptus* plantations. **Tree Physiology**, v. 29, p. 111-124, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2000. 531p.

LENTINI, M.; et al. **Fatos florestais da Amazônia 2005**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2005.140p.

LIMA, J.P.C.; et al. Absorção de nitrogênio para *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, em fase de viveiro em três ambientes. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 11-18, 2000.

LOPES, A.S. Mineralogia do potássio em solos do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1982, Londrina. **Anais...** Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 51-65.

LOPES, A.S. Reservas de minerais potássicos e produção de fertilizantes potássicos no Brasil. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. p. 21-32.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 368p.

LUTGENS, F.K.; TARBUCK, E.J. **Foundations of Earth Science**. Pearson, New Jersey. 2003.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. **Potássio é uma realidade**. O potássio é essencial para todas as plantas. Potafos. Piracicaba, 1996. (Arquivo do Agrônomo, n. 10).

MALAVOLTA, E.; et al. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A.G.; SIVIERO, M.A. **A Evolução do Conhecimento sobre o Paricá para Reflorestamento no Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 5p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 158).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MATOS, G.D. et al. Desenvolvimento de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* ex Ducke) em substrato orgânico – estudo de caso. **Synergismus scyentifica**, v. 4, n. 1, p. 1-3. 2009.

MATTHES, L.A.F.; FILHO, H.F.L.; MARTINS, F.R. Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP): composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 5., 1987, Botucatu. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica de São Paulo, 1988. p. 55-76.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 281-298.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of Plant Nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1978. 593p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4ed. Oxford: International Potash Institute, 1987. 687p.

MIFLIN, B.J., LEA, P.J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, New York, v. 15, p. 873-885, 1976.

MORGADO, I.F.; et al. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substrato. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 27-35, 2000.

NACHTIGALL, G.R.; RAIJ, B.V. Análise e interpretação de potássio no solo. In: YAMADA, T. e ROBERTS, T.L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. p. 93-118.

NAPPO, M.E.; GOMES, L.J.; CHAVES, M.M.F. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário**, UFLA, n. 30, p. 5-31, Lavras, 2001.

NEVES, J.; CESAR, L.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. **Fertilização mineral de mudas de eucalipto**. Viçosa. Editora Folha de Viçosa. 1990. p. 99-126.

NICOLINI, E.M. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo em mata mesófila semidecídua no Município de Jahu, SP**. 1990. 179 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

ORTEGA, V.R.; ENGEL, V.L. Conservação da biodiversidade em remanescentes de Mata Atlântica na região de Botucatu-SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 839-852, Edição dos Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1992.

PERRENOUD, S. **Potassium and Plant Health**. 2 ed. Berne, International Potash Institute, 1990. 363p.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: International Plant Institute, 2011, 420 p.

RAMOS, V.S.; et al. **Árvores da floresta estacional semidecidual: guia de identificação espécies**. São Paulo: EDUSP, 2008. 320 p.

RIBEIRO, G.T; et al. **Produção de mudas de Eucalipto**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 112p.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1971. p. 127-130.

ROMERO, R.R. **Resposta fisiológica de plantas de *Eucalyptus grandis* à adubação com potássio ou sódio**. 2008. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Área de Concentração: Fisiologia e Bioquímica de plantas) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

SANGINGA, N.; GWAJE, D.; SWIFT, M.J. Nutrient requirements of exotic tree species in Zimbabwe. **Plant and Soil**, v. 132, p. 197-205. 1991.

SANTOS, C. B. dos. **Efeito de modelos de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica*, Santa Maria, RS**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria 1998. 25p

SANTOS, C.B, et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SCHEER, M.B. et al. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 637-644, dez. 2010.

SETTE JÚNIOR, C.R.; et al. Alterações na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* causadas pela adubação mineral. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 251-258, 2010.

SGARBI, F. **Produtividade do *Eucalyptus* sp em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em diferentes regiões do Estado de São Paulo**. 2002. 114 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, P.H.M.; et al. Fertilizer management of *eucalypt* plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 301, p. 67- 78, 2013.

SPVS (SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL). **Manual para recuperação da reserva florestal legal**. Curitiba: FNMA, 1996. 67p.

SOUZA, E.R.B.; et al. Emergência e crescimento de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) em função do tipo e do volume de substratos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n. 31, v. 2, p. 89-95, 2001.

SOUZA, C.A.M. et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 215-254, 2006.

SUBBARAO, G.V.; ITO, O.; BERRY, W.L.; WHEELER, R.M. Sodium – A functional plant nutrient. **Critical reviews in plant science**, v. 22, p. 391-416, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3thed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722p.

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba-SP: IPEF, 2000. p. 167-190.

ZHANG, X.; et al. Hydrogen peroxide is involved in abscisic acid-induced stomatal closure in *Vicia faba*. **Plant Physiology**. v. 126, p. 1438–1448, 2001.

WIRÉN, N.V.; GAZZARRINI, S.; FROMMER, W.B. Regulation of mineral nitrogen uptake in plants. **Plant and Soil**, The Hague, v. 196, p. 191-199, 1997.