



MURILLO JOSÉ MARTINS MACIEL

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE MIRTILO (*Vaccinium*
spp.) EM DIFERENTES SUBSTRATOS E ENRAIZADORES**

**LAVRAS – MG
2021**

MURILLO JOSÉ MARTINS MACIEL

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE MIRTILO (*Vaccinium* spp.) EM DIFERENTES
SUBSTRATOS E ENRAIZADORES**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do curso de
Agronomia, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Orientador

Dra. Ana Cláudia Costa

Coorientador

Dr. Evaldo Tadeu de Melo

Lavras – MG

2021

MURILLO JOSÉ MARTINS MACIEL

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE MIRTILO (*Vaccinium spp.*) EM DIFERENTES
SUBSTRATOS E ENRAIZADORES**

**ROOTING OF BLUEBERRY (*Vaccinium spp.*) IN DIFFERENT MATRIENTS AND
ENRAIZING**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do curso de
Agronomia, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Aprovado em ____ de _____ de 2021

Dra. Ana Claudia Costa
Dr. Evaldo Tadeu de Melo

Orientador

Dra. Ana Claudia Costa

Coorientador

Dr. Evaldo Tadeu de Melo

Lavras – MG

2021

Dedico esta monografia à minha querida mãe, que está comigo na alegria e nos momentos difíceis, me apoiando, aconselhando, incentivando. À minha família e amigos, que me apoiaram e ensinaram o pouco que eu aprendi durante a minha trajetória de vida, ensinamentos estes que foram essenciais para eu pudesse chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à minha querida mãe, que sempre me apoiou em todas as minhas escolhas, me incentivou a buscar a felicidade acima de qualquer outro fator. A pessoa que me escutou, me aconselhou, me educou e me manteve de pé, sem ela, eu dificilmente teria chegado até aqui.

À minha família e amigos, que sempre estiveram dispostos a me ajudar quando necessário. Sou muito grato pelo apoio e ensinamentos recebidos durante a trajetória.

Aos meus companheiros de casa e agregados, na qual pude conviver durante a minha graduação. Momentos que levarei comigo para sempre, dos momentos alegres aos difíceis, muito obrigado pela companhia.

À minha namorada e à família dela, que me acolheram e me incentivaram nas minhas decisões, me apoiando no que era necessário.

Aos meus companheiros de graduação, que estiveram comigo nas disciplinas, nos almoços e cafés. Agradeço especialmente aos amigos, em nome de muitos outros, Josias Reis, Tulio e Wigor Rocha Capanema, que estiveram comigo em diversos momentos marcantes da minha graduação.

Aos meus professores da graduação, ensino médio e fundamental, aos quais eu sou eternamente grato por todo o aprendizado. Conhecimentos estes que transpassaram o limite do conhecimento técnico e tornaram-se conhecimento para a vida. O meu muito obrigado pela paciência e pelo esforço para buscar resolver as minhas dúvidas.

Ao Dr. Evaldo Tadeu de Melo e à Ms. Giuliana Rayane Barbosa Duarte que sempre estiveram dispostos a me auxiliar no que era necessário, me incentivando e ensinando para sempre fazer o meu melhor acima de tudo.

À professora Dra. Ana Claudia Costa que mesmo com pouco tempo na universidade, prontamente aceitou o meu pedido para ser a minha orientadora. Muito obrigado pelo incentivo, ensinamentos e correções.

Ao NECOTON (Núcleo de Estudos em Cotonicultura), que foi um núcleo na qual eu tive a oportunidade de colaborar na fundação e de participar desse grupo que tanto me ensinou. Eu tenho muito a agradecer pela paciência, por me permitir errar e aprender com os erros.

Ao NECS (Núcleo de Estudos em Ciências do Solo), que mesmo convivendo por pouco tempo, pude aprender em virtude da paciência e do esforço para solucionar as minhas dúvidas. Agradeço pela recepção e pela oportunidade de me desenvolver.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui, o meu muito obrigado, pois todo o conhecimento adquirido foi essencial. É impossível utilizar palavras para expressar o sentimento de gratidão por todo apoio, conselho e ajuda. Sou e serei muito grato por tudo o que aprendi durante essa jornada, os meus mais sinceros agradecimentos.

Muito obrigado a todos.

“Nenhuma atividade humana, nem mesmo a medicina, tem tanta importância para a saúde quanto a agricultura”

(Dr. Pierre Delbet)

RESUMO

O mirtilo é uma espécie com potencial de crescimento de produção devido às vantagens nutritivas do fruto e a maior demanda durante a entressafra na Europa e nos Estados Unidos. A propagação comercial dessa espécie é realizada pelo método da estaquia, contudo, a taxa de estacas enraizadas é baixa, o que dificulta a multiplicação. Assim, objetivou-se avaliar a influência de diferentes substratos e produtos promotores de enraizamento na produção de mudas de mirtilo da variedade Jewel pelo método da estaquia. O experimento foi implantado no Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras-MG, em março de 2020. Para a obtenção dos dados, foram realizados dois experimentos, em ambiente de estufa de nebulização e em ambiente de telado com câmara úmida. Para a realização do experimento, em ambiente de estufa de nebulização, foi empregado o fatorial duplo de 7x4, com quatro repetições e cada parcela útil contendo dez estacas. Nesse ambiente, os tratamentos utilizados foram sete substrato (areia, casca de arroz carbonizada, fibra de coco, fibra de coco + casaca de arroz, perlita, substrato comercial e vermiculita) e quatro produtos que promovem o enraizamento (ácido indolbutírico (AIB) líquido, AIB em pó, Radifarm e testemunha (água)). O experimento em ambiente de telado com câmara úmida foi desenvolvido em fatorial duplo 3x4, contendo apenas três substratos (areia, vermiculita e substrato comercial) e os mesmos enraizadores do experimento localizado em estufa de nebulização. As doses utilizadas para esses produtos, em ambos os experimentos, foram de 3000 ppm para AIB líquido e em pó e 3 ppm para o Radifarm. Após três meses do início do experimento, as estacas foram retiradas dos substratos, avaliadas e foi calculada a porcentagem de estacas enraizadas. Os dados foram submetidos a análise de variância, pelo método de Tukey à 5%. Para as estacas enraizadas, em ambiente de nebulização, não houve interação entre substrato e enraizador, enquanto, para as estacas em ambiente de telado com câmara úmida, houve interação entre os fatores. Com relação ao ambiente de nebulização, os melhores substratos foram casca de arroz (78,90%), substrato comercial (77,34%) e casca de arroz + fibra de coco (64,84%). Para os substratos em ambiente de telado com câmara úmida, com exceção do substrato comercial que apresentou como melhor enraizador o AIB em pó (66,75%), os demais substratos apresentaram maior porcentagem média de estacas enraizadas utilizando o Radifarm, sendo 50,25% para a vermiculita e 34,25% para a areia. Os resultados indicam a importância da escolha adequada do substrato e do produto promotor do enraizamento para a propagação do mirtilo.

Palavras-chave: ácido indolbutírico, propagação, produção de mudas, ambientes, estaquia

ABSTRACT

Blueberry is a species with production growth potential due to the nutritional advantages of the fruit and the higher demand during the off-season in Europe and the United States. The commercial propagation of this species is performed by the method of staking, however, the rate of rooted cuttings is low, which hinders multiplication. Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of different substrates and rooting promotion products on the production of blueberry cuttings of the Jewel variety by the cuttings method. The experiment was implemented in the Fruit Culture Sector of the Agriculture Department of the Federal University of Lavras, in the city of Lavras-MG, in March 2020. To obtain the data, two experiments were performed, in a fogging greenhouse environment and in a shaded environment with a humid chamber. To perform the experiment in the misting greenhouses, a double factorial design of 7x4 was used, with four repetitions and each useful plot containing ten cuttings. In this environment, the treatments used were seven substrates (sand, carbonized rice husk, coconut fiber, coconut fiber + rice husk, perlite, commercial substrate and vermiculite) and four products that promote rooting (liquid indolbutyric acid (IBA), powdered IBA, Radifarm and witness (water)). The experiment in a shaded environment with a humid chamber was developed in a double factorial 3x4, containing only three substrates (sand, vermiculite and commercial substrate) and the same rooting products of the experiment located in the greenhouse. The doses used for these products, in both experiments, were 3000 ppm for liquid and powder IBA and 3 ppm for Radifarm. Three months after the beginning of the experiment, the cuttings were removed from the substrates, evaluated, and the percentage of rooted cuttings was calculated. The data were submitted to variance analysis, using the Tukey method at 5%. For the rooted cuttings, in mist environment, there was no interaction between substrate and rooterizer, while for the cuttings in shaded environment with humid chamber, there was interaction between the factors. Regarding the mist environment, the best substrates were rice husk (78.90%), commercial substrate (77.34%) and rice husk + coconut fiber (64.84%). For the substrates in shaded environment with humid chamber, with the exception of the commercial substrate that presented as the best rooting agent the IBA powder (66.75%), the other substrates presented higher average percentage of rooted cuttings using Radifarm, being 50.25% for vermiculite and 34.25% for sand. The results indicate the importance of an adequate choice of substrate and rooting product for the propagation of blueberry.

Key words: indolbutyric acid, propagation, seedling production, environments, cutting

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O mirtilo pertence à família das Ericaceae e ao gênero *Vaccinium* spp., sendo os Estados Unidos e Europa o centro de origem das espécies cultivadas. O consumo dessa fruta aumentou consideravelmente nos últimos anos em decorrência de suas propriedades nutracêuticas. O fruto é denominado de “fruto da longevidade” em virtude da qualidade deste, que contém compostos antioxidantes, sais minerais, vitaminas, dentre outros compostos. Além do consumo *in natura*, a fruta pode ser utilizada no preparo de sucos, tortas, bolos, pudins, biscoitos. As folhas também podem ser usadas para a produção de chá.

A planta apresenta crescimento arbustivo, podendo alcançar comprimento de até 4 metros. O sistema radicular é considerado superficial, uma vez que está concentrado nos primeiros 40 cm do solo. Entretanto, é possível encontrar raízes de suporte em até 1 metro de profundidade. O fruto é considerado uma baga, com diâmetro aproximado de 1 cm, cor azul quando maduro e possuindo cera denominada de pruína.

Os maiores produtores da fruta são Estados Unidos, Canadá, Alemanha e Polônia. Além da grande produção, os dois primeiros países são os maiores consumidores, e em decorrência disso, os maiores importadores na entressafra. No hemisfério sul, há um crescimento da produção de mirtilo, principalmente no Chile, Argentina e no Uruguai. O Chile é considerado o maior produtor da fruta na América do Sul. Isso ocorre pela necessidade de abastecimento dos maiores mercados consumidores no período da entressafra no hemisfério norte (MOMOLI, 2018).

No Brasil a produção de mirtilo ainda é incipiente, acredita-se que a área plantada corresponde à apenas 200 hectares, sendo cultivados principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais (DIEZ-RODRÍGUEZ et al., 2017). No país é possível realizar o cultivo do mirtilo em virtude das cultivares de baixa exigência de frio, representadas pelo grupo *Southern Highbush*, como a “Jewel” “Emerald”.

O sistema radicular de uma espécie vegetal é essencial para o desenvolvimento de uma planta. Isso acontece por efeito das raízes serem o principal modo de absorção de água e nutrientes. Ademais, auxilia na fixação da planta no solo ou substrato, dificultando o tombamento.

A baga do mirtilo apresenta uma quantidade elevada de sementes, entretanto, o principal modo de propagação é pela estaquia, em consequência da alta variabilidade genética das plantas provenientes da propagação seminífera (HARTMANN et al., 2002). Esse método apresenta,

como vantagem, a redução do período juvenil da planta, antecipando a produção (FACHINELLO, HOFFMANN & NATCHIGAL, 2005).

O substrato é um fator que influencia diretamente o enraizamento de estacas, devido às suas características químicas, físicas e biológica (CALDEIRA et al., 2000). Esse insumo tem por objetivo promover a sustentação da muda, armazenar e fornecer água e nutrientes para as estacas.

Além do substrato, outro fator de relevância para o enraizamento de estacas é a auxina. Essa importância deve-se a função que esse hormônio desenvolve na planta: alongação e divisão celular (TAIZ et al., 2012). Esse composto pode ser fornecido às estacas via exógena, por meio do tratamento das estacas com AIB (ácido indolbutírico), aplicado na forma líquida ou em pó.

Em virtude do principal modo de propagação do mirtilheiro ser a estaquia, é importante que ocorra um elevando índice de enraizamento nas mesmas. Entretanto, observa-se baixas taxas de enraizamento de estacas de mirtilo, com resultados insatisfatórios e variáveis conforme as cultivares, o que dificulta a produção de mudas (FACHINELLO, 2008).

Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de diferentes substratos e enraizadores, no enraizamento de estacas herbáceas de mirtilheiro cultivar Jewel.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O mirtilo, *blueberry* em inglês ou *arandano* em espanhol, pertence à família Ericaceae e ao gênero *Vaccinium spp.*, ao qual pertencem centenas de espécies e híbridos. O centro de origem dessa cultura é Estados Unidos e Europa, onde ocorre também maior produção e consumo (WESTWOOD, 1982).

É uma planta de porte arbustivo, podendo atingir até o porte de arvoreta, essa variação ocorre em virtude do material genético. O fruto é do tipo baga, de cor azul escura, possuindo em média 1 cm de diâmetro e 1,5g de peso e no interior, há uma grande quantidade de sementes (WESTWOOD, 1982).

Esta espécie necessita de solos ou substratos ácidos, com o pH variando entre 4,0 – 5,5, teor de matéria orgânica superior a 5%, e com boa umidade, contudo, com boa drenagem de água (WILLIAMSON et al., 2006). Além disso, essa frutífera é considerada de clima temperado, exigindo, de acordo com a espécie, horas de frio para produzir. Caso a planta não obtenha as horas de frio necessárias, poderá ocorrer redução na produção em consequência da brotação e florescimento deficientes (BOWLING, 2000).

Comercialmente, as principais espécies estão divididas em quatro grupos (QUEIROGA et. al, 2021), os quais variam em decorrência das diferenças fenotípicas. O “*lowbush*”, a qual apresenta plantas de menor porte, “*highbush*”, plantas maiores e o grupo das “*rabbiteye*”, cuja tradução é olho de coelho e o porte pode variar (HOFFMANN, 1994), sendo que esse conjunto apresenta as cultivares mais produzidas no Brasil (Climax, Powerdblue). No grupo das “*highbush*” há as plantas denominadas de *Southern Highbush*, recebendo esse nome em virtude da menor necessidade de horas frio abaixo de 7,2 °C (GALLETTA & BALLINGTON, 1996). O grupo mais recente é “*no chill highbush*”, uma vez que são cultivares que não possuem a necessidade de horas de frio ou uma necessidade muito baixa, destacando principalmente o híbrido Biloxi (necessidade menor que 250 horas de frio), o qual apresenta elevada produção e qualidade do fruto (QUEIROGA et. al, 2021). O híbrido Biloxi é o mais produzido no México e em virtude da menor exigência de frio e da ausência de *royalties*, existe o potencial de produzir bem em países como o Brasil (QUEIROGA et. al, 2021).

Para as cultivares do grupo *Southern Highbush* destaca-se a Jewel, Emerald, Star (QUEIROGA et. al, 2021). A Jewel, cultivar utilizada no presente estudo, apresenta uma necessidade de aproximadamente 250 horas de frio, apresentando adequada adaptação ao

ambiente quente, a qual apresenta elevada produtividade (20 toneladas por hectare), contudo, os frutos possuem um período de pós-colheita curto.

Na América do Sul a produção está em expansão, principalmente no Chile, Argentina e Uruguai (STRIK, 2005). O consumo de mirtilo no mundo está aumentando, em consequência das propriedades nutracêuticas existentes no fruto, sendo descrita como a “fruta da longevidade” (RASEIRA & ANTUNES, 2004) e o potencial para processamento.

No Brasil, o plantio ainda é incipiente, iniciado no ano de 1990 na região da Vacaria, Rio Grande do Sul, e ocorre nos estados de Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais, (CANTUARIAS–AVILES et al., 2014; RASEIRA & ANTUNES, 2004). O interesse brasileiro pela cultura deve-se, além da demanda local, pela oportunidade de exportação para os principais consumidores durante a entressafra do hemisfério norte (HOFFMANN, 1994).

Percebe-se uma elevação nos índices de produtividade, em decorrência das novas cultivares presentes no mercado, desenvolvidas pela Universidade da Flórida (EUA), como a “Jewel” e “Emerald”, pertencentes ao grupo “*Southern Highbush*” que são menos exigentes em frio (MEDINA, 2016).

Delgado (2014) citado por Leitão, afirmou que o fruto apresenta compostos antioxidantes, anti-inflamatórias, diminui o teor do mau colesterol (LDL), previne doenças cardiovasculares, das articulações e, somado a isso, melhora o sistema imunológico.

Embora essa espécie possua sementes viáveis para multiplicação, a propagação comercial é realizada vegetativamente, através da estaquia para manter as características dos clones selecionados. A estaquia consiste no método de propagação vegetativa, na qual utiliza-se ramos da planta matriz com o objetivo de induzir o enraizamento adventício (HARTMANN et al., 2002). Esse método utiliza como princípio a totipotência, que consiste na capacidade de uma célula gerar um novo indivíduo completo (TORRES et. al., 2000). O fundamento dessa técnica considera, então, que células da estaca irão se desdiferenciar e formar novas células, formando raízes após diversos processos químicos e biológicos.

Essa técnica apresenta como vantagem a formação de plantas uniformes, uma vez que o material genético é o mesmo da planta matriz e redução do período juvenil (HOFFMANN; FACHINELLO & SANTOS, 1995). Todavia, a dificuldade de obter mudas afeta na viabilidade econômica (FACHINELLO, 2008).

O enraizamento é influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos à planta (ALBURQUERQUE & ALBUQUERQUE, 1982). Hoffmann (1994) descreve quatro pontos

considerados importantes para o enraizamento, como a auxina, época de estaqueamento, potencial genético de enraizamento e ambiente (clima).

Com relação aos fatores intrínsecos relacionados ao enraizamento de estacas, destacam-se os fitoreguladores, principalmente a auxina, e o material genético.

A auxina é um hormônio produzido pelo vegetal, podendo vir a ser fornecida via externa através dos fitorreguladores. De acordo com Taiz (2012), esses compostos são mensageiros químicos que desencadeiam respostas no metabolismo. A auxina foi apontada como o fator de maior influência no enraizamento de estacas, por participar da elongação e divisão celular. Para obter maior taxa de enraizamento das estacas, é comumente utilizada auxina exógena, mediante a aplicação do ácido indolbutírico (AIB), produto mais utilizado para esta finalidade (KÄMPF, 2000; VILLA et al., 2003).

Esse fitorregulador pode ser aplicado por diferentes formas, tanto em concentração quanto a forma da aplicação, podendo ser em pó (diluído em talco) ou líquido (solução hidroalcolica). Peña et al. (2012) afirmaram que o uso de AIB líquido ocasionou maiores porcentagens de enraizamento nas estacas de mirtilo quando comparado com o uso de AIB em pó (talco). Segundo os autores a superioridade do AIB líquido em relação ao talco pode ter ocorrido devido ao talco não proporcionar uma aplicação uniforme. Hoffmann, Fachinello & Santos (1995), ao testarem diferentes concentrações de AIB em pó para o enraizamento de mirtilo, constataram que a faixa ideal é entre 2000 e 4000 ppm (partes por milhão).

Existe diferença na resposta das cultivares ao efeito do AIB (FISCHER et al., 2008). Essa teoria foi sustentada ao observar diferenças significativas nas doses ideais para duas cultivares de mirtilo, sendo 8000 ppm para a cultivar Delite e 1000 ppm para a cultivar Powderblue.

Todavia, em um experimento de Trevisan et al. (2008) a utilização de AIB líquido como enraizador para a cultura do mirtilo, na cultivar Clímax, não foi significativa, de modo que não houve emissão de raízes pelas estacas. Os autores acreditam que a dose utilizada de AIB (2000 ppm), não foi suficiente para estimular a produção de raiz.

Outro composto utilizado para promover o enraizamento são os ácidos húmicos, existindo muitos produtos comerciais contendo essa substância. Esses ácidos são compostos orgânicos presentes na matéria orgânica, que são oriundos da decomposição de restos vegetais ou animais. O ácido húmico estimula ou atua como a auxina, pois induz a resposta para a síntese deste hormônio, como consequência, pode promover maior crescimento do sistema radicular (CANELLAS et al., 2005).

Com relação a interferência do potencial genético das cultivares de mirtilo no enraizamento das estacas, Hoffmann, Fachinello & Santos (1995) sustentaram a informação que há influência do material genético utilizado. Ao avaliarem duas cultivares de mirtilo, Powder Blue e Clímax, observaram que houve diferença significativa no enraizamento de duas cultivares de mirtilo. A cultivar Powder Blue apresentou maior porcentagem de estacas enraizadas em relação a cultivar Clímax. Possivelmente, a diferença de enraizamento entre as cultivares de mirtilo ocorreu em virtude do menor teor de auxina endógena para a espécie com menor porcentagem de enraizamento (WANG & ANDERSEN, 1989).

Para Janick (1966), citado por Souza (2008) a morte precoce de estaca, durante o processo de enraizamento, deve-se a perda constante de água por conta da transpiração, enquanto não há raízes suficientes para absorver água.

Entre os fatores extrínsecos relacionados ao enraizamento de estacas estão: luminosidade, temperatura, umidade.

A luminosidade é um reagente essencial da fotossíntese, uma vez que o dióxido de carbono associado com a água na presença de luz consegue fornecer gás oxigênio e glicose (carboidrato) como produtos (TAIZ et al., 2012). A luz é uma onda capaz de degradar a auxina, desse modo, é importante que o substrato forneça um ambiente escuro para a estaca durante o processo de enraizamento (FACHINELLO, HOFFMANN & NATCHIGAL, 2005).

A temperatura é outro fator que interfere no enraizamento, em virtude de altas temperaturas provocarem aumento no metabolismo, o que favorece a divisão celular para a formação das raízes (FACHINELLO, HOFFMANN & NATCHIGAL, 2005), contudo, poderá acarretar aumento na perda de água. Hartmann et al. (2002), argumentam que o ambiente com sensação térmica elevada pode induzir as brotações, como resultado, o processo de enraizamento é afetado.

De acordo com Loach (1988), o teor de água no interior da planta é essencial para o enraizamento de estacas. Uma vez que, para a ocorrência da divisão celular, é necessário que a célula esteja com volume adequado de água. As estacas herbáceas necessitam de maiores cuidados com relação a água, em decorrência de apresentarem maior potencial de perda (FACHINELLO, HOFFMANN & NATCHIGAL, 2005).

Diversas estruturas podem ser utilizadas para o enraizamento de estacas, como exemplo, a câmara úmida, estufa de nebulização intermitente e B.O.D. De acordo com Fachinello, Hoffmann & Natchigal (2005), a nebulização fornece um ambiente com umidade relativa do ar elevada, sendo então, uma estrutura utilizada de forma comercial para a obtenção de mudas por estaquia.

Para Sampaio (1982), o uso da estrutura de nebulização propiciou enraizamento de estacas de figueira herbáceas próximo aos 100%. De acordo com Milhem (2011), as estacas herbáceas são sensíveis a perda de água, desse modo, a utilização desta estrutura influencia positivamente no enraizamento.

A função da câmara úmida é simular uma atmosfera com temperatura e umidade elevada. Almeida et al. (2008), em um experimento avaliando o enraizamento de Mini-ixora, afirmaram que o uso da câmara úmida, mesmo sendo uma estrutura mais simples e conseqüentemente, de menor custo, foi mais eficiente do que a estufa de nebulização.

O substrato é importante para permitir distribuição e formação de raízes, originando um sistema radicular mais eficiente (KREEN, SVENSSON & RUMPUNEN, 2002; OFORI et al., 1996). Ele influencia no enraizamento das estacas, em virtude das características químicas, físicas e biológicas, afetando a iniciação radicular e o enraizamento (CALDEIRA et al., 2000).

O mirtilo é uma cultura que apresenta melhor desenvolvimento em solos ou substratos ácidos, cujo pH varia entre 4,0 – 5,5, drenados e que apresentem adequada retenção de água (WILLIAMSON et al., 2006). Hoffmann, Fachinello & Santos (1995), afirmaram que o substrato influencia no enraizamento de estacas. Esses autores verificaram que para a cultura do mirtilo, a areia associada a composto orgânico autoclavado e estabilizado obteve maior porcentagem de enraizamento quando comparado à cinzas + vermiculita, em função da maior porosidade no substrato que contém areia, influenciando positivamente na drenagem. Entretanto, Tillmann et al. (1994) afirmaram que na comparação entre vermiculita e areia para a formação de raízes em crotón, a primeira apresentava maiores porcentagens no enraizamento, em razão das propriedades físicas e químicas, possuindo altos valores de espaço poroso total e alta capacidade de troca de cátions.

Ademais, em um experimento realizado por Damiani & Schuch (2009), comprovou-se que o uso de perlita como substrato é tão eficiente quanto a vermiculita para o enraizamento de mirtilo *in vitro*.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Lavras, no Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, situada na bacia do Rio Grande no estado de Minas Gerais. A cidade está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 45° 00' de longitude para o oeste, 21° 14' de latitude para o sul e altitude média de 918 metros (DANTAS et al., 2007). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é Cwa, cujas características são de ambiente subtropical, temperado chuvoso (mesotérmico), apresentando inverno seco e verão chuvoso.

Foram conduzidos dois experimentos separadamente, um no ambiente de estufa de nebulização e outro no ambiente de viveiro telado.

Na estufa de nebulização foi conduzido em esquema fatorial 7x4, sendo sete substratos (areia, perlita, vermiculita, fibra de coco, fibra de coco + casca de arroz carbonizada (1:1), casca de arroz carbonizada e substrato comercial Bio Grow (substrato composto por 80% de casca de pinus triturada e compostada e, 20% de turfa de *Sphagnum*), e quatro promotores de enraizamento (AIB líquido 3.000 ppm, AIB pó 3.000 ppm, Radfarm 3 ppm e Testemunha (sem aplicação de promotores de enraizamento)), em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com quatro repetições e 10 estacas por parcela.

No viveiro telado foi conduzido em esquema fatorial 3x4, sendo três substratos (areia, vermiculita e substrato comercial (Bio Grow), e quatro promotores de enraizamento (AIB líquido 3.000 ppm, AIB pó 3.000 ppm, Radfarm 3 ppm e Testemunha (sem aplicação de promotores de enraizamento)), em DIC com quatro repetições e 10 estacas por parcela.

Foram utilizadas estacas herbáceas de mirtilo da cultivar Jewel, coletadas em um produtor de Lavras-MG. As estacas foram preparadas com 6 e 8 cm de comprimento com um par de folhas cortadas ao meio.

Os promotores de crescimento foram aplicados nas estacas imergindo a base da mesma por 10 segundos de acordo com cada tratamento. Em seguida, foram colocadas na estufa de nebulização em bandejas de polipropileno expandido contendo 162 células em cada bandejas. Nesse ambiente de nebulização, a irrigação era acionada durante o dia, no intervalo de 30 minutos e com duração de 1 minuto. No viveiro telado, foram utilizadas caixas plásticas, com capacidade para 15 litros, vedadas com filme plástico transparente, formando uma espécie de câmara úmida. Para a instalação do experimento, as estacas foram umedecidas antes de realizar

o processo da vedação, não sendo necessário realizar a irrigação após a instalação do experimento. Nessas caixas, as estacas foram espaçadas de 5 cm entre uma e outra.

Foram avaliadas a porcentagem de estacas enraizadas aos 60 dias após a estaquia.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e comparados utilizando o teste de Tukey com probabilidade de 5% utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento conduzido na estufa de nebulização, não houve interação entre os fatores avaliados, também não houve diferença estatisticamente significativa entre os promotores de enraizamento. Apenas para os substratos avaliados foram encontradas diferenças significativas (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagens de estacas enraizadas de mirtilo cultivar Jewel em estufa de nebulização, Lavras, MG. 2020

Substrato	Média
Casca de arroz	78,91 a
Comercial (Bio Grow®)	77,34 a
Casca + Fibra*	64,84 ab
Fibra de coco	53,13 c
Vermiculita	51,56 c
Perlita	50,78 c
Areia	24,22 d
CV %	26,64

¹Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Casca de arroz carbonizada + Fibra de coco

Fonte: Do Autor (2021)

Os substratos Casca de arroz carbonizada e o comercial (Bio Grow®) apresentaram as maiores médias para o enraizamento, com 78,90% e 77,34%, respectivamente, podendo ser considerados mais eficientes que os demais (Tabela 1).

O substrato Casca de arroz carbonizada + Fibra de coco não diferiu estatisticamente do substrato contendo apenas casca de arroz carbonizada e nem do comercial (Bio Grow), com porcentagem de 64,84% de estacas enraizadas.

A casca de arroz carbonizada e o substrato comercial são substratos com alto teor de matéria orgânica, sendo este um fator importante para o enraizamento de estacas, pois promove maior retenção de água e disponibilidade de nutrientes para as plantas (CORDELL & FILER, 1984).

O substrato areia apresentou a menor média de enraizamento, com apenas 24,22% de estacas enraizadas.

Para o ambiente de telado utilizando câmara úmida verificou-se interação entre os fatores substratos e produtos para o enraizamento. O substrato comercial Bio Grow foi superior à vermiculita e areia independente do promotor de enraizamento utilizado (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem de estacas herbáceas de mirtilo da cultivar Jewel que foram enraizadas em ambientes de telado utilizando câmara úmida, Lavras, MG. 2020

	AIB em pó	AIB líquido	Radfarm	Testemunha
Comercial (Bio Grow®)	66,75 a A ¹	29,75 a D	57,25 a B	44,75 a C
Vermiculita	35,00 b B	20,25 b C	50,25 b A	10,50 c D
Areia	25,25 c B	12,25 c C	34,25 c A	14,75 b C
CV %	23			

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2021)

Para o substrato Bio Grow, a maior porcentagem de estacas enraizadas foi obtida utilizando o enraizador AIB em pó, seguido do Rad Farm, Testemunha e AIB líquido. Para os substratos Vermiculita e Areia o melhor promotor de enraizamento foi o Radfarm, seguido do AIB em pó, AIB líquido e Testemunha.

Esses resultados diferem dos obtidos por Peña et al. (2012), que verificaram que o AIB líquido proporcionou maior porcentagem de enraizamento de estacas de mirtilo, quando comparado ao mesmo produto na formulação em pó. Isso é explicado em consequência da menor qualidade de distribuição do produto na estaca quando utilizado em pó (FACHINELLO, HOFFMANN & NATCHIGAL, 2005).

Hoffmann, Fachinello & Santos (1995) afirmaram que a melhor dose para o enraizamento de estacas de mirtilo é entre 2000 e 4000 ppm para o AIB em pó, indicando que a auxina exógena é importante para o enraizamento, condizendo com os resultados do presente trabalho.

Todavia, Trevisan et al. (2008) também verificaram que o enraizador AIB líquido não apresentou diferença significativa em relação à testemunha (água destilada) para o enraizamento de estacas de mirtilo da cultivar Clímax, resultado esse que condiz com o resultado obtido no ambiente de nebulização.

Ressalta-se que as cultivares podem corresponder de maneira diferente ao efeito do uso de produtos para o enraizamento (FISCHER et al., 2008). Dessa forma, as diferenças encontradas entre os experimentos podem ter ocorrido e função das diferentes variedades de mirtilos que foram testadas.

Hoffmann, Fachinello & Santos (1995) observaram que a areia apresentou maior média de enraizamento de estacas de mirtilo do que cinzas + vermiculita, provavelmente devido a maior porosidade. Tal resultado contradiz com o observado neste trabalho. Somado a isso, perlita e vermiculita foram consideradas eficientes para o enraizamento de estacas de mirtilo *in vitro* (DAMIANI & SCHUCH, 2009).

Supõe-se que a areia apresentou menor porcentagem de enraizamento em virtude da menor capacidade de manter a umidade no solo, uma vez que foi possível observar durante a condução do experimento, que este substrato drenava a água mais rapidamente que os demais, devido a maior porosidade. Em consequência, como as estacas herbáceas necessitam de maior umidade, pode ter ocorrido a desidratação e conseqüentemente a morte, em virtude do déficit hídrico nesse substrato.

As diferenças encontradas corroboram sobre a importância da realização de pesquisas sobre o enraizamento de estacas de mirtilo. Uma vez que, se tratando de uma espécie com potencial econômico e biológico, o conhecimento sobre a produção de mudas de qualidade é essencial para a expansão da cultura no Brasil.

5. CONCLUSÃO

- i. Os substratos casca de arroz, comercial (Bio Grow) e casca de arroz + fibra de coco promoveram maiores porcentagens de enraizamento que os demais tratamentos no ambiente de nebulização;
- ii. No ambiente de câmara úmida, o substrato Bio Grow propiciou maior porcentagem de estacas enraizadas para todos os enraizadores;
- iii. O enraizador Radfarm, em ambiente de câmara úmida, propicia o melhor enraizamento exceto quando associado ao substrato comercial.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALBUQUERQUE, T. C. S.; ALBUQUERQUE, J. A. S. Influência do tipo de estaca e de alguns reguladores de crescimento no enraizamento e desenvolvimento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. **Anais...** Recife: SBF, 1981. n. 3, p. 762-770.
- ALMEIDA, E.F.A. et al. Diferentes substratos e ambientes para enraizamento de mini-ixora (*Ixora coccinea* - Compacta). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1449-53, 2008.
- BOWLING, B.L. **The berry grower's companion**. Oregon: Timber Press, 2000. 284p.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1/2, p. 19-30, 2000.
- CANELLAS, L.C. & SANTOS, G.A. **Humosfera: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes, 2005. 309p.
- CANTUARIAS-AVILES, T. et al. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.139-147, 2014.
- CORDELL, C.E.; FILER Jr., T.H. Integrated nursery pest management. In: LANDZ, C.W. (Ed.). **Southern pine nursery handbook**. Atlanta: USDA. Forest Service, Southern Region, 1984. p.1-17.
- DANTAS, A. A. A.; Carvalho, L. G.; Ferreira, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1862-1866, 2007.
- DAMIANI, C.R.; SCHUCH, M.W. Diferentes substratos e ambientes no enraizamento in vitro de mirtilo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.2, p. 563-566, 2009.
- DELGADO, M. Frutos Silvestres: o que podem fazer pela sua saúde. **Continent Magazine**,13(1): 78–80, 2014
- DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I. et al. Entomofauna associated to different phenological stages on blueberry crop. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v.39, n.5, p.1-13, 18 dez. 2017.
- FACHINELLO, J. C. Mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 285-289, 2008.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. (Ed). **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Brasília, DF, Embrapa informações tecnológicas, 221p, 2005.
- FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- FISCHER, D.L.O. et. al. Enraizamento de estacas semilenhosas de mirtilo sob o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, p.557-559, 2008.

GALLETTA, G. J.; BALLINGTON, J. R. Blueberries, cranberries and lingonberries. **Fruit breeding**, New York, v. 2, n. 1, p. 107, 1996.

HARTMANN, H.T. et.al. **Plant propagation: principles and practices**. 7.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880p.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS, A. M. Enraizamento de estacas de duas cultivares de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 07-11, 1995.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS, A. M. Propagação de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) através de estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 231-236, 1995.

HOFFMANN, A. **Propagação de Mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) através de estacas**. Pelotas: UFPel, 1994. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 1994.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968. p. 308-330.

KÄMPF, A. N. **Substrato. Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, v. 254, 2000.

KREEN, S.; SVENSSON, M.; RUMPUNEN, K. Rooting of clematis microshoots and stem cuttings in different substrates. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam v. 96, p. 351–357, 2002.

LOACH, K. Water relations and adventitious rooting. In: **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Discorides Press, 1988. p. 102-115.

MEDINA, R.B. **Desempenho de novas cultivares de mirtilo de baixa exigência em frio em região subtropical**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.92, 2016.

MILHEM, L. M. A. **Ambiente de enraizamento e substratos de cultivo para mudas de goiabeira produzidas por miniestaquia**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, p. 68 2011.

MOMOLI, L.W. **Crescimento e desenvolvimento de plantas de Mirtilo, cultivar clímax, inoculadas com *Azospirillum brasiliense***. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2018.

OFORI, D. A. et al. Vegetative propagation of *Milicia excelsa* by leaf item cuttings: effects of auxin concentration, leaf area and rooting médium. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 84, n. 1/3, p. 39-48, 1996.

PEÑA, M. L. P. et al. Concentrações e formas de aplicação do ácido indolbutírico na propagação por estaquia dos mirtilos cvs. Flórida e Clímax. **Semina: Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 57-63, 2012.

QUEIROGA et.al. **Mirtilo (*vaccinium spp.*) tecnologias de plantio em típicas regiões serranas**. Campo Grande, v. 1, p. 237, 2021

RASEIRA, M. B. C.; ANTUNES, L. E. C. **A cultura do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. (Documento, 121).

- SAMPAIO, V.R. Enraizamento de estacas herbáceas de figueira, sob nebulização intermitente. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.27, n.4, p.289-292, 1982.
- STRIK, B. Blueberry: an expanding world crop. **Chronica Horticulturae**, Belgium v.45, p.7-12, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 954p, 2012.
- TILLMANN, M.A.A. et al. Comparação entre diversos substratos no enraizamento de estacas de cróton (*Codiaeum variegatum* L.) **Scientia Agrícola**, Piracicaba v.51, n.1, p.17-20, 1994.
- TORRES, A. C. et.al. **Glossário de Biotecnologia**. EMBRAPA, Brasília. 2000
- TREVISAN, R. et al. Enraizamento de estacas herbáceas de mirtilo: influência da lesão na base e do ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.402-406, 2008.
- VILLA, F. et al. Propagação de amoreira-preta utilizando estacas lenhosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 829-834, 2003.
- WANG, Q.; ANDERSEN, A.S. Propagation of *Hibiscus rosa-sinensis*: relations between stock plant cultivar, age, environment and growth regulator treatments. **Acta Horticulturae, Wageningen**, n.251, p.289- -309,1989.
- WESTWOOD, M. N. **Fruticultura de zonas templadas**, Madrid: Mundi-Prensa, 1982. 416 p.
- WILLIAMSON, J. et al. Blueberry soil management, nutrition and irrigation. In: CHILDERS, N.F.; LYRENE, P.M. **Blueberries for growers, gardeners, promoters**. Florida: E.O.Painter Printing Company, 2006. p. 60-74.