



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS

CAMPUS ARAGUATINS

CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA

SEBASTIÃO FEITOSA DA SILVA JUNIOR

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA NA CULTURA DA SERINGUEIRA
(*Hevea brasiliensis*) NA FASE DE MUDAS, CULTIVADAS EM VASOS**

ARAGUATINS

2017

SEBASTIÃO FEITOSA DA SILVA JUNIOR

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA NA CULTURA DA SERINGUEIRA
(*Hevea brasiliensis*) NA FASE DE MUDAS, CULTIVADAS EM VASOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Agronomia do Instituto
Federal do Tocantins – *Campus* Araguatins,
como exigência à obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Marcus André Ribeiro
Correia

ARAGUATINS

2017

Silva Junior, Sebastião Feitosa da

Adubação fosfatada e potássica na cultura da seringueira (*Hevea brasiliensis*) na fase de mudas, cultivadas em vasos. Sebastião Feitosa da Silva Junior – Araguatins, Tocantins, 2017.

38 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Araguatins, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia

1. Fósforo. 2. Porta enxerto. 3. Potássio. 4. Produção de mudas.
5. Seringueira. I. Título



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Adubação fosfatada e potássica na cultura da seringueira (*Hevea brasiliensis*) na fase de mudas, cultivadas em vasos"

AUTOR: Sebastião Feitosa da Silva Júnior

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 11 de dezembro de 2017.

Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Dr. Raimundo Laerton Lima Leite
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Profª. Dr. Samuel de Deus da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

A toda a minha família, em especial
aos meus pais Sebastião Feitosa da
Silva, Magnólia Neves da Silva, e aos
meus irmãos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e nossa Senhora, primeiramente.

Aos meus pais Sebastião Feitosa da Silva e Magnólia Neves da Silva, e meus irmãos pela motivação, força, amor e carinho. A todos meus familiares que me apoiaram nessa labuta.

Ao meu orientador pela paciência, confiança e oportunidades de executar trabalhos de pesquisa tão importantes e de extrema responsabilidade. Aos demais professores que contribuíram durante toda essa jornada.

Aos meus amigos de escola agrotécnica (EAFA, 2007-2009).

Aos funcionários do setor de produção de mudas, Leandro Oliveira e demais. Do laboratório de bromatologia: Maristela, e de solos: Ricardo e Trovão.

Ao pessoal do PA, pelo apoio nas atividades de extensão.

Aos meus colegas, amigos e inimigos, que, de alguma forma, contribuíram no meu desenvolvimento social e profissional, pelo companheirismo, pelo apoio, e ajudas em todos os momentos. Aos meus amigos Daryel, Gustavo, Melquisedec, Rafael Azevedo, Marcos, Gelza, Dheime, Natanael, Leandro, Adson, Guilherme, Charles, Alex, Luís Gustavo, Wenzel, Raimundo Neto, Tiago, Cid, Wallison, Raphael, Aderbal, Wagner, Laézio, Dannyel, Fabricio, Iury, Railton, Will Kenned, Wilkley, Renan, Rafael Sarmento, Tiago Santana, Zé Lucas, Paloma, Cláudia, Ellen, Thayla, Rafaela, Bruna, Carlito, Damilton, Josué, tia Deusmar e família, Ibanês, Delcineusa, Wilson, Antônia, Adilson, Laudenira.

Á todos os professores e orientadores que contribuíram com a educação e disciplina desde o início dos estudos até a conclusão da graduação, em especial Marcus André, Eliana Barretto, Ana Gabriela, Jonilson Alves, Laerton Leite, Poliana Avelino, Diego Rene, Nelson Rafael, Ruy Borges, Roberta Freitas, Lineardo Melo, Marcio Rogério, Wyratan, Miguel Camargo, Janaína, Sergio, Idelfonso, Érica, entre outros.

Não abandones a sabedoria, ela te guardará; ama-a, ela te protegerá. Eis o princípio da sabedoria: adquiere a sabedoria. Adquiere a inteligência em troca de tudo o que possuis.

RESUMO

O P e o K constituem dois dos nutrientes mais absorvidos pela seringueira, entretanto, suas exigências variam em função do seu ciclo, como na fase de muda, formação e produção. Neste sentido objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de fontes e doses de fósforo e doses de potássio no desenvolvimento das mudas da seringueira clone GT1. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO - *Campus Araguatins*), com coordenadas geográficas 05° 38' 56" S e 48° 04' 29" W, clima do tipo AW. O solo utilizado como substrato foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média. Para o experimento com P o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de duas fontes de P, na forma de fosfato natural reativo (ARAD) e superfosfato triplo, dispostos na parcela, e na subparcela foram utilizadas quatro doses de P tomando-se por base a dose de 2,5 kg $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo. Assim, as doses corresponderam a: 0; 1,25; 2,5 e 3,75 kg $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo para os tratamentos. Para o experimento com K o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (doses de potássio), e cinco repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de cinco doses de potássio tomando-se por base a dose 0,5 kg de $K_2O\ m^{-3}$ de solo. Assim, as doses corresponderam a: 0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1 kg de $K_2O\ m^{-3}$ de solo. A unidade experimental foi constituída por sacolas plástica com capacidade para 10L, empregando-se 8L de substrato por vaso, contendo uma planta de seringueira. O experimento foi finalizado no momento em que a maioria mudas (porta-enxerto) estavam aptas para a enxertia, cerca de 8 meses após o transplantio. Para produção de porta enxerto de seringueira (*Hevea brasiliensis*) clone (GT1), indica-se a aplicação da dose de 1,31 kg de P_2O_5 com fonte tanto Arad quanto Super Fosfato Triplo e 0,4 kg de $K_2O\ m^{-3}$ de solo.

Palavras Chave: fósforo, porta enxerto, potássio, produção de mudas, seringueira.

ABSTRACT

The P and K are two of the nutrients most absorbed by the rubber tree, however, their requirements vary according to their cycle, as in the moulting phase, formation and production. The objective of this study was to evaluate the effect of the application of sources and doses of phosphorus and potassium doses on the development of the GT1 clone rubber tree seedlings. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins (IFTO - *Campus Araguatins*), with geographic coordinates 05° 38 '56 "S and 48° 04' 29" W, AW type climate. The soil used as substrate was a Red-Yellow Latosol, medium texture. For the experiment with P the experimental design was randomized blocks in subdivided plots, with five replications. The treatments consisted of the application of two sources of P, in the form of reactive natural phosphate (ARAD) and triple superphosphate, arranged in the plot, and in the subplot, four doses of P were used based on the dose of 2,5 kg $P_2O_5\ m^{-3}$ soil. Thus, doses corresponded to: 0; 1,25; 2,5 and 3,75 kg $P_2O_5\ m^{-3}$ of soil for the treatments. For the K experiment the experimental design was randomized blocks with five treatments (potassium doses) and five replications. The treatments consisted of the application of five doses of potassium, taking as a base the dose 0,5 kg of $K_2O\ m^{-3}$ of soil. Thus, doses corresponded to: 0; 0,25; 0,5; 0,75 and 1 kg of $K_2O\ m^{-3}$ soil. The experimental unit consisted of plastic bags with a capacity of 10L, using 8L of substrate per pot containing a rubber plant. The experiment was finished at the time when most seedlings (rootstocks) were suitable for grafting, about 8 months after transplanting. For the production of rubber tree graft (*Hevea brasiliensis*) clone (GT1), the application of the dose of 1,31 kg of P_2O_5 with source both Arad and Triple Super Phosphate and 0,4 kg of $K_2O\ m^{-3}$ of soil.

Keywords: phosphorus, graft, potassium, seedling production, rubber tree.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Aspectos gerais da seringueira	14
3.2 Importância da cultura.....	14
3.3 Produção de mudas	16
3.4 Importância da adubação.....	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Experimento 1 (Fósforo)	24
4.1.1 Efeito dos tratamentos no crescimento de mudas de seringueira	24
4.1.2 Efeito dos tratamentos na massa da matéria seca (raiz e parte aérea).....	26
4.2 Experimento 2 (Potássio).....	27
4.2.1 Efeito da adubação potássica no crescimento das mudas de seringueira.	27
4.2.2 Efeito dos tratamentos na massa da matéria seca (parte aérea, raiz e total)	30
4.2.3 Efeitos dos tratamentos no teor e acúmulo de potássio nas plantas de seringueira	31
5 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Efeito da aplicação de doses de fósforo no teor e acúmulo de P nas plantas de seringueira, aos oito meses de cultivo na altura e diâmetro do caule.....	25
Figura 2 - Efeito da aplicação de doses de fósforo no teor e acúmulo de P nas plantas de seringueira, aos oito meses de cultivo na produção da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e na massa seca total (MST).....	26
Figura 3 - Efeito da aplicação de potássio sobre o diâmetro do caule das mudas de seringueiras cultivadas no Estado do Tocantins.....	28
Figura 4- Efeito da adubação potássica na produção da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) massa da matéria seca da raiz (MSR) e da massa da matéria seca total (MST) em função da aplicação de doses de potássio, aos oito meses após o início do cultivo das mudas de seringueira.....	30
Figura 5 - Efeito da aplicação de doses de potássio no teor e acúmulo de K nas plantas de seringueira, aos oito meses de cultivo.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das características indicativas de desenvolvimento das plantas de seringueira cultivadas em vasos sobre efeito de fontes e doses de fósforo.....	24
Tabela 2 - Resultados médios da produção de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de seringueira cultivadas em vaso em função de fontes e doses de fósforo aos oito meses após o transplante.....	26
Tabela 3 - Resumo da análise de variância das características indicativas de desenvolvimento das plantas de seringueira cultivadas em sacolas plásticas sobre efeito de doses de potássio.....	27
Tabela 4 - Teor e acúmulo de K nas plantas de seringueira em função da adubação potássica.....	31

1 INTRODUÇÃO

As demandas no mercado nacional e internacional pela borracha natural, aponta um potencial com impactos positivos por meio do desenvolvimento econômico para produção, com geração de empregos diretos e indiretos, ligados a outros fatores bem como ambientais.

Embora diversas plantas de variados gêneros possam produzir látex, a seringueira *Hevea brasiliense* apresenta potencial produtivo além das demais plantas produtoras. Associado a resistência a doenças que acometem as espécies pertencentes ao gênero, ainda apresenta características que qualificam seu produto como de alta qualidade sendo utilizado como matéria-prima para mais de 50 mil artefatos segundo Cardinal et al. (2007), pois devido suas propriedades torna-se, em alguns casos, insubstituível.

O Brasil, país de origem da seringueira, apresenta clima favorável ao seu desenvolvimento, no entanto sua produção atual não satisfaz a demanda interna, sendo necessária importação de grande parte do produto demandado no país. Desta forma torna-se importante o aumento da produção afim de saciar esse déficit com a expansão das áreas de cultivos.

Um importante fator para a cultura é a disponibilidade de nutrientes, pois em grande parte dos solos brasileiros apresentam baixa disponibilidade dos mesmos, limitando sua produção. Dentre os principais nutrientes deficientes destacam-se o fósforo e o potássio, desta forma sendo necessária adubação em quantidades significativas para o suprimento destes elementos.

Os elementos fósforo e potássio constituem alguns dos nutrientes mais demandados pela seringueira, todavia, esta demanda varia conforme sua fase de desenvolvimento de muda, crescimento ou produção. A fase de muda constitui um importante momento visto que a qualidade da muda influenciará diretamente no desenvolvimento das plantas, bem como maior resistência a intempéries, pragas, doenças, etc. Desta forma, proporcionando maior estande final, conseqüentemente maior produtividade e viabilidade no cultivo.

A calibração das doses de adubo a ser aplicado na produção de mudas implicará na redução do tempo de enviveiramento, diminuindo o custo de produção das mesmas, por meio do uso da quantidade correta de adubo, evitando prejuízos econômicos, ecológicos e sociais. Também reduzindo o custo de implantação de

seringais, o que proporcionará mais interesse no cultivo da espécie, promovendo geração de emprego e renda. E aumentando a oferta da borracha, que até então a maior parte do produto usado no país é importado.

Objetivou-se identificar a dose e fonte de fósforo e dose de potássio que proporcionam maior desenvolvimento das mudas de seringueira clone GT1, por meio da aplicação de doses e fontes de P e doses de K, avaliando seu desenvolvimento por meio de avaliações biológicas indicativas do desenvolvimento das plantas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais da seringueira

Hevea brasiliensis [(Willd. Ex A juss.) müll. Arg.] é uma espécie que pertence à família Euphorbiaceae, apresentando maior capacidade de produção de látex e variabilidade genética para resistência a doenças dentre todas as espécies pertencentes ao gênero *Hevea* (DINIZ et al., 2010).

É uma espécie arbórea de crescimento rápido, e apresenta grande capacidade de reciclagem de carbono, transformando-o em látex, celulose e madeira (GONÇALVES et al., 2011). Ocorre na região amazônica, na margem de rios e lugares inundáveis da mata de terra firme, é uma planta lactescente de 20-30 m de altura, com tronco de 30-60 cm de diâmetro (BRITO et al., 2011).

Cerca de 2500 plantas produzem látex, mas o látex da *Hevea brasiliensis* se constitui na única fonte comercial importante de látex de borracha natural (RIPPEL e BRAGANÇA, 2009).

O gênero apresenta ótima adaptação tanto em condições espontânea, como em ecossistema de cultivos comerciais, devido a sua rusticidade e alta capacidade de resistir às grandes variações climáticas e edáficas (ORTOLANI et al., 1983; ORTOLANI et al., 1985 apud RIBEIRO, 2013).

Segundo Gasparotto e Pereira (2012), a *H. brasiliensis* está entre as espécies de *Hevea* de maior interesse para melhoramento, pois apresenta maior capacidade produtiva e variabilidade genética de resistência ao *Microcyclus ulei* (Mal das folhas).

3.2 Importância da cultura

Seringal nativo já foi a base da economia regional e nacional, sendo que a borracha vegetal extraída dos seringais nativos, foi um dos principais produtos da pauta de exportação do país (CONAB, 2013). A borracha natural ganhou grande importância no final do século XIX, atraindo para região norte, migrantes e grandes companhias, em especial europeias e norte-americanas (ROSSMANN e GAMEIRO, 2006).

Após três décadas de prosperidade, aconteceu o inevitável declínio econômico graças à incompetência do governo brasileiro e à esperteza de empresários britânicos (que roubaram sementes da seringueira) (TORRES, 2005).

A partir de 1912, o extrativismo começou a entrar em decadência, devido, principalmente, a dois fatores: a entrada no mercado internacional de borracha oriunda dos países asiáticos, onde o cultivo se fazia intensivo, e o surgimento da doença mal-das-folhas, causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, comum nas regiões quentes e úmidas (MARTINELLI, 2004 apud FRANCISCO, BUENO e BAPTISTELLA, 2004).

No ano de 1951 a produção nacional de borracha natural deixava um déficit de 4.993 ton., sendo necessária a importação para abastecer o mercado interno (OLIVEIRA, 2004). Originária da região Amazônica, a seringueira desperta grande interesse para o cultivo em zonas tropicais, onde se pode obter alta produção de borracha quando empregados clones melhorados e tratos culturais adequados (ROQUE et al., 2005).

Porém o Brasil, lugar de origem do gênero *Hevea*, apesar de apresentar uma área incomparável para o cultivo da cultura ainda é um país importador de borracha natural, alegam Santos e Mothé (2006).

De 1971 a 2004, a produção nacional de borracha natural aumentou 400% (COSTA, REIS e SANT'ANA, 2014). A despeito de todo o avanço conseguido com pesquisas nacionais, o Brasil ainda não consegue suprir o mercado interno de látex, necessitando ainda importar em torno de 65% do que consome (GONÇALVES, PRADO e CORREIA, 2010).

Apesar do crescimento na produção mundial de látex entre os anos 2003 e 2005, há um déficit de produção de 60 milhões de toneladas. Situação que deve manter-se nos próximos anos, retratando a importância da expansão das áreas de cultivo, tornando-se um crescente e promissor negócio à agricultura brasileira (PILAU et al., 2006).

Para o ano de 2020 serão necessárias quantidades acima de 700 mil toneladas de borracha para atenderem a demanda interna do país, abrangendo uma área de 580 mil hectares e 290 milhões de árvores em produção, relata Alvarenga (2007). No ano 2020 o mundo estará produzindo 7,06 milhões de toneladas diante de um consumo de 9,71 milhões de toneladas, segundo Burger e Smit (1997) apud O Agrônomo (2002).

O fato de a seringueira proteger o solo e os mananciais; fixar carbono e, desse modo, contribuir para a redução dos gases de efeito-estufa; e sua madeira

poder ser explorada comercialmente impulsionam a heveicultura no Brasil (SOARES et al., 2008).

A borracha natural vem sendo utilizada em mais de 50 mil produtos, em aplicações como adesivos, pneumáticos, luvas descartáveis, material cirúrgico, preservativos, pisos e revestimentos, impermeabilização de fios e tecidos etc. (RIPPEL e BRAGANÇA, 2009).

A cadeia agroindustrial da borracha natural é composta por quatro segmentos: i) segmentos de insumos e serviços, que envolve máquinas e equipamentos e assistência técnica; ii) segmento produtivo, envolvendo produção e extração de látex virgem, e beneficiamento da borracha; iii) segmento consumidor, que é a indústria pesada (pneumáticos) e indústria leve (artefatos); e, iv) segmento distribuidor, que são os varejistas (de pneus e artefatos) recauchutagens e borracharias (BRITO et al., 2011).

A importância da seringueira é devida à qualidade da sua borracha que combina leveza, elasticidade, termoplasticidade, resistência à abrasão e à corrosão, impermeabilidade a líquidos e gases, isolamento elétrico, bem como capacidade de adesão ao tecido e ao aço. Embora a borracha natural, em alguns casos, possa ser substituída pela borracha sintética, a impossibilidade de se produzir quimicamente um polímero com as mesmas qualidades do natural, faz com que ela tenha características únicas. (SCHUTZE, 2014)

3.3 Produção de mudas

Para Carvalho, Alves e Melém Júnior (2004) o processo de domesticação e cultivo da seringueira, foram padronizadas três diferentes fases de cultivo, que têm como base os estádios de crescimento da planta, conforme descritos a seguir: fase de viveiro, fase de desenvolvimento e fase de produção.

Para a implantação de plantios comerciais, a seringueira pode ser multiplicada tanto pela via sexuada como assexuada (vegetativa) (CARDINAL, 2006). Segundo a autora a enxertia aparece dentre outras formas de propagação como o método mais prático e usual para sua multiplicação, visando-se manter a integridade genotípica dos clones.

O sistema convencional de produção de mudas de seringueira é caracterizado pelo desenvolvimento dos porta-enxertos no campo para formação dos dois principais tipos de mudas produzidas nos viveiros comerciais (GUIDUCCI,

2014) que, segundo o autor, consiste em mudas de raízes nuas e mudas de torrão (em sacos de plástico cheios com solo).

Segundo Moraes, Cardoso Moraes e Moreira (2008) o plantio com mudas de dois a três lançamentos em sacos de plástico é o método mais recomendado para assegurar o índice máximo de pegamento e maior uniformidade do seringal, com a seleção das mudas resultando em maior densidade de plantas aptas a sangria. Afirmam ainda, os autores, que o semeio direto e enxertia no local definitivo asseguram crescimento inicial mais vigoroso, com as raízes do porta-enxerto intactas e bem desenvolvidas.

Para Gonçalves et al. (2010), o investimento na cultura é a longo prazo, logo a estratégia de implantação deve ser bem planejada, sendo seu sucesso dependente, basicamente, do desempenho em termos de produção do material selecionado e das técnicas utilizadas. E o êxito do crescimento inicial em um reflorestamento, ou de um florestamento, entre outros fatores, depende da qualidade das mudas, segundo Tucci et al. (2007), uma vez que plantas com melhor qualidade e mais resistentes quando levadas a campo apresentam um melhor desempenho.

Em consequência do aumento das áreas de plantio, um grande número de viveiros para formação de mudas de seringueira vem sendo estabelecido nas áreas de “escape” ao mal-das-folhas (GUIDUCCI, 2014).

3.4 Importância da adubação

Dechem e Nachtigall (2006) citam que os autores Arnon e Stout (1939) estabeleceram três critérios de essencialidade para um elemento ser considerado essencial, afirmando que a deficiência desse elemento impede que a planta complete seu ciclo vital, que ele não pode ser substituído por outro com propriedades similares, e que o elemento deve participar diretamente no metabolismo da planta e que seu benefício não esteja somente relacionado ao fato de melhorar as características do solo, melhorando o crescimento da microflora ou algum efeito similar.

A aplicação de fertilizantes em viveiro de seringueira tem como finalidade antecipar a época de enxertia e aumentar o índice de aproveitamento, propiciando a obtenção de porta-enxertos de boa qualidade para a implantação racional de seringais (TOFOLI et al., 2004).

A desordem nutricional está entre os fatores que causam incompatibilidade na enxertia (FRANZON et al., 2010). Em seringais de cultivo, é largamente utilizado o processo de enxertia, método de propagação que garante plantas mais homogêneas e produtivas (CONFORTO, 2007), cujo o período de viveiro leva de um a dois anos (ZAMUNÉR FILHO, 2009). E para torna-los produtivos, são utilizadas quantidades elevadas de fertilizantes, que englobam cerca de 40% dos custos variáveis de produção (MARTINS et al., 2008).

O sucesso e o fracasso do empreendimento serão determinados pelos cuidados que o produtor rural tem com o solo e, para isso, boas práticas de manejo e conservação devem ser planejadas e adotadas (MATTOS et al., 2011). Segundo Oliveira (2006), em um experimento conduzido com porta-enxerto de seringueira, mostrou que o acúmulo de macronutrientes foi $N > K > P > Ca > Mg = S$.

Para adotar um programa operacional de adubação de seringueira, há necessidade de estabelecimento de critérios que permitam responder onde, quando, quanto e como adubar (BARROS e ALVES, 1985). Afirmam ainda, os autores, que a utilização de um ou mais métodos para avaliar a necessidade de adubação depende do estágio de desenvolvimento do seringal.

Adubação fosfatada

O fósforo é um elemento essencial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese (ZUCARELI et al., 2006). É também, afirmam os autores, componente estrutural dos ácidos nucleicos de cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidos.

Para o cultivo de porta-enxerto de seringueira Pereira et al. (1988) indicam a dose de 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 , enquanto que Viégas (1985) indica 340 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Apesar de ser exigido em pequenas quantidades pela maioria das culturas, têm-se aplicado quantidades elevadas de fósforo (P) para suprir as necessidades dos cultivos (CARVALHO et al. 1995 apud SANTOS e KLIEMANN 2005).

Antes da década de sessenta, mesmo nos países produtores de borracha, as recomendações de adubação levavam em conta apenas grosseiras diferenças de características dos solos com base na sua classificação e mapeamento (BATAGLIA

et al., 1999). Afirmam ainda que resultados de experimentos talvez sejam o ponto crítico para recomendações mais eficientes. A eficiência da adubação fosfatada é influenciada por vários fatores como, tipo de solo, fonte, forma de aplicação, dose, entre outros (CAIONE et al., 2011).

Adubação potássica

O potássio (K) é o segundo elemento mais absorvido pelas plantas, e as quantidades mobilizadas decorrem da produção (VILELA et al., 2004). Segundo o autor o nutriente apresenta-se na forma catiônica (K^+) e seus sais apresentam alta solubilidade, o que associado a solos de baixa capacidade de troca catiônica (CTC) favorece a ocorrência de perdas por lixiviação.

Conforme os critérios de essencialidade, pode-se considerar o K como um elemento essencial às plantas porém, diferentemente dos outros macronutrientes, o K não é um constituinte orgânico, e sim um elemento regulador que participa de quase todos processos fisiológicos da planta. Assim sendo, o K é muito importante no metabolismo de utilização eficiente de água nas plantas, atuando como regulador de abertura e fechamento de estômatos Carvalho et al. (2004).

Entre as várias funções do K na planta, tem-se a regulação da turgidez dos tecidos, abertura e fechamento dos estômatos e controle da transpiração, que são fundamentais para aumentar a eficiência de uso de água pelo vegetal (SERAFIM et al., 2012). Além dessas e outras funções do potássio nas plantas Meurer (2006) menciona que a alta concentração de K no citoplasma e cloroplastos é responsável pela manutenção do pH das células e tecidos entre 7 e 8. E que em plantas deficientes em K, se o pH cai abaixo de 7, muitos processos poderão ser paralisados. Isso mostra a sua essencialidade para as plantas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTO - *Campus* de Araguatins), com coordenadas geográficas 05° 38' 56" S e 48° 04' 29" W. A precipitação média local é de 1.500 mm ano⁻¹, temperatura de 28,5°C e altitude de 120 m. Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo AW, apresentando duas estações distintas, seis meses de período chuvoso e seis meses de período seco.

O solo utilizado como substrato foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média, segundo a classificação da Embrapa (2006). Antes da implantação do ensaio foram coletadas 15 subamostras de terra, para compor a amostra composta, na camada de 0-20 cm de profundidade, para a análise química para fins de fertilidade conforme indicação de Raij et al. (2001), com objetivo de identificar a concentração de P e K no solo, ao qual foi escolhido solo com baixa concentração do elemento.

Experimento 1 (fósforo)

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de duas fontes de P, na forma de fosfato natural reativo (ARAD) e superfosfato triplo, dispostos na parcela, e na subparcela foram utilizadas quatro doses de P tomando-se por base a dose de 2,5 kg P₂O₅ m⁻³ de solo recomendada para a adubação de mudas de seringueira em vasos segundo Benesi (1999).

As doses foram: D₀= zero de fósforo; D₁= metade da dose recomendada; D₂= dose recomendada; D₃= 1,5 vezes a dose recomendada. Assim, as doses corresponderam a: 0; 1,25; 2,5 e 3,75 kg P₂O₅ m⁻³ de solo para os tratamentos D₀, D₁, D₂ e D₃, respectivamente. A unidade experimental foi constituída por sacolas plásticas com 35 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro e 0,2 mm de espessura, com capacidade para 10L, empregando-se 8L de substrato por vaso, contendo uma planta de seringueira (GT1).

As mudas foram transplantadas após 35 dias da semeadura. Cada vaso recebeu doses de nivelamento de N e de K, aplicando-se 300 mg de N dm⁻³ de solo para ensaio em vasos segundo Malavolta (1979), na forma de nitrato de amônio

(34% de N) e 0,5 kg de cloreto de potássio por metro cúbico de solo, conforme indicação de Benesi (1999). E também foi aplicado o boro (B) ($0,5 \text{ mg dm}^{-3}$) e o zinco (Zn) (2 mg dm^{-3}), de acordo com a recomendação de Malavolta (1979). Como fontes de B e Zn, foram utilizados ácido bórico (17% de B) e sulfato de zinco (22% de Zn), respectivamente.

Os vasos eram irrigados continuamente durante a condução do experimento, tomando-se como base à umidade correspondente a 70% da capacidade de campo, pelo método das pesagens.

As doses de N foram parceladas ao longo da formação do porta-enxerto (8 meses após o transplântio), distribuídas em oito aplicações ao longo do cultivo das mudas, com intervalo de um mês entre às aplicações.

O experimento foi finalizado no momento em que a maioria mudas (porta-enxerto) estavam aptas para a enxertia, cerca de 8 meses após o transplântio. Ressalta-se que durante a condução do ensaio experimental foi avaliado em consonância com as avaliações biológicas indicativas de desenvolvimento das plantas, a época em que as plantas apresentaram estágio de desenvolvimento satisfatório para realização da enxertia.

Ao longo do cultivo das mudas, a cada mês foi avaliado o diâmetro do porta-enxerto (à 3 cm do nível do solo), e a altura das plantas medindo da base do solo até o último lançamento foliar.

As plantas foram colhidas, separando-se a parte aérea e as raízes, estas separadas do solo por meio de lavagem. Posteriormente todo material vegetativo foi lavado com solução de ácido clorídrico (0,01M) e água destilada, e secada em estufa de circulação forçada de ar à temperatura 65°C por 72 horas para a determinação da massa da matéria seca da parte aérea e raiz.

Após as avaliações e determinações, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se teste Tukey. Nesta etapa, fez-se o uso do programa estatístico AGROSTAT.

Experimento 2 (potássio)

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (doses de K), com cinco repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de cinco doses de K, tomando-se por base a dose de $0,5 \text{ kg K}_2\text{O m}^{-3}$ de

solo recomendada para a adubação de mudas de seringueira em vasos segundo Benesi (1999).

Assim as doses de K foram as seguintes: D_0 = zero de K; D_1 = metade da dose recomendada; D_2 = dose padrão recomendada; D_3 = 1,5 vezes a dose recomendada; D_4 = 2 vezes a dose padrão recomendada. Assim, as doses corresponderam a: 0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1 kg de $K_2O\ m^{-3}$ de solo para os tratamentos D_0 , D_1 , D_2 , D_3 e D_4 , respectivamente.

A unidade experimental foi constituída por sacolas plásticas com 35 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro e 0,2 mm de espessura, com capacidade para 12L, empregando-se 10L de substrato por vaso, contendo uma planta de seringueira (GT1).

As mudas foram transplantadas após 35 dias da semeadura. Cada vaso recebeu doses de nivelamento de N e de K, aplicando-se 300 mg de N dm^{-3} de solo para ensaio em vasos segundo Malavolta (1980), na forma de nitrato de amônio (34% de N) e 0,5 kg de cloreto de potássio por metro cúbico de solo, conforme indicação de Benesi (1999). E também foi aplicado o boro (B) (0,5 mg dm^{-3}) e o zinco (Zn) (2 mg dm^{-3}), de acordo com a recomendação de Malavolta (1980). Como fontes de B e Zn, foram utilizados ácido bórico (17% de B) e sulfato de zinco (22% de Zn), respectivamente.

Os vasos eram irrigados continuamente durante a condução do experimento, tomando-se como base à umidade correspondente a 70% da capacidade de campo, pelo método das pesagens.

As doses de N foram parceladas ao longo da formação do porta-enxerto (8 meses após o transplântio), distribuídas em oito aplicações ao longo do cultivo das mudas, com intervalo de um mês entre às aplicações.

O experimento foi finalizado no momento em que a maioria mudas (porta-enxerto) estavam aptas para a enxertia, cerca de 8 meses após o transplântio. Ressalta-se que durante a condução do ensaio experimental foi avaliado em consonância com as avaliações biológicas indicativas de desenvolvimento das plantas, a época em que as plantas apresentaram estágio de desenvolvimento satisfatório para realização da enxertia.

Ao longo do cultivo das mudas, a cada mês foi avaliado o diâmetro do porta-enxerto (à 3 cm do nível do solo), e a altura das plantas medindo da base do solo até o último lançamento foliar.

As plantas foram colhidas, separando-se a parte aérea e as raízes, estas separadas do solo por meio de lavagem. Posteriormente todo material vegetativo foi lavado com solução de ácido clorídrico (0,01M) e água destilada, e secada em estufa de circulação forçada de ar à temperatura 65°C por 72 horas para a determinação da massa da matéria seca da parte aérea e raiz, para análise do teor e acúmulo de fósforo na parte aérea e raízes das plantas.

Após as avaliações e determinações, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se teste Tukey. Nesta etapa, fez-se o uso do programa estatístico AGROSTAT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1 (Fósforo)

4.1.1 Efeito dos tratamentos no crescimento de mudas de seringueira

A aplicação de P influenciou nas variáveis indicativas de desenvolvimento das plantas (altura e diâmetro do porta-enxerto) com as variáveis doses e época, ao longo do cultivo das mudas da seringueira, não sendo significativo a variável fontes (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância das características indicativas de desenvolvimento das plantas de seringueira cultivadas em vasos sobre efeito de fontes e doses de fósforo. Araguatins - TO, 2013.

Fontes de Variação	Altura	Diâmetro	Nº de Folhas
Blocos	0,28 ^{ns}	0,56 ^{ns}	3,52 ^{ns}
Fontes (F)	5,16 ^{ns}	7,66 ^{ns}	1,20 ^{ns}
CV (%) Parcelas	46,5	30,0	30,1
Doses (D)	6,28 ^{**}	9,16 ^{**}	0,14 ^{ns}
F x D	0,57 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,44 ^{ns}
CV (%) Sub – parcelas	28,9	23,9	46,8
Épocas (E)	383,21 ^{**}	490,41 ^{**}	307,55 ^{**}
(F) x (E)	4,47 ^{**}	3,24 ^{**}	1,31 ^{ns}
(D) x (E)	1,08 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,17 ^{ns}
(F) x (D) x (E)	0,80 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,96 ^{ns}
CV (%) Sub - Subparcelas	14,7	11,2	20,7

^{**}, ^{*} e ^{ns} - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não-significativo, respectivamente.

Observa-se pelo resumo da análise de variância das características indicativas de desenvolvimento das plantas que houve efeito significativo somente tendo como fonte de variação a época, para o número de folhas. Resultado este esperado, pois na medida que a planta cresce a planta a tendência é que aumente o número de folhas.

Nas demais fontes de variação e interações a característica número de folhas não mostrou efeito significativo.

Figura 1. Efeito da aplicação de doses de P no teor e acúmulo de P nas plantas de seringueira, aos oito meses de cultivo na altura e diâmetro do caule.

Figura 1a

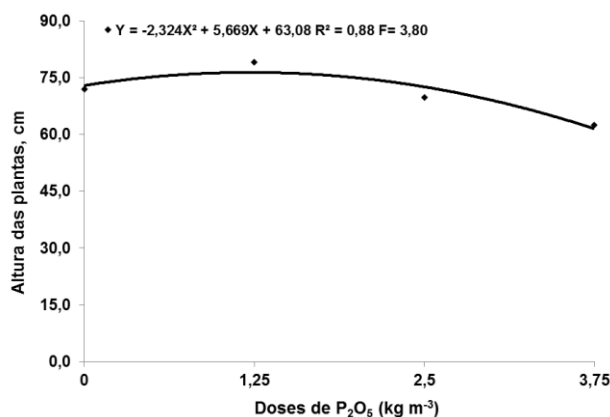
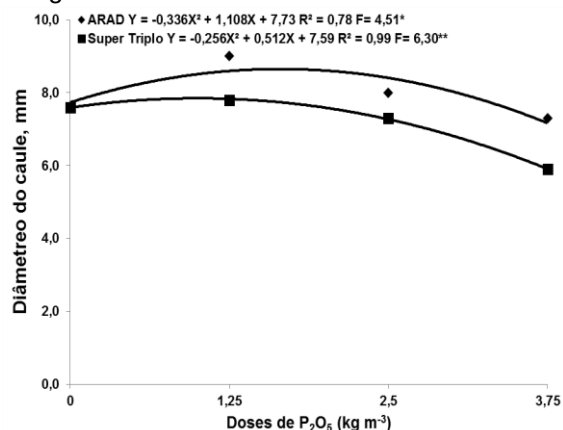


Figura 1b



Constatou-se efeito quadrático ($P < 0,01$) das doses de P nas variáveis doses e épocas avaliadas durante as avaliações aos 8 meses após o início do cultivo das mudas da seringueira para altura, sendo a dose 2 (1,25 Kg de $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo) a que promoveu maior altura, seguida pelas doses 1 (0 Kg de $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo), 3 (2,5 Kg de $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo) e 4 (3,75 Kg de $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo) respectivamente (Figura 1a).

Para o diâmetro do porta-enxerto, a dose 2 (1,25 Kg de $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo) a que promoveu maior diâmetro, seguida pelas doses 1 (0 Kg de $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo), 3 (2,5 Kg de $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo) e 4 (3,75 Kg de $P_2O_5\ m^{-3}$ de solo) respectivamente (Figura 1b), tanto na fonte arad quanto na fonte superfosfato triplo.

Nota-se que os efeitos do P no incremento do diâmetro do caule e na altura de mudas de seringueira ocorreram devido ao fato de que esse nutriente desempenha uma função estrutural, fazendo parte de compostos orgânicos vitais para o crescimento das plantas, tendo destaque o ATP, portanto sendo agente importante na transferência de energia para todas as sínteses orgânicas das plantas (GONÇALVES, PRADO e CORREIA, 2010).

Certos compostos de fósforo acham-se presentes nos fluidos do interior das células dos tecidos vivos como íon fosfato, PO_4^{3-} , sendo um dos mais importantes constituintes minerais para a atividade celular. Assim, claramente o fósforo é um elemento essencial na nutrição (PEIXOTO, 2002).

Como o objetivo da adubação é fazer com que as mudas de seringueira atinjam mais rapidamente o ponto de enxertia, o diâmetro do caule torna-se o parâmetro mais importante na avaliação durante o período de enviveiramento.

Observa-se, ainda, comportamento semelhante nos parâmetros altura e diâmetro do caule como resposta às doses de adubo fosfatado, nas respectivas doses, ocorrendo incremento nos parâmetros a partir da dose 0 kg de P_2O_5 para dose 1,25 kg, e redução do desenvolvimento a partir desta.

Reis (1979), estudando o efeito da adubação com nitrogênio, fósforo, potássio e da calagem no crescimento da seringueira até quatro anos, no sul da Bahia, observou que somente a adubação com P aumentou significativamente o perímetro do tronco, fato esse não observado com nitrogênio, potássio e calagem.

4.1.2 Efeito dos tratamentos na massa da matéria seca (raiz e parte aérea)

Observa-se efeito significativo da aplicação de fósforo na produção da massa seca da parte aérea (MSPA), e massa seca total (MST) das mudas da seringueira (Tabela 3), confirmando o efeito positivo da adubação fosfatada na produção de mudas de seringueira.

Tabela 2. Resultados médios da produção de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de seringueira cultivadas em vaso em função de fontes e doses de fósforo aos oito meses após o transplante. Araguatins -TO, 2013.

Fósforo	MSPA	MSR	MST
kg.m ⁻³	-----g. planta ⁻¹ -----		
0	42,93	25,67	68,60
1,25	47,68	22,84	70,52
2,5	51,20	29,85	81,06
3,75	27,37	17,62	45,00
Teste F	11,71**	1,48 ^{ns}	5,83**
C.V. (%)	47,4	98,2	65,7

**, * e ^{ns} - Significativo a 1 e a 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Figura 2. Efeito da aplicação de doses de fósforo no teor e acúmulo de P nas plantas de seringueira, aos oito meses de cultivo na produção da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e na massa seca total (MST).

Figura 2a

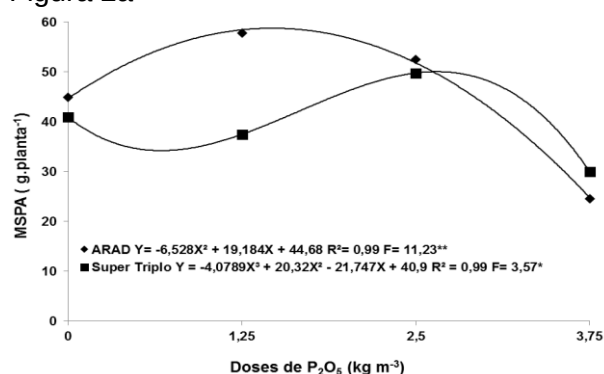
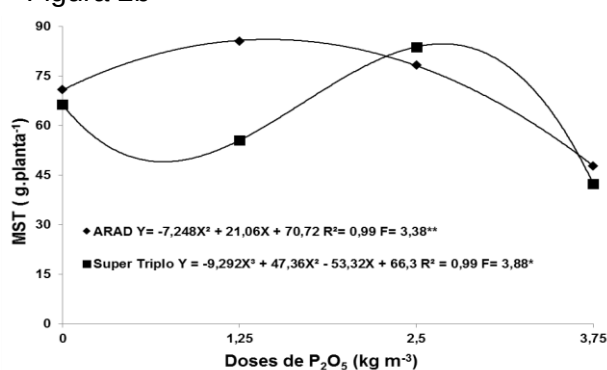


Figura 2b



Verifica-se com o estudo da regressão que a aplicação de P promoveu aumento com ajuste quadrático na produção da massa seca da parte aérea (MSPA) das mudas da seringueira (Figuras 2a).

Na massa seca das raízes (MSR) não houve diferença significativa e na massa seca total (MST) a aplicação de P promoveu aumento significativo (Figura 2b).

O P é o elemento essencial à divisão celular, indispensável à fotossíntese e ao desenvolvimento de tecido meristemático, sendo um dos constituintes dos ácidos nucléicos que ocorre no interior de todas as células vivas. Desempenham um papel muito importante nos sistemas enzimáticos dentro da célula e está ligado à muitas reações bioquímicas no metabolismo dos carboidratos e, principalmente, à respiração (REIS, 2007).

4.2 Experimento 2 (Potássio)

4.2.1 Efeito da adubação potássica no crescimento das mudas de seringueira

Os resultados da análise de variância indicam os efeitos significativos da aplicação do potássio para o diâmetro do caule e na interação doses x épocas para altura e diâmetro do caule das plantas de seringueira avaliadas durante a fase de mudas (Tabela 4).

Tabela 3. Resumo da análise de variância das características indicativas de desenvolvimento das plantas de seringueira cultivadas em sacolas plásticas sobre efeito de doses de potássio. Araguatins – TO, 2014-2015.

Fontes de Variação	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Nº de Folhas
Blocos	1,49 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,59 ^{ns}
Doses (D)	2,60 ^{ns}	6,53**	1,77 ^{ns}
CV (%) Parcelas	48,97	49,24	86,20
Épocas (E)	146,66**	268,27**	80,21**
DxE	1,70*	3,68**	1,43 ^{ns}
CV (%) Sub-parcelas	13,09	14,36	31,02

** , * e ^{ns} - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não-significativo, respectivamente.

Apesar da análise de variância não ter identificado efeito significativo para altura sobre efeito de doses, os resultados apresentados pelo estudo da regressão

indicaram comportamento distinto nas diferentes épocas, indicando que a aplicação de K promoveu incremento da altura das plantas nas diferentes épocas de cultivo (Tabela 4). Os resultados foram observados a partir da 6ª época de cultivo, indicando incremento desta variável com aplicação das doses de K (Figura 3a), sendo a dose média de $0,40 \text{ kg de K}_2\text{O m}^{-3}$ de solo, encontrado pelo cálculo de máxima eficiência, a que promoveu altura média das mudas de seringueira 110,66 cm, ao longo dos oito meses de cultivo.

Figura 3. Efeito da aplicação de potássio sobre altura e diâmetro do caule das mudas de seringueiras cultivadas no Estado do Tocantins. Araguatins – TO, 2014-2015.

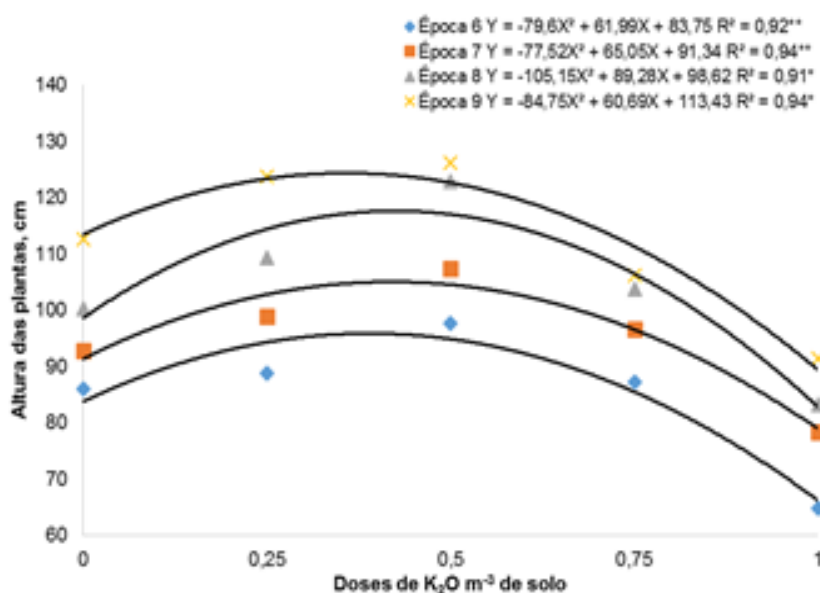


Figura 3a

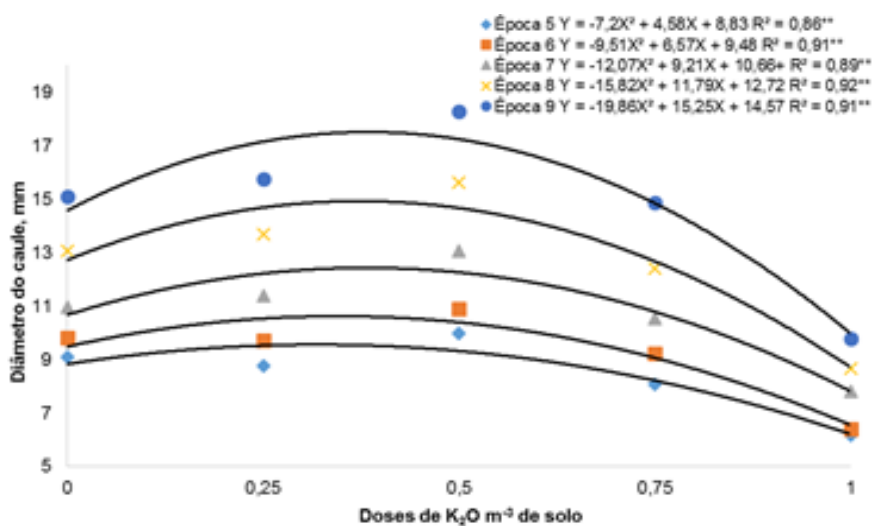


Figura 3b

A análise de variância identificou efeito significativo de doses, épocas e da interação doses x épocas para o diâmetro do caule das mudas de seringueira, indicando pelo estudo da regressão, que houve incremento desta variável com a aplicação de K (Tabela 4). Os resultados apresentados pelo desdobramento da interação (D x E) indicam diferença a partir da 5ª época de cultivo das mudas de seringueira (Figura 3b). A dose média de 0,36 kg de K_2O m^{-3} de solo, encontrado pelo cálculo de máxima eficiência, promoveu às mudas de seringueiras a média de diâmetro do caule de 12,99 mm, aos oito meses de cultivo. O estudo da regressão apresenta efeito com ajuste quadrático na interação doses x épocas para altura e diâmetro do caule das mudas de seringueiras cultivadas durante os oito meses de cultivo (Figura 3a e 3b).

Segundo Reis (2007), Prado e Moraes (1969) não observaram diferença significativa à aplicação dos nutrientes e calcário dolomítico para o diâmetro do caule e número médio de plantas enxertadas aos oito meses após o plantio, e Reis (1977) observou que o K incrementou o desenvolvimento das plantas de seringueira a partir do 12º mês do plantio. Galvão et al. (2004) avaliando o crescimento de porta-enxertos de seringueira em Latossolo Amarelo textura média observou que a produção de matéria seca de folhas, matéria seca de caule, matéria seca do pecíolo e produção de matéria seca total em função da idade, apresentaram crescimento ascendente com o decorrer do tempo, sendo este lento até o 4º mês, com maior incremento entre o 8º e 10º mês de idade.

Carvalho et al. (2004) observaram que para os fatores NPKMg, NPK e K, a variável diâmetro do caule apresentou efeito significativo apenas para o fator K, em plantas de seringueira.

No tratamento com dose 0 de K_2O , as plantas apresentaram menor desenvolvimento do diâmetro do caule. Indicando que provavelmente as mesmas foram afetadas pela deficiência do nutriente. Reis (2007) afirma que meia centena de enzimas exige a presença de potássio para sua atividade. E os tratamentos com as maiores doses de potássio proporcionaram menores desenvolvimento das plantas.

Prado (2004) menciona que o excesso na adubação com potássio pode comprometer mais o crescimento das plantas que sua carência. Malavolta (1993), citam que um dos sintomas de excesso ou toxidez de potássio, observado em

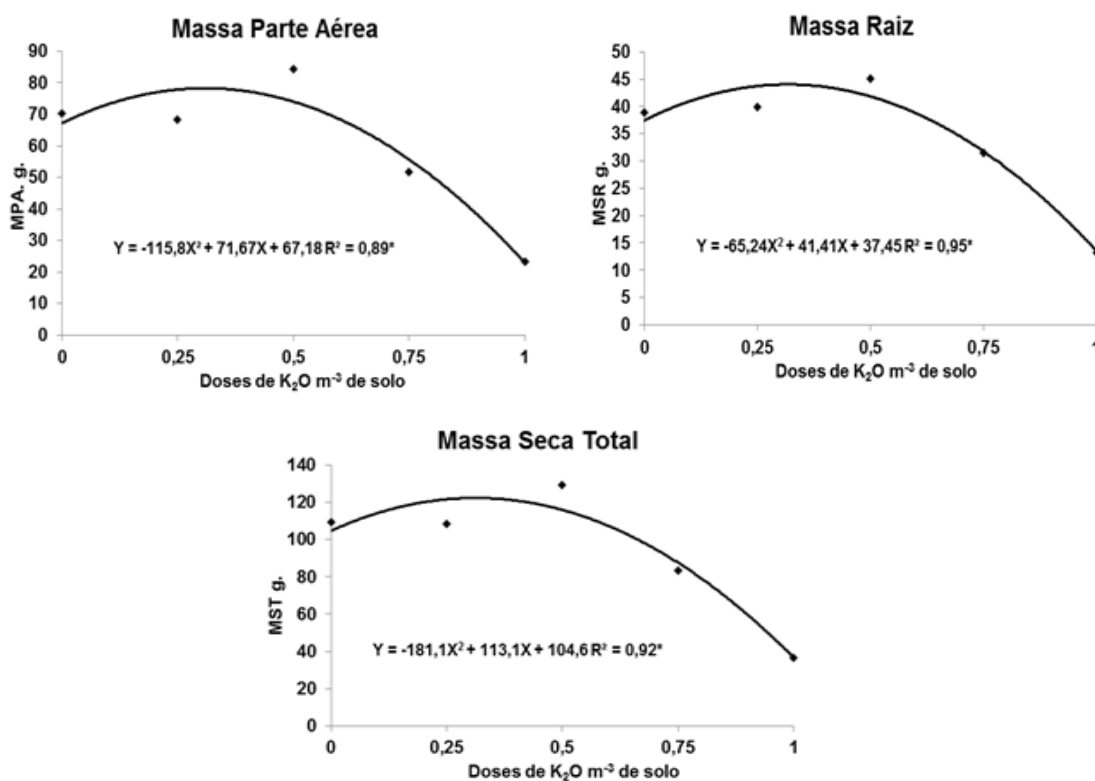
cafezais, provocou deficiência de cálcio ou magnésio induzida. Onde na deficiência de cálcio são afetados os pontos de crescimento, tanto da raiz como da parte aérea (SFREDO e BORKERT, 2004).

4.2.2 Efeito dos tratamentos na massa da matéria seca (parte aérea, raiz e total)

Observa-se efeito significativo da aplicação de K na produção da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), da massa da matéria seca das raízes (MSR) e da massa da matéria seca total (MST) das mudas da seringueira.

Verifica-se com o estudo da regressão que o excesso de potássio promoveu diminuição na produção da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) massa da matéria seca da raiz (MSR) e massa da matéria seca total (MST). A dose responsável pela produção média de massa seca da parte aérea, da raiz e total foi 0,31 kg de K_2O por m^{-3} de solo, atingindo pontos médios pela derivação da equação de regressão os valores de 78,85, 44,02 e 122,25 g por planta respectivamente (Figuras 4).

Figura 4 - Efeito da adubação potássica na produção da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) massa da matéria seca da raiz (MSR) e da massa da matéria seca total (MST) em função da aplicação de doses de potássio, aos oito meses após o início do cultivo das mudas de seringueira.



Duarte et al. (2015), analisando o crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Platymenia foliolosa* benth.), em resposta à adubação com potássio e enxofre, as doses de K apresentaram efeito significativo na produção de MSPA, MSR e MST.

4.2.3 Efeitos dos tratamentos no teor e acúmulo de potássio nas plantas de seringueira

Os resultados da análise de variância apontam efeitos significativos da aplicação do potássio no teor e acúmulo de K em mudas de seringueiras cultivadas em viveiro (Tabela 6).

Tabela 4. Teor e acúmulo de K nas plantas de seringueira em função da adubação potássica. Araguatins, 2014-2015.

Doses de Potássio Kg m ⁻³ de solo	Teor		Acúmulo
	%		g ⁻¹ planta
0	0,780	b	0,103 ab
0,25	0,900	ab	0,128 a
0,5	0,960	ab	0,133 a
0,75	1,140	a	0,086 ab
1,0	1,100	a	0,043 b
Teste F	5,31*		6,88**
C.V. (%)	13,08		28,14

**, * e ^{ns} - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não-significativo, respectivamente.

A adubação potássica promoveu efeito quadrático significativo no teor de K nas plantas de seringueira, sendo a dose 1,26 kg de K₂O m⁻³ de solo a responsável pelo maior teor deste nutriente na planta alcançando teor de 1,13% para esta dose (Figura 5a). Constatou-se também efeito quadrático significativo no acúmulo de K nas plantas, onde a dose de 0,35 kg de K₂O m⁻³ de solo promoveu maior acúmulo do elemento nas plantas alcançando acúmulo de 0,126 g⁻¹planta (Figura 5b).

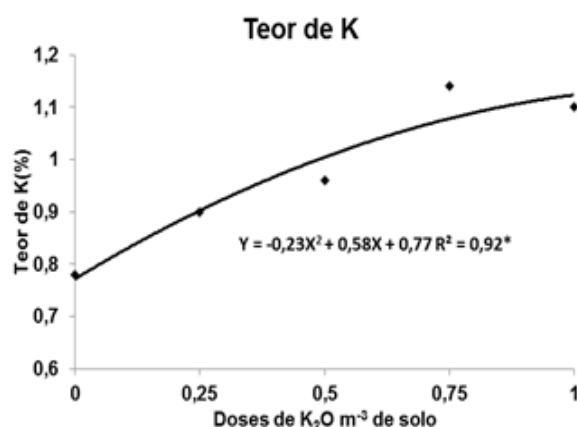


Figura 5a

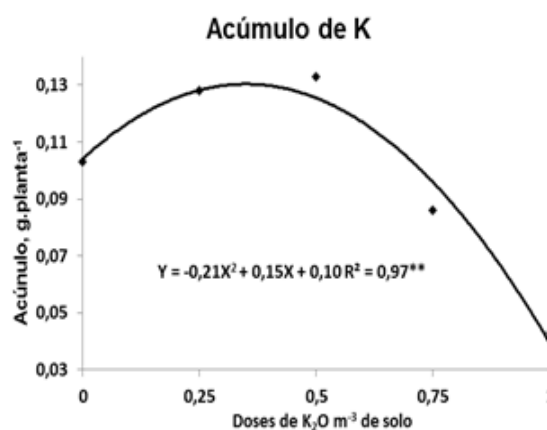


Figura 5b

Figura 5. Efeito da aplicação de doses de potássio no teor e acúmulo de K nas plantas de seringueira, aos oito meses de cultivo.

O efeito da aplicação de potássio mostrou que, na medida em que se aumentou a quantidade de potássio, até a maior dose, houve acréscimo no teor do nutriente. O ponto de eficiência máxima foi encontrado pela derivação da equação de regressão apresentando teor de 1,139% com a dose de 1,26 kg de K_2O m^{-3} de solo. Oliveira (2004) indicam valores de 10-17g/kg de K como concentrações adequadas para cultura da seringueira. O teor encontrado está dentro do intervalo indicado pelo autor.

Os teores de K nas plantas são crescentes conforme apresenta o gráfico (figura 5a), o que pode ser explicado pelo efeito de diluição, já que se observa decréscimo na massa da matéria seca total das plantas a partir da dose 0,35 kg de K_2O m^{-3} de solo, onde apresenta a maior produção. Nas doses de potássio menores que a dose de efeito máximo para massa seca total, podem ter apresentado menores teores do nutriente na planta por haver menor disponibilidade no solo às plantas, assim diminuindo a quantidade absorvida. Prado et al (2011) avaliando crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro, observou que houve decréscimo dos teores de K nas folhas que possivelmente ocorreu pelo efeito diluição, pois o acúmulo desses nutrientes foi crescente ao longo do ciclo da cultura.

Para o acúmulo de potássio, observou-se efeito quadrático significativo, sendo a dose 0,35 kg de K_2O m^{-3} de solo a que proporcionou o valor máximo, sendo o ponto de eficiência máxima encontrado pela derivação da equação de regressão que apresenta acúmulo de 0,126g/planta (figura 5b). O gráfico (figura 5b) apresenta

acréscimo no acúmulo de potássio até a dose de 0,35 kg de K_2O m^{-3} de solo, havendo decréscimo após esta.

Reis (2007) apresenta valores de K, 1.10-1.60 dag/kg no verticilo apical e 1.00-1.40 dag/kg no segundo verticilo, como valores ideais na composição da folha de *Hevea brasiliensis* sadias.

Pereira, Pereira e Silva (1988) indicam para cultivo de porta-enxerto de seringueira diretamente no solo, aplicação de 60 kg ha^{-1} em cobertura de K_2O . Já Viégas (1985) indica como doses mais adequadas para porta-enxertos de seringueira 190 kg $há^{-1}$ de K_2O . Portanto, observa-se que as doses adequadas de K para produção de mudas de seringueira varia significativamente conforme o autor. Logo a adubação correta deve levar em conta as particularidades locais, de modo que a aplicação dos fertilizantes em época, forma e doses corretas seja determinante para abreviar o tempo de imaturidade do seringal. Esse é o principal objetivo da adubação na fase de plantas jovens.

5 CONCLUSÃO

As aplicações de fósforo e potássio incrementaram o crescimento das mudas de seringueira. As fontes de fósforos Arad e Superfosfato triplo não influenciaram significativamente nos padrões avaliados.

Para produção de porta enxerto de seringueira *Hevea brasiliensis* clone (GT1), indica-se a aplicação da dose de 1,31 kg de P_2O_5 e 0,4 kg de K_2O m^{-3} de solo.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. P. Potencial de Minas Gerais para produção de borracha natural: Seringueira: Novas tecnologias de produção. EPAMIG. **Informe Agropecuário**. V. 28 – n. 237 – mar/abr. 2007.
- BARROS, N. B.; ALVES, V. M. C. **Adubação de seringueira. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 11 (121) janeiro de 1985.
- BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R.; GONÇALVES, P. S.; SEGNINI JUNIOR, I.; CARDOSO, M. Efeito da adubação NPK sobre o período de imaturidade da seringueira. **Bragantia**, Campinas, 58(2):363-374, 1999.
- BENESI, J.F.C. **A cultura da seringueira para o Estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 1999. 90p. (Manual Especial, 72).
- BRITO, D. R. S.; CASTRO E SOUSA, W.; RAABE, J.; CORDEIRO, S. A. Avaliação mercadológica da borracha natural no Brasil. **Revista Agroambiental** - Dezembro/2011.
- CAIONE, G., TEIXEIRA, M. T. R., LANGE, A., SILVA, A. F., FERNANDES, F. M. Modos de aplicação e doses de fósforo em cana-de-açúcar forrageira cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.9, n.1, p.12- 22, 2011.
- CARDINAL, Á. B. B.; GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M. Influência da relação enxerto vs. porta-enxerto no aumento do vigor e produção de clones superiores de seringueira. **Bragantia**, vol.66 no.2 Campinas, 2007.
- CARVALHO, A. C. A.; ALVES, R. N. B.; JÚNIOR, N. J. M. **A Influência do Potássio no Desenvolvimento da Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 69). Embrapa Amapá, Macapá – 2004. 31p. ISSN 1517-4867.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Estudo de preços mínimos. Produtos da sociobiodiversidade**. Safra 2013/2014. Brasília (DF), abril de 2013.
- CONFORTO, E. C. Respostas fisiológicas de cinco porta-enxertos de seringueira ao déficit hídrico natural. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.13, n.4, p.481-485, out-dez, 2007.
- COSTA, C. R.; REIS, G. C.; SANT'ANA, E. V. **A potencialidade da seringueira no estado do Tocantins**. 10º Seminário de iniciação científica da UFT. Campus Palmas – 2014.
- DINIZ, P. F. A.; OLIVEIRA, L. E. M.; GOMES, M. P.; CASTRO, E. M.; MESQUITA, A. C.; BONOME, L. T. S.; SILVA, L. Crescimento, parâmetros biofísicos e aspectos anatômicos de plantas jovens de seringueira inoculadas com fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*. **Acta Botanica Brasilica**. 24(1): 65-72. 2010.
- DUARTE, M. L.; PAIVA, H. N.; ALVES, O. M.; FREITAS, A. F.; MAIA, F. F.; GOULART, L. M. L. Crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Platymenia*

foliolosa benth.) Em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 221-229, jan-mar, 2015.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. – Rio de Janeiro. EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FRANCISCO, V. L. F. DOS S.; BUENO, C. R. F.; BAPTISTELLA, C. DA S. L. A cultura da seringueira no estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, SP, v.34, n.9, set. 2004.

GALVÃO, J. R.; VIÉGAS, I. J. M.; TOFOLI, R. C. Z.; PADILHA, W.; LIMAR, S. S. **Crescimento de porta-enxertos de seringueira em latossolo amarelo textura média no estado do Pará**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26, 2006.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **Doenças da seringueira no brasil**. – 2. ed. revisada e atualizada – Brasília, DF : Embrapa, 2012. 255 p.

GOMES, L. A. A.; SILVA, E. C.; FAQUIN, V. recomendação de adubação para cultivos em ambiente protegido. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359p.

GONÇALVES, E. C. P.; FILHO, A. C.; BENESI, J. F. C.; BETINI, M. O.; MARTINS, L. Efeitos da irrigação nos dois primeiros anos na cultura da seringueira. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 8, n. 96, dezembro de 2011.

GONÇALVES, E. C. P.; PRADO, R. DE M.; CORREIA, M. A. R. Fontes de fósforo no crescimento de porta-enxerto de seringueiras sob condições de viveiro. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 813-818, out./dez. 2010.

GUIDUCCI, E. P. **Sistemas de produção de porta-enxertos de seringueira**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2014.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. Piracicaba, SP; Editora Agronômica Ceres Ltda., 1979. 255p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. Piracicaba, SP; Editora Agronômica Ceres Ltda., 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas máximas econômicas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210 p.

MARTINS, S. É.; OLIVEIRA, C. G.; RESENDE, Á. V.; MATOS, M. S. F. **Rochas e minerais industriais. Agrominerais- rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura**. CETEM/2008, 2ª Edição.

MATTOS, M. A. N.; FILHO, O. J. V.; LUCAS, C. A. de; GONSALVES, E. C. P.; BACCHIEGAS, A. N.; MARTINS, M. **Manejo e conservação do solo: práticas conservacionistas recomendadas para a cultura da seringueira**. APABOR- (Associação Paulista de Produtores e Beneficiadores de Borracha). 2011.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Viçosa, 2006. 432p.

MORAIS, V. H. de F.; CARDOSO MORAES, L. A.; MOREIRA, A. **Cultivo de seringueira com copas enxertadas resistentes ao mau das folhas**. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos 63. p. 44.

O AGRONÔMICO. **Uma história de sucesso: a seringueira no Estado de São Paulo Campinas**, 54 (1), 2002.

OLIVEIRA, J. P. **Crescimento e nutrição mineral de porta-enxerto de seringueira (*Hevea spp.*) em função da idade**. Dissertação. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém- PA. 2006.

OLIVEIRA, R. M. **A integração agricultura-indústria: uma análise da cadeia agroindustrial da borracha natural da microrregião geográfica de São José do Rio Preto – SP**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, Campus Presidente Prudente-SP. 2004.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; SILVA, S. E. L. Níveis de N, P, K, e Mg para viveiro de seringueira em Latossolo Amarelo de textura muito argilosa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.12, p.143-146,1988.

PILAU, F. G.; MARIM, F. R.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; BARBARISI, B. F. **Zoneamento agroclimático da heveicultura para as regiões centro-oeste e sudeste do brasil**. Embrapa Informática Agropecuária. 2006.

PRADO, E. P.; MORAES, F. I. O. **Adubação em plântulas enviveiradas de seringueira**. In: CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU. Informe Técnico 1968/1969. Itabuna, 1969. p.128- 129.

PRADO, R. M.; BRAGHIROLI, L. F.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. DE M.; ALMEIDA, E. V. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de 8 mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 295-299, Agosto 2004.

PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2011.

RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.) **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agrônomo. 285p. 2001.

REIS, E. L. **Influência da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio sobre o desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) no sul da Bahia**. 1979. 61 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

REIS, E. L. Nutrição e adubada seringueira. Seringueira: novas tecnologias de produção. **Informe Agropecuário**, v 28, n. 237, p. 59-69, mar./abr. EPAMIG. Belo Horizonte, 2007.

RIBEIRO, F. P. **Caracterização dendrométrica e crescimento de árvores de seringueira em plantios no estado do Espírito Santo**. Monografia. Universidade federal do Espírito Santo. 2013.

RIPPEL, M. M.; BRAGANÇA, F. C. Borracha natural e nanocompósitos com argila. **Química Nova**. vol.32 no.3; São Paulo. 2009.

ROQUE, C. G.; CENTURION, J. F.; PEREIRA, G. T.; BEUTLER, A. N.; FREDDI, O. S.; ANDRIOLI, I. Variabilidade espacial de atributos químicos em Argissolo Vermelho-amarelo cultivado com seringueira. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.3, p.26-45, 2005.

ROSSMANN, H.; GAMEIRO, A. H. O. Futuro da Heveicultura Brasileira. **Florestar Estatístico**. Artigos técnicos. Volume 9. Número 18. Nov. 2006.

SANTOS, G. R dos; MOTHÉ, C. G. Prospecção perspectivas da borracha natural, *Hevea brasiliensis*. **Revista Analytica**, Nº 26. p.32-41, 2007.

SCHUTZE, I. X. **Demanda hídrica da cultura da seringueira no noroeste do estado de São Paulo**. Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira (UNESP). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2014.

SERAFIM, M. E.; ONO, F. B.; ZEVIANI, W. M.; NOVELINO, J. & SILVA, J. V. Umidade do solo e doses de potássio na cultura da soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 222-227, Abr-Jun. 2012.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 44p.

SOARES, N. S.; LOPES DA SILVA, M.; VALVERDE, S. R.; ALVES R. R.; E LOURENÇO DOS SANTOS, F. Análise econométrica da demanda brasileira de importação de borracha natural, de 1964 a 2005. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.6, p.1133-1142, 2008.

TOFOLI, R. C. Z.; VIÉGAS, I. J. M.; THOMAZ, M. A. A.; GALVÃO, J. R.; PADILHA, W. **Adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em porta-enxertos de seringueira**. Embrapa Amazônia Oriental. 2004.

TORRES, M. **Amazônia revelada: os descaminhos ao longo da BR-163**. Brasília: 2005. 496 p.

VIÉGAS, I. J. M. **Doses de NPK em viveiro de *Hevea* spp. na obtenção de plantas aptas para enxertia e, Latossolo Amarelo textura média, na Ilha do Mosqueiro – PA**. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1985. 71p. (Dissertação de Mestrado).

VILELA, L.; SOUSA D. M. G. de; SILVA, J. E. Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed. técnicos). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ª ed. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

ZAMUNÉR FILHO, A. N. **Doses de adubo de liberação lenta para produção de porta enxerto de seringueira**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Lavras. UFLA, 2009.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARREIRO, A. P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 1, p.09-15, 2006.