

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE SERINGUEIRA COM
APLICAÇÃO DE SULFATO DE ZINCO FOLIAR EM
DIFERENTES AMBIENTES**

RENATO SILVA BORGES

CASSILÂNDIA – MS

Fevereiro/2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE SERINGUEIRA COM
APLICAÇÃO DE SULFATO DE ZINCO FOLIAR EM
DIFERENTES AMBIENTES**

RENATO SILVA BORGES

Orientador: **Prof. Dr. Wilson Itamar Maruyama**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS

Fevereiro/2019

B734s Borges, Renato Silva

Sobrevivência de estacas de seringueira com aplicação de sulfato de zinco foliar em diferentes ambientes/ Renato Silva Borges. – Cassilândia, MS: UEMS, 2019.
viii, 29p.

Dissertação (Mestrado) – Agronomia –
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Wilson Itamar Maruyama.

1. *Hevea brasiliensis* 2. Produção de mudas 3. Ambiência vegetal 4. Zinco I. Maruyama, Wilson Itamar II. Título

CDD 23.ed. - 631.5



Governo do Estado de Mato Grosso do Sul
Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Sede Dourados
UUCass - Unidade Universitária de Cassilândia
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
PGAC - Área de Concentração em Sustentabilidade na Agricultura



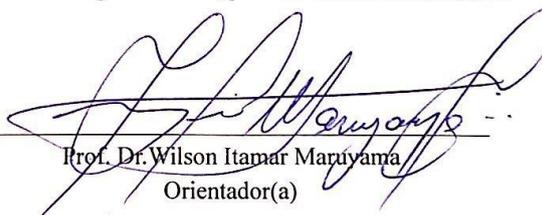
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE SERINGUEIRA COM
APLICAÇÃO DE SULFATO DE ZINCO FOLIAR EM DIFERENTES
AMBIENTES.**

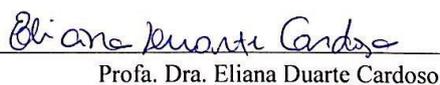
AUTOR(A): RENATO SILVA BORGES

ORIENTADOR(A): WILSON ITAMAR MARUYAMA

Aprovado como parte das exigências para obtenção de MESTRE EM AGRONOMIA, Área de
concentração: "Sustentabilidade na Agricultura", pela Comissão Examinadora



Prof. Dr. Wilson Itamar Maruyama
Orientador(a)



Prof. Dra. Eliana Duarte Cardoso



Prof. Dr. Tiago Zoz

Data da realização: 28 de fevereiro de 2019.

“Passamos toda a vida nos preocupando, fazendo planos e tentando prever o futuro. Como se desvendá-lo fosse aliviar o impacto. Mas o futuro está sempre mudando. O futuro é o lar dos nossos medos mais profundos e das nossas maiores esperanças. Mas uma coisa é certa: quando ele finalmente se revela, o futuro nunca é como imaginamos”.

Meredith Grey.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus. Ao meu pai Gilmar Ferreira Borges e à minha mãe Rosiclere Silva Borges pelos conselhos e incentivos. E a minha irmã Samira Silva Borges por todo apoio e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as oportunidades e por ter me concedido saúde e determinação.

À minha família, em especial aos meus amados pais Gilmar Ferreira Borges e Rosiclere Silva Borges, por me proporcionarem tantas alegrias e dedicarem a mim tanto amor e carinho que me fazem ser forte e buscar sempre o melhor.

À minha irmã Samira Silva Borges por todo carinho e amor.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia, pelo acolhimento.

Ao programa de pós-graduação em Agronomia em nível de mestrado em Sustentabilidade na Agricultura, pela oportunidade e estrutura oferecida.

Aos meus professores do programa de pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em especial aos professores, Dr. Edilson Costa e Dr. Flávio Ferreira da Silva Binotti, por todo suporte e orientação.

Ao meu orientador professor Dr. Wilson Itamar Maruyama, por toda paciência, dedicação, apoio, confiança e orientação durante o nosso convívio.

À Dr. Eliana Duarte Cardoso, e ao Dr. Tiago Zoz, por aceitar participar da banca de defesa de mestrado e por todo suporte e sugestões feitas para o enriquecimento do trabalho.

Aos amigos de pós-graduação, Eliamara Marques, Geany Costa, Rafaelle Duarte e Willams Barbosa por todo companheirismo e respeito.

Aos amigos conquistados em Cassilândia-MS ao longo do programa de pós-graduação em Agronomia, que proporcionaram momentos de descontração: Amanda Bergamasco, Beatriz Simões, Bruna Mello, Leticia Pontel, Lenys Maira Marques, Loryelle Moreira, Marcelo Espindola, Paulo Sergio Moreira, Ranna Reche, Tayná Boni, Thalia Melo, Thalita Zanovelo, Wanessa Kerbhard, pela amizade e apoio.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul – FUNDECT, pela concessão de apoio financeiro do projeto de pesquisa realizado, (Chamada FUNDECT nº 02/2017 – Mestrado em Mato Grosso do Sul, Processo: 71/700.031/2018). Ao Programa de Apoio a Núcleos Emergentes (PRONEM-MS).

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, o meu respeito e infinita gratidão.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3
1.1. Aspectos gerais da seringueira	3
1.2. Propagação da seringueira e métodos alternativos para produção de mudas.....	4
1.3. Ambiente de cultivo	6
1.4. Funções do zinco (Zn) na planta	8
1.5. Referências bibliograficas	9
CAPÍTULO 2. ZINCO FOLIAR COMO PRECURSOR DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE SERINGUEIRA	13
2.1. Introdução.....	15
2.2. Material e Métodos.....	16
2.3. Resultados e Discussão	20
2.4. Conclusões.....	28
2.5. Referências Bibliográficas	28

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Quadro médio do resíduo e relação do quadrado médio do resíduo (RQMR) para a variável porcentagem de estacas verdes e mortas de seringueira em função da dose de sulfato de zinco aplicado via foliar e conduzido em três ambientes aos 17 e 31 dias após a implantação do experimento.....22
- Tabela 2.** Porcentagem de estacas verdes de seringueira em função da dose de sulfato de zinco aplicado via foliar e conduzido em três ambientes aos 31 dias após a implantação do experimento.23
- Tabela 2.** Porcentagem de estacas mortas de seringueira em função da dose de sulfato de zinco aplicado via foliar e conduzido em três ambientes aos 17 e 31 dias após a implantação do experimento.24

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Jardim clonal de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), variedade RRIM 600, com idade de dois anos. 16
- Figura 2.** Pulverização com diferentes soluções de sulfato de zinco na parte aérea das plantas de seringueira (A). Parte aérea abaxial e adaxial pulverizada (B). 17
- Figura 3.** Coleta de estacas de seringueira após 72 horas de pulverização de sulfato de zinco (A). Padronização das estacas de seringueira (B). 17
- Figura 4.** Montagem das estacas nas bandejas de plástico após a padronização das estacas, para condução do experimento nos ambientes utilizados. 18
- Figura 5.** Ambientes utilizados para condução do ensaio: Fitotron (A), câmara de nebulização (B) e estufa agrícola (C). 19
- Figura 6.** Parâmetro utilizado para determinação da sobrevivência das estacas de acordo com a sua coloração. (A) Coloração verde, estacas verdes. (B) Completamente enegrecidas, estacas mortas. 20
- Figura 7.** Porcentagem de estacas verdes de seringueira em função da dose de sulfato de zinco aplicado via foliar e conduzido em três ambientes aos 17 dias após a implantação do experimento. 22
- Figura 8.** Abscisão total das folhas das estacas de seringueira nos ambientes casa de vegetação, fitotron e câmara de nebulização. 25
- Figura 9.** Estacas com sintomas de abscisão foliar (A) e estacas já sem folhas (B). 26
- Figura 10.** Ocorrência de patógenos nas estacas de seringueira. 26

RESUMO GERAL

A seringueira é uma espécie que apresenta dificuldade no enraizamento pelo método de propagação vegetativa, na produção de mudas por estaquia. Uma alternativa para superar esta dificuldade é o uso de micronutrientes como cofatores de enraizamento, tal como o zinco. Diante disto, objetivou-se avaliar a sobrevivência de estacas de seringueira em ambientes com a aplicação foliar de sulfato de zinco. Aplicou-se sulfato de zinco via foliar 72 horas antes da coleta das estacas. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em três ambientes distintos sendo: A – Fitotron. B – Câmara de nebulização. C – Casa de vegetação. Foram utilizados 6 tratamentos e 3 repetições de 16 estacas de seringueira. Os tratamentos foram 0; 0,04; 0,08; 0,16; 0,32 e 0,64 mg L⁻¹ de ZnSO₄. Aos 17 dias realizou-se a primeira avaliação de sobrevivência de estacas e aos 31 dias, a avaliação final. Os dados foram submetidos à análise de variância, e para fins estatísticos, utilizou-se análise de grupos de experimentos. Realizou-se avaliação conjunta dos ambientes e doses, para as variáveis que apresentaram razão do quadrado médio dos resíduos menor que 7. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as médias relativas as doses foram submetidas a análise de regressão, utilizando-se o programa SANEST. A não aplicação de sulfato de zinco proporciona sobrevivência de estacas verdes superiores a 80%, quando se utiliza ambientes de cultivo, tais como: ambiente fitotron (87,50%) e casa de vegetação (81,25%), proporcionando a melhor taxa de sobrevivência na dose 0. A câmara de nebulização apresenta a maior mortalidade de estacas de seringueira aos 31 dias após a implantação do experimento, possuindo mortalidades superiores a 96%, com aplicação do sulfato de zinco ou não. A mortalidade das estacas aos 17 dias para o ambiente fitotron e casa de vegetação, apresentam-se inferior quando comparada a câmara de nebulização, que apresenta maior porcentagem de estacas mortas independente da dose de sulfato de zinco utilizado, pois as mesmas não diferiram entre si. Um fato a se salientar é que a dose 0,00 mg L⁻¹ (11,11%) que apresenta maior sobrevivência das estacas não difere da dose 0,16 mg L⁻¹ (0%) que não proporcionou nenhuma estaca verde aos 31 dias. A casa de vegetação e o fitotron contribuíram para a sobrevivência de estacas verdes até 17 dias após a implantação do experimento, quando se pulveriza sulfato de zinco via foliar. Os ambientes estudados foram inadequados para a sobrevivência de estacas de seringueira aos 31 dias após a aplicação de sulfato de zinco. A aplicação foliar de sulfato de zinco via foliar não interfere na sobrevivência de estacas de seringueira em ambientes de produção.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*; Produção de mudas; Ambiente vegetal; Zinco.

BORGES, Renato Silva. SURVIVAL OF SERENUEAN COCKS WITH APPLICATION OF FOLIAR ZINC SULPHATE IN DIFFERENT ENVIRONMENTS. Cassilândia, 2019. 29 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sustentabilidade na Agricultura) – Unidade niversitária de Cassilândia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-MS, 2019.

Author: RENATO SILVA BORGES

Adviser: WILSON ITAMAR MARUYAMA

ABSTRACT

Hevea is a species that presents difficulty in rooting by the method of vegetative propagation, in seedling production by stem cuttings. An alternative to overcome this difficulty is the use of micronutrients like rooting cofactors, such as zinc. On this, the objective of assessing the survival of cuttings of hevea in environments with foliar application of zinc sulphate. Zinc sulfate applied via 72 hours before collection leaf cuttings. The completely randomized design (DIC), in three distinct environments: the-Fitotron. B – nebulizer Chamber. C – greenhouse. We used 6 treatments and 3 replicates of 16 rubber tree cuttings. The treatments were 0; 0.04; 0.08; 0.16; 0.32 and 0.64 mg L⁻¹ of ZnSO₄. The 17 days the first evaluation was conducted for survival of cuttings and the 31 days, the final assessment. The data were subjected to analysis of variance, and for statistical purposes, we used experimental groups analysis. Joint evaluation was conducted of the environments and doses, for variables that showed why the mean square of waste less than 7. The means were compared by Tukey test at 5% probability and averages on the doses were subjected to regression analysis, using the SANEST program. The non-application of zinc sulphate provides survival of green over 80% were you, when using cultivated environments, such as: fitotron environment (87.50%) and greenhouse (81.25%), providing the best survival rate at 0. The nebulisation Chamber has the highest mortality of rubber tree cuttings to 31 days after implantation of the experiment, with more than 96% mortalities, with application of zinc sulfate or not. The mortality of cuttings to 17 days for the fitotron environment and greenhouse, lower when compared to the nebulizer Chamber, which has highest percentage of dead cuttings is independent of the dose of zinc sulfate used, because they do not differed among themselves. A fact to note is that the dose 0.00 mg L⁻¹ (11.11%) that has increased the survival stakes does not differ from 0.16 dose mg L⁻¹ (0%) that's not provided any green stake to 31 days. The greenhouse and the fitotron contributed to the survival of green stakes until 17 days after the implementation of the experiment, when spraying zinc sulfate foliar route. The environments studied were unsuitable for the survival of rubber tree cuttings to 31 days after application of zinc sulphate. Foliar application of zinc sulphate via foliar does not interfere in the survival stakes of rubber trees in production environments.

Key-words: *Hevea brasiliensis*; Seedling production; Plant environment; Zinc.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. Aspectos Gerais da Seringueira

A seringueira pertence à família Euphorbiaceae, a qual compreende o gênero *Hevea*, onde existem outros gêneros importantes na exploração comercial, tais como *Ricinus communis* e *Manihote sculenta*. O gênero *Hevea* apresenta onze espécies de seringueira, onde *Hevea brasiliensis* é a principal espécie deste gênero, plantada comercialmente no mundo, por apresentar alta capacidade produtiva de borracha natural e variabilidade genética para resistência a doenças (OLIVEIRA, 2012).

A seringueira é uma espécie nativa da região amazônica de ciclo perene e apresenta na maioria das vezes grande porte, atingindo de 15 a 30 m de altura, ereto e com tronco medindo aproximadamente 30 a 60 cm de diâmetro (SECCO, 2014). Embora a espécie seja nativa do Brasil, possui dispersão natural em outros países próximos à Amazônia, tais como Bolívia, Colômbia, Peru, Venezuela, Equador, Suriname e Guiana (SANTOS, 2011).

É classificada botanicamente como dicotiledônea monoica, isto é, possui flores masculinas e femininas em uma mesma planta. As flores são unissexuadas, monoclamídeas, pequenas, amarelas e dispostas em rácemo. As folhas são longamente pecioladas e repartidas em três folíolos membranáceos e glabros (WIMMER, 2010).

O fruto apresenta-se na forma de cápsula grande trilocular, com três sementes recalcitrantes, que perdem sua viabilidade e vigor em três meses, os quais iniciam-se sua produção anual, em geral, em plantas com quatro anos de idade em condições favoráveis. São grandes e leves, em geral pesam de 3,5 a 6,0 g, de forma oval com a superfície ligeiramente achatada. O tegumento é duro e brilhante, de cor marrom, com numerosos matizes sobre a superfície dorsal (CIFLORESTAS, 2013; SECCO, 2014). O ciclo de desenvolvimento dos frutos dura cerca de cinco meses e neste período, grande quantidade de frutos pequenos são abortados, devido à autopolinização (GONÇALVES; MARQUES, 2014).

A seringueira é uma cultura de clima tropical-equatorial úmido e suas exigências climáticas são de temperaturas médias anuais elevadas e chuvas abundantes (CAMARGO et al., 2003). A cultura encontra condições ideais para desenvolvimento em climas tropicais. As características gerais do meio físico correspondem a altitudes entre 350 e 500 metros, pluviosidade anual entre 1200 e 1300 mm distribuída ao longo de todo o ano, representada por uma temperatura média anual superior a 20 ° C (GONÇALVES et al., 2010).

A produção mundial de borracha natural é advinda, principalmente, de países do sudeste asiático, contribuindo com mais de 90% da produção (WILCKEN et al., 2015). Desta forma, Tailândia, Indonésia, Vietnã, China, Malásia, juntamente com a Índia, são os líderes mundiais na produção de borracha natural (ABRABOR, 2017).

A exploração da borracha natural no Brasil iniciou-se no século XIX, estendendo-se até meados do século XX, voltada ao extrativismo, sem nenhum vínculo comercial, diferentemente dos países asiáticos, que os plantios eram voltados para a sua comercialização (BRITO et al., 2011).

A heveicultura no Brasil está distribuída no estado de São Paulo, responsável por produzir em torno de 42% da produção de borracha natural do país, havendo plantios em outros estados como o Mato Grosso do Sul, Bahia, Estados Amazônicos e Espírito Santo (IBGE, 2015).

A borracha natural é um material estratégico, por não poder ser substituído por borracha sintética em muitas aplicações, devido às suas propriedades especiais como resiliência, elasticidade, flexibilidade, resistência à abrasão, ao impacto e à corrosão, fácil adesão a tecidos e do aço, e impermeabilidade, propriedades isolantes de eletricidade, impermeabilidade a líquidos e gases, capacidade de dispersar calor e maleabilidade a baixas temperaturas (RIPPEL; BRAGANÇA, 2009).

A seringueira é uma planta que apresenta vasos lactíferos, os quais são responsáveis pelo escoamento do látex, que nada mais é que uma suspensão aquosa contendo 30 a 40% de sólidos em forma de partícula de borracha, enquanto que a borracha natural é um produto sólido, obtido após a coagulação do látex e secagem do coágulo (GALIANI, 2010).

1.2. Propagação da seringueira e métodos alternativos para produção de mudas

A semente da seringueira é utilizada para obter mudas de porta-enxerto para plantios comerciais, no entanto, apresenta grande problema devido à sua alta variabilidade genética e produtiva, por isso são utilizadas somente na formação de porta-enxertos em viveiros comerciais (IAC, 2011). A utilização de porta-enxerto de sementes não selecionadas apresenta menor desenvolvimento e vigor, prejudicando a sangria de plantas comerciais (MARTINS et al., 2000). Uma possível solução do problema de porta-enxertos, oriundos de sementes, é o método de estaquia, onde se exclui uma grande demanda de sementes, tornando possível porta-enxertos padronizados (CASTRO et al., 1984).

A estaquia é um método no qual ocorre a indução do enraizamento adventício em segmentos destacados da planta-matriz, que em condições favoráveis, darão origem a uma muda (FACHINELLO et al., 2005). É uma técnica barata, rápida e simples tornando-se uma vantagem em relação a propagação sexuada, garantindo maior uniformidade das mudas propagadas, mantendo as características genéticas da planta-matriz e produzindo muitas mudas em espaço reduzido (HARTMANN; KESTER, 1990).

A formação de raízes adventícias em estacas nada mais é que um processo morfológico e fisiológico do vegetal, retornando uma célula especializada a condições meristemáticas, processo este denominado de desdiferenciação (ALTOÉ, 2011).

O processo de indução de raízes adventícias é caracterizado por duas fases onde que a primeira envolve a formação meristemática e a segunda o crescimento e alongamento celular. Para que ocorra é essencial passar por quatro fases, iniciando pela desdiferenciação, passando pela retomada da divisão celular, conseqüentemente o início da formação radicular e encerrando com o crescimento da raiz (ALVES, 2014).

A eficiência do enraizamento de estacas é influenciado por fatores internos, tais como a constituição genética, idade da planta, tipo de estaca, balanço hormonal, posição dos ramos, vigor e nutrição da planta-matriz, relação carboidrato/nitrogênio, relação entre o teor de amido na estaca e formação de calo, presença de inibidores endógenos e substâncias reguladoras de crescimento, e fatores externos como a época de coleta das estacas, temperatura do solo e do ambiente, umidade relativa e arejamento do meio de propagação (MASSON, 2017).

Os fatores internos ou externos são condições que possam vir a atuar de maneira isolada ou interagir entre si, de maneira benéfica ou não para a indução e emissão de raízes adventícias com uma simples modificação no ambiente ou na planta (NACHTIGAL; FACHINELLO, 1995). O que equilíbrio entre esses fatores proporciona a desdiferenciação celular e conseqüentemente o enraizamento (BORGES et al., 2011).

Dentre os fatores externos da natureza física ou química, em relação a técnica da estaquia, destaca-se a umidade, temperatura, quantidade de água e intensidade luminosa, que podem influenciar na formação de raízes adventícias, inibindo ou estimulando o enraizamento, além das substâncias de origem hormonal produzidas pelas plantas, tais como: auxinas e citocininas, que são responsáveis pelo início do processo de formação de raízes adventícias (ASSIS; TEIXEIRA, 1998).

Pode-se classificar as plantas em três grupos de acordo com a emissão de raízes. O primeiro é de fácil enraizamento, onde as plantas apresentam todas as substâncias, inclusive auxinas e cofatores necessários para indução da rizogênese, sem necessidade de suplemento exógeno de auxinas. O segundo grupo é de fácil emissão de raízes, no entanto apresentam quantidades endógenas de auxinas que limitam o enraizamento, mas no momento que receber auxinas exógena enraízam facilmente. Já o terceiro grupo são plantas de difícil enraizamento, em que um ou mais cofatores envolvidos no processos estão ausentes, apresentando deficiência de auxina endógena e mesmo com incremento de auxina exógena podem não ter a capacidade de emitir raízes adventícias (HARTMANN et al., 2002).

A dificuldade em enraizamento de algumas espécies, geralmente está associado a idade do vegetal, onde plantas jovens estão mais propícias ao enraizamento pois conforme o vegetal vai envelhecendo ocorre o aumento de inibidores e a diminuição de co-fatores de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005). Podendo observar esta situação em tentar realizar o enraizamento em estacas de seringueira (VITAL, 2016).

1.3. Ambiente de Cultivo

Os ambientes de cultivo protegido proporcionam o controle parcial de condições edafoclimáticas, podendo a vir influenciar o desenvolvimento inicial das plantas, garantindo uma melhor taxa de sobrevivência das mudas em campo (GONÇALVES et al., 2001; COSTA et al., 2011).

Geralmente, os ambientes de cultivo são cobertos ou revestidos com materiais que possuem a capacidade em bloquear uma porcentagem de radiação solar, produzindo níveis de sombreamento (KOVALESKI et al., 2006; COSTA et al., 2009).

O sombreamento é utilizado com o intuito de auxiliar na redução de temperatura e radiação (BRISSETTE et al., 1991), pois proporciona ao interior do ambiente de cultivo uma redução em relação ao ambiente a pleno sol, devido a reflexão e absorção pelo material de cobertura (BECKMANN et al., 2006).

Os níveis de sombreamento influencia a produção de mudas de acordo com a espécie utilizada. Diferentes respostas em suas características fisiológicas, anatômicas, bioquímicas e de crescimento da planta podem ser observadas com alterações nos níveis de luminosidade (CARVALHO et al., 2006).

A produção de mudas em ambientes protegidos envolve diversas modificações climáticas que alteram a relação ambiente-planta, afetando de forma negativa ou positiva o crescimento da planta (OLIVEIRA et al., 2009; ARAUJO et al., 2006).

A estrutura de ambientes de cultivo, tais como casas de vegetação climatizada, estufas agrícolas e viveiros de mudas, apresentam-se com destaque positivo em função da importância na produção de mudas, garantindo uniformidade nas plantas (COSTA et al., 2012).

A utilização de ambiente protegido proporciona melhor qualidade na produção de mudas de seringueira, quando comparada as mudas produzidas a pleno sol (PEZZOPANE et al., 1995). Vieira et al., (2016), comprovaram que o uso de ambiente protegido com coberturas Sombrite[®] e Aluminet[®] contribuíram de forma positiva para a formação de porta-enxertos de seringueira.

Para que o enraizamento em estacas ocorra com sucesso, o ambiente de cultivo é um fator de suma importância, assim como as características anatômicas e fisiológicas da espécie a ser propagada. Pois o ambiente garante à estaca um controle parcial da irradiação através do sombreamento de 0 a 100% de acordo com o material escolhido e da temperatura por volta de 21 a 27° C diurna e 15 a 21° C noturna devido a irrigação por nebulização. Garantindo a umidade do substrato e do ar, assegurando a viabilidade das estacas e a formação de raízes adventícias (OLIVEIRA et al., 2001).

Ambientes artificiais tais como o fitotron, são programados para que possa garantir de fato um controle adequado do ambiente, levando em consideração a espécie a ser propagada e adequando os fatores como temperatura, fotoperíodo, umidade relativa do ar e ventilação para proporcionar equilíbrio dentro do ambiente e de fato a espécie vir a desenvolver por conta das condições adequadas (RAKOCEVIC; PICARELLI, 2011).

Trabalhando com modificação de padrão de ramificação das plantas jovens de erva-mate (RAKOCEVIC; PICARELLI, 2011), afirmam que o ambiente fitotron é influenciado quanto ao comprimento médio dos ramos de 14,32 cm em relação a 5,29 cm no sombrite. Outro parâmetro a ser levado em consideração é o eixo principal que no fitotron apareceram 39 ramos, enquanto no sombrite 14 ramos.

1.4. Funções do zinco (Zn) na planta

O micronutriente zinco atua no controle hormonal, um crucial fator que está relacionado ao enraizamento de estacas, participando na produção de ácido indolacético (AIA), a partir da síntese do triptofano. Na falta de zinco ocorre a diminuição do nível de AIA, devido a menor formação ou pelo fato de existir maior oxidação do AIA por maior atividade de peroxidase ou radicais de O₂ livres (RAINS, 1976; ROMHELD; MARSCHNER, 1991).

O zinco é requerido e crucial na síntese do triptofano, um precursor do ácido indolacético-AIA, inibindo a RNA-se, ativa a anidrase carbônica e, participa da estrutura da dismutase de superóxido. Sendo o AIA um fitohormônio responsável por crescimento celular, bem como indutor de raízes adventícias. A anidrase carbônica é uma enzima metálica importantíssima existente nos cloroplastos, catalisadora da formação do ácido carbônico, cujo elemento participa da neutralização do pH celular (AMBERGER, 1988; DECHEN et al., 1991; MENGEL; KIRKBY, 1979; BLAKESLEY et al., 1991).

Existem evidências demonstrando que as plantas convertem triptofano em AIA através de várias rotas, tais como: a primeira rota do ácido indol-3-piruvato (AIP) que, provavelmente, é a mais comum das vias dependentes do triptofano. Envolve uma reação de desaminação para formar AIP, seguido por uma reação de descarboxilação para formar o indol-3-acetaldeído, o qual é então, oxidado ao AIA por uma desidrogenase específica. A segunda rota da triptamina (TAM) é semelhante à do AIP, exceto pela ordem inversa das reações de desaminação e descarboxilação e pelas diferentes enzimas que estão envolvidas. As espécies que não utilizam a rota do AIP apresentam a TAM. E a terceira rota é a do indol-3-acetonitrila (IAN), o triptofano é primeiro convertido a indol-3-acetaldoxima e, então, a indol-3-acetonitrila (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A capacidade de absorção foliar de zinco em plantas de café, varia de 1 a 2 dias, considerando-se uma absorção de 50% do total absorvido aplicado (FAQUIN, 1994). O zinco é classificado como parcialmente móvel ou pouco móvel nas plantas. A possibilidade de fornecimento de macro e micronutrientes via foliar às plantas depende da técnica de aplicação (MALAVOLTA, 1980). Trabalhando com aplicação foliar em café Arzolla (1955), verificou que a pulverização direta nas folhas chega a ser oito vezes mais intensa que no fornecimento via radicular em solução nutritiva, comprovando que pulverizações na face abaxial é mais eficiente, absorvendo cerca de 40% do zinco aplicado.

1.5. Referências bibliográficas

ABRABOR - Associação Brasileira de Produtores e Beneficiadores de Borracha Natural. **Estatísticas e Tendências das Borracha Natural**. 2017. Disponível: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/borracha-natural/2017/38a-ro/app-abrabor-38ro-borracha.pdf>>. Acesso em: 16/02/2019.

ALTOÉ, J. A. **Produtividade de minicepas, enraizamento de miniestacas e qualidade de mudas de goiabeira e araçazeiros produzidas por miniestaquia**. 2011. 119 p. Tese (Doutorado Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Goytacazes – RJ. 2011.

ALVES, E. C. **Clonagem por estaquia de ramos de *Dovyalis hebecarpa* E *Dovyalis hebecarpa* X *D. Abissinica***. 2014. 34 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP. 2014.

AMBERGER, A. **Pflanzenernährung: ökologische und physiologische grundlagen dynamik und stoffwechsel der näherelemente**. Stuttgart: Eugen Ulmer, 3 ed. 1988. p. 260-280.

ARAUJO, J. G.; ARAUJO JUNIOR, M. M.; MENEZES, R. H. N.; MARTINS, M. R.; LEMOS, R. N. S.; CERQUEIRA, M. C. Efeito do recipiente e ambiente de cultivo sobre o desenvolvimento de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. n. 3, p. 526-529. 2006.

ARZOLLA, J. D. P. **Contribuição ao estudo da absorção e da translocação do rádio zinco no cafeeiro**. 1955. 38 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. 1955.

ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. **Enraizamento de plantas lenhosas. Cultura de tecidos e transformação de plantas**. Brasília: EMBRAPA - SPI, p. 261-96, 1998.

BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 36, n. 1, p. 86-92, 2006.

BLAKESLEY, D.; WESTON, G. D.; HALL, J. F. The role of endogenous auxin in root initiation. **Plant Growth Regulation**, Netherlands, v. 10, p. 341-353, 1991.

BRISSETTE, J. C.; BARNETT, T. J.; LANDIS, T. D. Container Seedlings. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Eds) **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 117-4.

BRITO, D. R; SOUZA, W. C; RAABE, J; CORDEIRO, S. A. Avaliação mercadológica da borracha natural no Brasil. **Revista Agroambiental**, Porto Alegre-RS, v. 3, n. 3, p. 67-72, 2011.

- CAMARGO, A. P.; MARIN, F. R.; CAMARGO, M. B. P. **Zoneamento climático da heveicultura no Brasil**. Campinas-SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 19 p.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. R.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.
- CASTRO, P. R. C.; FACHINELLO, J. C.; FAQUIM, V.; RAMALHO, J. F. G. P.; BACCHI, O. O. S. Estimulação do enraizamento de estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 41, p. 349-357, 1984.
- CIFLORESTAS - Centro de Inteligência em Florestas. **Seringueira**. Disponível: <<http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=seringueira>>. Acesso em: 20/11/2017.
- COSTA, E.; SANTOS, L. C. R.; VIEIRA, L. C. R. Produção de mudas de mamoeiro utilizando diferentes substratos, ambientes de cultivo e recipientes. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal-SP, v. 29, n. 4, p. 528-537, 2009.
- COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; MESQUITA, V. A. G.; SASSAQUI, A. R. Efeitos do Organo super e do ambiente protegido na formação de mudas de mamoeiro. **Engenharia Agrícola**. v. 31, p. 41- 55, 2011.
- COSTA, E.; FERREIRA A. F. A.; SILVA, P. N. L.; NARDELLI, E. M. V. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 34, n. 4, p. 1189-1198, 2012.
- DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Funções dos micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba-SP: POTAFOS, 1991. p. 65-78.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília-DF: EMBRAPA, 2005. 221 p.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras-MG: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.
- GONÇALVES, P. S.; BATAGLIA, O. C.; ORTOLANI, A. A.; FONSECA, F. S. Manual de heveicultura para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas - IAC, 2001. 78 p. (Série Tecnologia APTA, **Boletim Técnico IAC**, n. 189).
- GONÇALVES, E. C. P.; PRADO, R. M.; CORREIA, M. A. R. Fontes de fósforo no crescimento de porta-enxerto de seringueira sob condições de viveiro. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 40, n. 4, p. 818, 2010.
- GONÇALVES, P. S.; MARQUES, J. R. B. Clones de seringueira: influência dos fatores ambientais na produção e recomendação para o plantio. In: ALVARENGA, A. P.; CARMO, C. A. F. S. **Seringueira**. 2 ed. Viçosa-MG: EPAMIG, 2014. p. 247-326.

GALIANI, P. D. **Avaliação e caracterização da borracha natural de diferentes clones de seringueira cultivados nos estados de Mato Grosso e Bahia**. 2010. 178 p. Tese (Doutorado – Físico química) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos-SP, 2010.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagación de plantas – principios y practicas**. México: Compañia Editorial Continental, 1990. 760 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7 th ed. New Jersey, Prentice Hall, 2002.

IAC – Instituto Agrônômico de Campinas. **A importância da borracha natural**. 2011. Campinas-SP. Disponível: <www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira/>. Acesso em: 18/04/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produções de lavoura permanente do estado de São Paulo**. 2015. Disponível em: >. Acesso em: 16/02/2019.

KOVALESKI, A.; BORTOLOZZO, A. R.; HOFFMANN, A.; CALEGARIO, F. F.; MELO, G. W. B.; FREIRE, J. M.; BERNARDI, J.; VARGAS, L.; BRAGHINI, L. C.; BOTTON, M.; FERLA, N. J.; SANHUEZA, R. M. V.; PINENT, S. M. J. Produção de morangos no sistema hidropônico. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho, Sistemas de produção**, 2006. (Circular Técnica)

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

MARTINS, A. L. M.; RAMOS, N. P.; GONÇALVES, P. S.; VAL, K. S. Influência de porta-enxertos no crescimento de clones de seringueira no estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n. 9, p. 1743-1750, 2000.

MASSON, D. O. **Propagação vegetativa na produção de mudas de espinheira-santa (Maytenus ilicifolia Mart. ex Reissek)**. 2017. 51 p. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos-PR. 2017.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1979. 579 p.

NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C. Efeito de substratos e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de araçazeiro (*P. cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, p. 34-39, 1995.

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F.; RIOS, M. N. S.; REZENDE, M. E. Enraizamento de estacas para produção de mudas de espécies nativas de matas de galeria. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2001. 4 p. (**Recomendação Técnica 41**)

OLIVEIRA, A. B.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E.; BRUNO, R. L. A. Emergência de plântulas de *Copernicia hospita* Martius em função do tamanho da semente, do substrato e do ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v. 31, p. 281-287, 2009.

- OLIVEIRA, A. P. **Determinação da viabilidade e do vigor em sementes de seringueira.** 2012. 61 p. Dissertação (Mestrado – Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia-GO, 2012.
- PEZZOPANE, J. E. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A. Uso de estufa com cobertura plástica e de quebra-ventos na produção de porta-enxertos de seringueira. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-SP, v. 52, n. 3, p. 439-443, 1995.
- RAINS, D. W. Mineral Metabolism. **Plant Biochemistry**. p. 561-598, 3ª ed. Bonner & J. Varner, eds. Academia Press. Nova Iorque. 1976, 925 p.
- RAKOCEVIC, M.; PICARELLI, E. V. Modificação de padrão de ramificação das plantas jovens de erva-mate. In: **Actas de 5º Congreso Sudamericano de la Verba Mate, Misiones-Argentina. Posadas: INYM.** 2011. p. 125-130.
- RIPPEL, M. M.; BRAGANÇA, F. C. Borracha natural e nanocompósitos com argila. **Química Nova**, Campinas-SP, v. 32, n. 3, p. 818-826, 2009.
- ROMHELD, V.; MARSCHNER, H. 1991. **Function of micronutrients in plants.** Em: *Micronutrients in Agriculture*. 2º ed. 297-328. J. J. Mortvedt; ed. Soil Sci. Soc. America, Inc. Madison. 760 p.
- SANTOS, R. S. A seringueira e a importância da borracha natural no Brasil e no mundo. **Revista eletrônica de ciências**, São Carlos-SP, n. 49, 2011.
- SECCO, R. S. A botânica da seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex. A. Dr. Jessieu) Muell. Arg (Euphorbiaceae)]. In: ALVARENGA, A. P.; CARMO, C. A. F. S. **Seringueira**. 2. ed. Viçosa-MG: Epamig-Viçosa, 2014. 19-42 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Auxina: o hormônio do crescimento. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. Ed. Cap.19. Porto Alegre-RS: Artmed. 2004. p. 450-481.
- VITAL, J. S. A. **Zinco – Cofator de enraizamento em miniestacas de seringueira.** 2016. 45 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Sustentabilidade na agricultura) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia-MS, 2016.
- Vieira, N. C. S.; MARUYAMA, W. I.; COSTA, E.; DIAS, P. M.; PEREIRA, A. C. **Clones, substrates and environments for seedlings of rubber tree rootstocks.** Engenharia Agrícola, v. 36, n. 5, p. 749-759, 2016.
- WILCKEN, S. R. S.; GABIA, A. A.; BRITO, P. F.; FURTADO, E. L. Nematóides fitoparasitas em seringais do Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu-SP, v. 41, n. 1, p. 54-57, 2015.
- WIMMER, P. **Produção de borracha natural em sistemas agroflorestais de várzea no município de Itacoatiara-AM.** 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado - Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus-AM, 2010.

CAPÍTULO 2. SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE SERINGUEIRA COM APLICAÇÃO DE SULFATO DE ZINCO FOLIAR EM DIFERENTES AMBIENTES

RESUMO: A seringueira é uma espécie que apresenta dificuldade no enraizamento pelo método de propagação vegetativa, na produção de mudas por estaquia. Uma alternativa para superar esta dificuldade é o uso de micronutrientes como cofatores de enraizamento, tal como o zinco. Diante disto, objetivou-se avaliar a sobrevivência de estacas de seringueira em ambientes com a aplicação foliar de sulfato de zinco. Aplicou-se sulfato de zinco via foliar 72 horas antes da coleta das estacas. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em três ambientes distintos sendo: A – Fitotron. B – Câmara de nebulização. C – Casa de vegetação. Foram utilizados 6 tratamentos e 3 repetições de 16 estacas de seringueira. Os tratamentos foram 0; 0,04; 0,08; 0,16; 0,32 e 0,64 mg L⁻¹ de ZnSO₄. Aos 17 dias realizou-se a primeira avaliação de sobrevivência de estacas e aos 31 dias, a avaliação final. Os dados foram submetidos à análise de variância, e para fins estatísticos, utilizou-se análise de grupos de experimentos. Realizou-se avaliação conjunta dos ambientes e doses, para as variáveis que apresentaram razão do quadrado médio dos resíduos menor que 7:1. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as médias relativas as doses foram submetidas a análise de regressão, utilizando-se o programa SANEST. A não aplicação de sulfato de zinco aos 17 dias, proporciona sobrevivência de estacas verdes superiores a 80%, quando se utiliza ambientes de cultivo, tais como: ambiente fitotron (87,50%) e casa de vegetação (81,25%), proporcionando a melhor taxa de sobrevivência na dose 0. A câmara de nebulização apresenta a maior taxa de mortalidade de estacas de seringueira aos 31 dias após a implantação do experimento, possuindo mortalidades superiores a 96%, com aplicação do sulfato de zinco ou não. Os ambientes estudados foram inadequados para a sobrevivência de estacas de seringueira aos 31 dias após a aplicação de sulfato de zinco. A aplicação foliar de sulfato de zinco via foliar não interfere na sobrevivência de estacas de seringueira em ambientes de produção.

PALAVRAS-CHAVE: *Hevea brasiliensis*; Produção de mudas; Ambiente vegetal; Zinco.

ABSTRACT: Hevea is a species that presents difficulty in rooting by the method of vegetative propagation, in seedling production by stem cuttings. An alternative to overcome this difficulty is the use of micronutrients like rooting cofactors, such as zinc. On this, the objective of assessing the survival of cuttings of hevea in environments with foliar application of zinc sulphate. Zinc sulfate applied via 72 hours before collection leaf cuttings. The completely randomized design (DIC), in three distinct environments: the-Fitotron. B – nebulizer Chamber. C – greenhouse. We used 6 treatments and 3 replicates of 16 rubber tree cuttings. The treatments were 0; 0.04; 0.08; 0.16; 0.32 and 0.64 mg L⁻¹ of ZnSO₄. The 17 days the first evaluation was conducted for survival of cuttings and the 31 days, the final assessment. The data were subjected to analysis of variance, and for statistical purposes, we used experimental groups analysis. Joint evaluation was conducted of the environments and doses, for variables that showed why the mean square of waste less than 7:1. The means were compared by Tukey test at 5% probability and averages on the doses were subjected to regression analysis, using the SANEST program. The non-application of zinc sulfate to 17 days, provides survival were greater than 80% green, when using cultivated environments, such as: fitotron environment (87.50%) and greenhouse (81.25%), providing the best survival rate at 0. The nebulisation Chamber has the highest mortality rate of rubber tree cuttings to 31 days after implantation of the experiment, with more than 96% mortalities, with application of zinc sulfate or not. The environments studied were unsuitable for the survival of rubber tree cuttings to 31 days after application of zinc sulphate. Foliar application of zinc sulphate via foliar does not interfere in the survival stakes of rubber trees in production environments.

KEY-WORDS: *Hevea brasiliensis*; Seedling production; Plant environment; Zinc.

2.1. INTRODUÇÃO

A heveicultura é uma atividade agrícola que exige estratégias de implantação do seringal, pois requer um alto investimento inicial. Com isso, a busca por mudas de elevada qualidade é de suma importância para se ter um seringal vigoroso e produtivo (GONÇALVES; BACCHIEGA, 2010).

Os ambientes de cultivo protegido proporcionam o controle parcial de condições edafoclimáticas, podendo a vir influenciar o desenvolvimento inicial das plantas, garantindo uma melhor taxa de sobrevivência das mudas em campo (GONÇALVES et al., 2001; COSTA et al., 2011).

Ambientes artificiais, são programados para que possa garantir de fato um controle adequado do ambiente, levando em consideração a espécie a ser propagada e adequando os fatores como temperatura, fotoperíodo, umidade relativa do ar e ventilação para proporcionar equilíbrio dentro do ambiente e de fato a espécie vir a desenvolver por conta das condições adequadas (RAKOCEVIC; PICARELLI, 2011).

A produção de mudas de seringueiras, provenientes de porta-enxertos de sementes não selecionadas, apresenta grande variabilidade genética e baixo vigor. Uma alternativa para o problema do uso de porta-enxerto proveniente de sementes é o método de propagação vegetativa por estaquia, tornando o material padronizado (BRITO, 2010).

A estaquia é um método de propagação vegetativa onde se pode obter um grande número de mudas a partir de um pequeno número de plantas matrizes (AMARAL et al., 2012), que permite a obtenção de uma muda com a mesma característica desejada da planta matriz e, assim, assegura um maior controle de doenças, um elevado potencial produtivo e uniformidade na qualidade e produção de mudas (FACHINELLO et al., 2005).

Contudo, a seringueira é uma espécie que possui dificuldade no enraizamento de estacas, apresentando um baixo rendimento na produção de mudas. Como alternativa para superar essa dificuldade, poderia-se usar micronutrientes, tal como o zinco, como co-fator de enraizamento (VITAL, 2016).

O zinco é crucial para a síntese do triptofano, um precursor do ácido indolacético-AIA que é um fitohormônio responsável pelo crescimento celular, assim como indutor de raízes adventícias (AMBERGER, 1988; DECHEN et al., 1991).

Diante disto objetivou-se avaliar a sobrevivência de estacas de seringueira em ambientes com a aplicação foliar de sulfato de zinco.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, na Unidade Universitária de Cassilândia – MS, possuindo uma latitude de 19°07'21'' S e longitude de 51°56'15'' W e altitude média de 516 m, durante o período de 19/05/2018 a 18/06/2018, utilizando-se a seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), variedade RRIM 600 proveniente de jardim clonal de 2 anos.

Foram selecionadas plantas no jardim clonal de seringueira, que passaram por pulverizações foliares distintas, com seis concentrações de sulfato de zinco (0, 0,04, 0,08, 0,16, 0,32, 0,64), de acordo com Vital (2016), contendo 34,5% de Zn (Figura 1).



Figura 1. Jardim clonal de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), variedade RRIM 600, com idade de dois anos.

Para o preparo das diferentes concentrações utilizou-se uma solução estoque contendo sulfato de zinco ($ZnSO_4$) na concentração 0,1885 g de $ZnSO_4$, seguindo Vital (2016), que foi diluído em água deionizada, com auxílio de uma proveta graduada, até adquirir as concentrações desejadas.

A pulverização do sulfato de zinco ocorreu no período da manhã entre 6:00 e 8:00 horas, pulverizando tanto a parte adaxial quanto a abaxial das folhas. Para facilitar a marcação e pulverização correta de cada tratamento, as plantas foram demarcadas com barbantes coloridos onde cada cor se equiparava a uma dose (Figura 2).

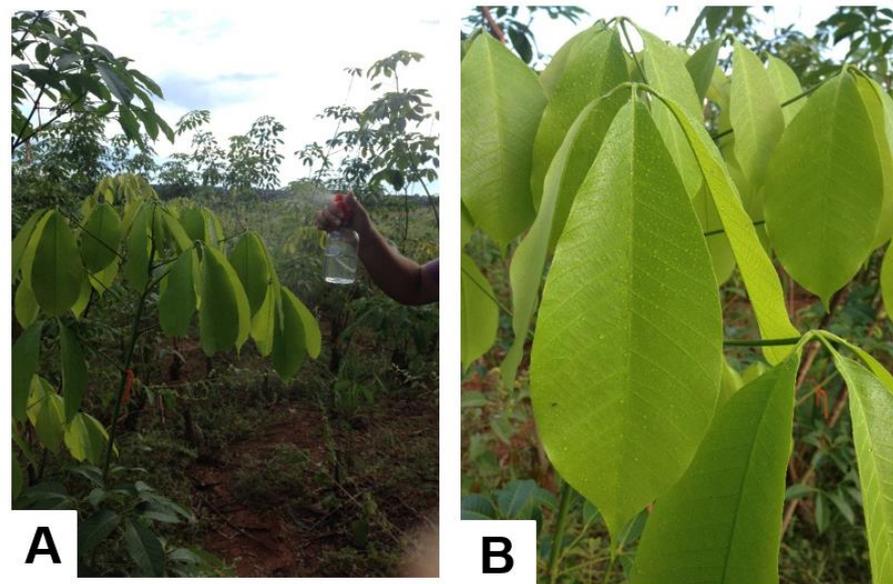


Figura 2. Pulverização com diferentes soluções de sulfato de zinco na parte aérea das plantas de seringueira (A). Parte aérea abaxial e adaxial pulverizada (B).

Após 72 horas da aplicação do sulfato de Zn, não ocorreu chuva e com isso procedeu-se a coleta das estacas de seringueira, oriundas da parte apical, mediana ou basal, conforme a disponibilidade, entre as 6:00 e 8:00 horas da manhã. O corte foi logo a baixo do nó e o comprimento médio de cada estaca foi de 7 cm, possuindo o mesmo diâmetro. Em cada estaca, foi deixado dois pares de folhas inteiras e três pares de folhas cortadas ao meio, com o intuito de diminuir a evapotranspiração e estimular o enraizamento (Figura 3).

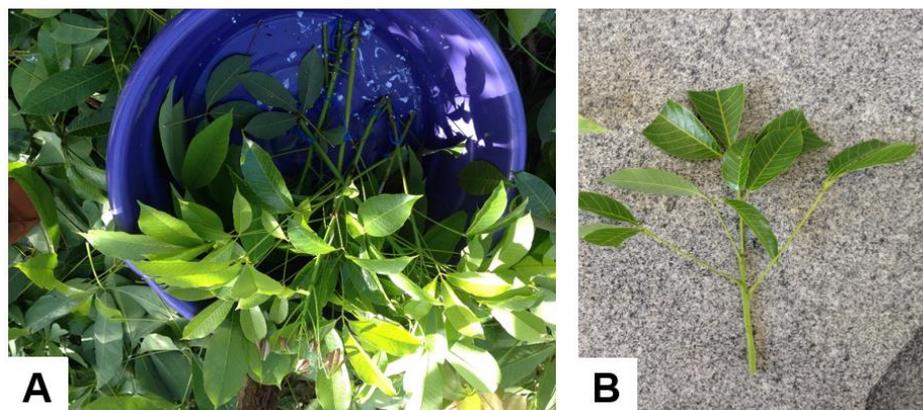


Figura 3. Coleta de estacas de seringueira após 72 horas de pulverização de sulfato de zinco (A). Padronização das estacas de seringueira (B).

Após serem coletadas e padronizadas, as estacas foram transferidas para bandejas, com capacidade de 6 L, e foram esterilizadas com uma solução de hipoclorito de sódio à 5%, dois dias antes da implantação do experimento, contendo areia grossa lavada autoclavada como substrato e inseridas a 3 cm neste substrato (Figura 4).



Figura 4. Montagem das estacas nas bandejas de plástico após a padronização das estacas, para condução do experimento nos ambientes utilizados.

As bandejas foram transferidas para 3 ambientes de cultivo, sendo eles: A) Fitotron, B) Câmara de nebulização e C) Casa de vegetação, perfazendo um delineamento inteiramente casualizado, com as 6 concentrações de $ZnSO_4$ aplicados via foliar e 3 ambientes, com 3 repetições de 16 estacas de seringueira.

As estacas foram pulverizadas semanalmente com fungicida, cujo princípio ativo é o Tiofanato-Metílico, durante todo o experimento, com uma dose de 2%.

Cada ambiente de cultivo pode ser descrito como: A- Câmara de crescimento climatizada “tipo fitotron”, com fotoperíodo de 12 horas. B- Câmara de crescimento climatizada denominada de Câmara de nebulização, confeccionada com plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 microns e podendo possuir influência do ambiente externo, com fotoperíodo de 12 horas. C- Estufa agrícola de 18,0 m x 8,0 m x 4,0 m (144 m²), coberta com filme de polietileno de baixa densidade de 150 microns, difusor de luz, antigotejo, abertura zenital vedada com tela branca de 30%, com tela lateral e frontal de monofilamento de 30% de sombreamento e, tela termo-refletora aluminizada LuxiNet 42/50, móvel, sob o filme de PEBD. Com bancadas metálicas (mesas) internas de 1,40 m de largura x 3,50 m de comprimento x 0,80 m de altura. Sistema de irrigação por microaspersão suspenso com emissores NETAFIM SPINNET de 70 litros por hora. Piso com brita. E dentro da casa de vegetação em uma bancada utilizou-se 2 m² para realizar o ensaio, onde a parte inferior da bancada foi cercada com plástico transparente cristal 0,15mm e deixando apenas a parte de cima da bancada livre para que ocorresse a irrigação por 31 dias, após a implantação do experimento (Figura 5).



Figura 5. Ambientes utilizados para condução do ensaio: Fitotron (A), Câmara de nebulização (B) e Estufa agrícola (C).

A irrigação foi realizada conforme a necessidade de umidade do substrato, exceto na casa de vegetação que a irrigação foi feita a cada hora, por 1 minuto.

Aos 17 e 31 dias após a montagem do experimento, foi realizada a primeira e segunda avaliação das estacas, respectivamente, em que as mesmas foram classificadas como vivas ou mortas, segundo a sua coloração: A) Coloração verde, estacas vivas e B) Completamente enegrecidas, estacas mortas (Figura 6).



Figura 6. Parâmetro utilizado para determinação da sobrevivência das estacas de acordo com a sua coloração. (A) Coloração verde, estacas vivas. (B) Completamente enegrecidas, estacas mortas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e para fins estatísticos, utilizou-se análise de grupos de experimentos. Realizou-se avaliação conjunta dos ambientes e doses, para as variáveis que apresentaram razão do quadrado médio dos resíduos menor que 7:1. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as médias relativas as doses foram submetidas a análise de regressão, utilizando-se o programa SANEST, Sistema de Análise Estatística para microcomputadores (ZONATA; MACHADO, 1986).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de ambiente vegetal para o enraizamento de estacas de seringueira pode ser utilizado para que possamos garantir a sobrevivência e/ou enraizamento das estacas, independente de fatores bióticos e abióticos, seja ele com características externas ou internas do vegetal. Estudando três ambientes distintos podemos observar a diferença quanto à porcentagem de estacas verdes, ou seja, sobreviventes quando se realiza a pulverização via foliar de sulfato de zinco como fonte do micronutriente Zn.

A relação do quadrado médio do resíduo entre os ambientes aos 17 e 31 dias para estacas verdes, resultaram em valores inferiores a 7. Portanto, procedeu-se a análise de grupo

de experimentos segundo Banzatto; Kronka (2003), por outro lado as estacas mortas aos 17 e 31 dias resultaram em valores superiores a 7, sendo realizado a regressão (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrado médio do resíduo e relação do quadrado médio do resíduo (RQMR) para a variável porcentagem de estacas verdes e mortas de seringueiras em função da dose de sulfato de zinco aplicado via foliar e conduzido em três ambientes aos 17 e 31 dias após a implantação do experimento. Cassilândia-MS, 2018

AMBIENTE	ESTACAS			
	VERDES		MORTAS	
	17	31	17	31
	-----Dias-----			
Fitotron	208,33	208,33	17, 36	17, 36
Câmara de Nebulização	110,67	110,67	4, 34	4, 34
Casa de Vegetação	119, 35	119, 35	71, 61	71, 61
RQMR	1,88	1,88	16,50	16,50

Kochian (1991), cita que concentrações de zinco superiores a 0,20 até 0,40 mg L⁻¹ de Zn causam fitotoxicidade nas plantas, sugerindo que possíveis altas concentrações de zinco venha causar fitotoxidez. No presente estudo, foi verificado que quando não utilizado o sulfato de zinco, as estacas apresentam-se com maior taxa de sobrevivência.

A não aplicação de sulfato de zinco proporciona taxas de estacas verdes superiores a 80% quando se utiliza ambientes de cultivo, tais como: ambiente fitotron (87,50%) e casa de vegetação (81,25%), proporcionando a melhor taxa de sobrevivência na dose 0 (Figura 7).

De acordo com a Figura 7, com a pulverização de 0,04 (79,16%), 0,08 (72,91%) e 0,32 (83,33%) mg L⁻¹ de ZnSO₄, via foliar em seringueira, o ambiente casa de vegetação demonstra-se superior em garantir maior porcentagem de estacas verdes. Não diferindo do ambiente fitotron (60,41%) na dose de 0,04 mg L⁻¹ de ZnSO₄, e na dose de 0,16 mg L⁻¹ de ZnSO₄ (56,25%).

O uso da maior dose 0,64 mg L⁻¹ de ZnSO₄, segue um padrão diferente em relação as outras doses utilizadas quanto ao ambiente na sobrevivência de estacas verdes, onde verifica-se em casa de vegetação (77,08%), fitotron (54,16%) e Câmara de nebulização (56,3%), não ocorrendo diferença significativa entre eles, e resultando também que independente da dose utilizada o ambiente casa de vegetação não diferiu também, conforme a Figura 7.

O ambiente casa de vegetação, apresenta em todas as doses utilizadas, uma taxa de estacas verdes superior a 75% de sobrevivência. Já o ambiente fitotron possui uma porcentagem em torno de 41 a 82% de sobrevivência. Valores inferiores foram verificados no

ambiente câmara de nebulização, onde não foi verificada taxa de sobrevivência superiores a 57%, salientando ser entre os ambientes o pior em assegurar a sobrevivência de estacas verdes de seringueira (Figura 7).

No ajuste dos dados, por meio da análise de regressão, entre as doses de sulfato de zinco e porcentagem de estacas verdes de seringueira em ambientes, obteve-se o melhor ajuste com a função linear. O coeficiente de determinação obtido foi significativo (Câmara de nebulização = $61,68X + 28,57$ $R^2 = 86$), conforme a Figura 7.

De maneira geral o ambiente casa de vegetação e fitotron, propiciam melhores taxas de sobrevivência de estacas de seringueira aos 17 dias após a implantação do experimento, quando se pulveriza sulfato de zinco via foliar. No entanto, as estacas não apresentaram indícios de formação de raízes adventícias, possivelmente devido a um conjunto de fatores internos ou externos do vegetal, envolvendo a espécie estudada.

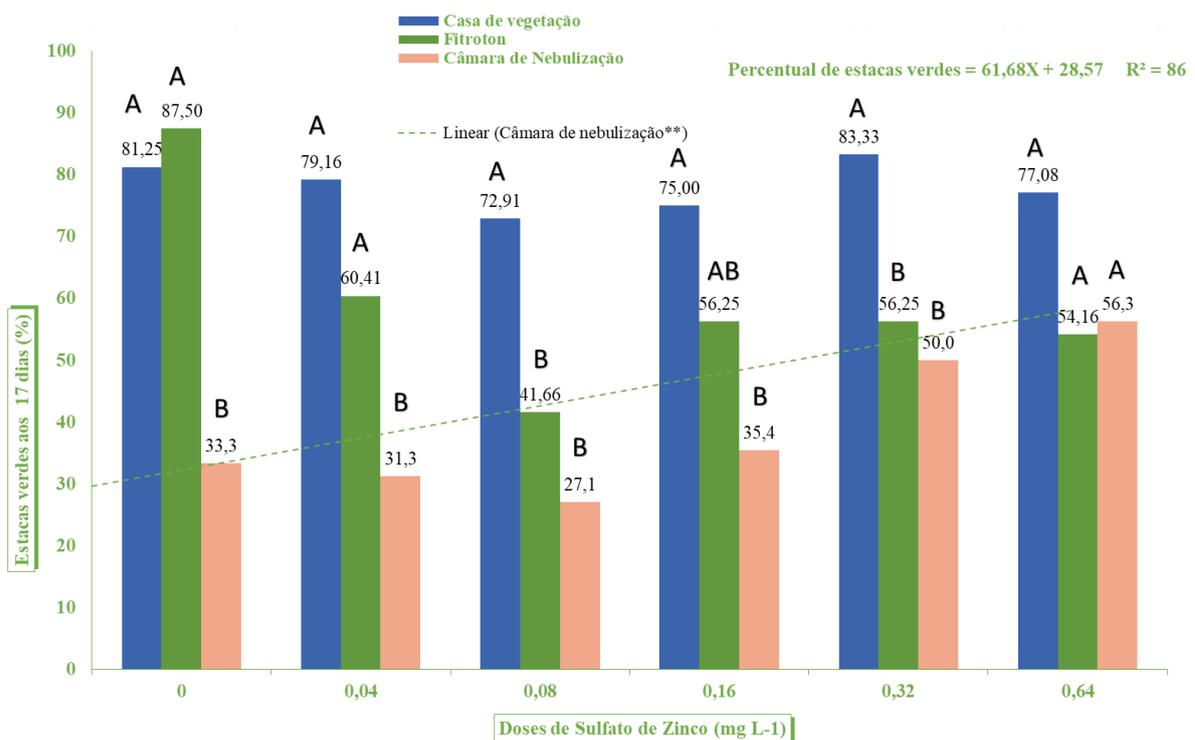


Figura 7. Porcentagem de estacas verdes de seringueira em função da dose de sulfato de zinco aplicado via foliar e conduzido em três ambientes aos 17 dias após a implantação do experimento.

De acordo com a Tabela 2, aos 31 dias da implantação do experimento o fator ambiente foi significativo a 1%, já a dose foi não significativa tanto para regressão linear quanto para quadrática, não ocorrendo interação entre ambiente e dose (Tabela 2).

Quando se avalia a sobrevivência de estacas de seringueira em ambientes, podemos observar que ambos se destacam dos demais, o que foi visto na Tabela 2, onde que o ambiente

fitotron (5,55%) e casa de vegetação (4,88%) apresentam-se propícios a devido a maior sobrevivência de estacas de seringueira, quando pulverizado sulfato de zinco via foliar.

O uso de ambientes tipo câmara de nebulização é impróprio para produção de mudas de seringueira, visando a sua sobrevivência e conseqüentemente o enraizamento da estaca, apresentando uma alta mortalidade das estacas aos 31 dias (Tabela 2).

A pulverização de sulfato de zinco apresenta-se insatisfatório para manter a sobrevivência da estacas de seringueira aos 31 dias, pois mesmo não aplicando sulfato de zinco via foliar não ocorre diferença significativa (Tabela 2).

Um fato a se salientar é que a dose 0,00 mg L⁻¹ (11,11%) que apresenta maior sobrevivência das estacas não difere da dose 0,16 mg L⁻¹ (0%) que não proporcionou nenhuma estaca verde aos 31 dias após a implantação do experimento (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de estacas verdes de seringueira em função da dose de sulfato de zinco aplicado via foliar e conduzido em três ambientes aos 31 dias após a implantação do experimento. Cassilândia, 2018

TRATAMENTOS		ESTACAS VERDES AOS 31 DIAS
		-----%-----
AMBIENTE		
Fitotron		5,55 a
Câmara de nebulização		1,00 b
Casa de vegetação		4,88 ab
DOSES DE SULFATO DE ZINCO		
0,00 mg L ⁻¹		11,11
0,04 mg L ⁻¹		0,66
0,08 mg L ⁻¹		4,88
0,16 mg L ⁻¹		0,00
0,32 mg L ⁻¹		4,11
0,64 mg L ⁻¹		2,11
F	AMBIENTE	*
Regressão	Linear	ns
	Quadrática	ns
C.V.(%)		46,38

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns Não significativo.

De acordo com a Tabela 3, aos 17 e 31 dias da implantação do experimento o fator ambiente e dose não foi significativo tanto para regressão linear quanto para quadrática, não

ocorrendo interação entre ambiente e dose, exceto para câmara de nebulização que aos 17 dias houve ajuste a regressão (Tabela 3).

A mortalidade das estacas aos 17 dias para o ambiente fitotron e casa de vegetação, apresentam-se inferior quando comparada a câmara de nebulização, que apresenta maior porcentagem de estacas mortas independente da dose de sulfato de zinco utilizado, pois as mesmas não diferiram entre si (Tabela 3).

A câmara de nebulização apresenta a maior taxa de mortalidade de estacas de seringueira aos 31 dias após a implantação do experimento, possuindo mortalidades superiores a 96%, utilizando sulfato de zinco ou não (Tabela 3).

O ambiente fitotron e casa de vegetação, também apresentam taxas de mortalidades superiores a 79% independente da dose aplicada na seringueira. Entretanto, podemos observar que há uma menor mortalidade de estacas, quando não se aplica sulfato de zinco aos 31 dias, comparando quando se pulveriza o sulfato de zinco (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de estacas mortas de seringueira em função da dose de sulfato de zinco aplicado via foliar e conduzido em três ambientes aos 17 e 31 dias após a implantação do experimento. Cassilândia, 2018

DOSES (mg L ⁻¹ de Zn)	ESTACAS MORTAS (%)					
	Fitotron		Câmara de nebulização		Casa de vegetação	
	17	31	17	31	17	31
	-----Dias-----					
0	12,66	79,00	67,00	100,00	18,66	87,66
0,04	39,66	98,00	69,00	100,00	21,00	100,00
0,08	58,66	98,00	73,00	98,00	27,00	89,66
0,16	44,00	100,00	64,66	100,00	25,00	100,00
0,32	44,00	96,00	50,33	96,00	17,00	96,00
0,64	58,66	96,00	43,66	100,00	23,00	98,00
R.L.	ns	ns	** ¹	ns	ns	ns
R.Q.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	35,67	4,23	17,00	2,02	49,75	8,81

$${}^1Y = 70,552381 - 44,8771131X$$

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns Não significativo.

Vital (2016), confirma que utilizando miniestacas de seringueira imersas na concentração de 0,64 mg L⁻¹ de Zn na forma quelatada, ocorreu uma maior taxa de mortalidade das estacas, todavia utilizando concentrações de 0,20 mg L⁻¹ de Zn, apresentou uma maior porcentagem de miniestacas vivas (61,4%). Por outro lado, podemos observar na Tabela 3, que exceto quando se utilizou a casa de vegetação e aos 17 dias, ocorreu uma taxa de mortalidade superior a 25%, afirmando que as doses utilizadas apresentam altas taxas de mortalidade.

A abscisão e queda total das folhas das estacas de seringueira, ocorreram em períodos diferentes de acordo com o ambiente utilizado, ao longo da condução do experimento, onde que no ambiente fitotron as folhas caíram ao sexto dia (24/05), já na câmara de nebulização ao nono dia (27/05) e na casa de vegetação, ocorreu no décimo sétimo dia (04/06) de acordo com a Figura 11. Vital (2016), aplicando concentrações 0; 0,04; 0,08; 0,16; 0,32 e 0,64 mg L⁻¹ em imersão em quelato de zinco, em miniestacas de seringueira, reduziu linearmente o número de folhas com abscisão ao final do período de 60 dias.

A densidade foliar do número de estacas por bandeja pode ter influenciado a rápida queda das folhas principalmente no fitotron, por não possuir circulação de ar dentro do ambiente e nem com o meio externo, propiciando uma rápida queda das folhas, assim como na câmara de nebulização. Por outro lado, a casa de vegetação por ocorrer circulação de ar do ambiente com o meio externo as folhas permaneceram por um período maior nas estacas (Figura 8).

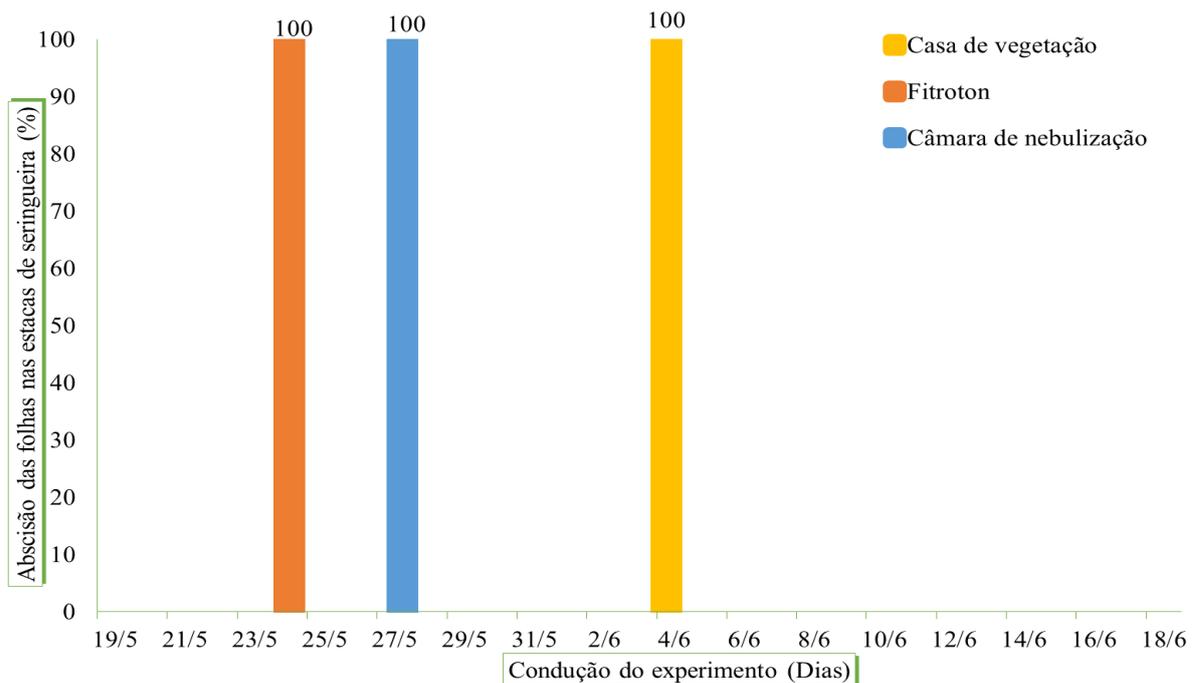


Figura 8. Abscisão total das folhas das estacas de seringueira nos ambiente casa de vegetação, fitotron e câmara de nebulização.

Na Figura 9, pode-se observar a ocorrência da queda das folhas das estacas de seringueira, onde a mudança na coloração das folhas ocorreu passando de verde para marrom, quebradiças. No entanto, as estacas permaneciam completamente verdes.

Aguiar et al. (2005), afirmam que a presença de folhas em estacas está associada com a taxa de sobrevivência das mesmas, porque as folhas jovens são fontes de auxinas, e ajudam no processo de diferenciação celular, uma vez que são responsáveis pela síntese de

fotoassimilados. Mindello Neto et al. (2006), afirmam que o suprimento adequado de carboidratos nas estacas, são imprescindíveis para a formação de raízes, e é de suma importância manter o maior número possível de folhas na estaca, evitando a desidratação e a queda prematura.

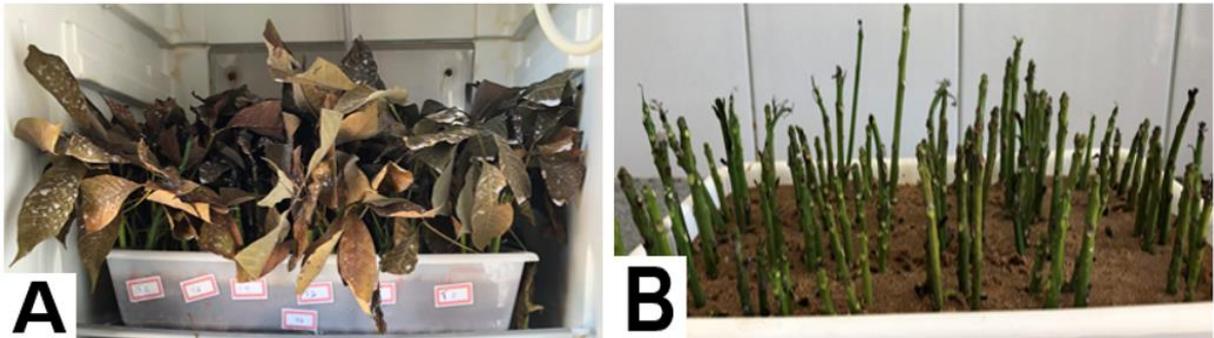


Figura 9. Estacas com sintomas de abscisão foliar (A) e estacas já sem folhas (B).

Pode-se observar na Figura 10 a presença de patógenos nas estacas, o que pode ter sido um fator que colaborou no não enraizamento e o que levou à morte mais rápida das estacas, apesar dos ambientes sendo esterilizados e o substrato (areia lavada) sendo autoclavada. No entanto, as estacas não foram esterilizadas antes da implantação do experimento, podendo ser a principal fonte de inóculo de patógenos e consequentemente reduzindo o tempo de pesquisa e a porcentagem de sobrevivência das estacas.



Figura 10. Ocorrência de patógenos nas estacas de seringueira.

Possivelmente, a dificuldade de sobrevivência das estacas de seringueira e a não formação de raiz adventícias, pode estar associado à forma em que o sulfato de zinco foi aplicado. Onde esperava-se que o micronutriente fosse absorvido e translocado para uma possível formação de calos nas estacas, ocorressem de forma eficiente, independente da mobilidade do zinco na planta por via foliar. Por outro lado, Vital (2016), utilizando zinco na forma quelatada, obteve resultados positivos em relação à aplicação de zinco, no entanto, a

forma em que foi aplicado pode ter sido o diferencial para que ocorresse o enraizamento das estacas, pois as estacas foram imersas em uma solução com o zinco quelatado e assim as estacas absorveram de forma mais rápida, através do gradiente de diferença de pressão, garantindo a translocação e o uso do zinco pela planta em seu sistema fisiológico. Outro detalhe é que este autor utilizou estacas provenientes de plantas com 4 meses de idade, diferente da pesquisa atual que o material vegetal possuía 2 anos.

Antwi-Wiredu et al. (2018), obtiveram dificuldade no enraizamento de estacas de seringueira do clone RRIM 600, pois a base da estaca aponta uma bainha quase contínua de fibras perivasculares que dificulta a passagem de primórdios radiculares. Fato este que pode ter sido um fator no não enraizamento das estacas de seringueira.

O não enraizamento das estacas de seringueira advém de suposições e indícios sobre fatores internos do vegetal, tais como, a idade do material vegetal utilizado, seguido da posição em que estas estacas estavam na planta, ou externos como época de coleta do material vegetal assim como a temperatura, umidade, pode sim ter influenciado a não formação de raízes adventícias. Já que há poucas informações e estudos sobre a propagação da seringueira e os fatores, seja ele em conjunto ou de forma isolada, que venham facilitar o enraizamento em estacas de seringueira pelo método da estaquia.

Esperava-se que o sulfato de zinco apresentasse um resultado positivo no enraizamento de estacas de seringueira, o que não foi verificado no presente estudo, avaliando apenas a sobrevivência das estacas aos 17 e 31 dias. No entanto, novos estudos devem ser realizados no intuito de estabelecer quais as condições ideais para produção de mudas, através deste método de propagação.

A casa de vegetação e o fitotron contribuíram para a sobrevivência de estacas verdes até 17 dias após a implantação do experimento, quando se pulveriza sulfato de zinco via foliar na matriz.

2.4. CONCLUSÕES

Os ambientes estudados foram inadequados para a sobrevivência de estacas de seringueira aos 31 dias após a aplicação de sulfato de zinco.

A aplicação foliar de sulfato de zinco não interfere na sobrevivência de estacas de seringueira em ambientes de produção.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. S.; SANTOS, C. E.; ZIETEMANN, C.; ASSIS, A. M.; MORAIS, V. J.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas semilenhosas do pessegueiro 'Okinawa' submetidas a diferentes dosagens de ácido indolbutírico. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá-PR, v. 27, n. 3, p. 461-466, 2005.
- AMARAL, G. C.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C.; JÚNIOR, J. V. S.; CAVALCANTE, M. Z. B.; CAVALCANTE, I. H. L. Produção de mudas de *Duranta repens* L. pelo processo de estaquia. **Revista de Ciências Agrárias**, Pernambuco-PE, v. 35, n. 13, p. 134-142, 2012.
- AMBERGER, A. **Pflanzenernährung: ökologische und physiologische grundlagen dynamik und stoffwechsel der nährelemente**. Stuttgart: Eugen Ulmer, 3 ed. 1988. p. 260-280.
- ANTWI-WIREDU, A.; AMITEYE, S.; DIAWUOH, R. G.; KLU, G. Y. P. Ex vitro propagation of rubber tree (*Hevea brasiliensis*) using stem cuttings. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**. v. 3, n. 3, p. 846-854, 2018.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal-SP: Funep, 2003. 237 p.
- BRITO, D. R.; SOUZA, W. C.; RAABE, J.; CORDEIRO, S. A. Avaliação mercadológica da borracha natural no Brasil. **Revista Agroambiental**, Porto Alegre-RS, v. 3, n. 3, p. 67-72, 2011.
- COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; MESQUITA, V. A. G.; SASSAQUI, A. R. Efeitos do Organo super e do ambiente protegido na formação de mudas de mamoeiro. **Engenharia Agrícola**. v. 31, p. 41- 55, 2011.
- DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Funções dos micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba-SP: POTAFOS, 1991. p. 65-78.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília-DF: EMBRAPA, 2005. 221 p.
- GONÇALVES, P. S.; BATAGLIA, O. C.; ORTOLANI, A. A.; FONSECA, F. S. Manual de heveicultura para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas - IAC, 2001. 78 p. (Série Tecnologia APTA, **Boletim Técnico IAC**, n. 189).
- GONÇALVES, E. C. P.; BACCHIEGA, A. N. Boas práticas em heveicultura: da semente à comercialização. **Revista Caso do Agricultor**, Campinas-SP, v. 4, n. 4, p. 13-14, 2010.
- MINDELLO NETO, U. R. Estaquia herbácea de pessegueiro cv. 'Charme', em função de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e números de folhas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v. 12, p. 27-29, 2006.

RAKOCEVIC, M.; PICARELLI, E. V. Modificação de padrão de ramificação das plantas jovens de erva-mate. In: **Actas de 5º Congreso Sudamericano de la Verba Mate, Misiones-Argentina. Posadas: INYM. 2011. p. 125-130.**

VITAL, J. S. A. **Zinco – Cofator de enraizamento em miniestacas de seringueira.** 2016. 45 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Sustentabilidade na agricultura) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia-MS, 2016.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 150p